

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

CHRISTIAN DE SÁ QUIMELLI

**THEREMIN: MÚSICA E ELETRÔNICA NO ENSINO DA ARTE-
CIÊNCIA**

DISSERTAÇÃO

PONTA GROSSA

2019

CHRISTIAN DE SÁ QUIMELLI

**THEREMIN: MÚSICA E ELETRÔNICA NO ENSINO DA ARTE-
CIÊNCIA**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciência e Tecnologia ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa. Área de concentração: Ciência, Tecnologia e Ensino.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Cesar Danhoni Neves

PONTA GROSSA

2019

Ficha catalográfica elaborada pelo Departamento de Biblioteca
da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Ponta Grossa
n. 05/19

Q6 Quimelli, Christian de Sá

Theremin: música e eletrônica no ensino da arte-ciência. / Christian de Sá
Quimelli. 2018.

94 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Cesar Danhoni Neves

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Programa de Pós-
Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Ponta Grossa, 2018.

1. Física - Estudo e ensino. 2. Música - Estudo e ensino. 3. Instrumentos musicais
na arte. 4. Abordagem interdisciplinar do conhecimento na educação. I. Neves,
Marcos Cesar Danhoni. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. III. Título.

CDD 507



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus de Ponta Grossa
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**



FOLHA DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação Nº **149/2018**

THEREMIN: MÚSICA E ELETRÔNICA NO ENSINO DA ARTE-CIÊNCIA

por

Christian de Sá Quimelli

Esta dissertação foi apresentada às **10 horas** do dia **19 de dezembro de 2018**, como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, com área de concentração em Ciência, Tecnologia e Ensino, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo citados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

**Profª Drª. Adriana da Silva Fontes
(UTFPR)**

**Profª. Drª. Josie Agatha Parrilha
da Silva (UEPG/UTFPR)**

**Prof. Dr. Marcos Cesar Danhoni Neves
(UEM/UTFPR) - Orientador (a)**

Visto da Coordenadora:

Profª. Drª. Eloiza Aparecida Silva Avila de Matos
Coordenadora do PPGECT - Mestrado Profissional

A FOLHA DE APROVAÇÃO ASSINADA ENCONTRA-SE NO DEPARTAMENTO DE
REGISTROS ACADÊMICOS DA UTFPR - CÂMPUS PONTA GROSSA

AGRADECIMENTOS

Não creio em uma religião que aprisiona. Se existe uma força criadora sobre o universo ela com certeza nos convida a explorarmos nosso intelecto ao máximo para produzirmos assim uma ciência libertadora e nos construir como organismos úteis. A essa existência - ao qual eu chamo de Deus - é o meu primeiro e maior agradecimento.

Agradeço também a minha esposa, mulher incrível, comprovadamente companheira no sofrimento - pois ambos sobreviveram simultaneamente a programas de mestrado - e que me apoiou em todos os momentos do processo nunca me deixando desamparado;

Aos meus dois filhos que nasceram durante o programa e me fizeram rever a vida e ensinaram o minimalismo material e o maximalismo emocional - que é o que realmente vale a pena;

A meus pais que me apoiaram, incentivaram, deram opiniões sobre meu texto e em alguns momentos (não poucos) me auxiliaram financeiramente para a conclusão do programa;

Ao meu professor orientador Dr. Marcos Cesar Danhoni Neves que durante o programa me guiou, esclareceu e conduziu ao ponto de me acolher em sua residência e no seio de sua família para possibilitar a existência desse trabalho em sua totalidade;

A banca examinadora composta pelas profs. Dra. Adriana da Silva Fontes e Dra. Josie Agatha Parrilha da Silva que deram contribuições pertinentes à boa finalização desta dissertação;

A UTFPR-PG e ao PPGECT por me darem a oportunidade de cursar um mestrado gratuito e de qualidade;

Aos secretários Edevaldo e Marcos Eyng que sempre me auxiliaram prontamente com os documentos necessários;

Aos profs. Ismael e Eloi Agostini do departamento de eletrônica da UTFPR-PG que me permitiram cursar uma formação continuada em matérias da graduação de Engenharia Eletrônica;

Ao meu amigo Carlos Sergio Chemin Neto por me ceder várias tardes ajudando a construir a versão final e melhorada do produto;

E a Raphaela Elpidio que me ensinou a construir circuitos eletrônicos.

RESUMO

A presente dissertação descreve uma nova possibilidade de ensino interdisciplinar entre Física e Música. O objetivo geral do trabalho é promover um enlace entre conteúdos da Física, como a eletromagnética e da Música, com os parâmetros do som. São levantados questionamentos sobre a possibilidade de se fazer uso de um instrumento musical de preço acessível buscando ampliar o acesso à sensibilização musical. Construiu-se ainda um instrumento musical, o Theremin, e um guia autossuficiente de como fazê-lo, para instrumentalizar professores da área da Física e Música a trabalharem interdisciplinarmente. Os objetivos específicos consistem em descrever a história do instrumento Theremin e seu funcionamento, com dados biográficos de seu autor homônimo e relatar o processo de construção de um Theremin Óptico para assim elaborar uma sugestão de conceitos a serem trabalhados nas disciplinas de Física e de Música. Para alcançar a finalidade destas propostas a metodologia utilizada foi o desenvolvimento de oficinas a partir da Pesquisa-ação e a Pesquisa Bibliográfica. Por fim será exposto a importância de se traçarem paralelos ao reconstruir momentos históricos, resultados artísticos das oficinas práticas, o instrumental fornecido aos professores que se apropriarem desta temática e sugestões de crescimento na área.

Palavras-chave: Oficina de Theremin. Construção de Theremin. Ensino interdisciplinar. Ensino de física. Ensino de música.

ABSTRACT

The present dissertation exposes a new possibility of interdisciplinary teaching involving Physics and Music. The main objective of the work is to promote a link between the contents of physics, such as electromagnetic and music, as the parameters of sound. We raise questions about the possibility of making use of an affordable musical instrument to increase access to musical awareness. A musical instrument, the Theremin, was built along with a self-sufficient guide on how to do it, to give Physics and Music teachers a tool to work interdisciplinarily. The specific objectives consist in describing the history of the Theremin instrument and its operation, with biographical data of its homonymous author and to report the construction process of an Optical Theremin to elaborate a suggestion of concepts to be worked in the disciplines of Physics and Music. To reach the purpose of these proposals the methodology used was the development of workshops from the Action Research and the Bibliographic Research. In the final considerations of this work we will expose the importance of drawing parallels when reconstructing historical moments, artistic results of the practical workshops, the pedagogical tool provided to the teachers that appropriate themselves with this theme and suggestions for growth in the area.

Key words: Theremin workshop, Theremin construction, Interdisciplinary teaching, Physics teaching, Music teaching.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-------------|---|----|
| Figura 1 - | Quinta-feira, 20 de julho, Caderno Variedades 4B, Ponta Grossa-PR..... | 9 |
| Figura 2 - | Papo Reto #05 - Entrevistadoras: Luana Nascimento e Marina Semensati..... | 10 |
| Figura 3 - | Pequenino Ser - Composição para Guitarra, Theremin e Voz de Christian Quimelli..... | 10 |
| Figura 4 - | Anúncio de concerto e workshop com Lydia Kavina em edição online de jornal..... | 11 |
| Figura 5 - | Oficina de Theremin realizada no 9º Festival de Música de Ponta Grossa..... | 12 |
| Figura 6 - | Exemplos de formas de onda..... | 47 |
| Figura 7 - | Partitura com instruções..... | 80 |
| Figura 8 - | Partitura com indicação de movimentação das duas mãos..... | 81 |
| Figura 9 - | Partitura com variações de formas, linhas e pontos..... | 81 |
| Figura 10 - | Partitura com astros e elementos atmosféricos..... | 82 |
| Figura 11 - | Partituras com elementos abstratos..... | 82 |
| Figura 12 - | Partitura com instruções gestuais..... | 83 |

LISTA DE FOTOGRAFIAS

| | | |
|-----------------|--|----|
| Fotografia 1 - | · Apresentação ao vivo do autor da dissertação com Theremin e Guitarra..... | 13 |
| Fotografia 2 - | Versão inicial e final do projeto..... | 14 |
| Fotografia 3 - | Lev Theremin demonstrando o funcionamento de seu instrumento homônimo..... | 44 |
| Fotografia 4 - | Theremin de Campo Eletromagnético com circuito à mostra..... | 45 |
| Fotografia 5 - | O `Electrio` em 1932. Da esquerda para a direita: Theremin, Theremin Cello e Theremin Teclado..... | 49 |
| Fotografia 6 - | Tannerin..... | 57 |
| Fotografia 7 - | Peça preparada para Theremin apresentada durante a oficina na UEM..... | 78 |
| Fotografia 8 - | Educando auxiliando o colega a sugar o excesso de solda..... | 85 |
| Fotografia 9 - | Educando utilizando do auxílio de uma lupa e apoio para soldar..... | 85 |
| Fotografia 10 - | Circuito com excesso de solda para corrigir falhas na trilha..... | 86 |
| Fotografia 11 - | Mesa com os objetos utilizados na oficina..... | 86 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| APRESENTAÇÃO..... | 8 |
| INTRODUÇÃO..... | 15 |
| 1. A VIDA DE LEON THEREMIN..... | 21 |
| 1.1 LINHAGEM E PRIMEIROS ANOS..... | 21 |
| 1.2 REVOLUÇÕES: A RUSSA E A ELETRÔNICA..... | 23 |
| 1.3 SEGURANÇA EM MEIO À TORMENTA: O NASCIMENTO DO ETHER..... | 25 |
| 1.4 CONQUISTANDO O MUNDO..... | 28 |
| 1.5 A PIONEIRA ROCKMORE..... | 30 |
| 1.6 LAVINIA WILLIAMS: A ESPOSA AMERICANA..... | 32 |
| 1.7 RETORNO AO LAR DE BANDEIRAS VERMELHAS..... | 33 |
| 1.8 THEREMIN: O INVENTOR ESQUECIDO EM TERRAS SOCIALISTAS..... | 34 |
| 1.9 O DEMÔNIO E O INOCENTE..... | 36 |
| 1.10 “LIBERDADE”..... | 40 |
| 1.11 DECRESCENDO E RITARDANDO..... | 41 |
| 2 O INSTRUMENTO THEREMIN..... | 43 |
| 2.1 THEREMIN: DEFINIÇÃO E FUNCIONAMENTO..... | 43 |
| 2.2 A CONTRIBUIÇÃO DO THEREMIN PARA O MUNDO ELETRÔNICO..... | 46 |
| 2.3 INVENTIVIDADE SEM LIMITES..... | 48 |
| 2.4 ODE AO ESPAÇO: O THEREMIN NAS DÉCADAS DE 40 E 50..... | 51 |
| 2.5 BOAS VIBRAÇÕES: O THEREMIN NOS ANOS 60 E 70..... | 53 |
| 2.6 OSTRACISMO E AMADURECIMENTO: O THEREMIN A PARTIR DOS ANOS 80..... | 59 |
| 3 METODOLOGIA..... | 65 |
| 3.1 PESQUISA-AÇÃO..... | 65 |
| 3.1.1 Origens da Pesquisa-ação..... | 65 |
| 3.1.2 Pesquisa-ação: compreendendo o conceito e características..... | 66 |
| 3.2 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA..... | 70 |
| 4 OFICINA DE CONSTRUÇÃO DE THEREMIN ÓPTICO..... | 76 |
| 4.1 A OFICINA COMO ELEMENTO MOTIVADOR..... | 76 |
| 4.2 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS..... | 77 |
| 4.3 DIFICULDADES ENCONTRADAS..... | 86 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 88 |
| REFERÊNCIAS..... | 90 |

APRESENTAÇÃO

Foi uma longa jornada até aqui e, por mais clichê que seja esta afirmação, ela é, em sua mais profunda essência, verídica. Desde a concepção da ideia de trabalhar com um instrumento para ensino interdisciplinar até a finalização do produto, pode-se dizer, sem medo de exageros, que foi uma aventura.

Esse empreendimento incluiu a apresentação de nada menos que 7 workshops/oficinas com o instrumento Theremin em instituições de ensino superior estaduais como a Universidade Estadual de Maringá (UEM) e a Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), no Conservatório Municipal de Ponta Grossa e no 9º Festival de Música de Ponta Grossa, realizado pela Fundação Municipal de Cultura. Foram 11 concertos didáticos em Feiras do Livro de Ponta Grossa e de Imbituva, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Ponta Grossa (UTFPR-PG), no Centro Educacional Marista Santa Mônica (CEM Sta. Mônica) e no 9º Festival de Música mencionado anteriormente. Além disso, contabilizam-se 2 aberturas em eventos acadêmicos sendo eles o V Sinect realizado pela UTFPR-PG e o VII Workshop Paranaense de Arte-Ciência promovido pelo departamento de Artes da UEPG, uma exibição com direito a foto e texto no jornal impresso¹ Diário dos Campos (ver Figura 1), uma aparição em um mini seriado online de entrevistas com artistas de destaque da cidade de Ponta Grossa promovido pela Fundação Municipal de Cultura² (ver Figura 2), uma produção de vídeo independente tocando uma composição própria com o instrumento³ (ver Figura 3) e pelo menos 20 horas/aulas de musicalização com crianças da Rede Solidariedade Marista com o uso criativo do Theremin.

¹ Festival traz instrumento musical pouco conhecido. Diário dos Campos, Ponta Grossa – PR, 20 jul. 2017, Caderno Variedades, p. 4B.

² Papo Reto #05: Christian de Sá Quimelli. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=meuXtth1epE>>. Acesso em: 18 nov. 2018.

³ Pequenino Ser – Christian de Sá Quimelli. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=aaRBzOK7SNI>>. Acesso em: 18 nov. 2018.

Figura 1 - Caderno Variedades 4B, Ponta Grossa - PR.

Variedades
DIÁRIO DOS CAMPOS

MÚSICA | *O theremin foi patenteado na década de 20 por Leon Theremin e até hoje não é muito difundido ao grande público*

Festival traz instrumento musical pouco conhecido

► **DA REDAÇÃO**
suplementos@diariodoscampos.com.br

O 9º Festival de Música de Ponta Grossa tem trazido diversas novidades ao público. Uma delas é o instrumento chamado 'theremin', um dos primeiros instrumentos musicais completamente eletrônicos, controlado sem qualquer contato físico pelo músico. Criado pelo russo Léon Theremin, que patenteou o dispositivo em 1928, o instrumento é controlado através de duas antenas de metal, que percebem a posição das mãos do músico e controlam osciladores de frequência com uma das mãos e com a outra a amplitude (volume), de forma que não seja preciso tocar no instrumento. Os sinais elétricos do theremin são amplificados e enviados para um alto-falante.

O instrumento está sendo apresentado, e tocado, pelo músico pontagrossense Christian de Sá Quimelli, que é também aluno do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da UTFPR. Eu seus estudos, Christian pesquisa e aplica novas possibilidades de ensino interdisciplinar, promovendo um enlace entre as matérias de Física, como a acústica e a eletromagnética, e Música, como os parâmetros do som, por meio da compreensão, construção e execução de duas versões de there-



O instrumento está sendo apresentado pelo músico Christian de Sá Quimelli

min em sala de aula.

Além das apresentações já realizadas por Christian, a programação do Festival de Música segue intensa nos próximos dias. O evento, realizado pela Prefeitura de Ponta Grossa, por meio da Fundação Municipal de Cultura, tem co-realização da Universidade Estadual de Ponta Grossa, através da Pró-Reitoria de Extensão e Assuntos Culturais (Proex), patrocínio da Unicesumar, Phono Pub e ACIPG – Napes, parceria da Fecomércio/SESC Paraná, Shopping Palladium, Viação Campos Gerais e Rede Gastronômica dos Campos Gerais, e promoção da RPC.

Confira a programação desta quinta-feira:

20 DE JULHO

16h
Lounge Musical | Atracção: Grupo de Cordas – Regência de Susan Volkmann
Shopping Palladium – Piso Térreo

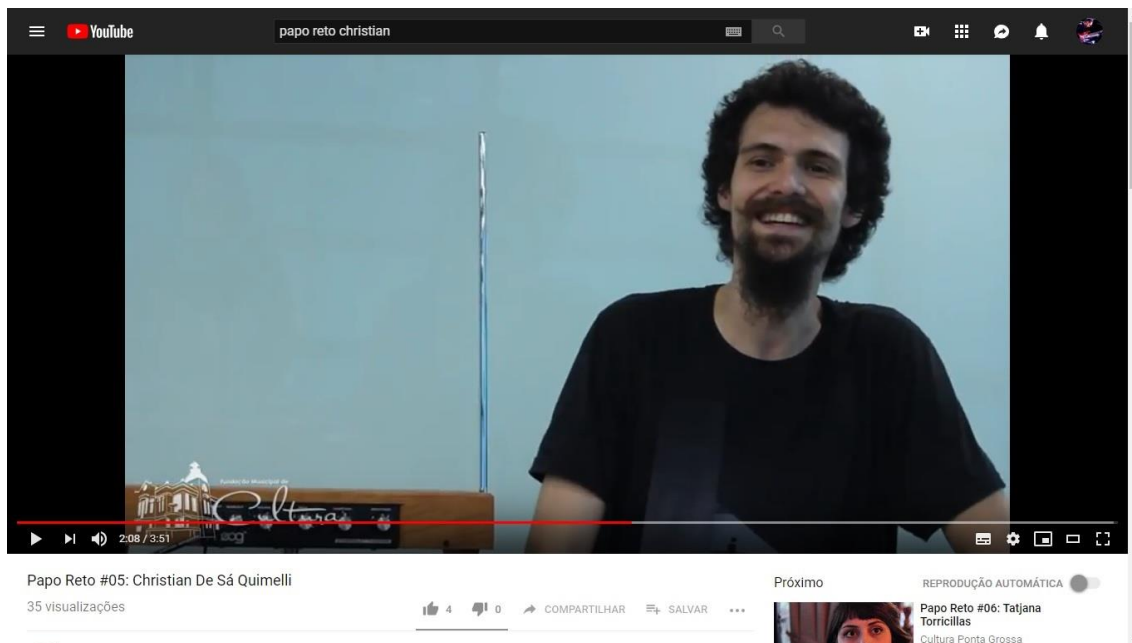
19h
Recital de Metais | Atracção: Marcos dos Anjos Jr. (São Paulo/SP) e Grupo de Metais do Festival
Auditório do Centro da Música

20h
Lounge Musical | Atracção: Sérgio Falcão e Fabricio Cunha cantam A História dos Festivais
Shopping Palladium Praça de Alimentação

20h
Recital de Música de Câmara
Atracção: Professores do Conservatório Maestro Paulino
Auditório do Centro da Música

Fonte: Diário dos Campos (Quinta-feira, 20 de julho, 2017).

Figura 2 - Papo Reto #05 - Entrevistadoras: Luana Nascimento e Marina Semensati.



Fonte: Youtube - Canal Cultura Ponta Grossa (2017).

Figura 3 - Pequeno Ser - Composição para Guitarra, Theremin e Voz de Christian Quimelli.



Fonte: Youtube - Canal Christian Quimelli (2017).

Como nunca havia tocado Theremin antes, parte dessa epopeia foi aprender a “manusear” o instrumento. Digo isto entre aspas porque simplesmente não se encosta no instrumento! Cada uma das antenas do Theremin gera um campo eletromagnético e pela perturbação do mesmo pelas mãos, as notas são variadas entre grave e agudo

e forte e fraco⁴. É simplesmente incrível e todos ao redor acham o mesmo. Como é possível mesmo depois de quase 100 anos de existência - o instrumento foi criado em 1919 - uma invenção continuar criando tamanho espanto?!

Para aprender a tocá-lo, foram necessárias incontáveis horas em vídeo-tutoriais no Youtube, estudo de pelo menos 2 métodos compilados, 3 técnicas diferentes e 4 variações de modelos de Theremin, uma viagem a Curitiba para assistir a um workshop com Lydia Kavina, uma das principais thereministas da atualidade e sobrinha-neta de Leon Theremin, criador do instrumento, produção de 5 playbacks para utilização nos workshops e concertos didáticos incluindo captação, mixagem e masterização das faixas, contato online com 3 thereministas de alto nível para tirar dúvidas, parceria musical e apresentações com 3 grupos diferentes - uma banda de rock, um trio de música instrumental e um pianista - e dezenas de horas solitárias em fones de ouvido com o Theremin, pois o instrumento soa muito estranho e cansativo quando se está aprendendo e poupar a família foi necessário no processo.

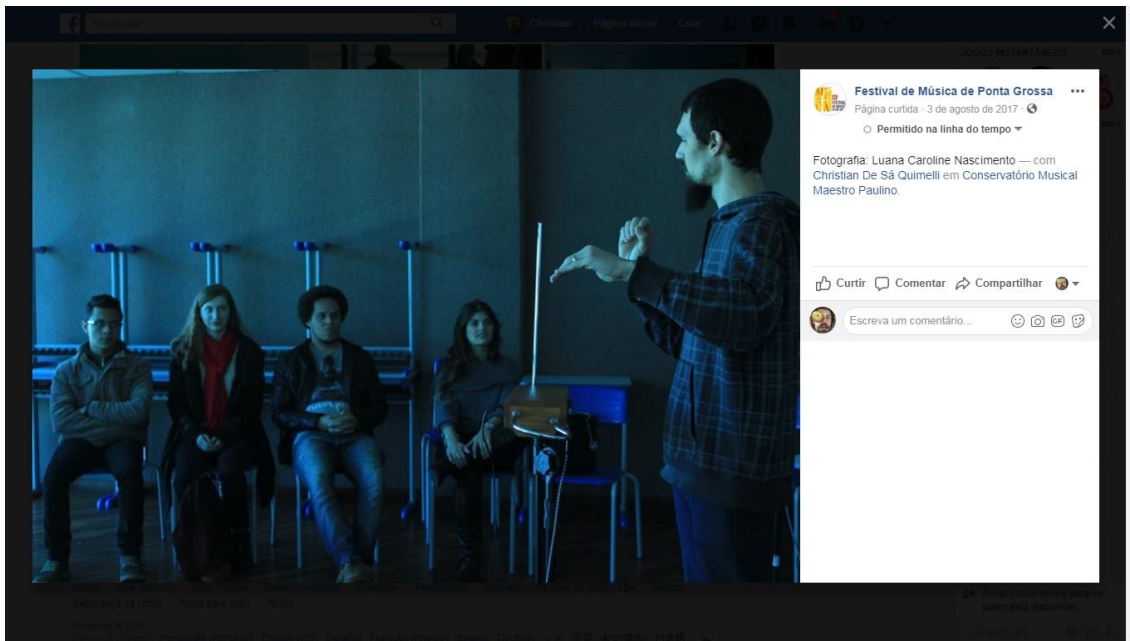
Figura 4 - Anúncio de concerto e workshop com Lydia Kavina em edição online de jornal.

The image shows a screenshot of a newspaper article from 'GAZETA DO POVO'. The article is titled 'Aluna de Leon Theremin, Lydia Kavina vem a Curitiba'. The text below the title states: 'Musicista russa faz um recital nesta terça(26) e um workshop nesta quarta (27), no Teatro da Caixa. Ingressos começam a ser vendidos ao meio-dia de sábado'. Below the text are social media sharing icons for WhatsApp, Telegram, Facebook, and Messenger, along with a 'Beta' label. The author is identified as 'Rafael Rodrigues Costa' with a date of '[22/07/2016]' and a time of '[21H00]'. At the bottom of the article is a photograph of Lydia Kavina, a woman with short brown hair, wearing a black top, playing a Theremin instrument against a red curtain background.

Fonte: Gazeta do Povo (2016).

⁴ Explicações mais acuradas e aprofundadas se encontram no Capítulo 2 desta dissertação.

Figura 5 - Oficina de Theremin realizada no 9º Festival de Música de Ponta Grossa.



Fonte: Arquivo pessoal do Autor. Imagem cedida pela fotógrafa Luana Caroline Nascimento (2017).

Possuo formação em Licenciatura em Música pela Universidade Estadual de Ponta Grossa, especialização em Metodologia do Ensino da Música pela Faculdade de Administração, Ciências, Educação e Letras, professor de música do Ensino Fundamental do Centro Educacional Marista Santa Mônica e canto profissionalmente no Coro Cidade de Ponta Grossa. Toco profissionalmente Guitarra, Violão e Bandolim e sou professor particular destes instrumentos. Atuei como Regente e Arranjador da Orquestra Eletroacústica Popular de Ponta Grossa - OEP-PG e participei ativamente de várias edições do Festival Universitário da Canção - FUC, realizado pela UEPG, onde recebi prêmios regionais e nacionais, fiz shows de encerramento e também trabalhei com a curadoria do mesmo em sua 29ª e 30ª edição⁵.

O ato de aprender a tocar o Theremin foi uma escolha pessoal. Foi difícil e trabalhoso, mesmo para um músico experiente, porém os resultados alcançados pelo ato de compreender o instrumento e suas peculiaridades foram satisfatórios e enriqueceram grandemente esta dissertação e a minha vida como músico.

⁵ Mais informações sobre o currículo podem ser acessadas pela plataforma CNPq Lattes, disponível em: <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4038091Z3>> ou na plataforma online de currículos LinkedIn, disponível em: <<https://www.linkedin.com/in/christian-quimelli/>>.

Fotografia 1 - Apresentação ao vivo do autor da dissertação com Theremin e Guitarra.



Fonte: Arquivo pessoal do Autor. Imagem cedida pela fotógrafa Marina Rodrigues Semensati (2018).

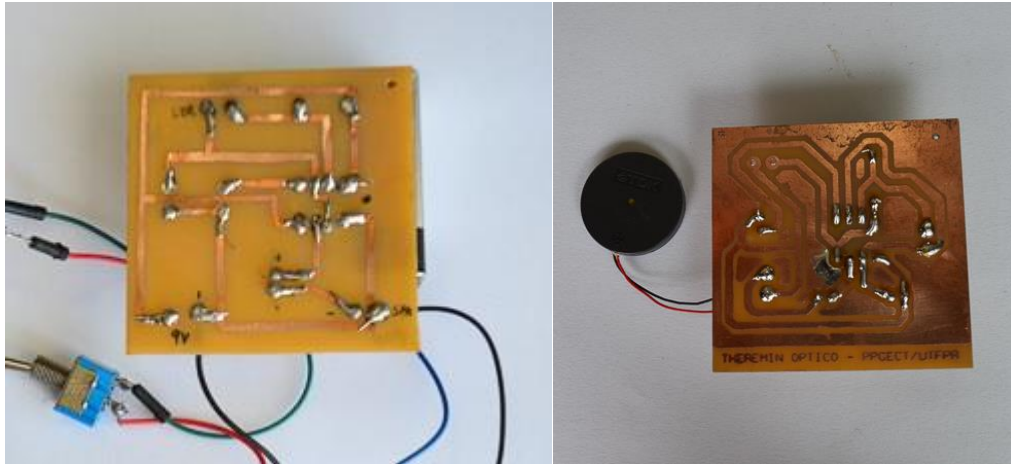
Para produzir esta dissertação, foi necessário se apropriar de conhecimentos de eletrônica prática. Houve uma grande dificuldade em encontrar um curso livre de eletrônica, pois esta não é minha área de formação e eu não possuía nenhum conhecimento sobre esta disciplina. O acesso ao conhecimento básico do assunto é difícil para a população em geral e não é encontrado sem uma pesquisa aprofundada. Em geral, o que é facilmente encontrado são livros acadêmicos com vários cálculos e fórmulas, livros que falam sobre eletricidade, resistência e afins e livros que ensinam eletrônica, porém já partindo do princípio de que o leitor já possui algum conhecimento inicial.

Nessa busca pelo conhecimento, apareceu a possibilidade de cursar uma formação continuada como portador de diploma em matérias do curso de Engenharia Eletrônica da própria UTFPR - unidade Ponta Grossa, que, embora não tenham resolvido o problema na totalidade, auxiliaram abundantemente na solução deste quesito.

A resolução se deu por um meio improvável: o de contato com pessoas próximas a mim ou de minha comunidade musical, ou seja, o famoso “boca-a-boca”. Esses dois indivíduos, um deles formado em Engenharia Eletrônica pela UTFPR-

Ponta Grossa e a outra, uma entusiasta na modificação de Circuitos Eletrônicos de instrumentos sintetizados, gentilmente ajudaram, ensinaram e auxiliaram na compreensão, construção, ajuste fino e reprodução do circuito em questão.

Fotografia 2 - Versão inicial e final do projeto.



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2018).

Ao leitor fica o convite para embarcar em duas leituras distintas. A primeira é a dissertação que se inicia logo após esse introdutório. Nela se encontram as histórias de Leon Theremin e sua invenção homônima mais famosa, a metodologia utilizada neste trabalho e uma preliminar sobre o produto educacional criado a partir da mesma. A segunda é o produto que está em anexo, que se trata de um guia autossuficiente para construção de um Theremin Óptico, junto com indicações e uma breve exploração de tópicos nas áreas de Física e Música, que podem ser trabalhados em sala de aula a partir desta construção. Não há uma ordem exata na qual essas obras devem ser lidas, examinadas e absorvidas, porém é indicado ao leitor que se aproprie de ambas para que a experiência seja completa.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho apresenta uma proposta interdisciplinar utilizando o instrumento Theremin e elementos da Física e da Música. A música e a ciência têm coexistido desde o remoto nascimento da civilização como a conhecemos. A música está intrinsecamente ligada à existência do homem, pois este é um ser essencialmente musical (GODOY et al, 2009). A música produz no homem *insights* poderosos sobre diversos aspectos da sua existência, sejam estes sociais, econômicos ou culturais (SWANWICK, 2003). Estes *insights* produzidos pela música em seu relacionamento com o ser humano o beneficiam em processos cognitivos, como o desenvolvimento da memória, imaginação, comunicação verbal e corporal (OLIVEIRA 2012).

Na existência da música, pode ser inserida a ciência, não com a necessidade de classificar qual ramo do saber moderno está inserida, mas sim pensando em um nível de compreensão de mundo. Sobre isso, Moreira & Massarani afirmam:

As relações entre ciência e música são muito profundas e têm suas raízes no próprio surgimento da ciência moderna. A música tem uma base física importante: são os sons afinados pela cultura que a constituem. Por outro lado, ela foi utilizada muitas vezes como metáfora e como inspiração para interpretar o mundo físico, em particular nos modelos cosmológicos. (MOREIRA & MASSARANI, 2006, p. 291).

Quando se fala sobre Ciência e Arte, poucas figuras são tão notáveis quanto Leon Theremin, criador do instrumento homônimo que é um dos primeiros instrumentos musicais eletrônicos, um dos poucos que se toca sem contato físico e uma peça de valor incomparável na história da música eletrônica. Esse instrumento foi um dos fundamentos da revolução musical que aconteceu no meio do século XX e seus “descendentes tecnológicos” sustentaram a transformação musical eletrônica, com a inserção do protocolo MIDI na década de 80, reformulando assim a maneira como se produz e se ouve música. Também é responsável pelos sons fantasmagóricos de invasões alienígenas e histórias de terror dos anos 40/50, marcando seu tom na história do cinema.

Porém quem foi Leon Theremin? Para Robert Moog, gênio revolucionário que desenvolveu os famosos Sintetizadores Modulares na década de 60, “Leon Theremin tocou a vida de incontáveis músicos e cientistas, e seu trabalho é uma pedra fundamental vital para nossa tecnologia musical contemporânea” (MOOG in GLINSKY,

2000, p. IX). Baseado em esquemas de construção de Theremins para fazer em casa, retirados de revistas de eletrônica, Moog estudou o funcionamento do instrumento, o desenvolveu e o aperfeiçoou. Dessa empreitada nasceram os sintetizadores já mencionados - sem esquecer dos próprios Theremins da marca Moog⁶, produzidos até hoje com um design extremamente portátil e eficiência musical - que, nas mãos de músicos experientes e experimentais da década de 60 e 70, ajudaram a revolucionar a música de seu tempo e construir a música pop de hoje. Dessa revolução musical-tecnológica, nasceram os sintetizadores digitais da década de 80, junto com o protocolo midi, que ampliou sem precedentes as possibilidades de trocas de informação musicais entre equipamentos e estreitou a distância entre as funções de compositor, engenheiro de áudio e instrumentista na produção musical. Esse é apenas um dos caminhos musicais iluminados pelo advento do Theremin entre vários possíveis de se analisar. Logo, o Theremin (instrumento e inventor) é diretamente relacionado como pai da música eletrônica moderna.

Segundo Galejev, seu camarada russo que dividia opiniões similares sobre música-eletricidade-luz, Theremin foi um grande precursor em várias áreas, sobretudo no estudo sobre televisão⁷, sistemas de alarmes eletrônicos⁸, ondas gravitacionais, longevidade e imortalidade⁹, e arte eletrônica e também um herói soviético. Em suas próprias palavras: “Um pioneiro da arte eletrônica, ele inventou o primeiro instrumento musical eletrônico realmente digno do nome, o ‘thermenvox’ (voz de Termen), ou o Theremin” (GALEYEV, 2010, p. 8).

Para Glinsky, o inventor tinha uma face dupla Lev/Leon. Uma delas como se mostrava ao Ocidente - ou como o ocidente regularmente o retratava - um “inventor despreocupado de instrumentos musicais malucos, o ícone de filmes de terror e ficção

⁶ Moog Etherwave Standard e Etherwave Plus, que ainda são produzidos. Para mais informações: <https://www.moogmusic.com/products/Etherwave-Theremins>

⁷ Galejev narra, entre as páginas 29 e 30 de seu livro, como Theremin foi o primeiro russo a criar a televisão em seu país na década de 20, porém esse projeto foi classificado como Ultra-Secreto pela KGB e utilizado como sistema de segurança nas fronteiras do estado soviético.

⁸ O conceito de utilizar a capacitância do corpo humano para manipular as notas do Theremin (que será explicado mais à frente) nasceu desses sistemas de alarme, que conforme a mudança da capacidade elétrica do local, com a presença de algum corpo carregado eletricamente como o ser humano, era acionado.

⁹ Há a menção em Galejev de que quando Lenin morreu, Leon Theremin pediu ao líder do partido Soviético para congelarem seu corpo o mais rapidamente o possível para que ele pudesse o trazer à vida posteriormente quando as tecnologias já tivessem avançado o suficiente para tal. Leon teve seu pedido negado e entristeceu-se muito quando embalsamaram o corpo de Lenin, pois para ele “não poderia fazer mais nada após aquilo. Eu queria muito trazer Lenin de volta à vida. Eu gostava dele...” (GALEYEV, 2010, p. 29)

científica hollywoodianos, e o herói avuncular da Eletrônica Musical Moderna”. Tudo isso ele realmente foi, porém, enquanto em solo americano, milhares foram encantados com a magia de seus instrumentos, enquanto, ao mesmo tempo, “ele estava alimentando o aparato Soviético com informações. Ele era o suprasumo da abrilhantada alta sociedade nova-iorquina, enquanto seus companheiros mais próximos eram Socialistas e Comunistas”. Após expor mais detalhadamente a vida de agente de Leon Theremin, Glinsky deixa a pergunta no ar: “Aonde sua fidelidade pessoal repousava?” E, citando Galejev, Glinsky diz que embora o ocidente parenteticamente molda Leon Theremin como uma vítima da repressão soviética, a analogia de Fausto é a mais verdadeira (GLINSKY, 2000, p. 1-2).

Analisando os vários autores, é possível verificar que se pode referir ao criador deste instrumento de maneiras diferentes. Uma delas em seu nome original, em sua língua *matreka*: Lev (Sergeyevich) Termen. Esta representa a sua essência como cidadão russo/soviético, espião da KGB, gênio inventor durante a guerra fria (esses últimos dois utilizando da referência de Galejev ao Fausto Soviético) ou qualquer contrafação entre a genialidade dura e prática soviética e o empreendedorismo livre americano. A outra em sua forma anglicanizada, utilizada na América de Leon Theremin, que representa o conceito de *Homo empreendedoris* numa terra de livre comércio com visões muito diferentes das suas.

Uma terceira maneira é como Galejev o chama constantemente: Lev Theremin. Uma mistura de seu nome original russo, mostrando como o autor provavelmente o chamava, com o seu sobrenome que carrega também o peso de sua criação.

Assim como a arte teve seu papel para inspirar o mundo científico, o inverso também acontece, pois, tal como a arte, a ciência também é um componente da atividade humana criativa. “Ambas são formas de expressão do conhecimento, individual ou coletiva. O avanço da ciência proporcionou mudanças nas manifestações artísticas do ser humano ao longo do tempo, em toda a sua amplitude” (OLIVEIRA et al, 2008, p. 2). No entanto, nem todos possuem acesso a um ensino de música e/ou performance em instrumentos musicais, ou são estimulados a raciocinar cientificamente de uma maneira mais ampla. Seja por falta de acesso a uma educação de qualidade, ou dificuldade em custear um instrumento musical, muitos estão restritos a essa situação.

Outro obstáculo para o entendimento da relação entre música e ciência é que “para a população em geral, a ciência é muito abstrata” (OLIVEIRA et al, 2008, p. 4).

Geralmente, não conseguimos ver os seus efeitos no nosso cotidiano. Muitas vezes, o argumento de que algo é comprovado cientificamente já é o suficiente para validar qualquer opinião. Não há uma indagação de como a ciência foi utilizada para se chegar num determinado resultado, qual a metodologia utilizada, qual instrumento de coleta de dados foi empregado e nem quais considerações foram geradas desta demanda. Há, geralmente, apenas o veredito de que existe uma comprovação científica acerca de um objeto e as possibilidades de se questionar este resultado ficam minadas.

Esta dificuldade é parceira constante do alienamento que muitos educandos têm em não perceber como a “ciência no cotidiano é algo comum” (OLIVEIRA et al, 2008, p. 4). Ainda segundo Oliveira, “Os professores precisam utilizar recursos pedagógicos e tecnológicos para modificar esta realidade e mostrar aos estudantes a constante presença e devida importância da ciência e da tecnologia nas suas atividades diárias” (2008, p. 4). Os educadores têm o objetivo de levar os benefícios da música e da ampliação da visão de mundo, pela ciência, para esses seres humanos em formação, pelos quais são responsáveis quando entram em uma sala de aula. E desse problema surgem questões como:

- É possível fazer uso de um instrumento musical de preço acessível que possibilite ampliar o acesso à sensibilização musical?
- Construir um instrumento musical, como o Theremin, e um guia autossuficiente de como fazê-lo, instrumentalizaria professores da área da Física e Música a trabalharem interdisciplinarmente?

Partindo destes questionamentos, temos como objetivo geral deste trabalho promover um enlace entre conteúdos da Física, como a eletromagnética e da Música, como os parâmetros do som. A partir do objetivo geral os objetivos específicos foram traçados para a elaboração desta dissertação:

- 1) Descrever a história do instrumento Theremin e seu funcionamento, com dados biográficos de seu autor homônimo.
- 2) Relatar o processo de construção de um Theremin Ótico, entendendo seu funcionamento e construção para assim elaborar uma sugestão de conceitos a serem trabalhados nas disciplinas de Física e de Música.

Buscando responder aos questionamentos levantados durante a elaboração desta pesquisa, bem como alcançar os objetivos traçados, nos utilizamos da Pesquisa Ação como metodologia. O propósito da utilização da Pesquisa-ação é possibilitar o trabalho juntamente com os demais sujeitos envolvidos neste processo com a atividade experimental, que “pode ser um excelente recurso para motivar e ampliar o espectro de aprendizagem”. Entretanto, essa atividade não é feita com o intuito de produzir uma sessão performática em classe, pois, para que seja funcional, ela “deve trazer consigo mais do que cores e transformações espetaculosas” (THIOLLENT, 1985, p. 24). Deve-se lembrar que sua função é semear no aluno o espírito cientista e que “deve auxiliar o aluno a assumir seu papel de agente do próprio aprendizado estimulando a autonomia, a reflexão, e o senso crítico” (TOLEDO & FERREIRA, 2016, p. 108).

Desta forma, esta dissertação está composta por quatro (04) capítulos, considerações finais e um produto (manual didático). No Capítulo 1, apresenta-se o inventor russo Leon Theremin. Aborda-se a origem da sua linhagem, seus primeiros anos de vida, sua atuação na revolução russa e o início da revolução eletrônico-musical causada por ele, sua vida em solo americano, seu contato com a cena artística nova-iorquina da época, o seu retorno à URSS com seu suposto desaparecimento, os tempos em que passou preso em um campo de concentração soviético e trabalhou sob as vistas do estado, sua liberdade e seus anos finais.

No Capítulo 2, aborda-se a história do instrumento Theremin, sua definição e funcionamento. Também são apresentados outros instrumentos eletrônicos criados por Leon, sua contribuição para o mundo eletrônico, a utilização do Theremin no cinema nas décadas de 40 e 50, seu emprego na música psicodélica das décadas de 60 e 70, seu esquecimento na década de 80 e amadurecimento nos anos atuais.

A Metodologia utilizada nesta pesquisa é explicitada no Capítulo 3, onde são descritas as fontes utilizadas para a pesquisa histórica do instrumento Theremin e seu inventor e a Pesquisa-ação, e também como se desenvolveu esta metodologia no *locus* escolhido pelo autor.

Também no Capítulo 3, apresenta-se as fontes utilizadas para a reconstrução histórica do instrumento Theremin e seu inventor Leon. Livros biográficos, documentários, artigos de jornal e enciclopédias tiveram papel atuante neste item. A grande maioria das fontes utilizadas para reconstruir a história de Theremin estão

língua inglesa e sem tradução para o português. Foram colocados os nomes originais dos artigos nas notas de rodapé para facilitar o acesso do leitor ao material primário. Para uma melhor fluidez do texto todas as citações estão implícitas com uma “tradução livre” dos autores desta dissertação.

No Capítulo 4, relata-se como se deu a construção de um Theremin Ótico e a discussão sobre o planejamento e resultados da prática proposta. São detalhadas as oficinas trabalhadas e suas atividades desenvolvidas, as dificuldades encontradas e o *troubleshooting* executado.

Nas considerações finais do trabalho, expõe-se o que foi aprendido e uma visão do autor sobre ensino interdisciplinar e novas possibilidades de ensino envolvendo arte e ciência.

Por fim, tem-se o manual didático¹⁰, no qual relata-se detalhadamente o passo a passo de como construir um teremim Ótico.

¹⁰ Este manual está em formato de PDF e pode ser obtido no mesmo link em que esta dissertação foi baixada.

1 A VIDA DE LEON THEREMIN

Este capítulo tem a finalidade de contar a história de Leon Theremin. As divisões dos subcapítulos foram feitas com base nos pontos-chave de sua vida: seus primeiros anos, sua participação na revolução Russa, a criação do instrumento Theremin, o sucesso musical alcançado na Europa e nos Estados Unidos, o retorno à URSS, o envio forçado a um Gulag, sua liberdade condicionada ao estado e seus últimos anos. A cada marca ou grande evento encontrado em sua trajetória, uma nova subdivisão foi criada, para que o leitor possa realizar um bom exame da vida desse revolucionário.

Em diversos momentos, Leon Theremin será nomeado como inventor, já que a maioria, se não a totalidade das fontes pesquisadas utilizam este termo, embora a pesquisa demonstre que ele foi um cientista, para além de um mero criador de bugigangas (impressão que o uso do termo inventor possa evocar). Os autores não o fazem para diminuir o humano Leon - eles têm uma forte tendência de chamá-lo de herói ou apontá-lo como protagonista de uma aventura - mas sim para fazer uma referência simultânea ao inventor e sua invenção: o Theremin. A ambiguidade desse mutualismo - criador e criatura - é o ponto chave dos dois primeiros capítulos dessa dissertação, onde há momentos em que Leon não está em cena, mas seu instrumento está ativo e desenvolvendo sua independência musical do eruditismo no qual foi criado para embarcar em sonoridades estranhas e de outro mundo, como se tivesse vida própria.

1.1 LINHAGEM E PRIMEIROS ANOS

Conhecer a história de Leon Theremin é importante para situar seu contexto e possibilitar uma melhor compreensão de como se deu a construção de seu instrumento homônimo. Nasceu em 27 de Agosto de 1896, em São Petesburgo (Rússia), e faleceu em 3 de Novembro de 1993, em Moscou. Sua linhagem pode ser traçada desde os séculos XII e XIII e está vinculada à sociedade sectária Albigense: grupo de religiosos que se isolavam da sociedade para viver em equilíbrio em sua busca espiritual, longe de controles religiosos centralizados e manipulativos e com livre interpretação bíblica - algo que na época era considerado pela Igreja como heresia. Esses religiosos acreditavam também que a Igreja de Roma havia se

desviado do cristianismo primitivo puro, e, por conta de suas crenças contra a doutrina Católica Romana, foram dizimados pelo poder papal e espalhados pela Europa¹¹.

Nesta época, o sobrenome de sua família era Thérémin - lembrando que o “é” em francês é lido como “ê”-, e quando um ramo dessa árvore genealógica chegou a São Petesburgo, a adaptação Cirílica o transformou em Termen, pronunciado “TER-MEN” com um “r” virado (GLINSKY, 2000, p. 11). Thérémin, em francês, é traduzido literalmente como “atendente de banho”, uma metáfora para “limpeza da alma”, o que condiz claramente com sua antiga vinculação à sociedade Albigense (GLINSKY, 2000, p. 10). O lema de sua família era “nem mais, nem menos”, *ne plous, ne moeins*, (GALEYEV, 2010, p.13) e traduzia a busca por um equilíbrio físico, mental e espiritual, ancorado no pensamento bíblico de pedir a Deus que “não me dê pobreza nem riqueza; dá-me apenas o alimento necessário” (BÍBLIA, 2005, p. 610).

Já no Império Russo, em uma família Católica Ortodoxa, nasceu Lev Termen, em 15 de Agosto de 1896. Desde pequeno, “havia uma intensidade incomum em Lev, um senso peculiar de direção e propósito para uma criança” (GLINSKY, 2000, p. 11). Começou a explorar enciclopédias aos 3 anos de idade, depois fez variadas experiências, como construir e estudar pêndulos em cordas. Seu pai frequentemente escavava lojas de usados em busca de ferramentas e afins para ele, e aos 7 Lev já desmontava e consertava os relógios de ouro de sua casa. Eletricidade o fascinava. Começou seus estudos de instrumentos musicais também cedo, pois foi estudar piano aos 5 e *cello* aos 9. Porém, para que qualquer pessoa possa dominar um instrumento musical e extrair dele melodias afinadas e que toquem o íntimo de outro, são necessários anos de prática motora e compreensão entre corpo e som, e isso não interessava ao pequeno Lev. “Ele amava música mas era impaciente com o treinamento muscular condicionado necessário para extrair mesmo as mais simples melodias destes instrumentos; pareciam limitar sua expressão interna” (GLINSKY, 2000, p. 11).

Em entrevista para Galeyev, Lev verbaliza a sua frustração em ter tanta dificuldade e trabalho para lidar com o *cello*: “Quando criança, enquanto estava aprendendo a tocar o *cello*, eu senti que havia uma grande lacuna existente entre a música em si e a mecânica de sua reprodução.” Isto o frustrava, enquanto a ciência o

¹¹ A história dos Albigenses pode ser encontrada em Glinsky (2000) nas páginas 9 a 11 e em Galeyev (2010) nas páginas 12 a 15, incluindo um brasão da família de Thérémin.

fascinava: “Eu sentia que a eletricidade era algo mais fino, e sempre ansiei em unir eletricidade com música” (GALEYEV, 2010, p.15).

Em casa, conduzia experimentos com correntes de alta frequência, dispositivos ópticos, campos magnéticos e astronomia. “Quando eu tinha treze anos eu comecei a me tornar intrigado por altas frequências, e pequenos transformadores como o transformador Tesla, a bobina de Ruhmkorff, efeitos de ressonância e luminescência Geissler” (GALEYEV, 2010, p.15). Pouco tempo depois, num pequeno observatório improvisado na casa de verão de sua família, Lev estava pesquisando as estrelas e se depara com um objeto astronômico que ninguém havia catalogado até o momento (Glinsky se refere a uma nova estrela, Galejev a um cometa ou asteroide). Theremin entra em contato com a Sociedade Astronômica e reporta essa descoberta, vinda de um garoto de apenas 15 anos.¹²

Aos dezesseis anos, Lev Theremin já demonstrava interesse pelas descobertas acadêmicas de sua época, como, por exemplo, ao testemunhar a defesa de mestrado de Abram Fedorovich Ioffe - um trabalho controverso para o seu tempo, intitulado “O efeito fotoelétrico e o campo magnético dos elétrons”. Este trabalho tocou Lev por seu *approach* incomum, pois trabalhava a percepção desses elementos através de nossos órgãos sensoriais e não por meio de fórmulas matemáticas e expressões enegrecidas por simbolismos (GLINSKY, 2000, p. 12). Logo após, Lev foi apresentado a Ioffe, que seria uma peça chave no sucesso desse jovem cientista em suas invenções, o que garantiria sua liberação dos fronts da revolução Russa, para que sua genialidade pudesse ser aproveitada em um laboratório.

1.2 REVOLUÇÕES: A RUSSA E A ELETRÔNICA

Em 1º de Agosto de 1914, quando teve início a Primeira Guerra Mundial, com a Alemanha declarando seus fronts contra a Rússia, Lev se encontrou no epicentro de um cataclisma, de acordo com Glinsky (2000), e, embora fosse um estudante promissor sob a supervisão de Ioffe, temia que os braços desse conflito o encontrassem logo. O Império Russo estava em ruínas: o czar Nicolau II se encontrava no front de batalha e o místico Rasputin no comando central. Lev finalmente recebeu sua chamada para o exército no início de 1916, mas, graças a seus conhecimentos prodigiosos em eletrônica, física e astronomia, foi liberado das

¹² Infelizmente não podemos aqui nos referir com exatidão qual objeto era, pois nenhum dos autores nos informa com precisão qual corpo foi descoberto por Lev, nem o nome recebido por ele.

linhas de frente. Foi, então, manobrado para a Escola Militar de Engenharia Nicolayevska, e assim “arremessado nas engrenagens e rodas dentadas da máquina de guerra”. Sua primeira tarefa foi supervisionar a construção de uma estação de rádio para comunicação de Petrogrado com Moscou. “Erigir torres de rádio era um clamor distante do sonho de Lev de física prática, mas para o momento oferecia um santuário em comparação às pobres tropas do Czar” (GLINZKY, 2000, p. 13). Já neste ponto, em 1917, não era apenas o Império que estava em colapso, mas também toda a sociedade russa. “Pão e Liberdade” se tornara o grito ecoante, e podia-se perceber um movimento sísmico na plataforma ideológica do exército, uma “fermentação mental” (GLINSKY, 2000, p. 13 e 14).

Mesmo com a abdicação do Império pelo Czar, a estabilidade interna do país não foi alcançada. Após julho de 1917, a Rússia perde uma batalha devastante contra a Alemanha e, no meio dessa perda de confiança, o líder do partido Bolshevique, Vladimir Ilych Lenin, orchestra uma insurreição no exército, desarmando completamente o governo central. Um governo “Socialista Soviético Revolucionário” foi formado imediatamente, que ordenou a retirada da guerra e confisco de bens e terras de igrejas e privadas para o Estado, para que fossem assim redistribuídas entre o povo. “A ‘revolução de Outubro’ estava completa” (GLINSKY, 2000, p. 15).

Em meio a esses eventos, Lev conseguiu concluir seus estudos na Universidade de Petrogrado, em 1917, e recebeu um diploma de “artista freelancer” pelo Conservatório. Com a mudança da capital de Petrogrado para Moscou, Lev foi redesignado para a nova capital, para trabalhar como representante do novo Laboratório Radiotécnico do Exército Vermelho. “Como trabalho foi apenas um deslocamento lateral, mas havia uma pequena mudança: ele estava vestindo um uniforme Bolchevique agora. Ele havia pisado em um território sem saídas” (GLINSKY, 2000, p. 16).

Embora longe de seu sonho ideal de desenvolver tecnologias para que a humanidade pudesse dar alguns passos adiante, o tempo em que Lev passou no exército não foi de desperdício - mesmo para a fase embrionária do conceito do *Theremin* como instrumento. Enquanto trabalhava no Batalhão Eletrotécnico Vermelho, sua vida era “frenética, mas interessante”. Durante sua estada nesse órgão, ele ficou responsável em construir uma estação de rádio superpotente para o *front* na região do Volga. Durante este trabalho, Lev percebeu que, enquanto afinava a antena em *loop*, a afinação mudava com a distância de sua mão. “Era possível inclusive de

se tocar uma simples melodia nela”. Porém, ao lembrar que estava rodeado de homens de uniforme em meio a uma revolução, a exploração desse conceito teve que ser deixado para depois, pois afinal “esta não era hora para música” (GALEYEV, 2010, p. 18).

Já em 1919, em plena guerra civil do Estado Bolchevique contra o Exército Branco - representando aqui as classes sociais altas e medianas -, Lev foi realocado novamente para Petrogrado, mais precisamente para Tsarkoe Celo, uma vila a 25 quilômetros ao sul da cidade onde o Czar vivia parte do ano com sua família em um luxuoso palácio. Lá, sua função era a de supervisor de transmissão da estação de rádio mais potente do país. Enquanto trabalhava nesta estação, se encontrou com Alexander Chernishov, um professor que conheceu na época da universidade, que o guiou em um *tour* pelas instalações da estação. Este professor esperava conseguir resgatar Lev, para usar seus dotes intelectuais no Instituto Politécnico de Petrogrado e, ao ir embora, mencionou que estava trabalhando com Ioffe. Isso trouxe esperança e alento para Lev, apesar de seu passado com experimentos e estudos acadêmicos parecer muito distante, algo intangível e impossível de resgatar.

Com as forças anti-Bolchevique lideradas pelo General Yudenich chegando à estação, todos foram forçados a tomar decisões rápidas, pois, se Yudenich os alcançasse, ele “anunciaria através dela para todo o mundo sua vitória sobre os Bolcheviques que ‘ilegalmente tomaram o poder’” (GLINSKY, 2000, p. 18). Os trabalhadores enviaram os vagões para os montes Urais com tudo o que puderam carregar da estação, tarefa essa que levou 6 dias. Como num filme de ação, Lev subiu no último trem para Petrogrado e explodiram todos os 120 metros de estação. “Theremin foi pego e arremessado no redemoinho do frenesi revolucionário. Porém, tornar-se-ia ainda na realidade o filho favorito de uma revolução diferente, a revolução técnica e científica...” (GALEYEV, 2010, p. 18).

1.3 SEGURANÇA EM MEIO À TORMENTA: O NASCIMENTO DO ETHER

De volta a Petrogrado, Lev se viu forçado a trabalhar numa estação de rádio e a treinar os próximos especialistas em comunicação. Ele estava decepcionado com a sua situação, mas não tinha escolha - a comida era escassa e conseguir trabalho especializado era uma tarefa árdua. Assim foi, até que recebeu uma ligação inesperada de Ioffe, o convidando para trabalhar, sob sua liderança, no recém-criado Instituto Físico-Técnico. Ao visitar o instituto, seu antigo professor o convidou para

supervisionar um laboratório de osciladores de alta-frequência. Com grande felicidade, Theremin lembra dessa reviravolta em sua vida: “Eu queria beijá-lo - mas isso não era aceitável - então nós apertamos nossas mãos, e concordamos que na manhã seguinte eu receberia uma sala para o meu trabalho” (THEREMIN *apud* GLINSKY, 2000, p. 19).

Ioffe não estava apenas generosamente apadrinhando velhos conhecidos sob sua tutela. Ele sabia que, para sobreviver, deveria ser útil aos Bolcheviques; assim sua carreira seria longa. Para tal, sua função era de recrutar os melhores cientistas e engenheiros que pudesse encontrar no país - e que fossem simpatizantes com os ideais revolucionários. “Uma nova ciência Soviética deveria ser erguida das cinzas” (GLINSKY, 2000, p. 19), pois só assim, esse recém-nascido estado comunista sobreviveria. Nesse Instituto, uma espécie de santuário, os cientistas estavam em segurança, desde que continuassem úteis aos planos de Lenin.

Entre mudanças de salas, aparelhos de raio-X para observar estruturas de objetos cristalinos amontoados em cima de mesas, flertes com hipnose, experimentos conjuntos com Academia Militar Médica e salões esquentados por fornos a lenha em pleno inverno russo, Lev recebeu as mais difíceis tarefas, pois Ioffe sabia que conseguiria resolvê-las, pois o tempo que Lev passou trabalhando com comunicações durante a guerra o preparou para esse caminho.

Lev, que veio de uma família rica e da antiga capital, não estava sozinho nessa empreitada: “Sangue azul! Bandeiras vermelhas! Theremin não foi o único intelectual entre a nobreza que investiu na causa comunista e seus apelos sedutores e canções: ‘Construiremos nosso mundo, um novo mundo!’” (GALEYEV, 2010, p. 16). Ao contrário de Glinsky, como pode ser visto no parágrafo anterior, Galeyev defende que esse momento foi de paz para Lev. “Para ele, um inventor e inovador nato, era uma coisa prazerosa e interessante participar da construção de um novo mundo” (GALEYEV, 2010, p. 16).

Uma das tarefas recebidas por Lev foi a de construir um aparato para medir a resistência dielétrica constante de gases sob diferentes pressões e temperaturas. Para tal, Lev colocava gás entre duas placas condutoras. Esse gás era então aquecido e, enquanto ele se expandia e contraía com a variação de temperatura, a capacitância entre as placas condutoras era alterada. Esse dispositivo era conectado a um fone de ouvido (o alto-falante de bobina era algo ainda a ser inventado, pois os existentes na época eram muito rústicos) que produzia uma nota, que tinha seu tom alterado conforme o estado do gás. Porém, em pouco tempo Lev descobriu que não era apenas

a temperatura e a expansão do gás que alterava a nota, mas também a distância da sua própria mão, que, como conta Galejev (2010, p. 19), “como sabemos essas mãos pertenciam a um *cellista* graduado pelo Conservatório de Petrogrado”. Em pouco tempo a conversa ouvida nos corredores do Instituto era de que “Theremin está tocando Gluck no Voltímetro!” (GALEYEV, 2010, p. 19). O repertório inicial era “O Cisne” de Saint Sæens, “Elegie” de Massenet e “Fiametta de Minkus”, que eram (e ainda são) músicas tradicionais do repertório da época para *cello*. Outro fator que facilitou a conexão do repertório com o instrumento, além de seu próprio inventor, foi o fato de que ambos têm a característica do *glissando*, que é o deslizar entre duas notas sem manifestação de alguma nota específica no meio deste trajeto. Por exemplo, se fizermos um *glissando* ascendente entre um Dó e um Fá, obrigatoriamente passaremos por Dó sustenido, Ré, Ré Sustenido e Mi¹³, porém sem parar ou dar atenção especial a nenhuma delas neste percurso.

Esta nova engenhosidade foi apresentada mais tarde ao líder do Partido Socialista, Vladimir Ilych Ulyanov, mais conhecido pelo pseudônimo de Lenin, que ficou “tão impressionado que enviou Theremin através da Rússia para mostrar seu instrumento e promover a eletrificação do país” (VENNARD, 2012). Para Lenin, a eletrificação era um pilar insubstituível para a evolução do país nos moldes socialistas, pois sabia que quando esta entrasse na vida cotidiana, possibilitaria o desenvolvimento de máquinas, tecnologias e iniciaria uma outra revolução (ou realimentaria a que já estava sendo implementada). A eletrificação seria uma ferramenta que os homens jamais voltariam a considerar a não existência em sua vida, que se necessitaria do Estado para fornecer. Em sua célebre frase, Lenin prega que “Comunismo é Poder Soviético mais a Eletrificação de Todo o País” e, em uma outra fala de 1918, diz que a “Eletricidade tomará o lugar de Deus. Deixem o peão orar para a eletricidade: ele sentirá o poder das autoridades centrais mais do que os céus” (GLINSKY, 2000, p. 9). Esta última frase se coaduna com a de Marx, quando afirmava que a religião era o ópio do povo. E acreditava em trazer os cidadãos soviéticos à realidade, que a eletrificação e as máquinas poderiam promover uma nova forma de consciência coletiva, socialista.

¹³ Na música tradicional não existe nenhuma nota entre o Mi e o Fá, por isso que não mencionamos o Mi sustenido nesse caso, ao contrário do Dó e Ré Sustenidos que são notas intermediárias entre Dó e Ré, e Ré e Mi respectivamente.

O primeiro local ao qual o Theremin foi levado após a empreitada dentro de terras soviéticas foi a Europa. Desde físicos como Albert Einstein até compositores como Maurice Ravel ficaram impressionados ao assistirem as apresentações feitas com esse novo engenho. Após essa turnê no Antigo Mundo, Lev foi enviado para uma nova empreitada, agora em solo americano, com o objetivo de demonstrar o poder da ciência do Estado soviético ao mundo capitalista e, também, com outra missão, essa mais sigilosa, sobre a qual se discorre posteriormente.

1.4 CONQUISTANDO O MUNDO

Glinsky, Galejev, Martin, BBC e qualquer outra fonte pesquisada, seja artigo, livro, DVD ou online, são unânimes em relatar que o Theremin foi um sucesso instantâneo por onde tenha passado. Desde Munique e Berlin, o Grand-Opera em Paris, o Albert Hall em Londres até o Carnegie Hall em Nova York, grandes salões de prestígio abrigaram em seus palcos esse fascinante instrumento. Os jornais ficavam inflamados com a nova sensação. “Melodia tirada do ar”, exclamavam, com espanto pela técnica do instrumento, pois não apresentava a proximidade física entre o instrumento e o músico que estavam acostumados a presenciar. Todos estavam curiosos com “a música das ondas etéreas”, aquela “música como nenhum outro já tocou”. Não havia arco, teclas, cordas, peles¹⁴ ou outro meio qualquer para interagir e produzir o som. O “Edson soviético” gerava um som que era “produzido pelo movimento livre das mãos no ar”.¹⁵

Nos Estados Unidos, seu instrumento atraiu a atenção de muita gente, mesmo antes de seu inventor atracar no porto. Galejev conta que Theremin recebeu propostas de vários empresários e companhias americanas para produzir o instrumento em massa, mesmo antes de atracar no porto. Lev recebia constantemente ligações no barco que cruzava o Atlântico com ofertas para seu instrumento, as quais ele inicialmente ofereceu persistente recusa. Lev iniciou sua empreitada com o firme propósito de demonstrar o poderio de seu país e não de se render à desenfreada empreitada que os Estados Unidos ofereciam ao mundo nos anos 20. Esse tipo de recusa foi invariável, até o seu contato com a RCA - Corporação de Rádio da América

¹⁴ Neste caso uma referência às peles de tambor, e não a humana, que formam a superfície de contato entre a baqueta ou a mão nua e o instrumento.

¹⁵ Todas as citações em aspas deste parágrafo podem ser encontradas em Martin do minuto 10:07 até 11:01, em Glinsky nos anexos após as páginas 128 e 203 e em Galejev na página 40.

- que ofereceu a ele US\$ 100.000, que na época era uma quantia substancial, para colocar o instrumento em linha de produção. Após as negociações, em 12 de Março de 1929 Leon Theremin e a Corporação assinam o contrato, “fazendo a RCA a primeira produtora em massa de um instrumento eletrônico” (VENNARD, 2012).

Segundo Glinsky (2000), se alguém hoje pode entrar em uma loja de instrumentos e pedir um teclado eletrônico para sua banda, foi porque naquele tempo a RCA teve essa iniciativa ousada: a de produzir, em massa, um instrumento musical eletrônico e soviético! (GLINSKY in VENNARD, 2012). A corporação fez uma aposta arriscada, pois pensou que o Theremin substituiria o piano de rolo, graças à sua característica de extrair diferentes sons apenas com o balançar das mãos. As vendas iniciaram em setembro de 1929 e tanto Leon Theremin quanto a RCA depositaram grandes esperanças no instrumento como um sucesso de vendas. Porém, ao levar o instrumento para casa, os aspirantes a thereministas descobriam que mesmo com seus melhores esforços, tudo o que conseguiam eram sons de gritos e gemidos. Este fator, unido ao preço de US\$ 220¹⁶ - que incluía o instrumento e o alto falante - e a quebra da Bolsa de Nova York um mês depois, fez com que as vendas não fossem nada próximas ao sucesso comercial esperado, levando a RCA a abandonar a produção.

Mesmo que pouco dos US\$ 100.000 tenham ido diretamente para Leon - segundo Glinsky (2000), é muito provável que uma boa porcentagem desse montante tenha ido diretamente para cofres soviéticos. Theremin decidiu continuar nos Estados Unidos desenvolvendo outros projetos e trabalhando no seu principal objetivo em solo norte-americano: espionagem industrial.

Este sim era o real motivo de sua estadia, pois, com o instrumento, ele tinha acesso a grandes empresas, como a General Electrics (GE), Westinghouse, companhias de aviação e a própria RCA. Leon basicamente mostrava sua genialidade como engenheiro eletrônico e o funcionamento de seus aparatos, e estas instituições abriam a ele, de bom grado, suas últimas descobertas. Theremin reportava todas as suas descobertas à Antorg, a Corporação Comercial Soviética nos Estados Unidos, que servia como um front para atividades de espionagem. A aceitação de Theremin pela proposta da RCA se deu, provavelmente, devido ao alcance de influência e novas

¹⁶ Para efeitos comparativos: um rádio custava em torno de US\$ 30 na época!

pesquisas a que teria acesso com a sua nova parceria, e não por querer ser um grande *businessman* americano.

Entre os vários investidores das ideias de Leon Theremin se encontra a Wurlitzer, uma empresa que construía instrumentos musicais e foi a responsável por alguns dos pianos elétricos mais famosos da década de 60 e 70¹⁷. Essa empresa patrocinou uma turnê de Leon pelos Estados Unidos, para que demonstrasse seu instrumento. Nessas apresentações, ele tocava algumas peças, abria a cabine do Theremin e explicava sobre suas partes e funcionamento. Paul Shure, um thereminista famoso, assistiu uma dessas exposições quando criança, incitado por um anúncio em um jornal, e relata que:

O Sr. Theremin abriu a parte de trás do instrumento e me mostrou umas bobinas enormes e primitivas sob a ótica atual. Ele explicou que elas criavam um campo magnético ao redor das varas metálicas que saíam da caixa. Qualquer coisa que tivesse capacitância elétrica, como uma mão humana ou um pedaço de metal, causaria variação no campo magnético e faria a máquina mudar o tom e o volume (PAUL SHURE in MARTIN, 1993, Cap 1, min 06:20).

1.5 A PIONEIRA ROCKMORE

Enquanto esteve nos EUA, Leon Theremin formou alguns grupos de música especializados em executar o seu instrumento, nos quais peças eram executadas apenas com Theremins, podendo chegar a um grupo de 10 instrumentistas simultâneos. Entre esses colegas, houve um que se destacou além dos demais. A primeira virtuose e maior difusora do Theremin na música clássica: Clara Rockmore, que nasceu em 1911 em Vilnius, hoje capital da Lituânia, mas na época uma cidade integrante do Império Russo.

Segundo uma matéria publicada no jornal britânico *The Telegraph*¹⁸, Clara Rockmore foi uma exímia e genial violinista. A partir dos 2 anos de idade, começou a demonstrar suas habilidades musicais ao identificar melodias no piano e aos 4 teve que executar uma audição para entrar no Conservatório Imperial de São Petesburgo. Fez o teste sobre uma mesinha por ser muito pequena. Segundo a Fundação Nadia Raisenberg e Clara Rockmore¹⁹, ela foi a violinista mais jovem até então a ser aceita

¹⁷ Embora a Wurlitzer tenha produzido vários modelos entre os anos 50 e 80, as décadas de 60 e 70 foram as mais promissoras para esse tipo de instrumento, com a nova música criada no momento.

¹⁸ (MCGOOGAN, 2016)

¹⁹ <http://www.nadiareisenberg-clararockmore.org>

nessa Instituição. “Sua vida foi jogada na turbulência quando a família de Rockmore decidiu fugir do governo revolucionário da URSS. A família Reisenberg - como Rockmore nasceu - escapou em uma carruagem” (MCGOOGAN, 2016). Essa longa jornada incluiu travessias ilegais de fronteiras e uma viagem sem saber se no final eles conseguiriam um visto para os EUA. Durante a fuga da família, Clara e sua irmã Nadia, que era pianista, se apresentavam em concertos aonde arrecadavam fundos para a sua expedição. Em 1921, logo após desenvolver artrite no braço direito devido à desnutrição, causada por escassez de comida na fuga de sua família, os Raisenberg finalmente conseguiram atracar nas terras do Novo Mundo. Assim, ao se encontrar com nosso protagonista, o sonho de Clara em se tornar uma musicista novamente se mostrou possível.

Entre os feitos musicais de Clara Rockmore na época de ouro do Theremin estão participações com a Orquestra da Philadelphia, a Orquestra Sinfônica de Toronto e o concerto para Theremin e orquestra do compositor Anis Fuleiham, apresentado com a Orquestra Filarmônica de Nova York.

Clara foi incisivamente cortejada por Leon Theremin, como pode ser visto no documentário de Martin (1993), a ponto de em seu aniversário de 18 anos receber do inventor um bolo de aniversário que acendia uma vela elétrica e girava quando ela chegava perto, graças a um campo eletromagnético funcionando nos mesmos moldes de seu instrumento. Apesar de seu enorme interesse por Clara, ela acabou aceitando a proposta de casamento do advogado Robert Rockmore.

A primeira obra comercial de Clara foi produzida apenas em 1977, com incentivo e produção de Robert Moog. Ela foi intitulada *A Arte do Theremin*²⁰ e junto com a produção desse material foram gravadas 16 faixas adicionais que foram lançadas postumamente em 2006 em uma obra chamada *O Álbum Perdido*²¹.

Clara lutou bravamente contra uma pneumonia e um ataque do coração em 1997 “e enquanto sua saúde continuava a deteriorar, ela anunciou sua determinação em viver para ver o nascimento de sua sobrinha neta” (GRAY, 2007, *apud* FUND. CLARA ROCKMORE). Essa determinação mostrou-se verdadeira, pois, segundo a Fundação em seu nome, sua sobrinha nasceu em 8 de Maio de 1998 e Clara faleceu 2 dias depois, em seu apartamento em Manhattan.

²⁰ *The Art of the Theremin*

²¹ *The Lost Album*

1.6 LAVINIA WILLIAMS: A ESPOSA AMERICANA

Durante a estada de Leon nos Estados Unidos, seus instrumentos também foram utilizados em apresentações de dança. Entre os dançarinos conhecidos de Theremin, um deles se destacou no relacionamento pessoal com o inventor, mais precisamente uma dançarina. O nome dela era Lavinia Williams, que em pouco tempo se tornaria a segunda esposa de Leon (a primeira esposa do inventor havia se divorciado dele um tempo depois de terem desembarcado nos Estados Unidos). Porém, havia um fator no casamento que desgastaria a relação de Theremin com os investidores e empresas parceiras. Lavinia era afro-descendente, e, aqueles, extremamente racistas. Vale lembrar que se trata dos Estados Unidos na década de 30. Embora ainda haja algum tipo de racismo em relação a uniões maritais inter-raciais neste país, na época essa discriminação era ainda mais acentuada. O próprio fator de Lavinia ser dançarina também acabou desqualificando Theremin para essas pessoas, pois, para eles, como poderia um professor genial como ele se casar com uma moça “deste nível”? O trabalho criativo artístico - principalmente a dança, um processo corporal em uma sociedade, na época, purista - era visto como demasiadamente inferior à produção científica e eletrônica (GLINSKY, 2000, p. 177).

Várias fontes apontam essa situação na vida de Leon como a principal causa das dívidas contraídas por ele, o deixando em uma situação monetária desvantajosa. Vários dos principais investidores dele não teriam interesse em manter parceria por causa da “imagem” a que eles temiam estar associados. Mas não é esse o caso. O casamento com Lavinia pode ter desgastado - ainda mais - o relacionamento de Theremin com investidores, porém outros fatores foram determinantes, como sua situação irregular nos Estados Unidos. Leon nunca foi cidadão americano, nem mesmo possuiu o visto de residência permanente, apenas renovava seu visto como visitante a cada 6 meses. Segundo Glinsky (2000), ele também não pagava regularmente os impostos devidos com os lucros de suas invenções e patentes. Theremin fez vários empréstimos e notas promissórias no início da década de 30 para grandes bancos e empresas como o *International Madison Bank*, a *Trust Company* e a própria RCA. Sua morada nos Estados Unidos estava sendo estruturada em cima de dinheiro emprestado, o qual não estava sendo devolvido conforme os acordos, e, assim, Leon foi adicionando “delinquências em sua lista” com seu visto - muitas vezes vencido - de visitante (GLINSKY, 2000, p. 169).

1.7 RETORNO AO LAR DE BANDEIRAS VERMELHAS

Um dos pontos de maior discordância entre os autores pesquisados, se não o maior, é a razão do retorno de Leon Theremin para a URSS em 1939. Martin (1993) reúne relatos de alguns de seus amigos próximos em Nova York sobre a sua partida e também sobre a narração de Lavinia Williams, sua esposa na época, que presenciou o momento da coação, em que alguns russos entraram em seu estúdio e levaram Leon embora, à força. Seus amigos ficaram em choque. Todos sabiam que ele não teria ido embora se não tivesse uma boa razão para isso, ou uma grande ameaça de vida. Isso era inacreditável - pensaram eles -, como algo assim poderia acontecer dentro dos Estados Unidos: estrangeiros, de qualquer país que fosse, invadir o solo americano e tomar à força qualquer morador que seja e tirá-lo do país em plena luz do dia! Porém, coisas assim aconteceram até com aliados norte-americanos, como Pinochet, no Chile, quando, em plena Operação Condor, terroristas adentraram solo norte-americano para explodir o carro de um ex-aliado de Allende, Letellier; e agora, mais recentemente, o sequestro de crianças para sumária deportação.

Embora assombrados pelo acontecimento, eles sabiam que havia motivações políticas para esse ato. Tentaram fazer de tudo para encontrá-lo e lançaram mão de todos os seus contatos na alta sociedade, em Washington, com pessoas poderosas, ou qualquer um que circulasse nesse meio. Porém, de resultado, receberam apenas negativas. Ninguém sabia se ele estava vivo ou morto e até sua esposa foi levada a crer em sua morte. Seus companheiros encontraram alguns anos depois, em uma enciclopédia alemã sobre música eletrônica moderna, a informação de que Leon havia sido executado em 1945, após retornar à URSS. Um artigo soviético sobre instrumentos eletrônicos, publicado no meio da década de 50, no auge das piores relações diplomáticas entre EUA e URSS, sequer mencionava o nome de Theremin. Seus amigos achavam isso muito estranho e, no mínimo, extraordinário. Segundo o próprio Slonimsky no documentário de Martin, eles sabiam que algo havia acontecido com Theremin, mas falar sobre isso era algo complicado para cidadãos soviéticos, ainda mais sobre um compositor que hora era amado e premiado pela máquina soviética, ora era censurado, como Shostakovich.

Se tomarmos em conta Galejev, Lavinia procurou e aguardou esperançosamente por Leon até que finalmente o deu como morto. A visão deste último autor é compatível com a de Martin até certo ponto, pois, para Galejev, Theremin diz que voltou para casa por livre e espontânea vontade, embora ele não

acreditasse nesse relato e tivesse quase certeza de que Leon foi coagido a retornar à URSS, pressionado pela KGB, com alguma ameaça feita à sua família ou algo do gênero.

Glinsky é o único que escreve que Leon voltou para a URSS por livre vontade. Segundo o autor, pressionado pelas dívidas com empresários, bancos e a própria receita federal, Leon viu seu ódio pelo capitalismo crescer, pois acreditava que, com as invenções e grande genialidade que trouxe à América, eram os Estados Unidos que estavam em dívida com ele, e não o contrário. Leon então arranhou uma maneira de escapar em um navio que contrabandeava pessoas para Leningrado. “Por coincidência, ou por desígnio”, Lavínia viu quando a escolta veio buscá-lo em seu laboratório, enquanto ele dizia para ela não entrar em contato com ele, nem tentar segui-lo. Por fim, o espião soviético dentro de Lev gritou mais forte do que o empreendedor americano (GLINSKY, 2000, p. 190).

O instrumento, agora solitário por não ter a companhia de seu criador, deveria junto de compositores excêntricos como Dmitri Shostakovich, Bernard Herrmann, Alfred Hitchcock e Miklós Rózsa, ajudar a criar e transformar um novo gênero musical, graças à sua possibilidade de criar sonoridades fantasmagóricas e de outro mundo: Trilhas sonoras para filmes de terror e ficção científica dos anos 50!

1.8 THEREMIN: O INVENTOR ESQUECIDO EM TERRAS SOCIALISTAS

Clara Rockmore, exímia thereminista e amiga de Lev nos EUA, viajou, na década de 40, juntamente com o seu esposo Robert Rockmore, para a Rússia, em um passeio que não tinha nenhuma relação com a procura de Leon. Seu marido queria conhecer a terra natal de sua esposa, essa “criatura estranha”, como Clara refere a si mesma no documentário de Martin. O vôo chegou próximo da meia noite e muita gente os estava “esperando para ter o duvidoso prazer” de conhecê-los (outra brincadeira de Rockmore sobre si mesma). Nesta recepção, encontraram um senhor que falava inglês e disse que era cientista. Quando ele estava de partida, Robert teve a ideia de perguntar “se você é cientista, talvez saiba algo sobre o Professor Leon Theremin”. E depois de quase uma década sem nenhum esclarecimento ou notícia do seu amigo, a resposta foi a mais dramática possível, ainda mais vindo de alguém que estava simplesmente de saída: “Almocei com ele hoje” - disse o cientista e foi embora (MARTIN, 1993, Cap 3, min 37).

Foi desta maneira que seus amigos, finalmente, tiveram certeza do paradeiro de Theremin. Este mesmo cientista se dispôs a arranjar um encontro entre os antigos conhecidos numa estação de metrô, onde haveriam menos chances de ter seu encontro descoberto ou suas conversas escutadas. Pairava no ar a obviedade de que não se deveria ter encontros com estrangeiros, ou pior ainda, norte-americanos! Os três sentaram, deram as mãos e tentaram conversar.

Seus amigos ouviram que quando retornou à URSS em 1938, Leon se depara com o que Galejev chama de a “Idade das Trevas de Stalin” (2010, p. 53), e esse estado não era mais uma figura amigável à Lev. Ele já não era mais aclamado por onde ia; ele não era mais um protegido do governo com uma missão, e sim alguém que poderia ser chamado de contra-revolucionário, por ter passado muito tempo nos Estados Unidos. Na sombra desta última dúvida, Lev foi acusado e sentenciado a 8 anos de prisão. “Ele foi enviado para um Gulag na Sibéria, mas com a iminência da guerra ele foi levado de volta para Moscou e, enquanto ainda prisioneiro, forçado a trabalhar em tecnologia de aviação” (VENNARD, 2012).

Este Gulag ficava na região de Kolyma, perto da cidade de Magadan, extremo Leste do país. Quando transferido para Moscou, foi trabalhar em uma *sharashka*, “estabelecimento secreto fechado dentro do qual cientistas talentosos viviam e trabalhavam” (GALEYEV, 2010, p. 59), o mesmo tipo de estabelecimento em que Sergei Korolev²², Yuri Kondratyuk²³ e Andrei Tupolev²⁴ foram enviados na iminência e início da 2ª Guerra Mundial.

A transferência de Leon para a capital não significou a sua libertação, apenas uma movimentação de detento para mudança de setor de trabalho cativo, pois continuou na condição de prisioneiro até 1947. A finalidade do uso da sua inteligência para o Estado soviético era puramente militar e o objetivo era construir máquinas e aparatos de guerra. Entre estes dispositivos, podemos mencionar um radiofarol para localização de submarinos, aeronaves ou cargas contrabandeadas. Neste ponto da história de Leon é onde retornamos mais claramente à figura de Fausto dissertada por Galejev, pois Leon diz no documentário de Martin que “estava lá para trabalhar em

²² Futuro chefe do programa espacial, responsável pelo desenvolvimento do foguete R-7 que foi o primeiro míssil intercontinental criado, pelo Sputnik-1, lançamento da cadela Laika, primeiro animal a ser enviado ao espaço, e de Yuri Gagarin, primeiro ser humano em órbita.

²³ Pioneiro em astronáutica e vôos espaciais. Desenvolveu o conceito de Encontro Orbital Lunar, que foi utilizado no primeiro voo tripulado à Lua.

²⁴ Pioneiro no desenvolvimento aeronáutico russo. Em sua carreira projetou mais de 100 tipos diferentes de aeronaves, os quais quebraram ao todo 78 recordes mundiais.

várias coisas ruins” (MARTIN, 1993, cap. 4, min. 41:57), mas foram justamente essas coisas ruins que o fizeram sobreviver.

1.9 O DEMÔNIO E O INOCENTE

“Sinistro”, “perturbador”, “demoníaco”, “de obscura reputação”, “nocivo”, “desonesto”, “calculista”, “frio”, “carniceiro”, “distorcedor de fatos históricos”, “torturador”, “saboreador do desespero e execução de suas vítimas”, “alcoólatra”, “devasso”, “pedófilo”, “estuprador” e “aterrorizante”. São esses os adjetivos com os quais Albert Glinksy (2000) presenteia Laventriy Beria em cerca de 5 parágrafos no início do capítulo 11 do seu livro.

Beria era um homem sedento por poder e, enquanto chefe da NKVD - o Comissariado do Povo para Assuntos Internos -, possuía controle total sobre o “sistema prisional, os Gulags, a polícia, bombeiros, tropas designadas para as ferrovias, o interior e as fronteiras. Porém, isso não era o suficiente para ele” (GLINSKY, 2000, p. 257). Juntou-se, então, ao Comitê Central do Partido Comunista da URSS, o *Politburo*, tornou-se Vice-Presidente do Conselho do Comissariado do Povo e em 1945 recebeu a patente de General. Tudo isso o fez um homem intocável - pelo menos enquanto Stalin estava vivo.

Glinksy relata que “Beria era tão acostumado ao assassinato que matar se tornou um passatempo macabro” (2000, p. 257). Entre os jogos desse prazer sinistro, pode-se contar um episódio em que uma delegação Tcheka foi convidada por Beria para um exuberante banquete, simplesmente para lhes dar voz de prisão durante o jantar e executá-los antes do nascer do sol. Sem nenhum remorso, escreveu uma carta à mão para Stalin, resultando na chacina de mais de 25.000 reféns poloneses em 1940. Com a mesma frieza, enviou agentes para executarem Trotsky em seu exílio no México, no mesmo ano. Ele se gabava em dizer “que se dessem a ele um homem inocente por uma noite o faria facilmente confessar que era o Rei da Inglaterra” (BESCHLOSS *apud* GLINSKY, 2000, p. 257).

Entretanto, Beria não era um homem inculto e favorecia a tecnologia. Era formado em Engenharia Arquitetônica e sabia que a ciência possuía a capacidade de ampliar o poderio do grande Urso Russo. Sendo assim, “ele liderou uma força-tarefa para capturar dados em pesquisa estrangeira sobre bombas atômicas, passando elas para cientistas soviéticos como Ioffe e Kapitsa” (GLINSKY, 2000, p. 258) e, através da espionagem de consulados estrangeiros, impulsionou a ofensiva soviética na

Guerra-Fria, necessária para contrabalançar o poderio norte-americano que aumentara consideravelmente no pós-guerra de 1945, especialmente após os bombardeios atômicos criminosos sobre população civil em Hiroshima e Nagasaki (que causou mais de 200 mil mortes, direta ou indiretamente - explosão e radiação).

São tão sábias quanto impócritas as palavras de Winston Churchill, “tenha cuidado, tenha cuidado!”, admoestando o seu embaixador em Moscou, Averell Harriman, sobre ter cautela com Beria. Pois apesar da monstruosidade de Laventry, sempre é bom lembrar que Churchill não era tão “bom” quanto parecia ser nas imagens, especialmente após concordar com a participação britânica no bombardeio criminoso, usando bombas de fósforo na cidade de Dresden, que matou mais de 135 mil civis no final da II Guerra Mundial.

Harriman morava junto com sua filha Katheleen na residência da embaixada americana localizada na Casa Spaso: uma mansão localizada em Moscou, construída por um Barão do açúcar e confiscada após a Revolução de 1917. Esta residência era de difícil acesso à implantação de escutas. Possuía um amplo jardim com três faces protegidas por um alto muro feito de tijolos e a última amparada por uma grande cerca de metal vigiada constantemente por oficiais soviéticos à paisana. “Porém, Beria era determinado. Um engenheiro-mago seria necessário” (GLINSKY, 2000. p. 259).

Ele sabia muito bem onde encontrar alguém com essa especificidade, pois a criação das *Sharashkas*, a transferência de Leon Theremin de Kolyma para Moscou e a sanção da prisão do nosso cientista-músico foram todas obras de Beria. Segundo Glinsky (2000), a aposta era extremamente alta, pois era perigoso para Leon desapontar Beria. As exigências feitas a ele foram intimidadoras, pois neste sistema de escuta não poderiam haver microfones convencionais e fios e não poderia, de maneira alguma, chamar a atenção para si. Theremin não apenas conseguiu construir o dispositivo, como também engenhou, através do conceito de Cavalos-de-Tróia, como implantá-lo na mansão.

Uma delegação de Pioneiros (versão russa dos escoteiros americanos) compareceu à recepção anual da comemoração do dia da independência americana, quando Harriman abria a mansão para a visita de oficiais soviéticos. Em 4 de Julho de 1947, o embaixador, inocentemente, recebeu deste grupo um grande selo americano entalhado à mão e mais ingenuamente ainda o pendurou em cima de sua escrivaninha. “Alojado dentro dele estava a última encarnação da magia de Lev Sergeevich - um aparato em miniatura carregando a marca registrada de seu

trabalho com capacitância desde seu instrumento de controle espacial até seu sistema de alarme e de incêndio” (GLINSKY, 2000, p. 254).

O dispositivo era pequeno. Possuía um pouco menos de 2 centímetros de comprimento, 0,6 de diâmetro com uma antena de 23 centímetros conectada. Ele ficava acoplado em uma cavidade dentro do selo e não possuía a necessidade de ser alimentado por baterias ou uma fonte de energia externa por ser passivo. Para que se tornasse atuante era necessário apontar uma microonda de 330Mhz diretamente para a sua antena, que fazia a pequena lâmina funcionar como um microfone, ressoar como um circuito sintonizado em miniatura e devolver os sons captados para um receptor remoto. Leon, através de sua experiência em sintonizar seu instrumento, escolheu uma faixa de frequência que ele sabia não ser utilizada pela segurança americana. Glinsky (2000, p. 260) é certo em afirmar que Leon “era o especialista ideal para o trabalho”.

Eisenhower (o General e depois presidente dos Estados Unidos), congressistas, membros da Casa Branca, George Andreychin (um ex-prisioneiro político soviético) e o próprio embaixador Averell Harriman, todos estes foram interceptados em suas visitas à Casa Spaso em Moscou. Embora ligada esporadicamente e com cautela, durante muito tempo a URSS obteve vantagem ao prever acontecimentos políticos mundiais durante a Guerra Fria.

Dois anos depois, em 1947, Leon recebeu um novo encargo de Beria. Com o codinome de *Buran* (que significa tempestade de neve) esse novo dispositivo apresentava um desafio mais audaz que o primeiro, pois desta vez o sistema de escuta não poderia ser plantado dentro da construção-alvo. Ele deveria ser à distância em todos os aspectos possíveis. “E o que Leon Sergeyeveich pensou há 50 anos atrás não pode ser neutralizado por meios comuns porque era tão simples quanto genial” (GALEYEV, 2010, p. 60).

A abordagem desta empreitada foi feita através da análise dos ressonadores naturais já presentes nas construções a serem espionadas e o objeto alvo escolhido para a interceptação foram as janelas de vidro. A nossa fala perturba o ar e este faz os vidros ressonarem. Um raio infra-vermelho era então direcionado para o ponto de menor distorção harmônica e maior clareza para retornar, através da reflexão, para um dispositivo receptor baseado na combinação entre um interferômetro e uma célula fotoelétrica. Essa tecnologia era difícil de interceptar, pois, para ser cancelada, deveria

ter o seu feixe bloqueado ou supersaturado e “a baixa potência irradiada pelo raio a fazia ser de difícil detecção” (GLINSKY, 2000, p. 261).

Galeyev mostra sua admiração ao analisar a complexidade do dispositivo desenvolvido por Leon em uma época em que a tecnologia de espionagem ainda era algo a ser desenvolvido:

Hoje em dia até as crianças sabem, por meio de vídeos estrangeiros, que essa vigilância refinada pode ser facilmente obtida com o uso de lasers. Porém, em 1945-1946, os lasers ainda não existiam! Bem, e daí que eles ainda não existiam? Disseram a Theremin que as essas coisas eram necessárias. Ele os trouxe para a existência (GALEYEV, 2010, p. 61).

Com o *Buran*, Beria pôde facilmente monitorar a embaixada americana e, logo depois, a britânica e a francesa. Com esses aparelhos e a experiência de Theremin, Beria começou a espionar um outro alvo extremamente perigoso para os oficiais soviéticos: Stalin. Os subordinados do líder soviético estavam há certo tempo preocupados com a sua paranoia e instabilidade. Qualquer atitude que desagradasse o chefe de Estado era o suficiente para enviar o oficial “infrator”, junto com toda a sua família, para algum Gulag - onde eles temeriam dia e noite por alguma execução sumária enquanto eram forçados a trabalho escravo e desumano. Nesta situação até um olhar poderia ser incriminatório. “Ele poderia olhar para um homem e dizer: ‘Porque seu olhar está tão desafiador hoje’ ou ‘Porque você está se esquivando tanto e evitando me olhar nos olhos?’. Sobreviver se tornara um jogo perigoso pois “Em todo lugar e em tudo ele via ‘inimigos’, ‘duas caras’ e ‘espiões’.” (GLINSKY, 2000, p. 261).

De acordo com Galeyev (2010, p. 60), “Theremin sobreviveu àqueles anos, claramente apenas porque os poderosos daquele mundo tinham necessidade dele.” E essa habilidade de desenvolver aparatos e sistemas à distância - “com ele tudo era ‘à distância’, sem contato manual” - foi com toda certeza a garantia de sobrevivência de Leon.

1.10 “LIBERDADE”

O Prêmio Stalin era uma das mais altas honras que um cidadão poderia receber na União Soviética. Todo ano, cidadãos eram reconhecidos e premiados nas áreas de cultura, ciência e tecnologia. Os prêmios iam desde “produzir novos tipos de chá e conhaque, construir a quarta linha de metrô de Moscou e conduzir pesquisas experimentais com raios cósmicos na camada exterior da atmosfera” (GLINSKY, 2000,

p. 263). Kapitsa, Ioffe, Tupolev, Prokofiev e Shostakovich estão entre os vencedores desse prêmio, que dava ao seu portador 100.000 rublos (US\$ 20.000 na época), um apartamento mobiliado de duas peças em Moscou, serviço de quarto e uma *propiska*²⁵.

Em 1947, um dos merecedores desse prêmio, por indicação de Beria, foi Leon Theremin, com seu trabalho com o *Buran*. Segundo Kavina, no documentário de Martin, “quando chegou a época do Prêmio Stalin, o mais importante da União Soviética, Stalin viu que Theremin receberia o prêmio de 2º nível. Stalin riscou aquilo, escreveu 1º nível e então assinou.” (MARTIN, 1993, cap. 4, min 50:11). Isso foi na mesma época em que Leon foi libertado e, embora não pudesse sair do perímetro de Moscou nem visitar seus parentes em São Petesburgo - na época Leningrado - , Theremin não era mais um refém de Beria. O motivo de Leon não poder visitar seus parentes e amigos antigos é que sua vida tinha se tornado um assunto confidencial do governo: seu conhecimento tecnológico e o conhecimento de sua existência eram coisas que o governo soviético não cogitava abrir mão. Entretanto, segundo Galejev, Leon em sua liberdade não conseguia dispor de componentes básicos como válvulas, nem trabalhos em sua área. Em pouco tempo, Theremin “se encontrou novamente batendo na porta de ‘Mephistopheles’”. (GALEYEV, 2010, p. 62). A vida fora da prisão estava alcançando para ele uma situação vexatória, pois mesmo que antes estivesse privado da liberdade, possuía um propósito bem estruturado e era sempre bem equipado com o que necessitava para cumpri-lo. “Lev Sergeyevich fez o improvável: ele retornou à KGB e pediu para ser aceito de volta como um trabalhador livre” (GLINSKY, 2000, p. 264).

1.11 DECRESCENDO E RITARDANDO²⁶

Glinsky (2000) afirma que Theremin tinha pouco conhecimento sobre os acontecimentos envolvendo a sua invenção nos Estados Unidos, pois até perto do colapso da URSS não havia muitos meios de informação em que se poderia ter acesso à cultura popular do Ocidente. Quando o sistema não estava mais sendo auto-sustentável e prestes a ruir, seus cidadãos conseguiram acesso livre a outros países, que até então eram impensáveis de se visitar.

²⁵ Registro de passaporte

²⁶ *Decrescendo* e *ritardando* são dois termos de dinâmica musical que significam respectivamente diminuição gradual de intensidade e de velocidade.

Na abertura dos países da antiga URSS ao mundo, Theremin fez uma visita aos Estados Unidos em 1991, aos 95 anos de idade, sendo homenageado em Nova York e na Universidade de Stanford. Essa viagem foi arquitetada por Martin para que ele pudesse ter a chance de entrevistar Leon Theremin e mostrar a ele o que havia acontecido com seus experimentos nesse lado do globo. “Eu tenho certeza, bem lá no fundo, que ele foi muito grato em ser reconhecido por pessoas que sabiam o valor do que ele havia feito” (GLINSKY in VENNARD, 2012).

Apesar do reconhecimento pelo Ocidente do trabalho e genialidade de Leon Theremin, seus anos finais não representam o retorno merecido por seu trabalho. Após se aposentar da KGB, Leon foi trabalhar no Conservatório de Moscou, dando aulas de acústica e desenvolvendo seus instrumentos eletrônicos. Em um episódio, um correspondente do *New York Times* esteve em visita à esta Instituição, se deparou com Theremin e muito surpreso, o reconhecendo, exclamou - “Você está vivo!” - e Theremin disse: “Estou sim, trabalho no conservatório”. Leon deu uma entrevista breve a ele e um tempo depois esse correspondente editou uma matéria no jornal com o título de “Maestro inventa escuta Soviética na prisão”²⁷. Esse artigo trouxe, claro, muitos problemas para Leon. “O vice-presidente do conservatório disse: As pessoas não precisam de música eletrônica. A eletricidade serve para matar traidores na cadeira elétrica” (LYDIA in MARTIN, 1993, cap. 6, min. 1:02:30). Após isso, Theremin foi despedido do conservatório, teve seu laboratório fechado e seus experimentos destruídos a machadadas.

A escuta a que o correspondente se refere é o Selo da Águia instalado na Casa Spaso em 1945. Após 7 anos de espionagem e preocupados com vazamentos de informações, os norte-americanos finalmente encontram o dispositivo de escuta, junto com o auxílio da força britânica. Em 1960, durante o incidente envolvendo o piloto de U-2 americano Gary Powers, a Rússia acusou diretamente os Estados Unidos de espionagem e demandaram um pedido público de desculpas perante a ONU. O representante americano então levou o selo com o dispositivo e o abriu diante de toda a assembleia e disse que os norte-americanos não eram os únicos que estavam empenhados em espionagem.²⁸ O vazamento da informação de que a URSS utilizou

²⁷ *Maestro invented Soviet 'bug' in prison.*

²⁸ Mais detalhes da história do incidente com o piloto do avião U-2 Gary Powers pode ser encontrado na reportagem *Gary Powers: The U-2 spy pilot the US did not love* por Jason Caffrey para a BBC no link: <https://www.bbc.co.uk/news/magazine-35064221>

de extorsão e cárcere privado para que um cientista de sua própria pátria produzisse dispositivos de espionagem foi um duro golpe contra a ideologia que estava em jogo na Guerra Fria, por isso o tratamento tão duro dado a Leon (GLINSKY, 2000, p. 259-261).

Os anos finais de Leon Theremin em Moscou diferem muito da fama que ele possuía outrora. Passou as últimas décadas de sua vida em apartamentos de uma ou duas peças, muitas vezes dividindo o mesmo com mais pessoas. A propósito, o ato de arranjar uma nova morada não era bom, pois “sob o sistema soviético, cidadãos procurando por novas moradas acabavam caindo em listas de espera indefinitivamente, sem nenhuma garantia” (GLINSKY, 2000, p. 314). Nesse pequeno apartamento que lhe foi presenteado e no qual foi condenado pelo governo a morar, Leon passou boa parte do resto de sua vida, dividindo o espaço com sua esposa, suas duas filhas e, em alguns momentos, com seu genro.

Bulat Galejev, seu amigo próximo e companheiro na área das artes, lamenta em seu livro que não há no túmulo de Lev “um memorial digno de seu nome. Contudo, sua memória é preservada em seus feitos, em dezenas de invenções, ambas públicas e secretas” (GALEYEV, 2010, p. 81).

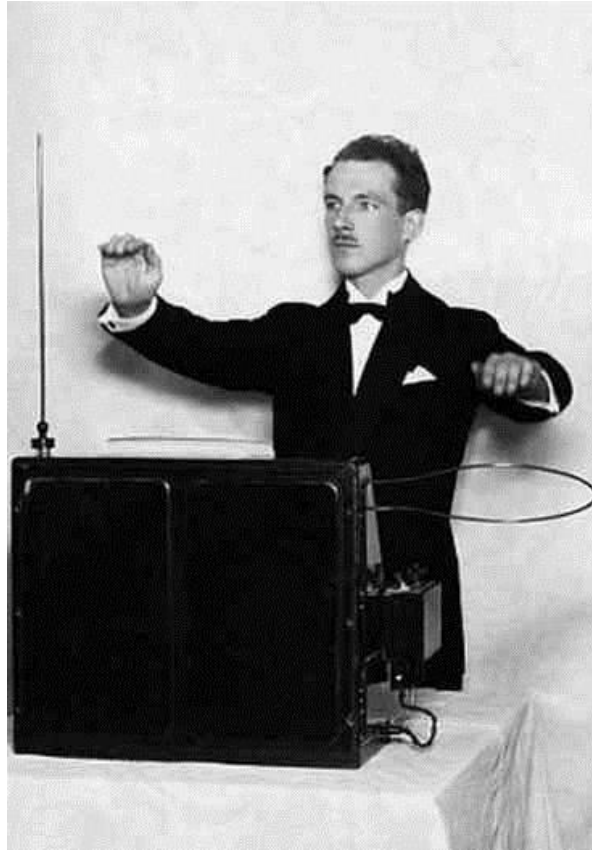
2 O INSTRUMENTO THEREMIN

A história do instrumento Theremin, que se transformou junto a cada nova onda cultural-musical da sociedade ocidental, é o tema deste capítulo. O cinema *noir*, junto às ficções científicas e películas de terror dos anos 40 e 50, as músicas psicodélicas dos anos 60 e 70, a revolução do protocolo MIDI nos anos 80 e a eterealidade do mundo atual através de dispositivos *touch* e *wireless*: todos esses eventos tiveram trocas de relações com o instrumento Theremin. Por vezes, este câmbio se mostrou positivo e participativo; em outros momentos, se apresentou como abdicante e no último ciclo - no qual nos encontramos -, restaurativo. Também serão tratados aqui seu funcionamento e contribuição para o mundo eletrônico e a inventividade de Leon Theremin com outros instrumentos menos populares, porém não menos engenhosos.

2.1 THEREMIN: DEFINIÇÃO E FUNCIONAMENTO

O Theremin, criado na Rússia em 1919 e patenteado nos Estados Unidos em 1928, é um dos primeiros instrumentos musicais eletrônicos criados e um dos poucos que se toca sem contato físico. Para que seja tocado, o instrumentista deve mover (balançar) suas mãos no ar perto das duas antenas de metal pertencentes ao instrumento e a distância entre o fator mão-antena altera o som que se ouve. Trata-se de um instrumento monofônico - que produz apenas uma nota por vez - e sua característica timbrística, unida com o livre *glissando* entre as notas, o faz lembrar às vezes um violino e às vezes a voz de uma cantora lírica.

Fotografia 3 - Lev Theremin demonstrando o funcionamento de seu instrumento homônimo.



Fonte: MELLO (2013)

Mas como funciona então o Theremin? Inicialmente, pelo princípio da heterodinâmica, que se trata “da combinação de duas frequências para formar uma terceira” (GLINSKY, 2000, p. 24). Não se trata da soma das duas, pois o produto final é o que sobra do choque das frequências. Neste princípio, ao combinar, por exemplo, uma onda de 5.000 hz²⁹ com outra de 3.000 hz, o resultado será uma onda de 2.000 hz, e não de 8.000 hz. Este conceito é utilizado até hoje nos rádios comuns, para sintonizar as estações desejadas.

Os dois osciladores de alta frequência são utilizados, um em uma frequência fixa, como 300.000 hz, e o outro em uma frequência variável, para possibilitar a mudança de tom da nota. Se o oscilador variável for sintonizado, por exemplo, em 299.560 hz, a frequência resultante será de 440hz (300.000 menos 299.560), que é a altura do Lá 4, nota de referência para afinação dos instrumentos da orquestra (e em muitos casos a nota que soa em um telefone fixo quando o tiramos do gancho). O valor de 300.000hz não foi escolhido ao acaso, pois é o mesmo que Lev escolheu

²⁹ Hertz: unidade de medida de frequência correspondente a ciclos por segundo.

para seu projeto inicial (uma frequência alta o suficiente para que não fosse captada pelo ouvido humano).

Os dois osciladores ficam protegidos dentro do corpo do Theremin - em geral uma plataforma de madeira por se tratar de um material isolante - e deste corpo saem duas antenas: uma vertical reta e uma horizontal em *loop*.

Fotografia 4 - Theremin de Campo Eletromagnético com circuito à mostra



Fonte: QUIMELLI; NEVES (2016, p. 4).

O oscilador que é variável fica conectado à antena vertical que irradia um campo eletromagnético de baixa intensidade. Esta é chamada de *Pitch antena*, ou, antena de *altura*, no sentido de afinação da nota entre grave e agudo, e não *volume*. Quando se movimentar a mão próxima a esta antena, perturba-se esse campo e se altera o tom da nota. Quanto mais próximo, mais agudo, e quanto mais distante, mais grave a nota, podendo, assim, com a aquisição de uma certa dose de memória muscular, tocar melodias conforme se desejar. Porém, como esta perturbação é possível? A resposta está na habilidade de armazenar carga elétrica no próprio corpo humano! Não se pode esquecer que este é um ótimo condutor elétrico.

Para melhorar o entendimento, é necessário se falar sobre o componente eletrônico chamado de *capacitor*. Ele é composto de um material isolante entre dois condutores (**condutor-isolante-condutor**), e sua principal função é armazenar carga

elétrica. No caso do Theremin, o primeiro condutor é a *antena* do instrumento, o isolante é o *ar* - “e não esqueçamos que é um gás com uma constante dielétrica de 1” (GALEYEV, 2010, p. 19) - e o outro condutor é formado pelo próprio corpo humano.

Quando se traz a mão mais perto da antena, se altera a capacitância deste capacitor formado por *mão-ar-antena*, que altera a frequência do oscilador variável, que se chocará com o oscilador fixo. A frequência resultante dos dois osciladores é assim cambiada, mudando desta maneira o tom da nota³⁰.

2.2 A CONTRIBUIÇÃO DO THEREMIN PARA O MUNDO ELETRÔNICO

Embora a engenharia eletrônica estivesse ainda engatinhando, compositores como Nicolas Slonimsky já se fascinavam com a possibilidade de uma construção mecânica da música, pois assim ela poderia ser “composta, criada e manufaturada por meios puramente eletrônicos”. Embora o rádio já existisse em 1927, ano em que Lev e Nicolas se conheceram, não era ainda tão difundido e a ideia de fundir imagem e som, como na televisão, era inexistente. Com seu aparato, Slonimsky olhou para Lev e disse: “vi que ele era o profeta do futuro da música” (SLONIMSKY in MARTIN, 1993, cap. 1, min. 04:15).

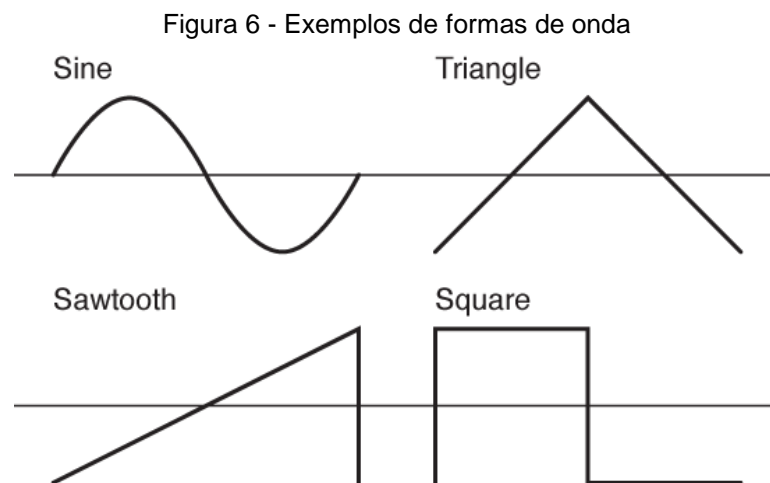
O que fascinou Clara Rockmore no instrumento foi a parte estética do mesmo, “a beleza visual, a idéia de tocar o ar”, segundo uma citação dela mesma no site da fundação feita em sua homenagem. Ao testar o instrumento, demonstrou uma grande habilidade de controle e esta perícia, aliada ao seu ouvido absoluto, foram ferramentas essenciais para torná-la a grande pioneira do Theremin. Rockmore trabalhou em conjunto com Leon Theremin para melhor desenvolver o instrumento. Em questões eletrônicas, ela convenceu o inventor a ampliar a extensão das notas do Theremin de 3 para 5 oitavas. Já na parte prática, desenvolveu a digitação aérea (ou etérea), uma enorme novidade na maneira de executar o mesmo, pois até então as notas eram tocadas com a mão, em uma forma única, e para mudar o tom das notas era necessário mexer todo o braço. Para essa nova técnica, tudo o que era necessário era o mover dos dedos e da mão para se tocar uma escala, permitindo assim um maior controle de afinação e fraseado, o que permitiu uma expansão técnica do Theremin para o patamar de instrumento sério e não mais uma curiosidade musical.

³⁰ Um relato mais detalhado sobre o funcionamento eletrônico do Theremin pode ser encontrado nas páginas 23 a 26 de Glinsky (2000) e nas páginas 18 a 21 de Galejev (1995)

Leon fez dessa nova ótica de construir o som um dos trabalhos mais importantes de sua vida e que mais modificariam o panorama musical no mundo:

O Theremin, especificamente, e o trabalho de Leon Theremin em geral, formam o mais importante alicerce da música eletrônica. Foi onde tudo começou. Nos primeiros dias, Theremin fez mais para promover a ideia da música eletrônica e dos instrumentos eletrônicos do que qualquer outro (MOOG in MARTIN, 1993, cap. 1, min. 03:01).

Moog mostra seu espanto e admiração ao mencionar que Leon Theremin não possuía nenhum osciloscópio disponível quando estava projetando seu instrumento no princípio. Para qualquer desenvolvedor de sintetizadores, o osciloscópio é uma ferramenta fundamental, pois permite ao usuário uma visualização da forma da onda, seja ela uma senóide, uma onda triangular, quadrada, dente de serra ou um pulso.



Fonte: JOAQUIN (2010)

Afinar a onda para que soe harmoniosa sem ter uma ferramenta destas e sem nenhum material de referência prévio - como qualquer pioneiro - mostra um sentido auditivo apurado e grande sensibilidade artística da parte de Leon, algo de dar inveja a qualquer produtor ou engenheiro de áudio da atualidade. Esse feito auditivo é parecido com o processo que Antonio Stradivari utilizou para criar o modelo de violino mais utilizado no mundo, o Stradivarius, e isso foi há centenas de anos atrás!

Moog continua a afirmar no documentário de Martin (1993) que a eletrônica atual se tornou tão sofisticada e cheia de circuitos complexos que, se um engenheiro atual abrir um Theremin original, feito por Leon naquela época, ficará surpreso, pois dentro dele não há praticamente nada! Apenas algumas válvulas e um design de alta eficiência, baseado na inteligência. “É algo que não fazemos mais” lamenta Moog,

pois, segundo ele, não é uma questão de escolha e sim de capacidade, como se a complexidade dos circuitos se tornasse uma muleta para o mundo moderno e não uma benção. “Não conseguimos mais fazer, perdemos a capacidade” (MOOG in MARTIN, 1993, cap. 4, min. 53:29).

2.3 INVENTIVIDADE SEM LIMITES

Engana-se, porém, quem pensa que o sucesso tremendo de seu primeiro instrumento seria o suficiente para Leon. Este inventor também foi pai de outras máquinas, no mínimo um tanto curiosas e tão geniais quanto o Theremin.

Fora o Theremin, dois outros instrumentos e um objeto experimental foram inventados por Leon e desenvolvidos por ele até o fim de sua vida. Todos esses instrumentos serão explanados, tendo por referência, artigos da comunidade virtual Theremin.info. O primeiro deles é o *Theremin Cello*, que consiste em um híbrido de um Theremin com um Cello - lembrando que esse era o principal instrumento de Leon, antes da sua magnífica invenção. Ele foi inventado em 1929 e fabricado pela *Termens Teletouch* em 1930, uma das companhias que Leon fundou em Nova York. Ao invés de ter as cordas de um *cello*, esse instrumento tem uma haste de madeira com uma fita de filme plástico preta, que serve para produzir a nota enquanto o dedo a pressiona. Esta fita faz as vezes da antena de afinação do Theremin comum. A nota é definida pela posição do dedo nesta fita. Quanto mais próximo do rosto, mais grave e quanto mais próxima do chão, mais aguda, igual a um *cello*. O volume é controlado por uma alavanca lateral que, quando acionada, permite que o som da nota seja produzido. Esta alavanca faz o papel da antena de volume. Na parte frontal do instrumento existem dois botões que mudam o timbre.

Fotografia 5 - O `Electrio` em 1932. Da esquerda para a direita: Theremin, Theremin Cello e Theremin Teclado.



Fonte: JOAQUIN (2010)

O *Theremin Cello* foi utilizado por alguns instrumentistas durante a década de 30 e um de seus usuários mais famosos foi Leopold Stokowski - maestro responsável por gravar o Filme *Fantasia* (1940) da Disney. Stokowski pediu para Leon construir uma versão mais grave do seu instrumento, no mesmo registro do Contrabaixo, para reforçar esta região da orquestra. Porém, depois de certo tempo esse instrumento teve seu uso deixado de lado, devido aos efeitos colaterais dos subharmônicos, produzidos na seção de cordas. Entre esses efeitos, relata-se que alguns membros da orquestra tiveram enjôos.

O segundo instrumento a ser abordado é o objeto experimental chamado de *Rhythmicon*. O conceito desse instrumento foi idealizado por Henry Dixon Cowell, um pianista que experimentou várias novas técnicas e recursos musicais, entre eles o Cluster, que consiste em tocar um amontoado de notas simultaneamente no piano, geralmente com o braço deitado no teclado. Também fez experimentos em composições nos quais o pianista tocava diretamente nas cordas do piano, algo extremamente inovador para a época. Para poder compor, tocar e explorar ideias

rítmicas mais complexas, ele pediu para Leon construir uma máquina que transformasse informação melódica em informação rítmica, ou seja, você tocava uma nota musical, seja ela Dó, Fá ou Si, e isso era traduzido em ritmos - um pulso subdividido em 1, 4, 7 ou mais partes.

Disso nasceu o *Rhythmicon*, um pequeno teclado em que produzia uma nota dentro de um ciclo e que, dependendo da tecla pressionada, subdividia esta mesma nota. Por exemplo, se a nota Dó mais grave do teclado era pressionada, uma nota por compasso soava. Se a nota Dó Sustenido³¹ (que é a próxima nota na ordem cromática) era pressionada, duas notas por compasso soavam. Se a nota Ré era pressionada, três notas soavam, e assim sucessivamente. Esse instrumento possibilitou explorar polirritmias³² complexas como um compasso subdividido por 7 e 4 ao mesmo tempo, ou 3, 8 e 11 juntos, algo que na época não era possível de se imaginar tão facilmente, devido ao profundo conhecimento musical necessário para tocar algo assim.

O último desses instrumentos é o *Terpsitone*, que é uma “Plataforma Musical para Dança de Ondas Etéreas”, segundo uma matéria editada pelo NY Times que pode ser encontrada no livro de Galejev (2010, p. 43). Trata-se, basicamente, de um Theremin que é tocado devido ao movimento do corpo sobre um grande capacitor. A mudança do tom da nota é feita pela altura em que o dançarino está do solo. Se ele está abaixado a nota é grave, e se está de pé a nota é aguda. Assim, conseguimos vários tons diferentes ao mexer o corpo. O volume da nota é controlado pela distância do usuário do fundo da plataforma. Uma enorme diferença entre este instrumento e o Theremin comum é que no *Terpsitone* as notas são fixas, não há um *glissando* entre elas, fazendo assim que seja mais fácil de afinar. Como este instrumento foi projetado para ser tocados por bailarinos, tinha uma facilitação que era o uso de lâmpadas coloridas, que se acendiam conforme a nota mudava. Então, se Ré era a lâmpada verde, Fá a vermelha e Sol a azul, não era necessário saber ler uma partitura, os dançarinos precisavam apenas seguir as instruções de cores dadas por Leon. Embora a ideia seja magnífica, muitos dançarinos da época odiaram o instrumento, porque para que a nota, uma vez alcançada, continuasse afinada era necessário que o usuário permanecesse parado, o que não era desejado para a dança, em muitos casos.

³¹ O sustenido é representado na partitura pelo símbolo #

³² 2 ou mais ritmos ou divisões rítmicas tocadas simultaneamente

Theremin, o cientista, se foi por décadas do solo americano, porém sua genialidade, através de suas invenções, continuou a iluminar o caminho de muitos músicos e fabricantes de instrumentos musicais eletrônicos no Ocidente.

2.4 ODE AO ESPAÇO: O THEREMIN NAS DÉCADAS DE 40 E 50

Matthew Sweet, em seu artigo para a BBC, “Sinfonias da era espacial: A música de filmes de ficção científica” (2014), levanta o questionamento: quando aliens assistem os nossos filmes de ficção científica do século 20, devem se perguntar porque sua chegada foi sempre anunciada pelo lamento do Theremin, “aquele estranho instrumento elétrico que é tocado por chacoalhar as mãos para um par de antenas de metal” (SWEET, 2014).

Em *A Noiva de Frankenstein*³³ (1935), trilha composta por Franz Waxman, os gritos do Theremin podem ser escutados entre os maquinários bizarros e arrepiantes do laboratório do Dr. Clive. A aceitação desta trilha foi tamanha que a *Universal Studios* a reutilizou em *Flash Gordon Conquista o Universo*³⁴ (1940), um seriado de ficção científica de grande sucesso na época.

*Farrapo Humano*³⁵ (1945) de Alfred Hitchcock foi um marco no cinema norte-americano, pois pela primeira vez a realidade sombria do alcoolismo foi abordada nas telas, dado que até então esse tema era retratado apenas em comédias. Esta obra colocaria em primeiro plano, em sua trilha sonora, “um então desconhecido instrumento musical chamado de Theremin” (CAMPBELL, 2015).

Não seria a primeira “aparição” do Theremin em trilhas sonoras. Ao lado dos exemplos dados, Dmitri Shostakovich lançou mão desta ferramenta nos anos 30, momento inicial da onda de popularidade do Theremin como elemento fundamental nessas trilhas. Mas esse despertar do Theremin nas telas na obra de Hitchcock foi decorrente da ousadia de dois sujeitos, o primeiro um compositor brilhante e inovador, e o segundo um pedicuro de meio período em busca de sucesso.

O compositor era Miklós Rózsa, de nascimento húngaro, que utilizou o instrumento em duas trilhas no mesmo ano (1945), em *Quando Fala o Coração*³⁶ e no já tratado anteriormente *Farrapo Humano*. “Neste último o peculiar som eletrônico de

³³ *The Bride of Frankenstein*

³⁴ *Flash Gordon Conquers the Universe*

³⁵ *The Lost Weekend*

³⁶ *Spellbound*

lamentação apareceria quando o personagem de Milland³⁷ lutava contra seu debilitante anseio por álcool” (CAMPBELL, 2015). Neste filme, o instrumento é utilizado para representar o estado mentalmente perturbado do protagonista. Enquanto Hitchcock antipatizou com a música, a mesma ganhou o Oscar. O Theremin foi tão desejado como chamariz de *Quando Fala o Coração* que o produtor, David Selznick, ao saber que *Farrapo Humano* seria lançado antes, ligou indignado para Miklós, querendo tirar satisfação por o mesmo ter utilizado o instrumento em outro filme. Para Campbell, nesta obra podemos experimentar plenamente toda a capacidade do Theremin de representar a angústia humana da maneira mais pura e crua o possível, e para isto este instrumento conjura apenas o “uivo misterioso da eletricidade” (CAMPBELL, 2015).

Para gravar a trilha, era necessário um instrumentista, e na União de músicos de Hollywood, havia apenas um thereminista cadastrado: Dr. Samuel Hoffman, nosso segundo protagonista. Hoffman carregava o Dr. em seu nome pois além de músico trabalhava também como podólogo. Ele veio para Hollywood para tentar viver da sua arte e as circunstâncias o obrigaram a trabalhar meio período em outra função. Com o convite, acabou gravando as duas trilhas sonoras e se tornou uma espécie de celebridade no ramo, gravou três álbuns e fez uma turnê.

Até metade dos anos 60, Hoffman contribuiria com o Theremin em inúmeros filmes de ficção científica, terror, drama, fantasia e comédia musical como *O Monstro do Ártico*³⁸ (1951), *A Ameaça Veio do Espaço*³⁹ (1953), *Os Cinco Mil Dedos do Dr. T*⁴⁰ (1953), *Os Dez Mandamentos*⁴¹ (1956) e *Billy the Kid Versus Dracula* (1966). Porém, a obra mais marcante de sua jornada com o Theremin, pelo menos para estabelecimento do mesmo na cultura Pop, foi o filme *O Dia em que a Terra Parou*⁴² (1951) com a composição de Bernard Herrmann. Nesta empreitada, Hoffman reuniria forças com Paul Shure, um *spalla*⁴³ e, pouco tempo depois, também thereminista.

³⁷ Ray Milland, um famoso, rentável e duradouro ator da Paramount, que atuou nestes estúdios de 1934 a 1948.

³⁸ *The Thing From Another World*, geralmente denominado apenas como *The Thing*

³⁹ *It Came From Outer Space*

⁴⁰ *The 5.000 Finger of Dr. T.*

⁴¹ *The Ten Commandments*

⁴² *The Day the Earth Stood Still*

⁴³ 1º Violino de uma orquestra sinfônica. Suas funções vão muito além dos integrantes comuns, pois ele é quem afina o grupo no início das apresentações, toca todos as partes escritas para violino solo e rege a orquestra no caso da ausência do Maestro.

Juntos eles criariam o “som de outro mundo de uma invasão alienígena que se tornaria tão amado por diretores de ficção científica” (CAMPBELL, 2015).

O curioso é que Herrmann idealizou a trilha pensando em inserir dois Theremins para tocar simultaneamente com o acompanhamento da orquestra. O problema é que até o momento Hoffman era o único thereminista disponível e não existia na época a possibilidade de gravar a música em camadas uma após a outra, de uma maneira tão fácil como hoje. E aqui é que Paul Shure entra na história, quando diz que já havia tido contato com o instrumento quando criança e que se arranjassem um Theremin ele “ficaria feliz em praticar e tentar tocá-lo” (SHURE in MARTIN, 1993, cap. 3, min. 34:57).

Neste filme, o Theremin, além de fazer parte da música para criar o clima de estranheza e o encontro com o desconhecido, também tem o papel de ambientação, pois sempre que o visor do robô se levanta, um motivo musical⁴⁴ no Theremin é tocado.

Mas porque o Theremin foi tão aceito nesse tipo de filme e trilha? O que há de tão especial no som do Theremin é sua audaciosa extravagância por soar como o instrumento do futuro, que acabou por se moldar muito bem a naves espaciais e laboratórios insanos (SWEET, 2014). Porém, existia uma pessoa que era contra tudo isso. “Se vamos falar de Hollywood, eles só queriam poder fazer barulhos estranhos. Horripilantes. Tinham que ser sons assustadores e tudo. Eu não queria contribuir com isso” (MARTIN, 1993, cap. 3, min. 31). Esta fala é de Clara Rockmore, explicando sua recusa em participar da revolução do Theremin em filmes de Hollywood. Rockmore não queria ter, qualquer que fosse e em qualquer nível, nenhuma associação com a construção de uma identidade assustadora, sombria ou quem sabe até cômica do instrumento pelo qual ela tinha tanto apreço e considerava como uma ferramenta séria para executar músicas. Ela desejava tocar Bach e não fazer uma Ode a uma invasão extraterrestre.

2.5 BOAS VIBRAÇÕES: O THEREMIN NOS ANOS 60 E 70

Um encontro emblemático entre o Theremin e o cinema aconteceu logo no início da década de 60, com o filme *Mocinho Encrenqueiro*⁴⁵ (1961), estrelado pelo comediante Jerry Lewis. Entre várias cenas jocosas e icônicas, entre elas a

⁴⁴ Motivo musical é um termo que nasceu nas óperas que designa um pequeno trecho melódico associado a algum personagem para aprofundar o espectador na história.

⁴⁵ *The Errand Boy*.

pantomima de Lewis da sessão de metais de um jazz clássico da era de ouro das Big Bands, há uma cena em que o personagem Morty Tashman, espião por acidente na indústria cinematográfica, interpretado por Lewis, entra na sala de um cientista e se depara com um estranho mecanismo. Ao passar perto do aparelho, este produz uma breve *glissando* e isso atrai completamente a atenção do personagem, que começa a brincar com o som do instrumento, enquanto faz caretas ao mesmo tempo. Após brincar um pouco com algumas melodias, Morty começa a tocar um *Rock And Roll* clássico dos anos 50 acompanhado pelo Theremin, até que o cientista que ele estava procurando aparece em cena com um olhar fulminante e desliga o instrumento.

No auge da popularidade do Theremin no cinema, um exímio inventor estava ainda em sua juventude, e alimentando-se de toda essa cultura veio a desenvolver os sintetizadores mais famosos e amados por músicos de todo o mundo. Robert Moog começou a construir Theremins aos 14 anos, através de artigos de revistas sobre eletrônica disponíveis na época. Em entrevista para Martin, ele conta que durante o ensino médio montou “Theremins um atrás do outro”, e era o que lhe interessava na época, pois foi grandemente motivado pelo pai e desde os 8 anos de idade já construía pequenos projetos eletrônicos (MOOG in MARTIN, 1993, cap. 3, min. 29:52).

Aos 18 anos, Moog se apresentou em uma reunião de colégio com um projeto feito em uma caixa de madeira enorme, que segundo ele mesmo parecia “um caixão em miniatura”. Esta apresentação lhe rendeu elogios, inclusive de professores que não demonstravam grandes afeições por Moog, como no caso do professor de ciências que disse: “Moog, isso aí ficou bom demais!”. O amor de Moog pelo som elétrico do Theremin foi tão grande que aos 19 anos ele escreveu e enviou um artigo para a mesma revista que o ensinou a construí-lo no início, porém agora o projeto era de seu próprio desenvolvimento.

Moog continua nos contando no documentário de Martin (1993) que atribui à sensibilidade musical que adquiriu desenvolvendo e construindo Theremins o papel de uma ferramenta de grande valia para o *finetuning*⁴⁶ de seus sintetizadores. Junto com essa sensibilidade auditiva, pode-se unir a habilidade de Moog como thereminista. Ele não era nenhum virtuose, mas, segundo ele mesmo, conseguia tocar suficientemente afinado, produzir um *vibrato* decente e, de maneira razoável, até compor. Esses elementos deram a ele o conhecer necessário para entender o que

⁴⁶ Algo como ajuste fino, aqui relacionado à meticulosas regulagens de timbre, onda e afins, o que pode fazer um instrumento ser grandemente desejado, ou desprezado.

uma música procuraria em um instrumento, e esse *know-how* foi grandemente implementado em seus sintetizadores. Moog compreendia que eles faziam “barulhos legais” e que poderiam ter utilidade para os músicos, mas, sem esse trato, o amor que os produtores musicais acabaram adquirindo por eles provavelmente não teria sido alcançado.

Estes sintetizadores foram um dos principais ingredientes musicais, junto da guitarra e baixo elétricos, baterias microfonadas, e amplificadores super potentes, que auxiliou e alimentou a revolução sociocultural entre 1965 e 1970. Este período foi “uma metade de década da qual houve as mais incríveis e catastróficas mudanças no modo que e a música era produzida e no tipo de música que se fazia” (MOOG in MARTIN, 1993, cap. 4, min. 54:29). Este foi um período de grande turbulência. O Rock n’ Roll estava ficando famoso e os sintetizadores ainda estavam na experimentalidade. Surgiu então uma nova geração de músicos, com uma nova versão de como fazer o encaixe dos sons.

Wendy Carlos⁴⁷ com *Switched On Bach*, *Grateful Dead*, os *Beatles*, *Rolling Stones*, movimentos dos direitos civis, tudo isso superaquecido “em uma cultura de drogas ácidas. Tudo isso foi misturado pela mídia num caldeirão, e o que resultou disso não tinha relação nenhuma com os ingredientes originais” (MOOG in MARTIN, 1993, cap. 4, 55:15 min). Dentre os ingredientes originais, há thereministas virtuosos, como Clara Rockmore e Samuel Hoffman, e como resultado há Paul Conley⁴⁸ e Brian Wilson⁴⁹.

Este último, que jamais achou que *Good Vibrations* seria um sucesso ou que chegaria a ser lançado, graças à bizarrice de unir Rock com o *cello* e o Theremin, teve contato com um desses instrumentos aos 8 anos de idade quando seus pais o levaram à casa de um conhecido que possuía um e Brian o viu tocando. Ao contrário do esperado, o pequeno Brian não achou o instrumento divertido e sim muito assustador. “Não queria ouvir aquele som, o som do Theremin” (WILSON in MARTIN, 1993, cap. 5, min. 56:46). Para Wilson, o Theremin representava apenas filmes de terror, com toda a sua desarticulação facial e alucinações, algo que ele define como sendo “quase sexual”.

⁴⁷ Na época assinava como Walter Carlos, foi a primeira pessoa a utilizar os sintetizadores Moog como um instrumento sério e recompôs várias obras do compositor erudito apenas com o uso dos mesmos.

⁴⁸ Líder da banda Lothar and The Hand People, de música eletrônica experimental.

⁴⁹ Líder da banda The Beach Boys.

Embora o som do *Electro-Theremin* utilizado em *Good Vibrations* normalmente seja referenciado como algo engraçado ou alegre, o objetivo inicial era de inserir este toque horrípilante que Wilson sentiu quando criança. Todos os elementos inseridos em *Good Vibrations* vieram com o intuito de refinar o Rock, para elevá-lo a um “novo patamar”. Embora a gravadora *Capitol Records* inicialmente não quisesse lançar a música por ser “muito comprida” - a gravação tinha 3:35min -, a composição foi um enorme sucesso e alcançou o número 1 da *Billboard* americana por algumas semanas. “E tudo graças ao theremin e ao cello”, segundo o próprio Wilson (in MARTIN, 1993, cap. 5, min. 1:02:23).

Porém, como diz Bob Boilen na matéria “O Verdadeiro Instrumento Atrás Do Som Em ‘Good Vibrations’”⁵⁰ para a NPR⁵¹ em 2013, “é um dos sons mais reconhecíveis na música pop. Também revela-se um dos mais mal compreendidos”. O som agudo e vibrante da faixa dos Beach Boys sempre é considerado como sendo um Theremin, embora não seja! Por causa das dificuldades técnicas para se masterizar o instrumento dois jovens, o inventor amador Bob Whitsell e o trombonista Paul Tanner se uniram nos anos 50 para construir um aparato que fizesse sons similares ao Theremin original, porém fosse “muito mais simples para os não experts acertarem notas específicas e controlar o volume” (BOILEN, 2013).

Essa nova criação, chamada de *electrotheremin*, ou carinhosamente apelidada de *Tannerin* - uma mistura de Theremin com Tanner, o sobrenome do cocriador e executante do instrumento -, também foi utilizado em filmes de ficção científica, porém sua mais famosa aparição - fora *Good Vibrations* - foi na série de televisão dos anos 60 chamada de *Meu Marciano Favorito*⁵². Também com esse instrumento Paul Tanner lançou seu próprio CD em 1958, chamado de *Music for Heavenly Bodies*. onde toca acompanhado da orquestra de Andre Montero.

Boilen (2013) também nos conta que assim como Leon Theremin com o seu conhecimento do *cello*, Paul Tanner também possuía sua fonte de inspiração musical para esse instrumento eletrônico em um outro instrumento acústico, neste caso o trombone. Esse instrumento de metal pode possuir uma fortíssima característica de *glissando*, assim como o *cello*, porque, ao invés de pistões, como na maioria dos

⁵⁰ *The Real Instrument Behind The Sound in ‘Good Vibrations’* in <https://www.npr.org/sections/allsongs/2013/02/07/171385175/no-it-wasn-t-a-theremin-on-good-vibrations-remembering-paul-tanner>

⁵¹ *National Public Radio*

⁵² *My Favorite Martian*

instrumentos de metal como o Trompete e a Tuba, ele possui uma vara móvel, onde pode “escorregar” entre duas notas-alvo com o uso correto da mesma.

O leitor pode estar se perguntando como é o funcionamento desse instrumento. A plataforma é parecida com a do Theremin moderno: uma pequena caixa retangular de madeira. Porém, ao invés de saírem duas antenas, uma de cada lado, essa caixa possui uma barra de metal com um controle deslizante, ou *slider*, que é controlado pela mão do executante. Era muito comum os *tanneristas* anotarem na caixa de madeira a região aproximada da nota ou inserirem o desenho de um teclado musical, facilitando assim a visualização da localidade do tom.

Fotografia 6 - Tannerin.



Fonte: Tom Polk (2004).

E graças a essa revolução causada por um sideman - pessoa que não toma o papel principal em uma obra musical - a genialidade na simplicidade de Tanner e Whitsell foi responsável por criar um fraseado musical que modificou e alimentou as próximas etapas na revolução musical que já estava acontecendo.

No final da década de 60 e início da década de 70, duas bandas utilizavam o Theremin em seu arsenal sonoro para produzir um efeito similar: o de mesclar o som etéreo deste instrumento com outros efeitos psicodélicos de guitarras, distorcidas com

*delay*⁵³, *phaser*⁵⁴, *reverb*⁵⁵, *wah-wah*⁵⁶ e sintetizadores em *stereo*. A primeira delas foi o *Led Zeppelin*, com sua música *Whole Lotta Love* em 1969, em que a parte do meio da canção consiste em um solo instrumental de quase 2 minutos, no qual Jimmy Page usa de todos os artifícios de produção musical possíveis na época para criar um som que ainda não havia sido ouvido. Para tal, ele lança mão de um Theremin de construção e funcionamentos mais simples do que o tradicional, com apenas uma antena de *pitch* e com menos oitavas de alcance. Na saída de áudio deste, era ligada uma máquina de *delay* de fita, uma engenhoca grande e pesada, mas que na época era a única solução móvel para conseguir esse efeito de eco⁵⁷.

A outra banda que faz uso parecido do Theremin foi *Pink Floyd*, com sua música *Echoes*, de 1971. Uma característica forte e bem presente neste grupo sempre foi o experimentalismo progressista, tanto que é considerado um dos pais do Rock Progressivo, e isto se mostra bem evidente em *Echoes*. O Theremin faz sua entrada após os 12 minutos de uma obra de 23:35! O desligamento com o popularesco e vendável do Pink Floyd é tamanho que eles fizeram uma música de quase meia hora, com várias partes diferentes e tão diversas entre si, que ao invés de roubar a cena, o Theremin é apenas uma pequena cereja no topo de um bolo gigantesco e único que é *Echoes*. E foi justamente essa despreocupação com o vendável, aliada com a busca de fazer a música com a melhor qualidade possível que suas capacidades permitiam, que fez o grande sucesso desta banda ser possível. O alcance desta canção foi tamanho que a música *The Phantom of the Opera*, do filme homônimo, toma descaradamente emprestada para si o motivo ritmo-melódico do meio da *Echoes* para fazer parte da passagem mais famosa da música, com todos os aspectos fantasmagóricos que a caracterizam.

⁵³ Efeito musical que pode ser relacionado ao eco puro - repetição do som.

⁵⁴ Efeito musical onde a fase do som é alternada gradualmente entre positivo e negativo, dando a impressão que o microfone que está captando a fonte de som está sendo mudado periodicamente de lugar.

⁵⁵ Efeito musical que simula a reverberação artificial de um ambiente específico. Não pode ser confundido com o eco do *delay*, nesse caso o efeito é o prolongamento do som imitando as reflexões que o mesmo faz nas paredes do ambiente emulado. Esta simulação pode, por exemplo, ser de uma sala, uma catedral ou um salão.

⁵⁶ Efeito de filtro em que normalmente é controlado por um pedal em formato de acelerador de carro. O pico do filtro é acentuado de tal maneira que faz o som do instrumento vocalizar entre as vogais U e A, dando a impressão que ele está falando.

⁵⁷ Hoje existem pedais de efeito que fazem o mesmo tipo de som. Felizmente a evolução da engenharia eletrônica os fez mais portáteis e com o preço bem mais em conta.

2.6 OSTRACISMO E AMADURECIMENTO: O THEREMIN A PARTIR DOS ANOS 80

Depois dos filmes de ficção e terror dos anos 50 e das músicas experimentais das décadas de 60 e 70, o Theremin caiu em desuso nos anos 80, principalmente devido à revolução digital na música. O protocolo MIDI e a possibilidade de controle de vários dispositivos musicais através de comandos em 0s e 1s fez com que a voz do Theremin não fosse atrativa o suficiente para sobreviver a essa transformação na maneira de fazer música. Dentro da cultura Pop dessa década, o Theremin se torna uma vaga lembrança do que já foi, sendo que se pode encontrar apenas um resquício de seu som em *Thriller*, de Michael Jackson, de 1982. O vídeo clip desta canção faz menção aos filmes de terror *trash* de outrora, onde o Theremin possuía papel fundamental na ambientação da história, e em alguns momentos podemos escutar uma frase musical evocando o som clássico deste instrumento, porém executada com um sintetizador. Para isso, foram utilizadas duas ferramentas: o *portamento*, que produz o efeito de *gliding* - que é nada mais do que o *glissando* que já tratamos anteriormente -, e a *pitch wheel*, que é um controle do sintetizador para alterar levemente a afinação do instrumento, para dar a sensação de vibrato do Theremin.

Nos anos 90, o Theremin teve um breve renascimento, ou memorando, por melhor dizer. O protocolo MIDI já não era mais um elemento inovador e a queda da União Soviética em 1991 trouxe novamente um elemento inusitado ao mundo Ocidental: Leon Theremin. O inventor jamais havia pisado fora da URSS desde sua saída brusca em 1938, e sua reaparição acabou realimentando o desejo e a curiosidade do público em geral pelo seu instrumento. O próximo tópico aborda com mais detalhes o que aconteceu com Leon atrás da *cortina de ferro* durante todo esse período.

Entretanto, mesmo com esse renascimento, Campbell, em seu artigo online para a BBC, lamenta que até hoje poucos compositores entre os grandemente conceituados ponderam a utilização do Theremin em seu arsenal sonoro, e a utilização do mesmo na década de 90 não foi para uma inovação musical, e sim como um memorando da utilização já grandemente explorada do mesmo. *Ed Wood* (1994), *Batman Eternamente*⁵⁸ (1995) e *Marte Ataca!*⁵⁹ (1996) são filmes que lançam mão desta ferramenta para as mesmas sensações que o Theremin já causara: ETs invadindo, vilões delirantes tentando deixar o herói à beira da loucura ou humanos

⁵⁸ *Batman Forever*

⁵⁹ *Mars Attacks!*

perdidos nos devaneios da própria mente. Definitivamente, a presença do Theremin em Hollywood foi tão marcada por esses fatores que seria necessária uma nova revolução para inseri-lo em outras visões e interpretações.

Ainda nesta década, é possível localizar 3 músicas *mainstream* que faziam uso do Theremin. A primeira delas, *Velouria* (1990), da banda The Pixies, utiliza o instrumento para acompanhar uma balada romântica na qual a personagem principal, Velouria, tem seu nome baseado em *velour* - ou em português: veludo - por causa de sua característica macia. Porém Frank Black, compositor da canção, complementa em entrevista para o site *Songfacts*⁶⁰ que a letra da faixa foi inspirada em uma questão folclórica, mais precisamente nas idéias dos Monges Rosacruz da Califórnia na década de 20⁶¹. A segunda é *Humming* (1997), da banda britânica Portishead. O vídeo desta música é feito no estilo *noir*, que faz homenagem aos filmes americanos de detetives dos anos 40, e justamente por isso fazem uso do Theremin como instrumento condutor. O instrumento costura sua característica lúgubre com um vocal áspero próprio de várias músicas *indie* que surgiram nesta época, dando um ar de anacronismo único à peça⁶².

A última é *Little People* (1999) da banda *White Stripes*, formada por Jack e Meg White. A melhor definição possível para o som desse grupo é cru. Tudo é feito propositalmente da maneira mais ríspida possível, desde os arranjos, que na grande maioria das vezes são compostos apenas por uma guitarra e uma bateria acompanhando os vocais, passando pelas harmonias, que não são compostas por grandes encadeamentos harmônicos, e finalizando nas letras, que possuem uma estrutura simples e direta. Acompanhando tudo isso, há a utilização do Theremin, que faz um papel de fundo sonoro muito mais do que uma função melódica, apenas descendo e subindo várias oitavas em *glissando*, para criar a atmosfera desejada pela dupla White.

A nova revolução do Theremin aconteceu apenas nos anos 2000, quando o mundo começou a considerar o etéreo como sendo algo natural e comum ao cotidiano. Telas que funcionam com o toque, sensores inteligentes que reconhecem digitais e faces, dispositivos menores que uma carteira capazes de tirarem fotos e gravarem

⁶⁰ Disponível em http://www.songfacts.com/blog/interviews/frank_black/

⁶¹ O vídeo oficial de *Velouria* da banda The Pixies pode ser encontrado no link: <https://www.youtube.com/watch?v=nc0Mv4lyxvc>

⁶² O vídeo oficial de *Humming* da banda Portishead pode ser encontrado no link: <https://www.youtube.com/watch?v=fzm1DY3hJL8>

filmes, chamadas de vídeo à distância e carros elétricos. Todos esses elementos que na década de 60 eram artefatos dignos de filmes de espionagem, em que exibiam um misto do suprasumo tecnológico desenvolvido até então com uma previsão do que o futuro ainda traria, hoje são elementos comuns do cotidiano.

Smartphones, streaming, redes sociais, tudo isso mudou o mundo com tamanha intensidade que o Theremin hoje pode ocupar um lugar nas casas ao lado dos gadgets, sem que cause um espanto como sendo algo de outro mundo - pelo menos não como na década de 20. Deslizar o dedo na tela do celular é hoje quase tão etéreo quanto esticar a mão no ar para alterar o tom de uma nota. Lydia Kavina, em palestra para a TEDx (KAVINA, 2012), afirma que o mundo finalmente amadureceu para o Theremin.

Nas telas, isso é refletido na maturidade em que o Theremin é tratado na primeira década de 2000. Dois filmes apresentam o instrumento em sua trilha sonora, o primeiro *Bartleby* (2001) e o segundo *O Operário*⁶³ (2004). Neste último, os sons trêmulos do Theremin evocam a estranheza da mente do personagem principal e à psicose, não por temer algum monstro ou alienígena, mas porque o monstro é um medo que mora dentro dele mesmo. O Theremin causa o efeito constante de estar entre o mundo real e um insólito. Não há nenhum traço de comédia ou divertimento *per se*, apenas o questionamento e ponderamento sobre a loucura do personagem.

Podemos encontrar um exemplo do uso do Theremin na música brasileira com a banda mineira *Pato-Fu*, com a regravação da música *Eu* (2001), originalmente lançada em 1998 pela banda gaúcha *Graforréia Xilarmônica*. O uso do Theremin não se dispõe apenas como ferramenta musical, pois o clip da música conta uma breve história do inventor. Ele começa com os integrantes do *Pato-Fu* andando por um beco escuro à procura de um sarau de Theremin, e ao virar em várias esquinas com a sensação de estarem perdidos, encontram o próprio Leon tocando o instrumento - obviamente quem faz o papel é um ator e não o inventor, pois o mesmo já havia falecido há alguns anos.

A música inicia com um solo de Theremin, que se repete durante a canção. Logo após o solo de entrada, alguns agentes da KGB entram e raptam o inventor e todos que estavam assistindo ficam perplexos e desorientados, assim como em 1938 quando ele sumiu dos EUA. Inicia-se então a canção regravada com um arranjo

⁶³ *The Machinist*

diferente do original e quem toma a vez de Thereminista é a cantora Fernanda Takai. Ao final do vídeo, é mostrado um Theremin antigo aberto com suas válvulas expostas e as escritas: “Leon Theremin, inventor russo, criou um dos primeiros instrumentos musicais eletrônicos: o Theremin” e “Foi raptado pela KGB em 1938. Morreu em 1993”⁶⁴.

Na música pop internacional, pode-se encontrar o Theremin na canção de Richie Kotzen, *Walk with Me* (2014). No vídeo da mesma, podemos ver enxertos do cantor e guitarrista - o próprio Richie - tocando o instrumento em meio a imagens escuras e letras de amor. A utilização do mesmo tem mais ligação com as utilizações experimentais do Led Zeppelin na década de 70 e crua do White Stripes na década de 90 do que melódicas. O maior uso do instrumento nessa música é do, grandemente desejado, efeito de *glissando*, que é facilmente alcançado mesmo sem um estudo aprofundado do mesmo. Outro uso deste é com brincadeiras interrompendo o *glissando*, seja este ascendente ou descendente⁶⁵.

Porém, na década de 2010, o uso do Theremin não se restringiu apenas aos filmes e às músicas, mas também aos *sitcons* americanos. O primeiro deles é da série *geek* - ou *nerd* como alguns preferem - *Big Bang Theory*. No episódio *The Bus Pants Utilization*, que foi ao ar em Janeiro de 2011, Sheldon Cooper - o ator principal da série que é genial e possui indícios de síndrome de Asperger -, por estar magoado com seus colegas, tenta boicotar o plano dos mesmos. Para isso ele faz uso do Theremin como ferramenta para quebrar a concentração deles ao tocar, extremamente desafinado e fora de ritmo, a abertura original de *Star Trek* composta por Alexander Courage em 1966. Após isso ele é enxotado do apartamento onde os planos estavam sendo colocados em prática e senta-se ao pé da escada com seu Theremin e toca chorosamente a música gospel americana *Nobody Knows the Trouble I've Seen*⁶⁶, pulando ou substituindo todas as partes da letra onde fariam *Jesus, Glory* ou *Hallelujah* por mostrar a visão ateísta do personagem.

Outra aparição do Theremin na televisão americana nesta década foi no irreverente e igualmente popular seriado *The Simpsons*. O instrumento teve no

⁶⁴ O vídeo da música Eu pode ser encontrado no canal oficial da banda Pato-Fu no Youtube no link: <https://www.youtube.com/watch?v=kPrWzsrpHis>

⁶⁵ O vídeo da música *Walk with Me* pode ser encontrado no canal oficial de Richie Kotzen no Youtube no link: <https://www.youtube.com/watch?v=E8ctq4ENhI0>

⁶⁶ Ninguém sabe dos problemas que eu passei, em tradução livre. É um clássico do Gospel americano onde a frase é completada com: Ninguém sabe além de Jesus.

mínimo 3 aparições na série. A primeira delas, em maio de 2011, no episódio *Homer Scissorhands*, no qual Millhouse, que é amigo de Bart Simpson, faz uma declaração de amor para Lisa Simpson na cafeteria da escola com o acompanhamento de um Theremin. Para musicar a poesia que ele compôs para a sua amada, ele utiliza a melodia medieval *Green Sleeves*⁶⁷. Lisa o rejeita e Millhouse dá uma volta por cima descobrindo que tocar o Theremin pode ser algo interessante. Quem gravou os Theremins para este episódio foi o músico Charles Richard Lester⁶⁸.

Encontrou-se nessa pesquisa mais alguns exemplos de piadas ou usos do Theremin em *sitcons* americanos nesta mesma década, porém, infelizmente, sem conseguir precisar a data exata dos mesmos. Ao que tudo indica, nesta última década o Theremin foi uma piada recorrente deste tipo de entretenimento, assim como há algumas décadas atrás fora a piada de vários palhaços saindo de dentro de um pequeno carro.

Entre esses achados, há mais duas aparições nos *Simpsons*. Uma delas com uma curta cena de Homer Simpson tocando o Theremin no banheiro para Marge Simpson, pois esta disse para Homer que gostaria de fazer terapia (*therapy*) e ele confunde com a palavra Theremin. A outra é uma cena de abertura, em que Lisa sempre toca um solo diferente no saxofone e é retirada da sala de ensaio da orquestra estudantil, porém neste episódio específico ela faz um solo de Theremin. Encontramos também uma rápida aparição do mesmo na série *The Cleveland Show*, em *The Loud House* e uma outra na série *Futurama*, onde o cientista crustáceo alienígena, Dr. Zoidberg, toca para seus colegas um Theremin “Electroflux” - como assim está escrito na carcaça do mesmo -, em um momento em que todos estão reunidos em uma mesa iluminada por várias velas no laboratório.

Apesar de possuir seus 100 anos de existência e cruzar vários épocas e eventos culturais, o Theremin foi um instrumento que sobreviveu a todos estes períodos com sua característica tonal em essência intacta, a de tocar algo profundo e intenso - beirando ao visceral - dentro do espectador.

⁶⁷ O compositor desta melodia é desconhecido, sendo uma das mais famosas melodias anônimas da história da música.

⁶⁸ Mais informações sobre este episódio podem ser encontradas na comunidade online *Theremin World*, em: <http://www.thereminworld.com/Article/14141/sightings-a-theremin-on-the-simpsons>

3 METODOLOGIA

3.1 PESQUISA-AÇÃO

3.1.1 Origens da Pesquisa-ação

Este capítulo tem por objetivo mostrar como a presente pesquisa se desenvolveu metodologicamente. Durante o processo, surgiu um problema, referente a como construir um produto educacional, baseado nos conhecimentos adquiridos sobre o instrumento Theremin, que pudesse ser utilizado durante aulas de Música e Física. Deste modo, em busca na literatura, surgiu a possibilidade de se apropriar dos conceitos e técnicas da *Pesquisa-Ação*.

Considerando a ausência de envolvimento prévio com a metodologia da Pesquisa-Ação, foi necessário partir do início, ou seja, conhecê-la desde a sua origem histórica. De acordo com Schimanski, as “origens históricas da pesquisa-ação não estão ainda claramente definidas dentro da literatura internacional” (2009, p.86). Autores têm descrito a história da Pesquisa-ação, situando-a a partir dos anos 40 do século XX. Segundo Miranda e Resende (2006), o termo foi cunhado por Kurt Lewin, psicólogo americano. Schimanski (2009, p. 86, *apud* ROBSON, 2002) também relata que Kurt Lewin “foi o primeiro a usar o termo ‘pesquisa-ação’”.

De acordo com Schimanski (2009, p. 86, *apud* KEMMIS E McTAGGART, 1991), “foi Lewin o primeiro a dar a ela um corpo teórico, nos anos 40 do século XX”. Apesar de Kurt Lewin ter sido o primeiro a usar o termo de forma científica, o relato de Tripp busca num passado ainda mais distante a origem da Pesquisa-Ação:

Embora pareça ter sido ele o primeiro a publicar um trabalho empregando o termo, pode tê-lo encontrado anteriormente na Alemanha, num trabalho realizado em Viena, em 1913 (Altrichter, Gestettner, 1992). Versão alternativa é a de Deshler e Ewart (1995) que sugerem que a pesquisa-ação foi utilizada pela primeira vez por John Collier para melhorar as relações inter-raciais, em nível comunitário, quando era comissário para Assuntos Indianos, antes e durante a Segunda Guerra Mundial e Cooke (s.d.) parece oferecer vigoroso apoio a isso. A seguir, Selener (1997) assinala que o livro de Buckingham (1926), *Research for teachers* [Pesquisa para professores], defende um processo reconhecível como de pesquisa-ação. Assim sendo, é pouco provável que algum dia venhamos a saber quando ou onde teve origem esse método, simplesmente porque as pessoas sempre investigaram a própria prática com a finalidade de melhorá-la (TRIPP, 2005, p. 443).

Schimanski complementa ainda que, historicamente, o termo *pesquisa-ação*, foi utilizado em 1913 em Viena “por um médico chamado Moreno, a partir de um trabalho de desenvolvimento de comunidade realizado com mulheres que viviam nas ruas ou em bordéis da capital austríaca” (2009, p.86).

Miranda e Resende (2006) concordam em dizer que a partir dos anos 60 do século XX a pesquisa-ação entrou num segundo período, em que pesquisadores europeus, australianos e canadenses se voltaram ao tema (*apud* BARBIER, 2002; ANDRÉ, 1995). A partir deste período surge “um grande mosaico de concepções de pesquisa-ação, cuja abordagem qualitativa nas ciências sociais teve seu conceito, justificativa e explicitação metodológica constituídos a partir de distintas vinculações teórico-metodológicas” (MIRANDA e RESENDE, 2006, p.514). Sendo assim, o próximo tópico trata de suas definições, para melhor compreendê-la.

3.1.2 Pesquisa-ação: compreendendo o conceito e características

Ao longo do tempo, a pesquisa-ação vai ganhando “espaço nos diversos campos de atuação e em diferentes áreas do saber. Entretanto, é no campo da pesquisa educacional que a pesquisa-ação tornou-se mais disseminada” (SCHIMANSKI, 2009, p.87). Falando em conceito, de acordo com Thiollent pode-se definir Pesquisa-ação como:

...um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLLENT, 1988, p.14).

A partir deste conceito, busca-se refletir e entender que a Pesquisa-Ação não é simplesmente um levantamento de dados sobre um determinado problema de pesquisa. Na Pesquisa-Ação se desenvolve também uma ação, uma prática, ou seja, as pessoas envolvidas na pesquisa têm “algo a ‘dizer’ e a ‘fazer’” sobre a situação investigada. Na Pesquisa-Ação, os envolvidos desempenham “um papel ativo na própria realidade dos fatos observados” (THIOLLENT, 1988, p.14).

Todavia, apesar do fato de a Pesquisa-Ação focar na prática, ou na solução de um problema, isso não significa que a mesma seja a-teórica. Embora “seja verdade que a teoria disciplinar tradicional não é prioridade principal, é contudo importante recorrer a ela para compreender as situações, planejar melhoras eficazes e explicar

resultados” (TRIPP, 2005, p. 450). Conforme Thiollent (1988, p.22) nos relata, “a pesquisa-ação não é constituída apenas pela ação ou pela participação. Com ela é necessário produzir conhecimento, adquirir experiência, contribuir para a discussão”. Durante toda a pesquisa, é necessário que haja reflexão teórica sobre o tema.

Uma das razões para não se colocar a reflexão como uma fase distinta no ciclo da investigação-ação é que ela deve ocorrer durante todo o ciclo. O processo começa com reflexão sobre a prática comum a fim de identificar o que melhorar. A reflexão também é essencial para o planejamento eficaz, implementação e monitoramento, e o ciclo termina com uma reflexão sobre o que sucedeu (TRIPP, 2005, p. 454).

Na pesquisa-ação, a ação tem o objetivo de solucionar um problema, e assim pode-se dizer que este se torna objeto de estudo da pesquisa. Bourscheidt define a Pesquisa-Ação como “um tipo de metodologia de pesquisa na qual o pesquisador deve estar empenhado em solucionar algum problema através de uma ação. Portanto, para este tipo de pesquisa, o problema a ser solucionado torna-se objeto de estudo” (BOURSCHEIDT, 2018, p. 1). A ação, ou solução do problema, “começa com a identificação do problema, o planejamento de uma solução, sua implementação, seu monitoramento e a avaliação de sua eficácia” (TRIPP, 2005, p. 446). Nesta dissertação, o objeto de estudo foi a construção de um Theremin e como esta ação pôde se tornar um elemento de aprendizado não somente de Música, mas também de conteúdos de Física.

A ação é algo intrínseco à Pesquisa-Ação. Miranda e Resende a conceituam como “uma concepção de pesquisa que, desde o início, se define por incorporar a ação como sua dimensão constitutiva - o pesquisador em educação não deixa dúvidas sobre a relevância conferida à prática em seu processo de investigação” (2006, p. 511). Neste sentido, buscamos articular a prática ou ação - construção de um Theremin - com o processo de investigação desta dissertação.

Para Thiollent, existe uma relação entre os objetivos de pesquisa/conhecimento e os objetivos de ação/prática. O objetivo de ação/prática contribui “para o melhor equacionamento possível do problema considerado como central na pesquisa, com levantamento de soluções e propostas de ações...”. Já o objetivo de pesquisa/conhecimento visa “aumentar nosso conhecimento de determinadas situações...” (THIOLLENT, 1988, p.18).

Sendo a prática/ação algo inerente à Pesquisa-ação, Bourscheidt diz que existe uma “concomitância entre a pesquisa e a ação, sendo estes os elementos que, durante a investigação, devem estar sendo constantemente inter-relacionados” (BOURSCHEIDT, 2018, p.1). Desta forma, o autor Franco (*apud* BOURSCHEIDT, 2018, p.2) propõe o uso de uma dupla flecha para representar a Pesquisa-ação, em vez de usar o hífen:

pesquisa ↔ ação

Para a realização da Pesquisa-Ação, alguns aspectos foram essenciais:

- a) há uma ampla e explícita interação entre pesquisadores e pessoas implicadas na situação investigada;
- b) desta interação resulta a ordem de prioridade dos problemas a serem pesquisados e das soluções a serem encaminhadas sob forma de ação concreta;
- c) o objeto de investigação não é constituído pelas pessoas e sim pela situação social e pelos problemas de diferentes naturezas encontrados nesta situação;
- d) o objetivo da pesquisa-ação consiste em resolver ou, pelo menos, em esclarecer os problemas da situação observada;
- e) há, durante o processo, um acompanhamento das decisões, das ações e de toda a atividade intencional dos atores da situação;
- f) a pesquisa não se limita a uma forma de ação... pretende-se aumentar o conhecimento dos pesquisadores e o conhecimento ... das pessoas e grupos considerados (THIOLLENT, 1988, p.16).

Algo a se destacar na Pesquisa-Ação é a participação e o envolvimento do pesquisador e dos demais participantes durante o processo de pesquisa. Todos, sem distinção, participam ativamente na construção de soluções do problema levantado. Todos são considerados sujeitos da pesquisa, da ação e da aprendizagem ocorridos no processo. Desta forma, o processo é coletivo, e, conseqüentemente, trabalhoso no sentido, pois na solução do problema deve haver consenso da equipe e podem ocorrer remanejamentos e alterações no planejamento da pesquisa. Conforme relatado por Bourscheidt (2018, p. 1), “tanto o pesquisador quanto o grupo pesquisado interagem de modo participativo, desenvolvendo as ideias propostas no plano de pesquisa”. O grupo de pesquisa construirá uma “solução para o problema em questão, conforme os objetivos específicos da pesquisa. Por esse motivo, durante um determinado

estudo, poderão ocorrer ajustes progressivos nos planejamentos da investigação, se assim for necessário” (BOURSCHEIDT, 2018, p. 1).

Na aplicação da Pesquisa-Ação, não foi desenvolvida somente a ação pela ação, uma vez que o rigor científico e a coleta de dados permanecem, como em qualquer pesquisa. De acordo com Thiollent, na “pesquisa-ação, recorre-se a técnicas de coleta de grupo e aos mais diversos procedimentos, inclusive questionários e entrevistas” (1988, p.57). Durante o processo desta dissertação, recorreremos à realização de oficinas e observação.

Entendemos que as oficinas não são meros encontros entre pessoas, mas sim encontros objetivados, “são espaços com potencial crítico de negociação de sentidos, permitindo a visibilidade de argumentos, posições... e, portanto ocasiões privilegiadas para análises sobre” (SPINK et al, 2014, p.33) o problema a ser discutido. Nas oficinas,

[...] ao mesmo tempo em que geramos material para análises, criamos um espaço de trocas ... que potencializam a discussão em grupo em relação à temática proposta ... os efeitos da oficina não se limitam ao registro de informações para pesquisa, uma vez que sensibilizamos as pessoas para a temática trabalhada, possibilitando aos seus participantes a convivência com a multiplicidade (nem sempre harmônica) de versões e sentidos sobre o tema (SPINK et al, 2014, p.33).

Em relação aos componentes das oficinas de construção de Theremins ópticos, a amostra foi intencional, o que, todavia, não invalida a pesquisa. Concorda-se com a afirmação de Thiollent de que, no caso da Pesquisa-Ação, o grupo participante compõe-se de:

... um pequeno número de pessoas que são escolhidas intencionalmente em função da relevância que elas apresentam em relação a um determinado assunto ... Pessoas ou grupos são escolhidos em função de sua representatividade social dentro da situação considerada (1989, p. 62).

A ação-resposta dos alunos da oficina, que se trata de um dos momentos-chave mais importantes da pesquisa-ação, foi no momento de *troubleshooting*. Alguns Theremins não funcionaram logo após a montagem e junto com os alunos soluções para esse problema foram colocados na mesa e avaliados. Após as análises dessas soluções um pequeno guia de soluções, que pode ser encontrado no capítulo 4 desta dissertação e no produto em anexo, foi elaborado. Após seguirmos os passos deste pequeno guia todos os Theremins tornaram-se funcionais. Sabe-se que nem sempre

é fácil participar e ao mesmo tempo coletar dados de pesquisa. Todavia, após diversas leituras sobre o tema, percebeu-se que “a pesquisa-ação seria um instrumento para compreender a prática, avaliá-la e questioná-la” (ABDALLA, 2005, p. 386), buscando, assim, formas de ação coletiva cuja solução para um problema pudesse no futuro contribuir para professores de música e física.

3.2 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Não foi o intuito deste trabalho construir uma bibliografia altamente detalhada sobre o inventor e seu instrumento, pois sobre tal já existem obras que discorrem com uma profundidade e exatidão que não convém a um trabalho deste escopo, sem deixar de mencionar a qualidade e precisão com que tais obras são detalhadas. Porém, não pudemos deixar de contar sobre a trajetória de Leon Theremin para melhor compreender a inserção e o impacto da sua invenção no mundo moderno.

Para tal feito, utilizamos variadas fontes e mídias, e, entre aquelas que merecem um destaque especial, aparece Steve M. Martin com seu DVD: *Theremin - Uma Odisséia Eletrônica* (1993). Esse DVD possui como slogan a frase: “A música que ele criou foi estranha. Sua vida foi ainda mais estranha” e trata de um documentário da vida de Leon Theremin e seu instrumento homônimo, junto com sua influência na cultura de filmes macabros de ficção científica e terror da década de 50, nas músicas experimentais da década de 60 e 70 e na influência que ele teve para inspiração na criação dos primeiros sintetizadores feitos por Robert Moog.

O documentário relata também a jornada que Theremin teve nos Estados Unidos durante a década de 30, seu sucesso como inventor, seu polêmico casamento com Lavínia Williams, o rapto para retorno à URSS pela KGB, o encontro com seus amigos dentro da própria união soviética, após ser libertado da Gulag em que foi aprisionado por Stalin e seu retorno aos Estados Unidos em 1991 pelo diretor desta obra, que foi a primeira vez em que Theremin pisa em solo americano desde seu rapto em 1939. Para isso, Martin apresenta excertos de várias entrevistas feitas com amigos próximos de Leon Theremin e profissionais que foram influenciados pelo seu instrumento, mesmo à distância.

Outra fonte digna de menção são alguns artigos de jornal online da BBC⁶⁹. O primeiro deles, com o título de “Leon Theremin: O homem e a máquina musical”⁷⁰, tem o jornalista Martin Vennard (2012) entrevistando Lydia Kavina, sobrinha-neta do Inventor, grande depositária da memória de Theremin e uma das melhores thereministas da atualidade, e Albert Glinsky, que é um dos maiores experts no assunto na atualidade sobre o qual se fala mais à frente. “Não apenas um truque da ficção científica: O lado sério do theremin”⁷¹, escrito por Allan Campbell, é outro destes artigos, com sua fala mais crítica e amplamente divulgada de certa maneira devido à sua natureza musical, de que o Theremin é um instrumento que produz apenas sons de efeitos especiais e ruídos e não deve ser levado a sério como o violino ou piano. Segundo ele, “poucos dos grandes compositores contemporâneos consideram o theremin para ser parte de sua paleta musical”.

O último dos artigos escritos dessa fonte jornalística que utilizamos é “Sinfonias da era espacial: A música de filmes de ficção científica”⁷², de Matthew Sweet, que disserta sobre que características do Theremin o tornaram tão próximo aos filmes de ficção, e ele diz que é graças à sua sonoridade futurística e seu perigoso exotismo.

Como fonte, a BBC não traz apenas artigos escritos, mas também *podcasts* de rádio e pequenas entrevistas em vídeo. Os que foram utilizados nesta pesquisa têm como título; “Boas Vibrações: A história do Theremin”⁷³, sendo aqui uma brincadeira com a música de título *Good Vibrations*, dos *Beach Boys*, que usou um Theremin adaptado em uma de suas músicas de maior sucesso; “O Theremin”⁷⁴, que conta uma breve história do inventor e seu instrumento; e “Como tocar o theremin”⁷⁵, um vídeo curto e explicativo sobre o funcionamento do instrumento com a sobrinha-neta de Theremin Lydia Kavina.

Uma fonte inusitada de informações sobre o cientista foi encontrada em obituários de alguns jornais de grande importância do Hemisfério Norte, como o americano NY Times⁷⁶ e o britânico The Independent⁷⁷. As versões online dos

⁶⁹ British Broadcast Company, uma das fontes de informação jornalística mais confiáveis e neutras em cenários políticos.

⁷⁰ Leon Theremin: *The man and the music machine* – BBC World Service

⁷¹ Not just a sci-fi gimmick: The serious side of the Theremin – BBC Articles

⁷² Space-age symphonies: The music of Science fiction film – BBC Articles

⁷³ Good Vibrations: The Story of the Theremin – BBC Radio 4

⁷⁴ The Theremin – BBC World Service

⁷⁵ How to play the theremin – BBC News

⁷⁶ <http://www.nytimes.com/1993/11/09/obituaries/leon-theremin-musical-inventor-is-dead-at-97.html>

⁷⁷ <http://www.independent.co.uk/news/people/obituary-leon-theremin-1506371.html>

obituários são transcrições das notas oficiais impressas em 1993, ano do falecimento de Theremin. E também foi possível extrair informações de fontes comuns, como *O Studio Bell*⁷⁸ - National Music Centre, de Calgary, no Canadá, e a *Encyclopædia Britannica*⁷⁹, que ofereceram artigos curtos, porém concisos sobre a vida de Leon Theremin, que foram de utilidade para este trabalho.

Com o lema “ideias que merecem ser compartilhadas”⁸⁰, a organização sem fins lucrativos TED⁸¹ também teve sua contribuição na produção dessa dissertação. Apoiando ideias para mudança do mundo através de iniciativas múltiplas, grandes figuras, como Bill Gates, Sheryl Sandberg e Gordon Brown para citar apenas alguns, são convidados para, em 18 minutos ou menos, dar a “melhor palestra de suas vidas”. A sua contraparte TEDx, evento independente mas com a organização orientada pela TED, produz encontros ao redor do mundo com palestrantes locais e produz vídeos para postagem online com os conteúdos mais interessantes. Destes vídeos, dois são de grande destaque: “O Novo Velho Theremin”⁸² com Lydia Kavina e “Theremin, a música intocável”⁸³ com Pamela Kurstin. No primeiro deles, Lydia explica o funcionamento do Theremin e fala um pouco da trajetória do instrumento, e, no último, Pamela apresenta novas técnicas aplicadas ao instrumento, como *Walking Bass*, que é o “baixo andante” que o contrabaixo faz no Jazz, porém neste caso feito no Theremin - o que é um grande feito, tendo em vista a dificuldade da técnica em seu instrumento de origem, ainda mais transposto para o Theremin.

Das fontes online sobre o assunto, surgiram ainda algumas comunidades e fóruns, como a *RCA Theremin*⁸⁴, a *Theremin Info*⁸⁵, a *Thereminvox*⁸⁶ e a *Theremin World*⁸⁷. A escolha pelas comunidades online se deu pela acuracidade e consistência no assunto demonstrada pelos seus membros, pois a grande maioria é participante ativa com o instrumento ou profissional da área.

No entanto, de todas as fontes reunidas para arquitetar e lapidar o presente trabalho, dois autores, com ideias diferentes entre si, merecem um grande destaque.

⁷⁸ <http://collections.nmc.ca/people/438/leon-theremin>

⁷⁹ <https://www.britannica.com/biography/Leon-Theremin>

⁸⁰ Ideas worth spreading

⁸¹ <https://www.ted.com/>

⁸² The new old theremin: Lydia Kavina at TEDxGhent

⁸³ Theremin, the untouchable music | Pamela Kurstin

⁸⁴ <http://www.rcatheremin.com>

⁸⁵ <http://www.theremin.info>

⁸⁶ <https://www.thereminvox.com/>

⁸⁷ <http://www.thereminworld.com>

O primeiro deles foi Albert Glinsky, com seu livro: *Theremin - Ether Music and Espionage* (2000). Glinsky investiu treze anos de sua vida em pesquisas para produção desta obra, “envolvendo a compilação de um enorme arquivo pessoal para construir a vasta história de Theremin” (GLINSKY, 2000, p. 13). E, para que esta história fosse contada com exatidão, “sua reunião de informações, lapidação e interpretação destes materiais foi pastoreada por indivíduos muito generosos com seu tempo e conhecimento” (GLINSKY, 2000, p. 13). Entre estes, estão inclusos musicologistas, arquivistas, parentes, amigos próximos, o gênio da eletrônica Robert Moog inspirado pelo trabalho de Lev Termen, bibliotecários, funcionários públicos, tradutores, acadêmicos e órgãos públicos e privados.

Esse autor, declaradamente anti-soviético, manifesta a sua visão meritocrática de sonho americano, em que todos podem tornar-se prósperos *businessmen* caso trabalhem árduo o suficiente para isso. Faz duras críticas ao estado soviético nas questões de falta de liberdade de ir e vir, de escolhas econômicas de seus habitantes, da pressão sofrida pelo povo por ter que preservarem suas vidas, famílias ou trabalho acima de liberdade de fala política, de Stalin e seus Gulags e afins. Porém, isenta o povo desse “mal”, pois crê que os “não-russos parecem permanecer em negação daquilo que os Russos vêm como axiomático: que debaixo da iminência de morte, todo cidadão teve que militar pela causa, e havia pouquíssimo que qualquer pessoa pudesse fazer para resistir a isso” (GLINSKY, 2000, p.2).

O segundo foi Bulat Galejev, com sua obra: *Soviet Faust - Lev Theremin - Pioneer of Electronic Art*, escrita originalmente em russo em 1995 e traduzida para o inglês pela Universidade de Waikato na Nova Zelândia em 2010 - versão essa que foi utilizada neste trabalho. Galejev é um “renomado cientista do campo da sinestesia e síntese das artes, e também um especialista excepcional no desenvolvimento de formas modernas de arte, especialmente *light-music*⁸⁸” (VANECHKINA in GALEYEV, 2010, p. 4). Desde a infância, ouvia falar sobre Lev Termen e se maravilhava com suas invenções, principalmente sobre um tal instrumento que permitia produzir sons sem toque físico, como se tivessem sido tirados do ar.

Porém, nas décadas de 50-60, em que muitos artigos sobre esse instrumento apareceram na imprensa soviética, o nome do seu inventor foi suprimido, e em publicações estrangeiras era deixada implícita sua morte no ano de 1938, ano em que

⁸⁸ O conceito aqui poderia ser traduzido como música luminosa ou música luminescente, porém o termo em inglês acaba sendo autossuficiente, por isso a decisão de mantê-lo.

Theremin teve que retornar a URSS contra a própria vontade. Por esses fatos, Galejev jamais pensou que poderia acabar se encontrando com essa figura mítica-lendária com data e razão de morte incertas. No entanto, esse fato aconteceu, para extrema alegria e mais ainda surpresa do escritor, no ano de 1967 na Conferência de Acústica no Conservatório de Moscou. Galejev estava acomodado em seu assento quando o próximo palestrante foi anunciado, “Lev Sergejevich Termen”. Na pausa mais próxima, esse palestrante foi investido com a pergunta, feita com um certo tanto de embaraço: “Leon Sergejevich, você está mesmo vivo?” Ele então sorriu, olhou para aquele que o fez a pergunta com olhos azuis cheios de vida e inocência e respondeu: “Eu sou frequentemente perguntado sobre isso”. Isso aconteceu devido ao fato de que, desde seu retorno da América em 1938, seu nome nunca havia sido mencionado. Tudo levava a crer que, como vários outros que não tiveram a mesma “sorte” de terem sido poupados por terem um intelecto apurado e útil a causa socialista, Theremin havia perecido nos campos de concentração de Stalin, onde foi de fato prisioneiro (VANECHKINA in GALEYEV, 2010, p. 4).

Ao contrário de Glinsky, Galejev defende a causa socialista, que nomeia como uma luta pela justiça social que perdura desde que comunidades alternativas e sectárias da sociedade, como os Albigenses, que foram mencionados no capítulo referente à história da vida de Leon Theremin, existem. É válido mencionar que existem autores que defendem que a principal causa de os Albigenses serem sectários sociais é devido à sua negação de se render à autoridade papal, sendo este chamado pelos Albigenses como o próprio Anticristo, devido a abusos de poder por parte da instituição capitaneada pelo mesmo durante a Idade Média, e não para construir uma nova realidade social igualitária com viés comunista.

Galejev critica duramente os zelosos “novos russos”, pois estes causam o efeito de dizer o “nosso mundo” com aspas invertidas, por defenderem Grigory Rasputin como alguém que se preocupava com as necessidades do povo, por sugerirem que o General Vlasov foi o primeiro oponente ativo do Stalinismo e por se fantasiarem em paradas ou festas do tipo de soldados do General Kornilov. Apesar de fazer uma comparação da KGB e de vários órgãos de controle soviéticos com a figura de um demônio, procurando fazer pactos com pobres almas desorientadas e desesperançadas, coloca a culpa da falha da implementação da justiça social socialista na escória, pois a “Escória pode se alojar em qualquer lugar” (GALEYEV, 2010, p. 16-17).

Apesar desta clara distinção de visão política entre os dois autores, ambos concordam que Leon Theremin “trocou sua liberdade pela simples oportunidade de inventar - e que jamais voltaria a ser dono de si” (GLINSKY, 2000, p.1), ou nas palavras de seu camarada russo, que “vendeu sua alma a Mephistopheles... na busca de sua própria felicidade, Fausto é obrigado a render sua alma ao diabo” (GALEYEV, 2010, p. 8). Esse tema de Fausto é recorrente no livro de Galeyev de tal forma que inspirou o título do mesmo: *Soviet Faust*.

Para que o leitor possa se situar melhor: a história de Fausto narra o conto de um homem - Fausto - que vendeu sua alma ao diabo - Mephistopheles - pois estava desapontado com as possibilidades tecnológicas e científicas de sua época e tem como sonho alcançar um conhecimento jamais visto pelos seus contemporâneos. Para este autor, o papel de Mephistopheles é tomado pela URSS, mais precisamente pelo Comitê de Segurança Nacional, e que Lev Termen teve que render-se a eles para poder produzir o que para ele era primordial, e também de grande interesse e instigação: novas tecnologias.

Essas obras e fontes selecionadas para reconstruir a história de Leon Theremin e seu instrumento não serviram apenas para a um recorte narrativo. Elas tiveram uma função maior: a de criar uma visão geral, um panorama global, sobre as épocas e eventos que costuraram a vida de Theremin. Assim podemos ver Leon como um elemento ativo e reativo aos eventos contemporâneos de sua existência.

4 OFICINA DE CONSTRUÇÃO DE THEREMIN ÓPTICO

O presente capítulo descreve as atividades realizadas na turma do 2º ano de Licenciatura em Música da Universidade Estadual de Maringá (UEM), no ano de 2018, na disciplina de Acústica, ministrada pelo Prof. Marcos Cesar Danhoni Neves. Essas atividades foram postas em prática no formato de duas oficinas presenciais.

4.1 A OFICINA COMO ELEMENTO MOTIVADOR

As oficinas foram realizadas por haver um entendimento de que são instrumentos de prática docente que podem ser apreendidos e utilizados pelos futuros professores do curso em questão nas mais diversas situações em sala de aula. Assis et al apontam como benefício desse tipo de experimentação o caráter motivacional que o mesmo traz aos alunos. “A utilização de experimentos pode propiciar aos alunos emoções positivas, o que pode gerar interesse e motivação para a aprendizagem” (ASSIS et al, 2015, p. 13).

As oficinas são entendidas como ferramentas de prática de ensino (que são detalhadas mais adiante), de tal forma que os professores podem trabalhar com alunos de Ensino Médio uma proposta interdisciplinar para uma possível introdução da eletromagnética na área da Física e dos parâmetros sonoros na área da Música.

Interações experimentais bem sucedidas deixam seu legado de motivação e curiosidade na caminhada estudantil. Um experimento de êxito não é necessariamente aquele que faz algum tipo de aparato eletrônico funcionar, conforme manda o protocolo, mas sim aquele que instiga o aluno à indagação, sendo o resultado conforme esperado pelo manual ou não. Para Silva e Assis, o proveito desse tipo de interação é o despertar da curiosidade e a motivação na sala de aula.

“A atividade experimental pode ser um ótimo recurso para as aulas de Física ao despertar emoções positivas nos alunos, tal como a curiosidade e o estranhamento, o que causa uma motivação inicial em aprender. A utilização dessas atividades pode tornar conceitos abstratos, como os da Física Moderna, mais acessíveis aos alunos” (SILVA; ASSIS, 2012, p. 9).

Para contribuir com esse objetivo, propõe-se a construção de um instrumento musical eletrônico exótico, em que o contato físico é colocado como um aspecto secundário e a interação com o ambiente, neste caso a luz, fica em primeiro plano.

O dispositivo escolhido foi o Theremin Óptico. Este instrumento é caracterizado pela sua maneira incomum de ser tocado. Ao invés do executante tocar fisicamente o

instrumento, ele deve movimentar suas mãos no ar, para alterar a resposta do sensor e assim variar a nota.

Acredita-se que o uso de oficinas práticas possa contribuir com o aprendizado dos alunos, visto que supera as aulas discursivas e coloca os alunos em contato prático com elementos interdisciplinares de Física e Música.

4.2 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Para solucionar o problema de pesquisa, tratado na introdução desta dissertação, foram realizadas, então, duas oficinas: a primeira delas, teórico-prática e a segunda, plenamente prática. Para melhor compreensão e entendimento da importância história do instrumento que os alunos teriam em mãos - o Theremin Óptico - essas oficinas foram desenvolvidas da seguinte forma:

- **Primeira Oficina:**

- Exposição sobre a história do Instrumento;
- Vídeos de grandes thereministas e o seu legado na música atual;
- Apresentação prática de um instrumento Theremin envolvendo o primeiro contato dos alunos com o mesmo;
- Exploração livre de um instrumento Theremin;
- Atividades com objetivos musicais específicos.

Fotografia 7 - Peça preparada para Theremin apresentada durante a oficina na UEM.



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2018).

Junto a este conhecimento histórico bem fundamentado, foram aplicadas algumas atividades práticas com o Theremin. Todas foram extraídas de oficinas realizadas internacionalmente por Carolina Eyck, que é hoje uma das maiores autoridades em ensino voltado a este instrumento.⁸⁹

As quatro atividades práticas realizadas com o instrumento Theremin, nesta primeira oficina foram:

A) Exploração livre do Instrumento

Os alunos foram convidados a explorar livremente o instrumento, que, como salientamos, é exótico por sua diferente forma de ser executado, feita sem o toque físico, apenas com o balançar das mãos. Como isso não é comum, mesmo para músicos profissionais, dispender de um certo tempo com o instrumento é necessário para se familiarizar com o mesmo.

⁸⁹ Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=IfEw_ZMN8Ps&t=4s.

B) Contação de história

Com o funcionamento do Theremin já suficientemente compreendido, os alunos foram convidados a contar histórias com o instrumento, sejam elas com base no som que o instrumento faz, ou com base nas imagens gestuais que o instrumentista faz ao produzir os sons. Por exemplo, um som ascendente lento com a mão aberta pode ser considerado um avião e a partir desse ponto a história começaria a ter vida.

C) Composição e execução

Os alunos foram levados, nesse momento, a compor com o instrumento utilizando uma partitura não comum. Ao invés de escrever notas com alturas pré-determinadas, como no sistema musical tradicional, foi proposto que fizessem uma partitura com os desenhos que as mãos do executante deveria seguir, para assim ligarem mais profundamente o movimento gestual com sua consequência sonora.

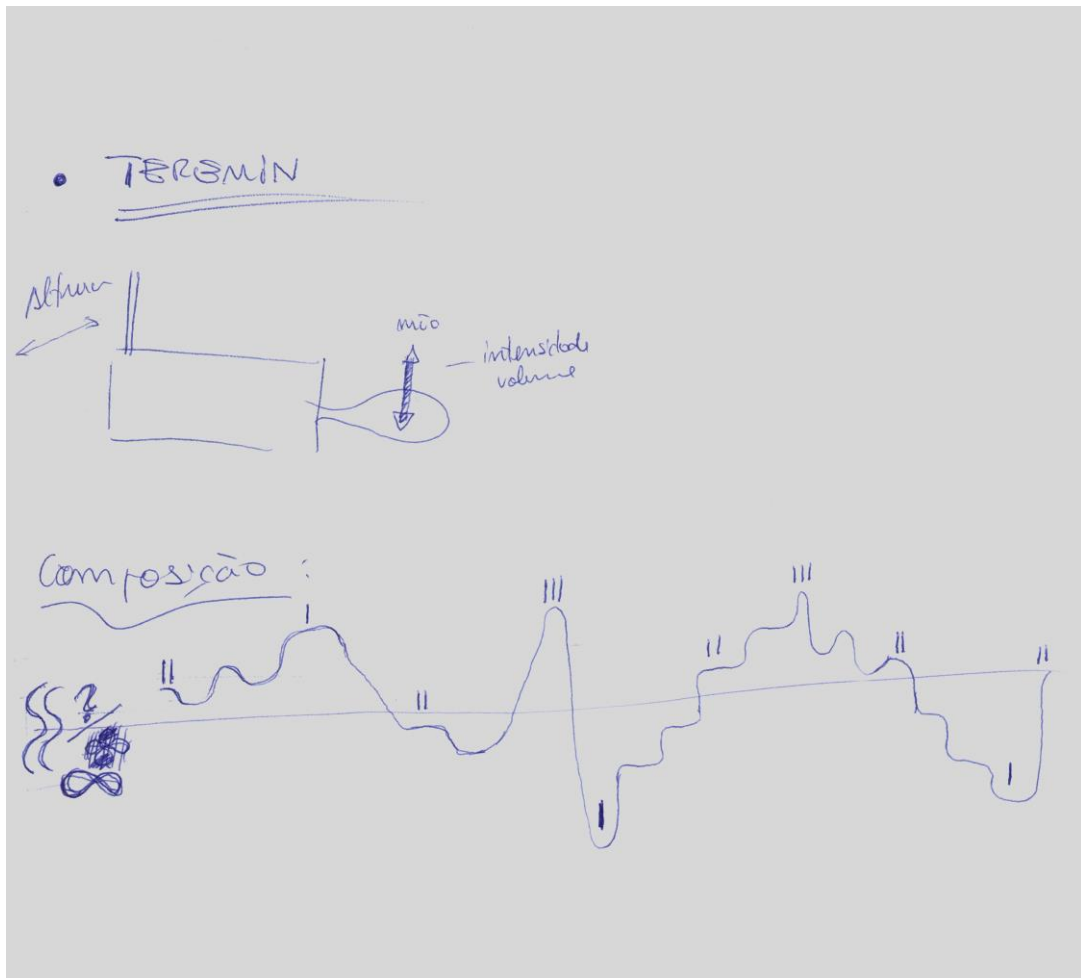
D) Conversa entre Theremins

Esta atividade consiste em dois executantes tocarem dois Theremins simultaneamente, simulando uma conversa. Em pouco tempo, um diálogo musical se mostra possível, mesmo que sem intenção. Eles copiam um ao outro, perguntam e respondem - musicalmente - e criam uma ideia de história.

A atividade C forneceu produções artísticas das mais variadas formas, com desenhos contendo curvas, traços, pontos, ondas sonoras, nuvens, cometas, estrelas, carinhas felizes, extraterrestres, planetas, caracóis, símbolo de banda de rock experimental e até mãos desenhadas com indicações literais sobre como tocar o instrumento. Algumas das partituras mais interessantes se mostram logo abaixo.

A primeira partitura possui uma pequena explicação sobre o funcionamento do instrumento, com indicações de intensidade e altura apontando para as antenas desenhadas. Possui também uma fórmula de compasso misteriosa, indicação de altura através do traço contínuo que sobe e desce e indicação de intensidade através dos números romanos I, II e III.

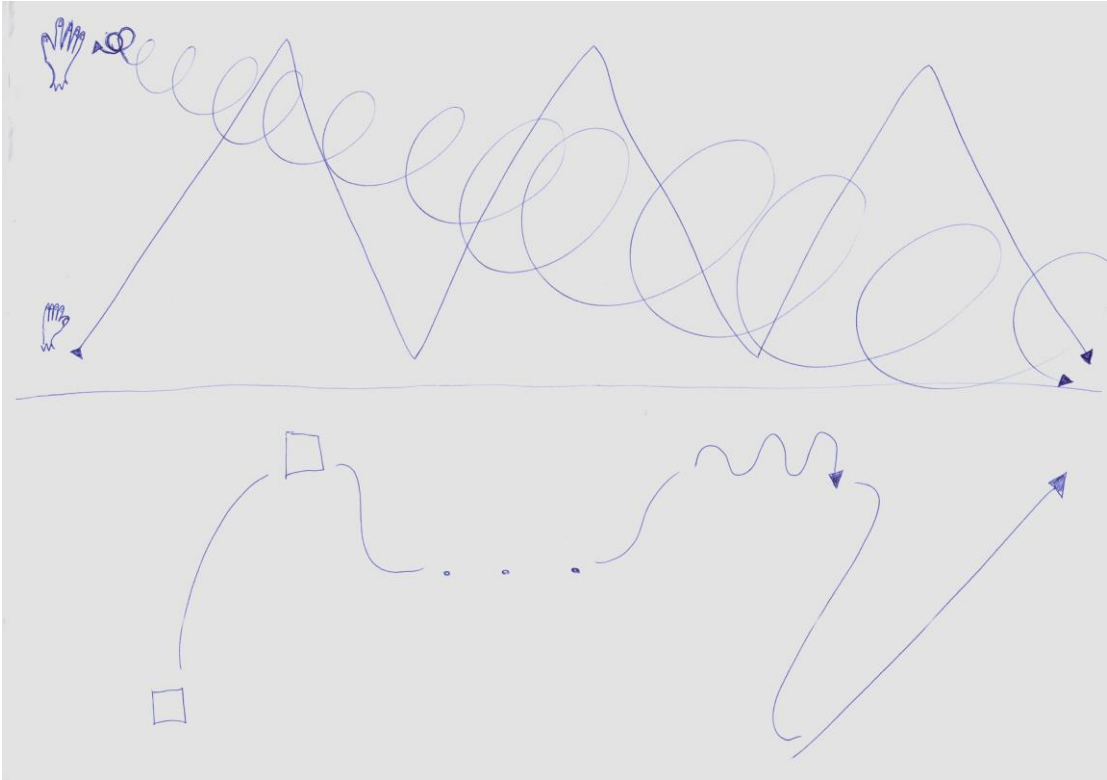
Figura 7 - Partitura com instruções.



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2018).

As duas próximas partituras apresentam uma ideia em comum, que é utilizar do traço como uma mescla de expectativas do que se deseja ouvir com o movimento facilmente visível das mãos. Os traços que sobem e descem indicam o movimento da mão da altura, porém essas linhas possuem pequenos pontos que os interrompem, apontando assim uma variação na dinâmica que cria notas de pequena duração no meio do *glissando* contínuo. A primeira delas apresenta um elemento extra, que é o desenho das duas mãos que se cruzam com movimentos contrários e diferentes na forma - uma em espiral e outra triangular - criando um som interessante, mas não prático para algum thereminista iniciante. Apesar da complexidade deste gesto, este tipo de elemento desafiador, criado pelo próprio aluno, torna a oficina mais leve e participativa.

Figura 8 - Partitura com indicação de movimentação das duas mãos.



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2018).

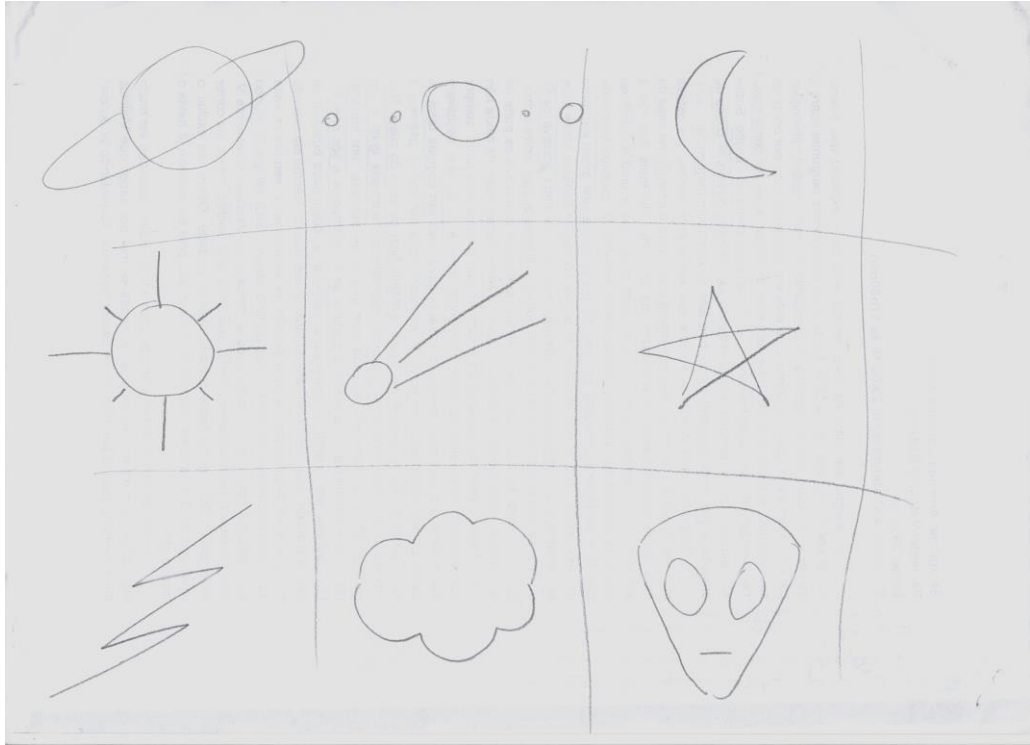
Figura 9 - Partitura com variações de formas, linhas e pontos.



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2018).

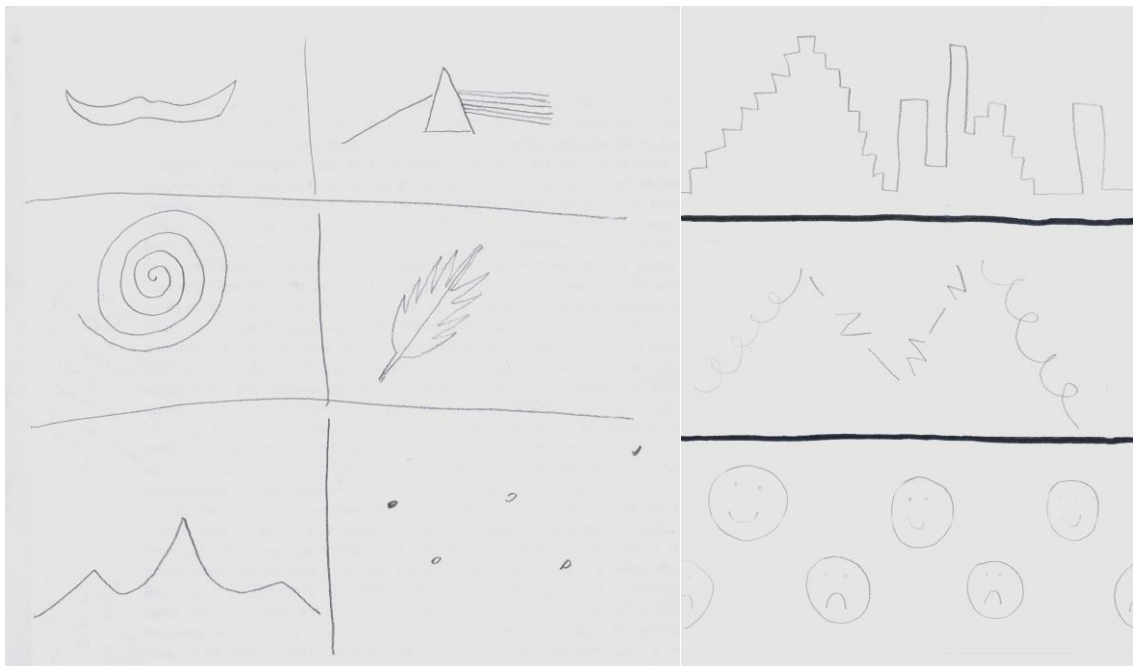
As próximas três partituras mostram elementos diversos, como astros, rostos tristes e felizes, folha, bigode e objetos abstratos.

Figura 10 - Partitura com astros e elementos atmosféricos.



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2018).

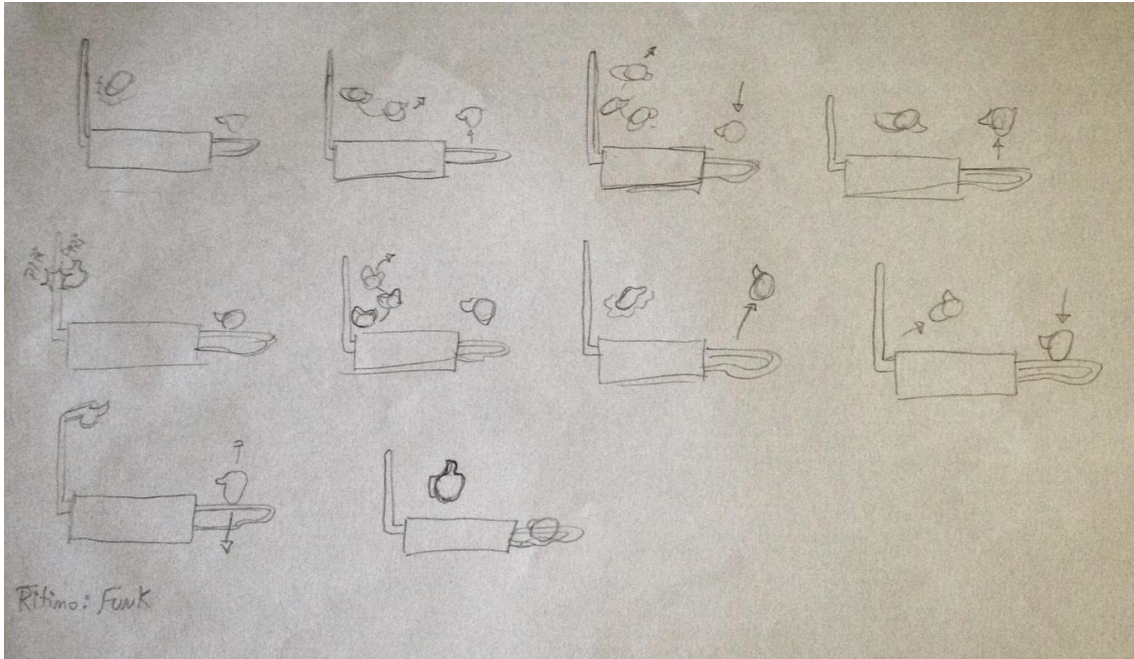
Figura 11 - Partituras com elementos abstratos.



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2018).

Por fim, a última imagem apresenta uma partitura (particularmente, a favorita do autor) com desenhos explicativos de como mexer as mãos ao tocar o Theremin, com uma indicação cômica de sugestão rítmica no final.

Figura 12 - Partitura com instruções gestuais.



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2018).

- **Segunda Oficina:**

Esta oficina, eminentemente prática, constituiu-se da construção, com os alunos, de um modelo simplificado deste instrumento, para assim trabalhar com os conceitos inicialmente propostos de Física e Música. Como o modelo original é muito complexo, foi adotada a versão óptica do mesmo, pois mesmo com um escasso conhecimento de eletrônica, a elaboração deste seria possível. Um dado válido é de que a maioria dos alunos nunca tinha trabalhado com um ferro de solda e todos os Theremins saíram funcionais.

A construção do Theremin consiste de cinco etapas, sendo elas:

A) Impressão do Circuito

Foi entregue aos acadêmicos um modelo impresso do circuito que deveria ser gravado em uma placa de Fenolite de 5cm². O modelo do circuito foi produzido no computador pelo programa Protheus e impresso em uma folha fotográfica, em uma impressora a laser. O modelo foi colocado com a face impressa para a placa e pressionado contra ela com um ferro de passar roupa pré-aquecido. Nessa situação,

a tinta é gravada no papel por um processo elétrico na impressora a laser e quando passamos o ferro o mesmo efeito ocorre, porém agora do papel para a placa.

B) Corrosão

Esta etapa consistia em corroer as partes que não eram protegidas pela impressão na placa. O material escolhido para esse processo foi o percloroeto de ferro em pó, que foi dissolvido em água em um recipiente de plástico. Foi feito um furo na borda da placa, passado um fio de linha - para “pescar” as placas mais facilmente - e estas foram mergulhadas na solução. O que estava impresso não é corroído e as partes livres entram em reação com o percloroeto. Aproximadamente 15 minutos depois, a placa já estava com a trilha já definida.

C) Limpeza

Antes da próxima etapa, que é a de furar a placa, é preciso limpá-la e remover a tinta que protegeu o circuito. Para isso, se esfrega uma esponja de aço contra a placa, até remover toda a tinta.

D) Furação

Para fixar os componentes na placa, é necessário furá-la com uma ferramenta chamada de furador de placa de circuito. Para facilitar a localização dos furos, foram feitas marcas na impressão da trilha ainda no programa Protheus, porém, para melhor auxiliar os alunos, foi deixado um exemplo já furado por mim como exemplo.

E) Soldagem

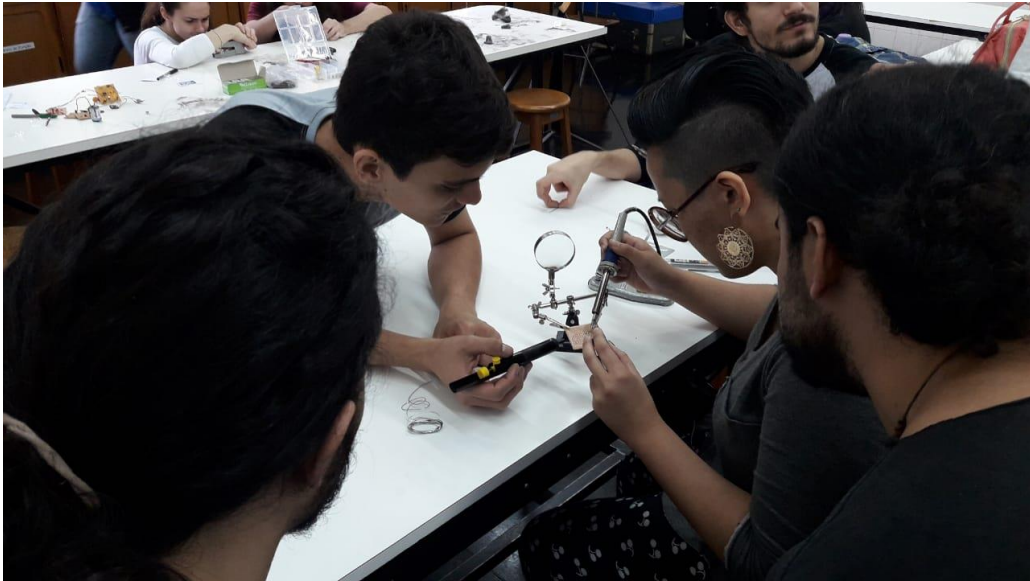
Após a furação da placa, os componentes foram soldados a ela utilizando um ferro de solda comum e uma liga de estanho. Nesta etapa, foram entregues os componentes aos alunos. O primeiro deles foi o C.I. (Circuito Integrado), pois este fica no centro da placa e sua localização ajudaria o norteamto dos outros componentes para os acadêmicos. É um dos componentes mais difíceis de serem soldados neste projeto, devido à proximidade de suas “pernas”, porém esse norteamto dado por ele justifica o empenho inicial.

Depois, foram soldados os componentes sem polaridade específica, como o resistor e os capacitores cerâmicos, pois com estes os alunos não precisavam se preocupar com qual lado o componente era inserido. Por último, foram fixados os

componentes que têm polaridade e não podem ser colocados invertidos - com risco de danificar algo no circuito ou eles mesmos - como o capacitor eletrolítico, o clip de bateria e o alto-falante.

Em todas as etapas, a participação e atenção dos alunos foram mais que satisfatórias. Abaixo, apresentam-se imagens desta oficina prática.

Fotografia 8 - Educando auxiliando o colega a sugar o excesso de solda.



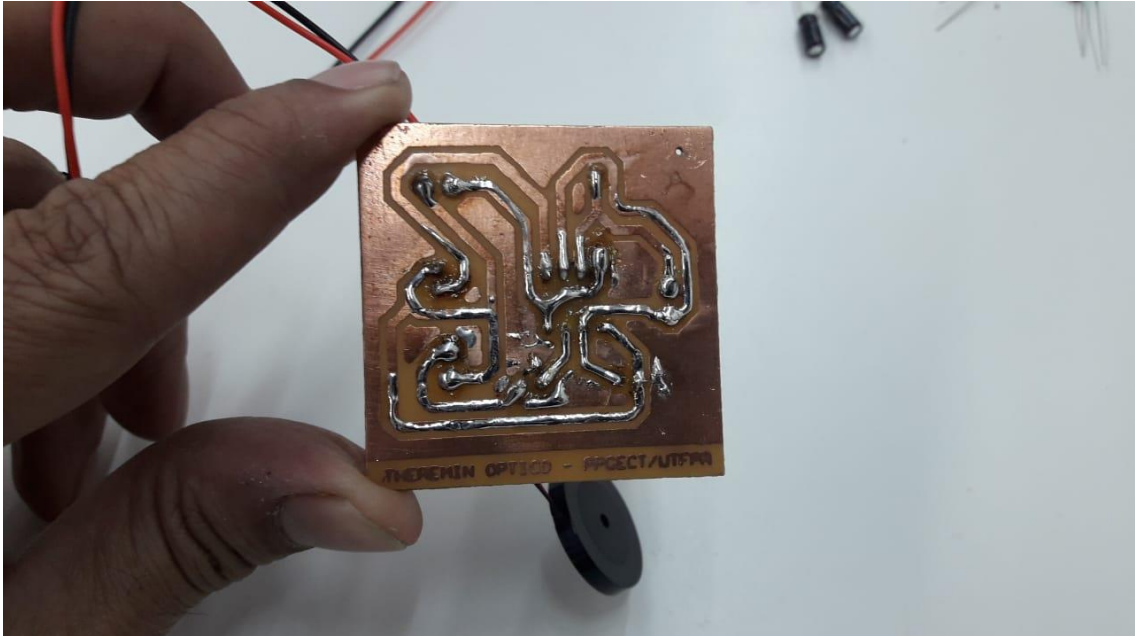
Fonte: Arquivo pessoal do autor (2018).

Fotografia 9 - Educando utilizando do auxílio de uma lupa e apoio para soldar.



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2018).

Fotografia 10 - Circuito com excesso de solda para corrigir falhas na trilha.



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2018).

Fotografia 11 - Mesa com os objetos utilizados na oficina.



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2018).

4.3 DIFICULDADES ENCONTRADAS

Durante as oficinas, o problema enfrentado - e já previsto - foi o de o Theremin não funcionar após montado, porém, felizmente, com maior ou menor grau de dificuldade todos os instrumentos saíram funcionais ao seguir esta ordem de solução de problemas:

A) Análise visual dos componentes

Se algum dos componentes estivesse na localização errada ou com a orientação invertida - o polo positivo onde deveria estar o negativo e vice-versa - seria o suficiente para o instrumento não funcionar. Então, se houvesse algo errado nessa etapa, o componente deveria ser removido, realocado e ressoldado, eliminando o problema. Nenhum caso foi registrado nessa etapa.

B) Ressoldagem de componentes

Como o trabalho de solda estava sendo feita por estudantes, sem experiência no assunto, poderia acontecer de alguma delas não estar estável ou sido bem feita. Nesse caso, o instrutor analisava e indicava os casos em que a solda não estava com um bom aspecto e o acadêmico era instruído a remover a solda antiga e fazer uma solda nova no lugar. A grande maioria dos casos de solução do não funcionamento foi registrado nessa etapa.

C) Análise visual da trilha

A trilha não poderia se mostrar intermitente, então, se durante o processo de Impressão ou Corrosão ela apresentasse alguma falha em sua continuidade, um *jumper* deveria ser construído na região. Ele consiste em usar algum material condutor para ligar dois pontos que não estão ligados diretamente entre si. Apenas um caso foi registrado nessa etapa.

D) Troca de componentes defeituosos

Se, após as etapas anteriores, o Theremin ainda não estava funcionando, os componentes eram trocados, na ordem do mais frágil até o mais resistente. O primeiro a ser trocado foi o Capacitor Cerâmico, pois este pode “estufar” se for colocado invertido ou receber uma corrente maior do que o esperado. O próximo seria o C.I., o que, na situação em questão, foi o problema do único caso registrado nessa etapa.

A construção e execução das oficinas aqui relatadas foram elementos-chave na elaboração do produto que está em anexo a esta dissertação e que, novamente, convidamos o espectador a ler e tomar posse do conhecimento apresentado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na pesquisa bibliográfica deste trabalho, vários paralelos foram traçados entre fontes e autores diversos, com visões complementares e concordantes em grande parte, porém contrárias em alguns pontos críticos. Realizar esse paralelo entre essas diferentes visões se provou necessário, pois se a história for contada com base na análise de apenas um dos lados, estará sendo construído um trabalho político, que pode resvalar para o criticismo ou o a-criticismo absoluto, e não um trabalho histórico-científico-científico.

Isso se mostrou mais evidente nas visões de Glinsky e Galejev, como abordado no terceiro capítulo, dedicado à metodologia. Um destes autores defende o capital e o outro, o Estado, porém contam a história do mesmo homem e seu instrumento. Há uma luz específica adicionada aos fatos quando a construção de conhecimento é tratada desde seu início livre de julgamento de valores, para então, após reconstruir a história na base de comparação entre ideias, tomar um lado ou outro para defender - o que também não foi o trabalho desta obra.

No trabalho com as oficinas, todas as atividades se provaram de grande valia como instrumento pedagógico. As práticas com o instrumento sensibilizam musicalmente mesmo os inexperientes nesse ramo da arte. Elas abrem caminho para uma compreensão de eventos acústicos através da visualização do gesto do executante. É comum iniciantes na música não compreenderem muito bem a diferença entre grave e agudo apenas pelo som captado pelos ouvidos. Porém, conseguem compreender facilmente esse parâmetro ao ver a mão do executante se aproximando e distanciando da antena.

A atividade em que a partitura é construída traz os mesmos benefícios, porém traz essa visualização para o papel e abre portas para uma futura alfabetização musical, em que o instrumentista deverá ler símbolos sonoros em um papel e transformá-los em sons no instrumento.

A história do Theremin, junto com os vídeos apresentados, auxilia profundamente na compreensão histórica dos eventos relacionados à Guerra Fria e no entendimento de como um elemento histórico, adequadamente posicionado, pode auxiliar ou até causar uma revolução - nesse caso o Theremin com a música eletrônica.

A construção do Theremin Óptico fornece instrumental aos professores de Física - e com certo grau de preparação, aos de música também - como uma opção

válida de aplicação prática da matéria de eletromagnética no Ensino Médio. Com a visualização do conhecimento de um circuito prático e funcional, a motivação do aluno é estimulada.

Observamos que os objetivos propostos no início do trabalho, a descrição histórica do instrumento Theremin e seu criador e o relato do processo de construção de um Theremin Ótico em forma de guia, foram alcançados com êxito.

Como sugestão de melhoria na área da física eletromagnética, fica a possibilidade da ampliação do programa visando a construção de projetos mais complexos, bem como incentivar os alunos uma produção eletrônica independente. Na área musical, sugerimos aproveitar o instrumento já construído com o objetivo de iniciar um trabalho mais profundo de sensibilização sonora, composição e apresentação em grupo.

REFERÊNCIAS

- ABDALLA, M. F. B. A pesquisa-ação como instrumento de análise e avaliação da prática docente. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 48, p. 383-400, set. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40362005000300008&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 12 fev. 2018.
- ASSIS, A.; et al. Uma proposta de construção e utilização de um sensor de presença simplificado. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 32, n. 3, p. 809-823, out. 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2015v32n3p809>>. Acesso em: 15 jul. 2018.
- BAILEY, B. Good vibrations: the story of the Theremin. **BBC Radio 4**, 2004. Disponível em: <<https://www.bbc.co.uk/programmes/b0076nqv>>. Acesso em: 17 jan. 2018.
- BARBIER, R. **A pesquisa-ação**. Brasília: Liber Livro, 2002.
- _____. **Pesquisa-ação na instituição educativa**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1985.
- BARROS, T. G. **Riole, o moog curitibano**: relatório técnico acerca do teclado sintetizador Riole RS2. 2014. Disponível em: <http://dspace.c3sl.ufpr.br:8080/dspace/bitstream/handle/1884/36214/Relatorio_Riole_RS2_-_Thales_Barros_Versao_FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 out. 2015.
- BESCHLOSS, M. R. **Mayday**: eisenhower, khrushchev and the U-2 affair. New York: Harper and Row, 1986.
- BÍBLIA Nova Versão Internacional. **Provérbios 30:8**. São Paulo: Vida, 2005, p. 610.
- BITENCOURT, R. L.; et al. A metodologia de pesquisa-ação em práticas de composição no ensino de música. In: ENCONTRO NACIONAL DA ABEM, 17., **Anais...** São Paulo, 2008.
- BLACK, F. Entrevista para Greg Prato. **Song Facts**, 2015. Disponível em: <http://www.songfacts.com/blog/interviews/frank_black/>. Acesso em: 13 fev. 2018.
- BOILEN, B. The real instrument behind the soun in 'good vibrations'. **National Public Radio**, 2013. Disponível em: <<https://www.npr.org/sections/allsongs/2013/02/07/171385175/no-it-wasn-t-a-theremin-on-good-vibrations-remembering-paul-tanner>>. Acesso em: 02 jan. 2018.
- BOURSCHEIDT, L. **Pesquisa-ação**: uma alternativa para a pesquisa em educação musical no Brasil. 2018.

CAFFREY, J. Gary Powers: The U-2 spy pilot the US did not love. **BBC World Service**, 2016. Disponível em: < <https://www.bbc.co.uk/news/magazine-35064221>>. Acesso em: 11 jul. 2018.

CAMPBELL, A. Not just a sci-fi gimmick: The serious side of the Theremin. **BBC Articles**, 2015. Disponível em: <<http://www.bbc.co.uk/programmes/articles/3wkSKzhzs6wzJzFQhHCjrjJ/not-just-a-sci-fi-gimmick-the-serious-side-of-the-theremin>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

COPLAND, A. **Como ouvir e entender música**. São Paulo: É Realizações, 2013.

CRAB, S. The 'Keyboard Theremin' Leon Termen, USA, 1930. **120 Years of Electronic Music**, 2015. Disponível em: < <http://120years.net/the-keyboard-theremin-leon-termen-usa-1930/>>. Acesso em: 12 jul. 2018.

CRUZ NETO, O. O trabalho de campo como descoberta e criação. In: MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis (RJ): Vozes, 1994.

ENCYCLOPÆDIA Britannica. **Leon Theremin**. Disponível em: <<https://www.britannica.com/biography/Leon-Theremin>>. Acesso em: 29 jan. 2018.

EYCK, C. **Theremin Workshop**, 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=lfEw_ZMN8Ps>. Acesso em: 17 set. 2016.

FRANCO, M. A. S. Pedagogia da pesquisa-ação. **Revista Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 483-502, 2005.

FRANÇA, C. C.; SWANWICK, K. Composição, apreciação e performance na educação musical: teoria, pesquisa e prática. **Em Pauta**, v. 13, n. 21, p. 5-41, dez. 2002. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/index.php/EmPauta/article/view/8526>>. Acesso em: 22 out. 2015.

GALEYEV, B. M. **Soviet Faust: Lev Theremin, Pioneer of Electronic Art**. Hamilton, Nova Zelândia: 2010.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 2. ed. São Paulo: Atlas. 1989.

GLINSKY, A. **Theremin: Ether Music and Espionage**. Chicago: University of Illinois Press, 2000.

GODOY, S. A.; et al. Oficina de sensibilização musical: uma experiência na formação dos professores da educação hospitalar em Londrina. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO - EDUCERE, 3., ENCONTRO SUL BRASILEIRO DE PSICOPEDAGOGIA, 9., **Anais...** PUCPR, Curitiba, 2009. Disponível em: <http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/2266_1773.pdf>. Acesso em: 21 out. 2015.

GRIMES, W. Leon Theremin, Musical Inventor, Is Dead at 97. **The New York Times**, 1993. Disponível em: <<https://www.nytimes.com/1993/11/09/obituaries/leon-theremin-musical-inventor-is-dead-at-97.html>>. Acesso em: 25 jan. 2018.

HOBLEY, S. Light Theremin. **Make Magazine**, Projects, 2012. Disponível em: <<http://makezine.com/projects/light-theremin/>>. Acesso em: 18 jul. 2016.

JOAQUIN, J. Four fundamental waveforms. **Codehop: Code, Art and Music**, 2010. Disponível em: <<http://codehop.com/four-fundamental-waveforms/>>. Acesso em: 12 jul. 2018.

KAVINA, L. How to play the theremin. **BBC News**, 2012. Disponível em: <<https://www.bbc.com/news/av/magazine-17319269/how-to-play-the-theremin>>. Acesso em: 05 jan. 2018.

_____. **The new old Theremin**. Palestra proferida no TEDx Talks, set. 2013. Youtube. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Nj30pD6F2ZU>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

KURSTIN, P. **Theremin, the untouchable music**. Palestra proferida no TED Talks, fev. 2008. Youtube. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=X-ywH1Vj8_U>. Acesso em: 12 jan. 2018.

MANZINI, E. J. Entrevista semi-estruturada: análise de objetivos e de roteiros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PESQUISA E ESTUDOS QUALITATIVOS, **Anais...** Bauru, 2004. Disponível em: <https://www.marilia.unesp.br/Home/Instituicao/Docentes/EduardoManzini/Manzini_2004_entrevista_semi-estruturada.pdf>. Acesso em: 14 out. 2015.

MARTIN, S. Obituary: Leon Theremin. **The Independent**, 1993. Disponível em: <<https://www.independent.co.uk/news/people/obituary-leon-theremin-1506371.html>>. Acesso em: 24 jan. 2018.

MCGOOGAN, C. Clara Rockmore: Story of the theremin virtuoso who inspired Led Zeppelin and The Rolling Stones. **The Telegraph**, 2016. Disponível em: <<https://www.telegraph.co.uk/technology/2016/03/08/clara-rockmore-the-story-of-the-theremin-virtuoso-who-inspired-l/>>. Acesso em: 02 fev. 2018.

MED, B. **Teoria da música**. 4. ed. Brasília: Musimed, 1996.

MELLO, F. F. Morre o inventor León Theremin. **Efemérides do Éfemello**, 2013. Disponível em: <<https://efemeridesdoefemello.com/2013/11/03/morre-o-inventor-leon-theremin/>>. Acesso em: 12 jul. 2018.

MELO, L. R. C. A música: um caminho para o desenvolvimento do deficiente intelectual. **Programa de Desenvolvimento Educacional**. Londrina (PR): Secretaria de Estado da Educação, Governo do Paraná, 2008. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2319-8.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2015.

MINAYO, M. C. S. (Org). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.

MIRANDA, M. G.; RESENDE, A. C. Sobre a pesquisa-ação na educação e as armadilhas do praticismo. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 33, p. 511-518, dez. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782006000300011&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 13 abr. 2018.

MOREIRA, I. C.; MASSARANI, L. (En)canto científico: temas de ciência em letras da música popular brasileira. **História, Ciências, Saúde**, Rio de Janeiro, v. 13, p. 291-307, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702006000500018&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 20 out. 2015.

OLIVEIRA, A. D; ROCHA, D. C; FRANCISCO, A. C. A Ciência cantada: um meio de popularização da ciência e um recurso de aprendizagem no processo educacional. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLOGIA, **Anais...**, v. 1, Maranhão, 2008.

OLIVEIRA, C. B. N. de. **A prática do canto coral infantil como processo de musicalização**. Dissertação (Mestrado em Música) - Instituto de Artes, Universidade Estadual de Campinas, Campinas (SP), 2012.

POLK, T. **Tannerin 2004** (Electro Theremin, Slide Theremin). Disponível em: <<http://www.tompolk.com/Tannerin/Tannerin.html>>. Acesso em 25 nov. 2018

QUIMELLI, C. S.; NEVES, M. C. D. Theremin: Construindo coletivamente a sensibilização musical. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 5., **Anais...** Ponta Grossa: UTFPR, 2016. Disponível em: <<http://www.sinect.com.br/2016/down.php?id=3514&q=1>> Acesso em: 10 jan. 2017.

REGINALDO, C. C.; SHEID, N. J.; GÜLLICH, R. I. C. O ensino de ciências e a experimentação. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA REGIÃO SUL, 9., **Anais...** Caxias do Sul (RS): UCS, 2012. Caxias do Sul, 2012. Disponível em: <<http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/viewFile/2782/286>>. Acesso em: 12 out. 2016.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa participante e pesquisa-ação**. João Pessoa, 2004. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/53078234/PESQUISA-PARTICIPANTE-E-PESQUISA-ACAO#scribd>>. Acesso em: 12 out. 2015

SCHIMANSKI, É. Pesquisa-ação como instrumento de pesquisa social crítico-emancipatória. In: BOURGUIGNON, J. A. (Org.). **Pesquisa social: reflexões teóricas e metodológicas**. Ponta Grossa: Toda Palavra, 2009.

SHERMAN, R.; SHERMAN, S. Clara Rockmore Biography. **The Nadia Reisenberg & Clara Rockmore Foundation**, 2016. Disponível em: <<http://www.nadiareisenberg-clararockmore.org>>. Acesso em: 05 fev. 2018.

SILVA, L. F.; ASSIS, A. física moderna no ensino médio: um experimento para abordar o efeito fotoelétrico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 29, n. 2, p. 313-324, ago. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29n2p313>>. Acesso em: 15 jul. 2018.

SOUZA, C. M. D. (Org.). **A cultura do DJ, música e tecnologias**. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2014. Disponível em: <http://www3.ufrb.edu.br/linklivre/wp-content/uploads/2014/08/LINKLIVREbook_1final.pdf#page=25>. Acesso em: 21 out. 2015.

SOUZA, J. T. S.; et al. **Desenvolvimento de Theremin focado no estudo de sensores**. Trabalho acadêmico (Disciplina de Oficina de Integração, Curso de Engenharia de Computação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2009. Disponível em: <<http://paginapessoal.utfpr.edu.br/msergio/portuguese/ensino-de-fisica/oficina-de-integracao-ii/oficina-de-integracao-ii/Monog-09-1-Theremin.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2015.

SPINK, M. J., MENEGON, V. M.; MEDRADO, B. Oficinas como estratégia de pesquisa: articulações teórico-metodológicas e aplicações ético-políticas. **Revista Psicologia & Sociedade**, v. 26, n. 1, p. 32-43, 2014. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/seerpsicsoc/ojs2/index.php/seerpsicsoc/article/view/3695/2311>>. Acesso em: 15 fev. 2018.

STUDIO BELL. National Music Centre. **Leon Theremin**. Disponível em: <<http://collections.nmc.ca/people/438/leon-theremin>>. Acesso em: 21 jan. 2018.

SWANWICK, K. **Ensinando música musicalmente**. São Paulo: Moderna, 2003.

SWEET, M. Space-age symphonies: The music of Science fiction film. **BBC Articles**, 2014. Disponível em: <<http://www.bbc.co.uk/programmes/articles/2TRbG3vh0CzwzpVXbMcFNDF/space-age-symphonies-the-music-of-science-fiction-film>>. Acesso em: 21 jan. 2018.

THEREMIN. **An electronic odyssey**. Direção de Steve M. Martin. EUA, MGM, 1993, 1 DVD (83 min.), Dolby SR, preto e branco / colorido.

THEREMIN.INFO. **Rhythmicon**. Disponível em: <<http://www.theremin.info/-/viewpub/tid/14/pid/1>>. Acesso em: 6 set. 2018.

_____. **Terpsitone**. Disponível em: <<http://www.theremin.info/-/viewpub/tid/14/pid/6>>. Acesso em: 6 set. 2018.

_____. **Theremin Cello**. Disponível em: <<http://www.theremin.info/-/viewpub/tid/14/pid/3>>. Acesso em: 6 set. 2018.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 15. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

TOLEDO, E. J. L.; FERREIRA, L. H. A atividade investigativa na elaboração e análise de experimentos didáticos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 2, Ponta Grossa, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/2805>>. Acesso em: 02 jan. 2018.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, dez. 2005.

VENNARD, M. Leon Theremin: The man and the music machine. **BBC World Service**, 2012. Disponível em: <<https://www.bbc.com/news/magazine-17340257>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

_____. Witness Series: The Theremin. **BBC World Service**, 2012. Disponível em: <<https://www.bbc.co.uk/programmes/p00pbqq6>>. Acesso em: 17 jan. 2018.