



**PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA – ENCIMA – IFSP**

**A GUITARRA E A FORMA DO SOM: CIÊNCIA E MÚSICA ATRAVÉS DE
EXPERIMENTOS MUSICAIS PARA ENSINO E DIVULGAÇÃO DA CIÊNCIA**

TIAGO LEITE TRUJILLANO

São Paulo

2023

TIAGO LEITE TRUJILLANO

**A GUITARRA E A FORMA DO SOM: CIÊNCIA E MÚSICA ATRAVÉS DE
EXPERIMENTOS MUSICAIS PARA ENSINO E DIVULGAÇÃO DA CIÊNCIA**

Dissertação final apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, pelo Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - IFSP
Orientador: Prof. Dr. Emerson Ferreira Gomes

São Paulo

2023

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada à fonte.

Catálogo na fonte
Biblioteca Francisco Montojos - IFSP Campus São Paulo
Dados fornecidos pelo(a) autor(a)

t865g	Trujillano, Tiago Leite A guitarra e a forma do som: ciência e música através de experimentos musicais para ensino e divulgação da ciência / Tiago Leite Trujillano. São Paulo: [s.n.], 2023. 119 f. il. Orientador: Emerson Ferreira Gomes Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, IFSP, 2023. 1. Ensino de Ciências. 2. Divulgação Científica. 3. Experimentos. 4. Instrumentos Musicais. 5. Eletromagnetismo. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo II. Título. CDD 510
-------	---

TIAGO LEITE TRUJILLANO

A GUITARRA E A FORMA DO SOM: CIÊNCIA E MÚSICA ATRAVÉS DE
EXPERIMENTOS MUSICAIS PARA ENSINO E DIVULGAÇÃO DA CIÊNCIA

Dissertação apresentada e aprovada em 31 de agosto de 2023 como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

A banca examinadora foi composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Emerson Ferreira Gomes

IFSP – *campus* Boituva

Orientador e Presidente da Banca

Prof.º Dr.º José Otávio Baldinato

IFSP – *campus* São Paulo

Membro da Banca

Prof. Dr. João Eduardo Fernandes Ramos

UFPE - Universidade Federal de Pernambuco

Membro da Banca

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, meu agradecimento aos meus pais, Joselita e Luiz Carlos, por me criarem permitindo o acesso à música, aos meus primeiros contatos com a curiosidade de saber “o que tem dentro desse brinquedo eletrônico”. Não teria essas ideias e nem chegaria aonde cheguei se não fosse pela participação deles.

Meu tio e padrinho, que já não se encontra entre nós, pelo primeiro contato que tive na vida, em torno dos meus 5 anos, com uma guitarra elétrica que me marcou muito e que levo comigo como filosofia de vida. Tio Amauri, eu me entendo por existir se houver uma guitarra na minha vida, sempre.

Agradecer aos meus irmãos Michele e José Luiz pela paciência de eu usar minha guitarra 24h por dia. Haja paciência para me aturar e suspeito até que gastei toda a cota que eu tinha com eles, porém, faz parte da vida, eu sou o irmão do meio, eu tinha que ter muita paciência com os dois.

Minha parceira da vida, Professora Dayana, que conheci durante a graduação e que diante de tantos altos e baixos, derrotas e conquistas fizemos valer apenas diversos momentos relacionados à ciência e a educação.

Ao meu orientador pela paciência e apostar nessa empreitada de usar a guitarra como tema do trabalho. Efetuamos um bom trabalho Emerson!

Aos vários amigos, Ciça e Amanda, minhas amigas de graduação, os integrantes da minha banda — esses tiveram que aguentar muita, mas muita inquietação minha, essa conquista é nossa, meus amigos — os amigos próximos da banda, que conheci recentemente e os de longa data, vai faltar espaço para colocar todos aqui, que tiveram a paciência de me aguentar todo esse tempo ausente, estressado, animado e falando dos tópicos da minha pesquisa como se todos eles quisessem saber. Eu sei, era bem chato, mas a minha ansiedade não me deixara ficar quieto nesse caminho.

“Saber ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção”

Pedagogia da autonomia, Paulo Freire

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo buscar qual a relevância que experimentos didáticos, baseados nas concepções científicas para o funcionamento da guitarra elétrica têm para divulgação científica na escola. Com base nessa ideia, foram criados alguns recursos didáticos que utilizam o princípio de funcionamento da guitarra elétrica, e aplicado num ambiente virtual com dez estudantes do ensino fundamental como público-alvo. A pesquisa bibliográfica abrangeu os conceitos musicais, desde os princípios matemáticos da antiguidade até a sua evolução através da história e a concretização da essência do som atualmente. Com base nos conceitos de educação e cultura (SNYDERS, 1988), e nas perspectivas vigotskianas e bakhtinianas, foi possível concluir que as seis atividades propostas incentivam a interação e a troca de experiências em harmonia com a partilha das experiências pessoais, o que é chamado de cultura primeira (SNYDERS, 1988). Houve estímulos, devido à atividade experimental e a relação indireta entre a ciência dos instrumentos musicais, que está envolvida na cultura, favorecendo a interação e o debate na divulgação científica no ambiente escolar. A realização desta pesquisa resultou, também, em um produto educacional que propõe desenvolver cinco experimentos científicos utilizados nas oficinas.

Palavras-chave: ensino de ciências, divulgação científica, experimentos, instrumentos musicais, eletromagnetismo.

ABSTRACT

This research aimed to find out what relevance teaching experiments, based on scientific concepts for the operation of the electric guitar, have for scientific dissemination at school. Based on this idea, some teaching resources were created that use the working principle of the electric guitar and were applied in a virtual environment with ten elementary school students as the target audience. The bibliographical research covered musical concepts, from the mathematical principles of antiquity to their evolution through history and the realization of the essence of sound today. Based on the concepts of education and culture (SNYDERS, 1988), and Vygotskian and Bakhtinian perspectives, it was possible to conclude that the six proposed activities encourage interaction and the exchange of experiences, including the sharing of personal experiences, which is called "first culture" (SNYDERS, 1988). There were stimuli, due to the experimental activity and the indirect relationship between the science of musical instruments and culture, favoring interaction and debate in scientific dissemination in the school environment. Carrying out this research also resulted in an educational product that suggests developing five scientific experiments used in the workshops.

Keywords: Activities, science, scientific dissemination, experiments, musical instruments, electromagnetism.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Monocórdio	22
Figura 2 - Superpiano de 1929.....	29
Figura 3 - Reprodução do pau elétrico de Dodô e Osmar	30
Figura 4 - Sister Rosetta Tharpe	34
Figura 5 - Chuck Berry	35
Figura 6 - Jimi Hendrix	36
Figura 7 - Jimmy Page	37
Figura 8 - Pete Townshend	37
Figura 9 - Tony Iommi	37
Figura 10 - Steve Vai	38
Figura 11 - Joe Satriani	38
Figura 12 - Dimebag Darrell	39
Figura 13 - Banca da Ciência em apresentação na EACH USP	47
Figura 14 - Banca da Ciência, laboratório de recursos didáticos EACH USP ..	47
Figura 15 - Território do CEU Tiquatira/Av. Gabriela Mistral – Caderno de propostas dos planos regionais das subprefeituras, p. 23.	49
Figura 16 - Kit de experimentos fornecido aos participantes.....	53
Figura 17 - Cenas do quadro do João de Barro e as Patativas.....	58
Figura 18 - Controle remoto funcionando diante da câmera do celular.....	70
Figura 19 - Usando a câmera do celular para captar a forma de vibração da corda do violão	71
Figura 20 - Representação da raiz duodécima de dois durante a atividade.....	77
Figura 21 - Monocórdio realizado pelo mediador	80
Figura 22 - Monocórdio desenvolvido pelos alunos	80
Figura 23 - Piezoelétrico	81
Figura 24 - Espelho/escudo de uma guitarra modelo stratocaster	82
Figura 25 - LED conectado a bobina	83
Figura 26 - LED acendendo com o piezoelétrico.....	85
Figura 27 - LED acendendo por indução.....	88
Figura 28 - Espelho/escudo de uma guitarra elétrica.	90
Figura 29 - Captador magnético.....	90
Figura 30 - Experimento da atividade 5.....	90
Figura 31 - Captador eletromagnético.....	90
Figura 32 - Placas em desenvolvimento	92
Figura 33 - Placa em uso na caixinha	92
Figura 34 - Piezoelétrico e bateria conectados ao amplificador	94
Figura 35 - Piezoelétrico e bateria conectados ao amplificador	94
Figura 36 - Postagem dos monocórdios produzidos pelos alunos	101
Figura 37 - Postagem dos monocórdios produzidos pelos alunos	101
Figura 38 - Postagem sobre a matemática usada para calcular a distância dos trastes no monocórdio.....	102
Figura 39 - Postagem sobre a gravação do movimento das cordas do violão	103
Figura 40 - Postagem com comentário geral sobre as atividades experimentais	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Nome e imagem dos componentes do kit experimental.....	54
Tabela 2 - Descrição das atividades	55
Tabela 3 - Questionário aplicado antes do início das atividades.....	60
Tabela 4 - Questionário aplicado após a atividade 1.....	67
Tabela 5 - Respostas da questão 1.....	67
Tabela 6 - Diálogo sobre a forma de vibração das cordas	72
Tabela 7 - Questionário aplicado após a atividade 2.....	74
Tabela 8 - Diálogo realizado durante a construção do monocórdio	78
Tabela 9 - Questionário aplicado após a atividade 3.....	80
Tabela 10 – Diálogo no chat sobre o experimento do piezoelétrico e o <i>LED</i> ...	84
Tabela 11 - Questionário aplicado após a atividade 4.....	86
Tabela 12 – Questionário aplicado após a atividade 5.....	89
Tabela 13 - Diálogo durante o uso do amplificador	95
Tabela 14 - Diálogo durante o uso do amplificador	95
Tabela 15 - Diálogo durante o uso do amplificador	96
Tabela 16 - Questionário aplicado após a atividade 6.....	98

Sumário

1. Introdução	12
2. Música e ciência: relação histórico-científica da música e o seu reflexo na cultura	17
2.1 Instrumentos musicais e suas origens	19
2.1. Da matemática a teoria musical	21
2.2. A ciência do Período Renascentista na música	24
2.3. Guitarra elétrica e seu contexto: ciência, sociedade e o pau elétrico.	27
2.3.1. Exponentes da elétrica: conhecendo os fenômenos para a eletrificação da guitarra.....	31
2.4. Expressões da ciência na arte musical: a saga dos guitarristas do século XX ao XXI.....	33
3. Metodologia	39
3.1. Música e ciência: possibilidades educacionais a partir de referenciais socioculturais e discursivos	40
3.2. Cultura como componente do aprendizado na satisfação cultural de Snyders..	41
3.3. Diálogo e análise do discurso na interação: aspectos bakhtinianos e vigotskianos na oficina de experimentos	43
4. Ambientes de aplicação e contexto social	47
4.1. Contextualização do projeto “Banca da Ciência”	47
4.2. Contextualização do CEU TIQUATIRA.....	48
4.3. A educação nos tempos da pandemia do COVID-19.....	50
5. Propostas de oficinas didáticas: experimentos musicais	53
6. Análise das atividades e discussão dos resultados	57
6.1. Passarinho, que som é esse? Diálogo entre ciência, cultura.....	58
6.2. Movimento das cordas: a forma do som.....	68
6.3. Construindo um experimento: monocórdio de Pitágoras.....	76
6.4. Gerando energia elétrica com ímã e um prendedor de roupas.	81
6.5. Energia sem fio para acender um <i>LED</i> . Princípio da captação da guitarra. ...	87
6.6. Transformando qualquer coisa em instrumento musical: captação do som dos objetos e do monocórdio.....	91
7. Divulgação científica da oficina de experimentos musicais	100
8. Considerações finais	105
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110
ANEXOS	117

1. Introdução

Desde que ingressei na área da educação, tive a oportunidade de participar de diversos debates sobre metodologias de ensino, propostas educacionais e trabalhos que contribuíram para o conhecimento da educação. A música, particularmente o instrumento musical, teve um papel crucial na integração das questões que dizem respeito à ciência e à arte neste trabalho.

Os instrumentos musicais estão inseridos no campo cultural como uma ferramenta que possibilita a expressão artística em forma de som. Há estudos, como a tese de doutorado “Astros no rock: uma perspectiva sociocultural no uso da canção na educação em ciências” (GOMES, 2016), que traz a música como elemento chave para o debate científico no ambiente escolar. Além disso, pressupomos que instrumentos musicais podem ajudar a ensinar e divulgar ciências. Ao escolher um instrumento musical, optamos pela guitarra elétrica, uma vez que é um instrumento conhecido, com a possibilidade dos alunos terem alguma experiência com ela e pelo conhecimento e afinidade que o mediador tem com o instrumento.

Nesta pesquisa apresentamos seis propostas didáticas que intercalam as questões científicas, através do lúdico e do investigativo, com o desenvolvimento de experimentos relacionados à eletricidade, vibrações de cordas, cálculos matemáticos e história da música a partir do ponto de vista científico.

O projeto se calçou em seis atividades que relacionam experimentos de baixo custo e a ligação com os instrumentos musicais. Na primeira etapa, buscamos elementos da série de TV, “Castelo Rá-Tim-Bum”, exibida originalmente na TV Cultura, em que exploramos um quadro da série que apresentava os diferentes instrumentos musicais.

A partir desse ponto, demos início às atividades experimentais, intitulada “oficina de experimentos musicais”, que prosseguiu com proposta de utilizar o celular, mais especificamente a sua câmera, como ferramenta para observar fenômenos que até então eram interpretados de outra forma pelo nosso

cérebro, permitindo através do celular observar radiação infravermelha e a forma de vibração das cordas de um violão.

A terceira atividade se baseou em um instrumento musical chamado “monocórdio”. Este instrumento musical era, também, um objeto de estudo do som como uma experiência, relacionado ao matemático Pitágoras. É inerente a esta atividade o cálculo matemático para determinar as escalas musicais do braço de um instrumento musical de corda.

Na atividade seguinte, abandonamos um pouco a questão da matemática para abordar formas de gerar energia elétrica por meio de campos magnéticos e com piezoelétricos. Alguns destes materiais foram retirados de sucatas de computador e outros adquiridos em cartões musicais de aniversários, natal e demais datas comemorativas.

A quinta etapa, ainda com o conceito de energia elétrica, teve o propósito de acendermos um *LED* por indução. Nessa etapa dizia-se que estávamos gerando energia sem fio, este funcionando mediante a um circuito simples para gerar um campo magnético variável e por último, a sexta etapa, utilizamos um piezoelétrico para captar vibração de qualquer objeto como se fosse um instrumento musical.

Os experimentos foram disponibilizados, aos alunos que participaram da oficina, parcialmente. Alguns estavam pré-montados, outros precisavam desenvolvê-lo quase por inteiro. Estes materiais disponibilizados foram cedidos aos alunos em forma de kits de experimentais e desenvolvidos em suas casas, já que nos encontrávamos em isolamento social por conta da pandemia da covid-19.

Os experimentos foram pensados como oficina experimental no início do projeto. Embora algumas dessas características não estivessem presentes, uma grande parte delas, ao longo do tempo e do aprimoramento do projeto, foi se adequando à realidade em que nos encontrávamos. Em um dado momento me deparei com um problema: como propiciar aos alunos um pequeno amplificador para executar a fase seis das atividades? Por alguns dias fiquei pensando como solucionar este detalhe, já que nem todos os alunos

disponibilizavam de amplificadores ou algo do gênero. Com base nessa ideia, decidi empregar uma das vivências que adquiri ao longo do tempo como músico guitarrista: criar um amplificador de baixo custo para cada estudante – que deixo como proposta de produto educacional o desenvolvimento de cinco experimentos, utilizados nas oficinas, para serem reproduzidos e utilizados como recurso didático por professores e alunos. O produto educacional é uma base para o desenvolvimento experimental, podendo ser usado para discutir temas como matemática, eletricidade, história e filosofia da ciência, música e cultura.

A resposta para o problema poderia parecer óbvia se eu explicasse de forma mais clara a experiência vivida com a música, a guitarra, o desenvolvimento de amplificadores e a construção dos kits experimentais disponibilizados aos alunos. Neste caso, apresentarei um pouco do meu percurso no que diz respeito ao meu interesse pela ciência, pela música e pela guitarra elétrica.

Meus primeiros sinais do gosto pela ciência, no qual me recordo, foram nos anos iniciais do ensino fundamental enquanto folheava um livro de ciências. Havia um encantamento pelas imagens, suponho que as do telescópio Hubble, do espaço com estrelas e galáxias. Anos depois, me graduo no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza na Universidade de São Paulo, uma boa expectativa para quem terminou o ensino médio pelo ENCCEJA (Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos) após minha desanimação em concluir os estudos, interrompendo-os por três anos, a partir do segundo ano do ensino médio - e, posteriormente, ingressando no programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, no Instituto Federal de São Paulo, após concluir o curso de Licenciatura.

Após ingressar na USP, no curso de licenciatura, tive a oportunidade de visitar o laboratório de recursos didáticos da instituição e, conseqüentemente, conhecer a “Banca da ciência”, um projeto de divulgação científica que pertence ao grupo “Interfaces”, liderado pelo professor Luís Paulo de Carvalho

Piassi. Foi neste projeto que desenvolvi o gosto pela experimentação, pelo trabalho em grupo e a divulgação científica.

A questão que fica durante este processo é a relação da guitarra elétrica nesta dissertação. Por muito tempo passei por diversas experiências com o instrumento musical, desde os meus 15 anos, como aprender a tocá-lo, manuseá-lo a partir dos recursos que o instrumento fornecia e realizar sua manutenção. Como era um instrumento de baixo custo, muitos problemas decorrentes do uso excessivo da guitarra surgiam, o que me colocava em busca de informações para realização de ajustes, concerto e troca de componentes.

Ao longo do tempo, percebi que seria viável discutir conceitos científicos relacionados à guitarra elétrica. Ao ingressar na formação continuada, foi decidido com o orientador, trabalhar a questão do instrumento musical, especificamente a guitarra elétrica, como um dos elementos centrais da proposta da pesquisa.

Ao longo do período em que estive envolvido nas soluções, alterações e desenvolvimento de projetos relacionados à guitarra, notei que já tinha uma boa experiência relacionada à guitarra e a ciência, o que me permitiu compartilhar esses aprendizados no ambiente escolar.

Toda essa vivência com a ciência no ambiente acadêmico e na escola, em conjunto com minha experiência pessoal com a guitarra elétrica, se concretiza neste trabalho em seis capítulos. O primeiro capítulo se resume neste texto introdutório sobre a minha relação entre ciência e música e os caminhos que me levou a chegar neste trabalho. Posteriormente, no capítulo dois, trabalhamos na questão histórica relacionada à música, nomes relevantes para o debate e uma breve cronologia, baseado em obras de outros autores e pesquisadores, sobre o contexto da música e da guitarra elétrica. Em termos de orientação metodológica, analisamos as ações através dos referenciais teóricos de Snyders, Vigotski e Bakhtin, respectivamente, buscando fundamentos teóricos para analisar as atividades sob os prismas educacionais, socioculturais e discursos produzidos durante as atividades.

No capítulo quatro visamos caracterizar o ambiente da pesquisa, realizado em parceria com o centro educacional unificado – CEU – unidade Tiquatira, zona leste de São Paulo, os projetos já vivenciados que nortearam as atividades, a banca da ciência – projeto que tem como origem a Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (USP – Leste) e o contexto em que ocorreram as atividades, reformuladas por conta da pandemia e conseqüentemente o isolamento social em que nos encontrávamos por conta da covid 19.

No capítulo cinco descrevemos as atividades e o que analisamos por relevância, no discurso realizado durante as fases das atividades, e pela identidade sociocultural, enquanto abordamos a cultura nas atividades propostas. Por fim, no capítulo seis, temos as considerações finais, no qual concluímos depois das análises das atividades de todo o contexto em que foi calcado o projeto, tanto em relação à academia quanto em relação ao meio educacional de base, além das referências bibliográficas, e os anexos, para completar o trabalho realizado.

O trabalho consolidado, a partir dos capítulos descritos, foi influenciado por diversos estudos, como a educação e cultura do Snyders, quanto à análise do discurso através do dialogismo de Bakhtin. Durante a pesquisa sobre as questões históricas da ciência e da música, nos deparamos com alguns questionamentos relacionados à cronologia e a afirmação sobre diferentes eventos durante a história. Isto nos levou a buscar entender sobre a releitura realizada, reforçada por uma visão eurocêntrica. Em outros trabalhos que se relacionam com instrumentos musicais, é possível encontrar elementos que nos influenciam a detalhar a perspectiva da informação fornecida. Estas referências fizeram-nos questionar esta visão eurocêntrica e colonizadora, influenciando a cultura do meio social, como está no livro “Canta Kalimba”, da Fernanda Luiza de Souza Farias (2022), que apresenta a desconstrução do contexto da kalimba, instrumento musical de origem afrodescendente, que sofreu descaracterização quanto à sua origem, seu contexto e sua definição. Assumir uma postura decolonial sobre o instrumento estudado faz-se necessário para não realimentar uma postura imposta por um racismo, o que

se observa ao refletirmos sobre a origem do instrumento, seu contexto histórico e social.

Esta discussão se faz necessário para entendermos em qual contexto estamos lidando, assim o trabalho traz para este ambiente o discurso sobre a relação da ciência, da música e da cultura, entretanto, devemos deixar claro ao leitor sobre onde o contexto deste trabalho se inicia e como devemos interpretar as informações iniciais para a crítica a este trabalho, desta maneira devemos iniciar informando sobre o objeto central, como ator principal, as suas origens, os conceitos científicos e as ações históricas influenciadas pelos estudos da ciência e a relação cultural com que o instrumento permite enquanto se é usado como ferramenta nas obras musicais, logo, traremos as questões históricas sobre a ciência da música, o instrumento musical e a sua abordagem científica no capítulo que sucede este texto introdutório.

2. Música e ciência: relação histórico-científica da música e o seu reflexo na cultura

Quando tratamos o instrumento musical como um recurso para produzir determinados sons que queremos, é ignorado o processo científico que se deu ao longo de séculos de estudos sobre tais fenômenos físicos que conceituam o instrumento. O instrumento como recurso musical, faz parte do meio cultural e que compreendemos como componente da artemídia. A definição de artemídia deriva de determinados aparelhos tecnológicos utilizados para produzir arte, conforme Machado:

[...] Em sua acepção própria, a artemídia é algo mais que a mera utilização de câmeras, computadores e sintetizadores na produção de arte, ou a simples inserção da arte em circuitos massivos como a televisão e a Internet. A questão mais complexa é saber que maneira podem se combinar, se contaminar e se distinguir arte e mídia, instituições tão diferentes do ponto de vista das suas respectivas histórias, de seus sujeitos ou protagonistas e da inserção social de cada uma (MACHADO, 2002, P. 20).

Mesmo olhando para a guitarra elétrica como um objeto de desejo estritamente para reproduzir sons e compor música, este instrumento musical

integra um sistema capitalista, que para além do seu desempenho musical tem como finalidade vender um produto, que também se observa, com expressividade, sonho de consumo em determinados casos. Neste caso não estamos especificando o objeto físico em si, mas sim a sua essência e seu papel social, corroborando com Kellner e Share (2005), que afirmam que:

[...] a análise da produção, das instituições e da economia política que motivam e estruturam as indústrias de mídia como negócios corporativos em busca de lucro (KELLNER & SHARE, 2005).

A relação da sociedade tecnocrática com a artemídia também advém de quebra de paradigma. Os instrumentos musicais são consequências da evolução científica e tecnológica, como estudo sobre técnicas, métodos transformados, processos por meio de ferramentas, se propagando em várias direções, sendo uma delas a música, onde segundo Machado:

[...] Talvez até se possa dizer que um dos papéis mais importantes da arte numa sociedade tecnocrática seja justamente a recusa sistemática de submeter-se à lógica dos instrumentos de trabalho, ou de cumprir o projeto industrial das máquinas semióticas, reinventando, em contrapartida, as suas funções e finalidades (MACHADO, 2002, p. 23).

O instrumento musical designado para a arte complementa a indústria, mas também reflete a tecnologia de sua época. Os instrumentos musicais são meros instrumentos científicos que interferem no ar, o que, por sua vez, propaga energia sem a transferência de matéria, como as vibrações das cordas, por exemplo. Através da lógica musical que agrada o consumidor, este têm a função de produzir e gerar lucros, como Machado demonstra com o exemplo da pianola:

A pianola, por exemplo, foi inventada em meados do século XIX como um recurso industrial para automatizar a execução musical e dispensar a atuação ao vivo. Graças a uma fita de papel cujas perfurações “memorizavam” as posições e os tempos das teclas pressionadas durante uma única execução, o piano mecânico podia reproduzir essa mesma execução quantas vezes fossem necessárias e sem necessidade da intervenção de um intérprete. A função do aparato mecânico era, portanto, aumentar a produtividade da música executada em ambientes públicos (cafés, restaurantes, hotéis) e diminuir os custos, substituindo o intérprete de carne e osso pelo seu clone mecânico, mais disciplinado e econômico. As perfurações de uma fita podiam ser ainda copiadas para outra fita e assim uma única apresentação se multiplicava em infinitas outras, dando início ao

projeto de reprodutibilidade em escala que, um pouco mais tarde, com a invenção do fonógrafo, desembocaria na poderosa indústria fonográfica (MACHADO, 2002, p. 21-22).

Johann Sebastian Bach (1685 – 1750) compôs canções para cravo porque ele era o instrumento musical mais avançado na época (MACHADO, 2002), podendo assim desfrutar de suas possibilidades musicais. As obras são a expressão dos seus pensamentos, assim como a mídia impressa é para o olho e a roda é para o pé (MCLUHAN, 1994).

O objeto que gera o tema desta pesquisa tem em sua etimologia a origem caldeia-assíria. Este surge, segundo Dudeque, na Espanha como substituição do alaúde em meados do século XVI, com o nome *kytara* grega com suas transformações na idade média – *guitarre, guiterne, guithern e guitar* (DUDEQUE, 1994, p.9). Após o avanço da ciência no desenvolvimento do conhecimento sobre o eletromagnetismo, por volta do final do século XIX, os instrumentos musicais começam a usufruir desta ciência, por exemplo, no desenvolvimento de novas tecnologias como o rádio e o microfone, este inventado por David Hughes (1831 – 1900) em 1878 (BORDA, 2005, p13).

2.1 Instrumentos musicais e suas origens

Qualquer som produzido por um objeto é considerado uma forma de música, seja ela harmônica ou não. O som, em sua essência, é uma forma de transmitir informação e os interlocutores deste meio vão transcrever esta informação conforme as condições existentes, seja ela em um meio de convivência social, como uma metrópole, ou em um ambiente natural, algo como um tipo de bioma, entre outros meios.

Pensando na origem da música, em sua essência, há historiadores que vão colocar nomes conhecidos no meio científico como precursores ou pai/mãe de determinados conceitos aplicados à música. Contudo, ao buscarmos sobre a origem dos instrumentos musicais (SACHS, 2012) e da música (GROUT, PALISCA, 2007), encontramos referências que fazem a relação dos instrumentos musicais com a cultura, conforme diz Boccia:

Os instrumentos musicais são igualmente símbolos do encontro entre culturas, mas, embora parecidos em sua forma e mesmo iguais, a pulsação e os ritmos de cada etnia os transforma em típicos de uma região. Um instrumento pode acolher todas as técnicas e as tradições de um povo, transformando-se em meio de extensão para a comunicação global, independentemente do seu tipo ou complexidade estrutural (BOCCIA, 2014).

Com a relação dos instrumentos musicais e cultura, podemos delimitar o processo de identificação regionalmente. Cada cultura tem um instrumento musical característico, o que nos leva a concluir que a música, para cada etnia, nem sempre se traduz por meio de um instrumento musical material evidente. A voz é um instrumento que reproduz som, ela existe desde quando a evolução permitiu este tipo de função, então podemos dizer que é uma das formas mais primitivas de instrumento musical (DO CARMO, 2005). Ao batucar em algo, produz-se som, o que ocorre com os instrumentos musicais de percussão, contudo, ao caracterizarmos o instrumento musical, entramos em temas sobre questões experimentais, pois temos algo que vibra e emite som. No início, um experimento científico, através da investigação, ouviam-se sons quando alterado alguma característica do experimento. No entanto, antigas civilizações e seus antepassados tinham outra releitura disso, de acordo com Sachs:

Os estudiosos, no entanto, devem desapontá-los, porque nenhum instrumento antigo foi “inventado”, se concebermos invenção como a realização definitiva de uma ideia longamente contemplada e experimentada. A suposição de tal processo comete falácia atual de sobrepor ao raciocínio moderno ao homem primitivo. Na verdade, ele não sabia, enquanto pisava no chão ou esbofeteava o corpo, que em suas ações estavam às sementes dos primeiros instrumentos (SACHS, 2012, p. 25).

A relação entre instrumento musical e cultura permite uma ampla gama de discussões, o que requeria um longo período de estudo para compreender as concepções, ideias e contrapontos que a etnomusicologia apresenta sobre as músicas ao longo da história, das etnias e da antropologia (NATTIEZ, 2020). No entanto, o nosso trabalho tem como foco principal as questões científicas de um instrumento musical específico, que surge em um determinado período histórico, mas cuja concepção foi sendo construída indiretamente pela história através das descobertas científicas ao longo dos séculos. Além do uso dos conceitos físicos abordados, a matemática é uma ferramenta fundamental para

a teorização e caracterização do instrumento musical. A partir da matemática, ao longo da história, perceberemos a sua relevância na teoria musical, juntamente com a física, concebe a guitarra elétrica como uma necessidade musical.

2.1. Da matemática a teoria musical

Quando pensamos em um instrumento musical como objeto desenvolvido para produzir som, não imaginamos quantos séculos se passaram até chegarmos a um consenso musical, não por questões divergentes, mas sim por descobertas ao longo do tempo. Temas como acordes, dissonâncias, tons, afinações, etc., não foram definidos em um curto espaço de tempo durante a evolução da música e da teoria musical.

Há autores que, do ponto de vista científico, afirmam que determinados nomes são fundamentais para a origem dos conceitos teóricos da música. Ainda que o tema já tenha sido abordado neste estudo, relacionando diferentes etnias, além de o instrumento musical não ser um experimento científico proposital, visando estudá-lo, nomes da ciência surgem como autores de experimentos fundamentais para o desenvolvimento teórico da música. Apesar de a história, em outras ocasiões, trazer nomes menos conhecidos como contribuintes não são de se desprezar os nomes que surgem, talvez por uma visão eurocêntrica, para as contribuições na construção da teoria musical.

Um nome muito importante que marca o início de toda a história da música, e da ciência também, segundo Kahn, foi o filósofo e matemático Pitágoras, nascido em Samos por volta de 582 a.C.:

Pitágoras não é só o nome mais famoso da história da filosofia antes de Sócrates e Platão; ele é também uma das figuras mais fascinantes e misteriosas da Antiguidade. Pitágoras foi celebrado nas tradições antigas como matemático e filósofo da matemática, e seu nome continua associado a um importante teorema da geometria plana. Aristóteles afirma que a própria filosofia de Platão foi profundamente influenciada pelo ensinamento pitagórico, e autores posteriores consideram Pitágoras o criador da tradição platônica na filosofia. Na literatura da Antiguidade tardia, Pitágoras surge como um gênio único, o pai fundador da matemática, da música, da astronomia e da filosofia (KAHN, 2007, p.15).

A importância de Pitágoras na ciência, matemática, filosofia e música tem grande relevância quando observamos com mais atenção o nosso cotidiano. Ao considerarmos determinados grupos sociais que não estão diretamente envolvidos com a ciência, termos matemáticos que surgiram na escola pitagórica são usados amplamente como um senso comum. Olhando para o contexto histórico, segundo Abdounur (2003), Pitágoras seria o primeiro ser humano a realizar um experimento científico na história da ciência.

Pitágoras utilizou o monocórdio, instrumento musical composto com uma corda fixa em dois cavaletes sobre um sarrafo de madeira, onde através de um cavalete móvel, escutava determinado som relacionando com o comprimento da corda alterada pelo cavalete. Desta forma, Pitágoras observou que os sons emitidos pelas cordas dos monocórdios soavam harmonicamente quando estavam com comprimentos fracionados em $1/2$, $2/3$, $3/4$ e a corda solta, representado como um (1) do seu comprimento. Assim é atribuído a Pitágoras o descobrimento dos intervalos consonantes, no entanto estes eram possivelmente conhecidos por outras culturas mais antigas (FALLAS, 1992 *apud* ABDOUNUR, 2003, p. 6).



Figura 1 - Monocórdio (Whipple Museum: <https://www.whipplemuseum.cam.ac.uk/explore-whipple-collections/caoustics/monochord>)

Outros nomes importantes vão surgir na história como o filósofo, político e matemático Arquitas de Tarento (428 – 347 a.C.) dando continuidade as questões matemáticas relacionadas à música, como fez Pitágoras, onde Arquitas a via com grande importância, inclusive para educar as crianças

segundo Abdounur (2003), descrevendo a matemática como integrada pelo estudo da astronomia, geometria, aritmética e música (MIYARA, 2005). Arquitas relata que a consonância, duas ou mais notas musicais tocadas ao mesmo tempo, harmoniosamente, era interpretado pelo nossa escuta como se fosse uma nota só. As diferenças nas variações do movimento, diferenças de tom e movimentos resultantes do fluxo eram responsáveis pela causa do som (BOYER, 2012, p. 69). Aparentemente um dos primeiros a relacionar conceitos físicos como pulsações de ar resultando em som.

Na idade média temos Anicius Manlius Severinus Boetius (480 – 524 d.C.) com *De Institutione Musica* e sendo autoridade respeitada e influente na música durante este período:

O seu tratado, escrito nos primeiros anos do século VI, ainda na juventude do autor, era um compêndio de música enquadrado no esquema do quadrivium, servindo, por conseguinte, como as restantes disciplinas matemáticas, de preparação para o estudo da filosofia. Pouca coisa neste tratado era fruto do próprio Boécio, pois tratava-se de uma compilação das fontes gregas de que dispunha, com especial destaque para um longo tratado de Nicómaco, que não subsistiu até aos nossos dias, e para o primeiro livro da Harmonia de Ptolomeu. Boécio redigiu manuais similares para a aritmética (que sobreviveu, completo, até à actualidade) e para a geometria e a astronomia, que desapareceram. Traduziu também do grego para o latim os quatro tratados de Aristóteles sobre lógica, que, no conjunto, são conhecidos por Organum (GROUT; PALISCA, p. 46, 2007).

Todo o arcabouço formado pela matemática em função da teoria musical, ao longo dos séculos, se sustenta na escola pitagórica. No entanto, conceitos científicos, em particular os da física, apesar de ainda não serem compreendidos a priori, demonstram a necessidade de seu entendimento e isso ocorrerá em paralelo à teoria musical descrita neste capítulo. Embora o tempo que se discute a matemática, na teoria musical, seja extenso, é durante o período renascentista que irá surgir concepções da física, e outros fenômenos científicos, como complementos de base para as questões musicais discutidas até então.

2.2. A ciência do Período Renascentista na música

Os conceitos físicos surgiam de forma tímida na concepção da teoria musical. Arquitas apresenta estas ideias, mas o que percebemos é uma tendência à escola pitagórica e à relação da matemática como conceito científico da música. Posteriormente, na idade média, Boetius trouxe uma compilação e conceitos matemáticos que, aparentemente, só darão continuidade às questões que já vinham se discutindo ao longo dos séculos. No entanto, durante o período renascentista, surgem ideias que elevarão a teoria musical a um novo patamar, uma vez que conceitos físicos se tornam mais evidentes, sendo estes inerentes a nomes conhecidos como fontes de contribuição para a teoria e para a música. A ciência do Período Renascentista na música.

Dentre outras contribuições para a música, o Período do Renascimento, e a Revolução Científica, trará nomes importantes como Ludovic Fogliani (1470-1539) com fortes contribuições para a teoria musical, Gioseffe Zarlino (1517 – 1590) contribuindo com sua obra *Instituzioni Armonique* de 1558, Francisco Salinas (1513 – 1590) dando continuidade as questões teóricas e Marin Mersenne (1588 – 1648) primeiro a estudar Harmonia e o fenômeno da ressonância, mesmo sendo matemático seguia dedicando-se a acústica, segundo Abdounur (2007).

Galileu Galilei (1564 – 1642), em 1638, afirma que não eram as relações matemáticas, da escola pitagórica, responsáveis pelos intervalos musicais, mas sim as vibrações e os impactos que as ondas geradas atingiam nosso tímpano (ABDOUNUR, p. 29, 2007). Esta afirmação coloca o conceito físico da música em relação ao que se discutia matematicamente. É com Galileu que a física entra conceitualmente na música e isso será refletido até os dias atuais.

[...] Percebendo que a altura e intervalo musicais associam-se unívoca, direta e respectivamente à frequência e a razão de frequências, Galileu explicou a consonância/dissonância de alguns intervalos ao escrever em 1638 que a explicação direta e imediata subjacente aos intervalos musicais não era o comprimento da corda, nem a tensão a que se encontrava sujeita, nem a sua espessura, mas sim a razão do número de vibrações e impactos de ondas de ar que batiam diretamente no ouvido (DOSTROVSKY, BELL, TRUESDELL, 1980 *apud* ABDOUNUR, 2003, p. 31).

Johannes Kepler (1571-1630), matemático, astrônomo e filósofo, publicou o *Harmonices Mundi* em 1619 sobre os planetas como um coro composto vozes agudas, soprano (Mercúrio), contraltos (Vênus e Terra), tenor (Marte), ou grave (Júpiter e Saturno). Assim, cada planeta que tivesse uma velocidade variável, o mesmo não emitiria uma única nota, relacionado ao movimento dos planetas à Lei das Áreas – 2ª Lei de Kepler (SIMÕES, 2000). Com essa roupagem musical, cada planeta era visto como um tema musical proposto por Kepler (CARTIER, 1995 *apud* ABDOUNUR, 2003, p. 65).

René Descartes (1596 – 1650) matemático, astrônomo e filósofo, trouxe contribuição para a música na obra *Compendiun Musicae* de 1618. A obra traz o contexto matemático e intervalos musicais relacionados à teoria musical. Segundo Abdounur, foi a partir deste momento que surgiu os primeiros indícios de interesse da relação sobre fenômenos físicos e psicológicos, sendo na sua linguagem a assimilação do grave ao agudo uma relação de poder (ABDOUNUR, 2003).

Durante o período renascentista, houveram diversas descobertas e discussões científicas de grande relevância, que influenciarão muitas coisas na física, astronomia, matemática e, conseqüentemente, na música. Considerado “Pai da Acústica”, e que era surdo e mudo, Joseph Saveur (1653 - 1716) contribui com o cálculo absoluto de vibrações de um som e solucionou o paradoxo estabelecido por Mersenne sobre superposição:

Ainda no século XVII, Mersenne levantou um novo paradoxo que consistia em saber se um mesmo objeto poderia vibrar em várias frequências simultaneamente. Tal paradoxo só pôde ser resolvido no final desse século quando Joseph Saveur propôs o Princípio da Superposição. Ao mesmo tempo, esse problema motivou a busca de explicações para o conceito de Série Harmônica. Mais tarde o conceito de Série Harmônica tornou-se fundamental para diferenciar timbres (PEREIRA, 2010).

Saveur também trouxe uma explicação mais racional sobre os fenômenos dos sons harmônicos, também conhecido por Mersenne e discutido amplamente também por Rameau (BROMBERG, p. 43, 2014). Brook Taylor

(1685 - 1731) matemático inglês, também conhecido por criar o teorema de Taylor e a série de Taylor, utilizou a mecânica racional de Isaac Newton para descrever o movimento das cordas no monocórdio. Outros nomes que contribuíram para a música como o matemático e físico Leonhard Euler (1707-1783) contribuiu para a teoria musical com *Tentamen novae theoriae musicae* de 1739, Jean Le Rond d’Lambert (1717-1783) filósofo, matemático e físico francês publicou em 1752 *Eléments de musique théorique et pratique suivant les principes de M. Rameau* como contribuição para teoria musical e Daniel Bernouli (1700-1782) matemático suíço também contribui para a teoria musical.

Houve um período onde a teoria musical e seus fenômenos físicos não avançavam por falta de conceitos matemáticos que explicassem o que era visto. A solução viria com o matemático e físico francês Jean-Baptiste Joseph Fourier (1768 – 1830).

Fourier contribuiu indiretamente para a música (ABDOUNUR, p. 88, 2003), já que estudava a propagação do calor em determinados corpos — *Théorie analytique de la chaleur* de 1822 — entretanto, em 1807, Fourier desenvolve uma forma matemática de calcular representações periódicas por série trigonométrica. Assim era possível definir matematicamente a forma de uma onda complexa, sendo a série de Fourier utilizada em outras áreas, por exemplo, na economia.

Qualquer movimento vibratório de ar na entrada do ouvido correspondente a um tom musical pode ser sempre e de maneira única exibindo como uma soma de um número infinito de movimentos vibratórios simples, correspondendo aos sons parciais deste tom musical. (ABDONOUR, p. 90, 2003).

A matemática, portanto, novamente permite que a concepção musical seja melhorada devido à forma da onda, com sua complexidade. Podemos concluir que a teoria musical e seus conceitos físicos chegaram a esse ponto devido à colaboração de diversos nomes ao longo da história.

É notório que a ciência, de fato, segue a mesma ideia de colaboração para a construção do conhecimento, descobertas e releituras vão sendo realizadas para renovar os seus conceitos científicos. Nos anos seguintes, os

instrumentos musicais adquirem novas características, a eletricidade entra no contexto e uma engenhosa relação da eletricidade é usada para resolver alguns problemas musicais para o meio cultural da música, a eletrificação da guitarra acústica como uma releitura. Isto nos leva a entrarmos em outro contexto, no nosso trabalho, refletindo tais concepções com uma interpretação discreta e criativa aqui no Brasil para a concretização do instrumento musical, no caso a guitarra, em outra releitura, criando uma nova ideia de guitarra elétrica “abrasileirada”.

2.3. Guitarra elétrica e seu contexto: ciência, sociedade e o pau elétrico.

A invenção da guitarra elétrica se deve a alguns problemas que os músicos enfrentavam naquele tempo, devido à da evolução das *Big Bands* e o mercado da musical. Alguns contextos sociais foram relevantes na história da guitarra elétrica que teve como palco, para sua eletrificação, os EUA (PRADO, 2009). Antes de abordarmos a questão científica da evolução da guitarra, é relevante salientar qual ambiente social e político estava presente naquele período. A segregação racial estava em forte evidência, pois havia subordinações raciais onde negros perderam poder de voto, não podiam se misturar com brancos, entre outras situações cotidianas como espaços específicos para negros (KARNAL, 2008). Os resquícios do período escravagista eram refletidos no convívio social sob o preconceito racial, isto também se refletia nas canções da população negra que hora era uma expressão de lamentação, expressão de cultos e tradições, entre uma dessas características musicais havia o *Blues*.

Devido às restrições sociais, havia poucos recursos tecnológicos de qualidade, além da precarização do estudo em música. Prado aponta que, com pouco recurso teórico e tecnológico, foi sendo criada uma forma de expressão musical no campo musical:

A guitarra acústica era amplamente utilizada para acompanhar os cantos e a dança. Nas áreas rurais, porém, os instrumentos eram ruidosos, o aprendizado era transmitido observando os outros músicos enquanto tocavam. A razão é que raríssimos negros tinham condição de frequentar escolas, e nessas condições aos poucos foi sendo criada uma nova maneira de tocar os instrumentos disponíveis

(que eram geralmente as guitarras acústicas), diferente da escola europeia tradicional. Outros instrumentos que caracterizaram a música popular eram o banjo, o one-string (uma corda), a rabeca, a gaita-de-boca, o kazoo (cujo som era parecido com o "pente-com-papel-de-seda") e o jug (garrafa soprada pelo gargalo) entre outros, além de instrumentos artesanais feitos com cordas velhas de pianos, tábuas de lavar roupa e até cabos de vassoura (PRADO, 2009, p. 13-14).

Dessa forma, o *Blues* tornou-se popular, gerando artistas relevantes para o seu campo cultural. Um dos primeiros a se destacar como astro foi Charlie Patton (1891-1934) devido a sua forma de tocar durante suas apresentações.

O público guitarrista desse período, na grande maioria, tocava em orquestras populares ou em grupos pequenos. Dado que o instrumento era acústico, os músicos ficavam limitados à parte rítmica, sem grande protagonismo (PRADO, p. 19, 2009)

[...] Embora Eddie Durham (1913-2001) tenha sido o primeiro músico a usar a guitarra elétrica nas orquestras populares (1938) com o Kansas City Five, foi Charlie Christian quem definiu o estilo, por meio de conduções harmônicas, fraseados e improvisos. (PRADO, p. 25, 2009).

Alguns anos depois, este limite que existia na guitarra acústica seria superado, tendo suas primeiras tentativas no final dos anos vinte, quando já havia tentativas de eletrificar alguns instrumentos musicais. O violão acústico, popular nos EUA, tinha limites quando tocado junto a outros instrumentos de maior amplitude sonora, fazendo com que outros músicos experimentassem formas de amplificar o seu som sem utilizar os microfones e sistema de amplificação, da época, que eram primitivos (PRADO, p. 75, 2009).

Tentativas sérias começaram em 1927 com o superpiano de E. Spielmann; aqui eles atuam com chave em uma lâmpada, cuja luz se transforma em vibrações elétricas por meio de uma fotocélula. A ação eletromagnética já havia sido aplicada a instrumentos de cordas, como piano, violinos, cello e guitarras, onde substituiu uma caixa de ressonância e cordas adicionais. Com base em sistemas recentes desse tipo, Bizon, Boreau, Vierling, o físico W. Nernst e a firma de Carl Bechstein em Berlim construíram o Neo-Bechstein em 1931, um piano com dezoito microfones, tornando viável um tom muito mais longo, uma lua crescente e uma grande variedade de timbres, apesar de seu tamanho menor (SACHS, p. 447, 2012).



Figura 2 - Superpiano de 1929 (Museu de Tecnologia de Viena: <https://www.technischesmuseum.at/museum/online-collection#sammlung/ui/%7B%22search%22%3A%22superpiano%22%7D/objectdetail/162111>)

O bandolinista Lloyd Allayre Loar (1886 – 1943), projetista da Gibson¹, em meados de 1920, foi um dos primeiros a experimentar *pickups* eletrostáticos que captavam a vibração do instrumento. Lloyd e L. A. Williams projetaram diversas guitarras elétricas neste período, já que Lloyd era um forte defensor do sistema de captação que desenvolveu. No entanto, o sistema apresentava problemas, uma vez que, além da alta impedância, resultando em uma sensibilidade muito elevada para captar ruídos, era sensível à umidade, podendo funcionar apenas com um cabo curto. Esses problemas foram resolvidos quando foi criado um sistema eletromagnético, que captava a vibração das cordas de aço, que era convertida em eletricidade, de onde surgiu o termo “captador” (INGRAM, p. 9, 2010).

No Brasil a história da guitarra elétrica surge com um caso particular com Adolfo Nascimento (Dodô) e Osmar Macedo (Osmar) que ao assistir uma apresentação do violinista Benedito Chaves, nos anos 1940, se interessaram pelo violão elétrico do músico e nas tentativas de reproduzi-lo surgia um problema: o *feedback* causando um barulho como interferência no som, conhecido popularmente como microfonia (LACERDA, p.86-87, 2013).

¹ Empresa fabricante de guitarra.

² <https://youtu.be/jOrhjt-Qc>

³ Inventor e fundador da *Fender Electric Instrument Manufacturing Company*,

⁴ Disponível em < <https://youtu.be/yb26D8bBZB8>>, acesso 9 abr. 2021.

⁵ Transformador primário dotado de um transformador secundário variável.

⁶ Disponível em https://youtu.be/u7Xu_8euXKQ . Acesso em: 23 mar. 2020.

A solução para a microfonia causada pelo instrumento veio quando desenvolveram outro instrumento sem a caixa de ressonância, somente o braço de um violão preso a um pedaço de madeira, assim fizeram com braço de um cavaquinho e obtiveram o resultado de um som baixo, quando tocado só, estridente e alto, quando ligado ao amplificador. (MACEDO, 1995 *apud* LACERDA, 2013, p. 87). Posteriormente chamaram o instrumento recém-criado de “pau elétrico” e conseqüentemente deu origem o que chamamos hoje de “guitarra baiana”.



Figura 3 - Reprodução do pau elétrico de Dodô e Osmar (IMMuB: <https://immub.org/noticias/os-70-anos-da-consagracao-do-pau-eletrico>)

Todo o contexto para o desenvolvimento do pau elétrico, conhecido futuramente e mais sofisticado que o projeto inicial, a guitarra baiana, se deu pelo conhecimento científico já bem estabelecido pela história. Diante desta ideia, uma observação breve da história da eletricidade, magnetismo e eletromagnetismo se fazem justos para concebermos a concepção física utilizada para transformações sonoras da guitarra elétrica, desde a antiguidade, segundo estudos, a contemporaneidade, ainda com uma observação histórica distorcida e levada aos dias atuais de maneira incorreta.

2.3.1. Expoentes da elétrica: conhecendo os fenômenos para a eletrificação da guitarra

A eletricidade é, em geral, considerada o principal fator de transformação na guitarra elétrica por meio da indução eletromagnética. Há nomes importantes, nesta área da física, em relação à pesquisa em eletricidade, magnetismo e eletromagnetismo que vão contribuir, cientificamente, indiretamente, para a eletrificação da guitarra. Alguns nomes, devido à relevância histórica, são mencionados hoje como o ponto de partida para o conhecimento sobre esse contexto.

A eletricidade e magnetismo eram conhecidos desde a antiguidade. Tales de Mileto (624 – 546 a.C.) foi um filósofo, matemático e astrônomo na Grécia Antiga. Tales teria descoberto ou conhecido os fenômenos eletrostáticos, com o âmbar, e magnéticos por meio de rochas encontradas na cidade de Magnésia, na Grécia. Há indícios, também, de que os chineses usavam as propriedades magnéticas para orientação das tropas do imperador chinês na época (TONIDANDEL, 2018). Há outras descobertas ao longo da história sobre a eletricidade e magnetismo como a bateria de Bagdá (250 a.C.), a bússola, usada para navegação a partir do século XI e a bússola seca, inventada em 1300.

O físico e médico William Gilbert (1544 – 1603) estudou a eletricidade estática e magnetismo, *De Magnete* de 1600. Gilbert diferenciava o fenômeno visto no âmbar da magnetita afirmando a questão do atrito no âmbar. Já Benjamin Franklin (1706-1790) ao esfregar um lenço sobre um vidro observava que ambos ficavam eletrizados e se atraíam propondo a existência de um fluido elétrico (WATSON, 1750 *apud* SOUZA FILHO, 2007, p. 4). Em 1767 Joseph Priestley (1733-1804), descobridor do oxigênio, propõe que a força elétrica cai com o inverso do quadrado da distância, por analogia a força da gravidade. Em 1785 o físico Charles-Augustin de Coulomb (1736 – 1806) determina a força entre cargas elétricas: Lei de Coulomb. Início do estudo quantitativo da eletricidade e magnetismo (OKA, 2000). O fisiologista Luigi Galvani (1737 - 1798) descobriu, em 1780, que um bisturi eletricamente carregado faz a perna de uma rã mover-se. Já Alessandro Volta (1745-1827) Em 1799 anuncia a pilha

voltaica: zinco e cobre, e cartão de papel embebido com solução ácida (OKA, 2000).

Em virtude da descoberta da eletrostática, do âmbar e do magnetismo, da magnetita, não havia uma relação clara entre a eletricidade e o magnetismo, de acordo com alguns livros didáticos, esta relação é atribuída a Hans Christian Oersted. De acordo com Martins (1986), a descoberta de Oersted não ocorreu por acaso, conforme demonstrado em diversos livros e materiais didáticos de ensino básico, bem como as questões quantitativas foram desenvolvidas por outros estudiosos, como Ampère, Biot, Savart, etc. Contudo, este momento da história da eletricidade e do magnetismo é um marco histórico devido a dois fenômenos já conhecidos há alguns séculos, intimamente relacionados. Aqui, teremos vários nomes que vão contribuir, e já mencionados, para o eletromagnetismo, como Jean-Baptist Biot (1774-1862), Félix Savart (1791-1841) e André-Maria Ampère (1775-1836). No entanto, um nome relevante para a guitarra elétrica, apesar das suas pesquisas não serem direcionadas para a música e instrumentos musicais, é o de Michael Faraday (1791-1867)

Faraday, assistente de laboratório de Humphry Davy (1778 - 1829), não era formado na universidade. Faraday realizou, em 1821 para a revista britânica *Annals of Philosophy*, revisão histórica dos trabalhos de eletromagnetismo, tendo que repetir experimentos dos outros físicos. Isso lhe trouxe algumas interpretações importantes como os conceitos de linhas de força. Também construiu, em 1831, o motor homopolar, sendo o primeiro motor magnético e diversos trabalhos que foram publicados ao longo do tempo como divulgação científica – como, por exemplo, a obra “A história química de uma vela” que foi transcrita de sessões de divulgação científica e experimentações realizadas por Faraday.

Em 1831, após anos de pesquisa para descobrir uma forma de gerar corrente elétrica através do magnetismo, descobriu-se a indução eletromagnética, na qual um campo magnético e um anel de ferro se interagem de tal forma que se cria uma corrente elétrica no anel, surgindo, conseqüentemente, a Lei da Indução. Outro conceito importante, descobertos por Faraday, ficou conhecido como “Gaiola de Faraday” que consistia em uma

blindagem eletrostática de um corpo quando este era envolvido por uma superfície condutora. Este conceito é usado amplamente em museus de ciências e discutido, de forma análoga, a blindagem de ondas eletromagnéticas.

Daqui em diante, nomes como Heinrich Lenz (1804-1865), Carl Frederich Gauss (1777-1855) e, sobretudo, James Clerk Maxwell (1831-1879), que irá contribuir significativamente para o eletromagnetismo clássico ao demonstrar matematicamente que a velocidade da luz não depende de um referencial. Para isso, utilizou as equações conhecidas como “Equações de Maxwell”, vão contribuir para o estudo do eletromagnetismo.

Para o contexto da nossa pesquisa, um item utilizado nas oficinas é o Piezoelétrico, descoberto pelos irmãos Pierre Curie (1859-1906) e Jacques Curie (1855-1941) na França, em 1880. Os irmãos Curie descobriram que um cristal de quartzo, submetidos à pressão, gerava tensão elétrica após o esforço mecânico (STRATHERN, 2000, p. 15-16). O Piezoelétrico será importante para relacionar fenômenos mecânicos com eletricidade nas oficinas propostas.

Com o conhecimento sobre a eletricidade e as formas de uso, incluindo nas atividades realizadas neste trabalho, nos concentramos na discussão sobre o aperfeiçoamento e adequação da guitarra elétrica para diferentes estilos musicais e culturais, com nomes relevantes no meio “guitarrístico”. Saindo do contexto científico puro, examinaremos como essas ideias serão empregadas, reconhecendo artistas que, por meio de suas ideias, tanto para aprimoramento quanto para criação de obras artísticas, irão criar e integrar uma importante conjuntura sobre a guitarra elétrica na cultura.

2.4. Expressões da ciência na arte musical: a saga dos guitarristas do século XX ao XXI

Após compreendermos que a guitarra tem as suas origens na evolução científica e nas teorias musicais, notamos que o instrumento tornou-se popular no meio cultural, sobretudo no gênero musical “Rock”, devido a diversos

artistas ao longo do século. Cabe aqui explorar alguns nomes, autores de obras relevantes na música, com domínio dos conhecimentos teórico-práticos e inovação no uso da guitarra, fugindo dos padrões de suas respectivas épocas, logo, o nome de Sister Rosetta Tharpe (1919 – 1973) (figura 4) é um marco, segundo alguns estudos, pela sua forma de tocar², durante os anos 30, dando origem ao *Rock'n Roll*.



Figura 4 – Sister Rosetta Tharpe em uma de suas apresentações tocando com uma Gibson modelo SG (NPR: <https://www.npr.org/2019/09/24/759600717/she-can-make->

Havia muitas “*Big Bands*” nos anos 30 e muito de seus guitarristas enxergaram no amplificador uma forma de representatividade sonora. O uso dos amplificadores permitiu-lhes, também, explorá-los sonoramente, sobrecarregando seu volume e assim, acidentalmente, surge à distorção (KARREN, 2020, p.3). Um dos pioneiros do som de guitarra distorcido, de que se tem notícia, seria Junior Barnard, guitarrista da “*Bob Wills & His Texas Playboys*”. O guitarrista gostava de tocar a guitarra com muito volume. Isso foi percebido durante uma apresentação da *Big Band*, depois da Segunda Guerra Mundial. Léo Fender³, que era um técnico, observou que o guitarrista, durante a apresentação, mudava a configuração da guitarra usando botões, o que causou um som saturado e incomodo até para os dançarinos da noite (PORT, 2019, p. 14-15). Chet Atkins (1924-2001) foi um importante guitarrista,

² https://youtu.be/jOrhjt-_Qc

³ Inventor e fundador da *Fender Electric Instrument Manufacturing Company*,

desde a década de 50, pela forma de tocar guitarra usando uma técnica conhecida como *fingerpicking*, que consiste em usar o polegar para tocar as notas mais graves enquanto tocava as notas mais agudas com os outros dedos criando melodias, influenciando outros guitarristas como George Harrison (1943-2001), dos Beatles e Mark Knopfler (1949-), do Dire Straits (PRADO, 2009, p. 38-39). Chuck Berry (1953-2017) (figura 5) foi um notório guitarrista que influenciou o gênero “*Rock and Roll*” através dos seus “*riffs*” de guitarra de forma simples e agressivo. O próprio Keith Richards, da banda Rolling Stone, diz ter roubado as ideias de Chuck Berry (CHRISTIAN, 1963).



Figura 5 – Chuck Berry (Chuck Berry: <http://www.chuckberry.com/photos/y63yd7s2231ur91ajvfpekf3spuvk0>)

James Marshall Hendrix (figura 6), também conhecido como Jimi Hendrix (1942-1970), foi um guitarrista que alterou significativamente como os músicos guitarristas eram interpretados. Hendrix foi responsável pelo novo molde, que viria pela frente, de futuros guitarristas, seja pela sua atuação, quando tocava com a guitarra apoiada nas costas ou tocando as cordas com os dentes, ou pela técnica na execução de suas composições. Eleito pela revista *Rolling Stone* como o primeiro, de uma lista de 100, maior guitarrista de todos os tempos em 2015, mostra o quão importante foi a sua obra. Até hoje, as suas vivências e inovações são utilizadas, o que surpreendeu tanto o

público quanto a crítica na época, como mencionado por Campos, em relação ao disco de Jimi Hendrix, Experience:

[...] É um disco difícilimo, lindíssimo. É mais difícil que os Beatles. É inovador. É riquíssimo, inclusive poeticamente. O disco é todo ele de experiências com sons de guitarra. É uma música negra, improvisada, como o jazz, mas muito próxima da música eletrônica. Com uma noção fantástica de estrutura (CAMPOS, 1974, p. 200).

Enquanto surgiam novas versões de “guitarristas” e formas de “usar a guitarra” nos anos 60, seguido de Jimmy Page (figura 7) do *Led Zeppelin*, Tony Iommi (figura 8) do *Black Sabbath* e Pete Townshend (figura 9) do *The Who*, Edward Lodewijk Van Halen (figura 10), também conhecido como Eddie Van Halen, elevava a guitarra a um novo patamar nunca alcançado. O disco de estreia de sua banda *Van Halen*, que tem o mesmo nome, mostra uma nova sonoridade nunca ouvida antes de um guitarrista. Segundo que o próprio Eddie diz, em entrevista ao programa “*What it means to be American*”⁴, em 2015, foram muitos anos de experimentações que incluíam modificações nas guitarras, por não haver guitarras com determinadas configurações no mercado, alterações da voltagem de alimentação do amplificador por meio de um *variac*⁵. Eddie também popularizou técnicas como o *two-hands tapping*, trouxe novas sonoridades via pedais de efeitos como o *chorus*, *flanger*, *phaser*, *delay* junto à distorção de seu amplificador (BREWSTER, 2003).



Figura 6 - Jimi Hendrix (Guitar World: <https://www.guitarworld.com/news/jimi-hendrix-isolated-guitar-track-woodstock-vooodoo-child>)

⁴ Disponível em < <https://youtu.be/yb26D8bBZB8>>, acesso 9 abr. 2021.

⁵ Transformador primário dotado de um transformador secundário variável.



Figura 7 – Jimmy Page em um show do Led Zeppelin tocando com uma guitarra Gibson Double Neck (Guitar World: <https://www.guitarworld.com/features/gibson-eds-1275>)



Figura 8 - Pete Townshend, The Who tour 2017 (Pete Townshend: <https://petetownshend.net/photos/the-who-tour-photo-galleries/2017-08-11-las-vegas>)



Figura 9 – Tony Iommi tocando com sua Gibson modelo SG (Iommi: <https://www.iommi.com/photos/miscpics/>)



Figura 10 - Eddie Van Halen tocando com sua guitarra EVH modelo Wolfgang, empresa fundada pelo próprio guitarrista.

(Guitar world: <https://www.guitarworld.com/features/eddie-van-halen-in-his-own-words-i-locked-myself-in-my-room-played-guitar-wrote-songs-and-hoped-to-god-i-got-somewhere:>)

Eddie Van Halen foi um divisor de águas para os músicos guitarristas da época. Vários guitarristas, influenciados pelo Eddie, e continuaram a inovar no cenário musical da guitarra, como Steve Vai (figura 11), Joe Satriani (figura 12), Dimebag Darrell, do Pantera/Damageplan, (figura 13), falecido em 2004, entre outros.

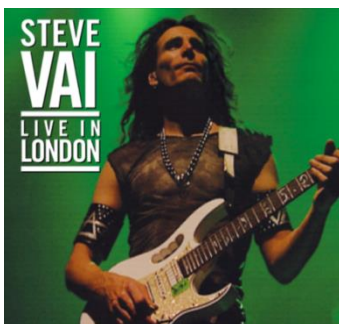


Figura 11 – Steve vai, capa do album Live at the Astoria London - 2004 (Vai: <https://vai.com/solo/live-in-london-2004/>)



Figura 12 – Joe Satriani (Guitar World: <https://www.guitarworld.com/news/essential-guitar-tracks-revived-80s-hard-rock-collabs-to-a-very-different-kind-of-meshuggah>)



Figura 13 – Dimebag Darrell, artigo da revista Guitar World em 20 de agosto de 2019 (Guitar World: <https://www.guitarworld.com/lessons/riffer-madness-dimebag-darrell-busting-out-rut>)

As referências musicais no campo da guitarra apresentam sempre novas releituras, tornando indispensável à discussão sobre essas inovações. Muitos deles usaram conceitos científicos, e o método científico, buscando progresso por questões de necessidade, no entanto, é importante aqui usar outras fontes de análise cultural relacionadas à educação - pois se trata de artistas pertencentes à cultura musical - e quais discursos esses nomes nos trazem, além da produção artística e cultural.

3. Metodologia

Este trabalho propôs formas de investigar, a partir da ideia de um instrumento musical, atividades didáticas experimentais, além de seu contexto histórico, inseridas no meio educacional como ferramenta. A divulgação científica, sendo uma das características da nossa proposta, também está presente nas atividades, enriquecendo o trabalho a fim de incentivar o uso didático construído em toda a pesquisa. Logo, o trabalho visa analisar qual a relevância de uma sequência didática, por meio de experimentos que se baseiam no funcionamento da guitarra elétrica, tem para a divulgação científica na escola.

Essa busca se deu através da análise discursiva, baseado nos referenciais teóricos de análise do discurso, sobre os diálogos que ocorreram durante as atividades, realizada com a participação de dez alunos, e dos questionários, como *feedback*, aplicados após a finalização de cada atividade. Analisamos também, a partir da circunstância cultural, sua conjuntura como componente de aprendizagem no ambiente escolar, em que ambos os referenciais foram utilizados na caracterização e na construção de uma interpretação, a partir dos referenciais de análise citados, macroscópica para o contexto da divulgação científica, validando aspectos que apresentem um potencial educacional para o debate e difusão de ideias construídas a partir da sequência didática proposta. Por tanto, os referenciais teóricos, neste caso, forneceram, a princípio, uma base sólida para a análise dos dados coletados, justificando-os através do instrumento musical, da ciência, da cultura e educação, vistas a seguir.

3.1. Música e ciência: possibilidades educacionais a partir de referenciais socioculturais e discursivos

Ao nos debruçarmos sobre a história da música e o surgimento da guitarra elétrica, desde seus antecessores até sua consolidação como produto mercadológico, vemos o quanto a ciência foi importante e utilizada como fim prático aplicado ao desenvolvimento do instrumento. Consequentemente o público consumidor, ao usá-lo, vivencia na prática estes fenômenos científicos como a necessidade da eletricidade, vibração das cordas e propagação do som, por exemplo. Propor o uso da guitarra elétrica como base de divulgação científica e como recurso didático, implica buscarmos, nos referenciais teóricos, justificativas no campo da cultura, educação, divulgação científica e música que reforçam a ideia de explorar um componente musical para o ensino de ciências. De acordo com Marandino (2004) ao divulgar ciência, deve haver uma releitura da linguagem científica que se adequará para a compreensão do público, porém há outras questões que não envolvem somente a troca de linguagem, mas também quem realizará a divulgação, neste caso a educação não formal, presente na cultura popular, e a investigação discursiva desta linguagem – tanto pelo público quanto pelo divulgador. Para tal fato buscamos

nos referenciais do pedagogo francês George Snyders, para a compreensão da questão cultural e educação, e o filósofo russo Mikhail Mikhailovich Bakhtin como referencial de análise do discurso para a pesquisa.

3.2. Cultura como componente do aprendizado na satisfação cultural de Snyders

Ao tratarmos de assuntos presentes no dia a dia do aluno em sala de aula, percebemos a possibilidade de contribuir para o seu desenvolvimento cognitivo através do diálogo, do entendimento do educador das condições vividas pelo aluno, tanto no que diz respeito à socialização quanto à aprendizagem científica e cultural, e da construção do pensamento crítico através do condicionamento que o educador estabelece no convívio escolar. Esta questão nos leva a pensar na cultura vivida pelo aluno como um fator de aprendizagem, que não é o ponto culminante da construção do conhecimento, mas sim um dos fatores para o seu desenvolvimento, como nos permite compreender através do pedagogo francês George Snyders (1917 – 2011)

Pensando na escola como um espaço de diálogo, de convívio social e diferentes culturas, entendemos que a interação através da troca de informações, relacionados a experiências pessoais – estas decorrentes da vivência do aluno em ambiente familiar, social e cultural relacionados com tecnologia, arte, música e espaço urbano – compreende-se como “cultura primeira” levada ao ambiente escolar pelo aluno.

Há formas de cultura que são adquiridas fora da escola, fora de toda auto formação metódica e teorizada, que não são fruto do trabalho, do esforço, nem de nenhum plano: nascem da experiência direta da vida, nós a absorvemos sem perceber; vamos em direção a elas seguindo a inclinação da curiosidade e dos desejos; eis que chamarei de cultura primeira (SNYDERS, 1988, p. 23).

Entretanto, para entendermos melhor o processo que ocorre na cultura primeira, observemos as questões sobre a “alegria simples”. Estas, segundo Snyders, são questões imediatas e ocorrem em momentos de satisfação imediata como bronzear-se ao sol ou beber com os amigos, são questões

instáveis. Novamente podemos pensar que o indivíduo, ao banhar-se na água do mar, após certo tempo ele vai querer nadar melhor, criar mais afetividade com o ambiente, ser mais ambicioso e conseqüentemente elevar seu patamar presente no contexto elementar (SNYDERS, 1988, p. 24-25). Da mesma maneira, enxergamos tais questões com instrumentos musicais, quando o interesse em um instrumento musical trará a curiosidade após certa afinidade. Esta pode partir sobre a teoria musical ou sobre o manuseio básico que cada instrumento musical necessita. Podemos citar neste contexto o aprendiz de bateria acústica que, em seus passos com o instrumento, terá que ajustá-lo conforme a sua necessidade de tocá-lo, ou podemos pensar no tecladista que necessita observar a tensão correta que seu instrumento deve ser ligado à tomada. É importante salientar que, durante suas experiências, há uma construção discursiva que deve ser analisada posteriormente.

Partindo deste pressuposto, a guitarra elétrica também terá um papel fundamental como contribuição na aprendizagem do indivíduo. Tal maneira pode ocorrer de diversas formas, como na necessidade de trocar suas cordas velhas por cordas novas, afinando o instrumento para poder tocá-lo com harmonia, além de outros fatores relacionados a questões elétricas.

Este contexto, para Snyders, deve ser parte do processo educacional. Esta alegria não deve ficar nas questões básicas, assim há a ambição de adquirir mais conhecimentos, mais complexidade relacionada a esta cultura primeira. Para chegarmos à satisfação cultural, a cultura primeira é levada a sala de aula e desta forma alcança-se mais conhecimentos através do educador, esta chamada de cultura elaborada.

A alegria não fica no elementar - Em suma, os momentos descontínuos das alegrias simples e imediatas vão logo ambicionar atingir a duração, a fidelidade e a consistência e encontrarão desde então todas as interrogações que o tempo coloca. Em nome de seu movimento próprio tornam-se complexas - e lançam apelos a cultura elaborada; nesse movimento de ultrapassagem, cessam pouco a pouco de serem simples e tomam-se cada vez mais satisfações (SNYDERS, 1988, p. 25).

A aproximação do indivíduo com uma pessoa capacitada, uma vez que esta decorre no contexto da satisfação cultural, a partir da cultura primeira e

das experiências de vida do aluno, é levada ao ambiente escolar, neste caso a sala de aula, com a chance de reviver o contexto da cultura primeira com maior reflexão e plenitude num processo de ruptura (SNYDERS, 1988, p. 24), nos remete aos aspectos vigotskianos, entrando em consonância (GOMES, 2016, p. 49). O debate em torno da satisfação cultural também interfere no processo discursivo do aluno. Sendo assim, uma análise discursiva, a partir do diálogo gerado durante a aprendizagem sobre a satisfação cultural entre os indivíduos, também será realizada simultaneamente aos aspectos pedagógicos com processos dialógicos, sendo necessário um referencial de análise discursiva sobre esses processos dialógicos. É neste campo de pensamento que se justifica o referencial escolhido a seguir.

3.3. Diálogo e análise do discurso na interação: aspectos bakhtinianos e vigotskianos na oficina de experimentos

A nossa proposta de mestrado visou relacionar as questões científicas que estão presentes no cotidiano do público, tanto dos educandos quanto do seu meio social, com a satisfação cultural. Essa busca nos levou as obras de Mikhail Mikhailovitch Bakhtin (1895-1975), pensador russo que desenvolveu ao longo da vida um projeto intelectual que foi revendo e aprimorando conceitos relacionados à linguística. Bakhtin analisou obras de outros autores como Dostoiévski – *Problemas da poética de Dostoiévski*, 1981 - e Rabelais – *A cultura popular na Idade Média e no Renascimento: o contexto de François Rabelais*, 1987 - desenvolveu conceitos para análise do discurso e identificação de gêneros discursivos, como, por exemplo, a paródia e a carnavalização, além de publicar com outros autores e pesquisadores linguistas, estes referentes ao “Círculo de Bakhtin” (FIORIN, 2018).

Bakhtin surge neste trabalho como referencial importante, para análise do discurso, através da relação com Vigotski em termos sociais. Esta relação não está no seu campo de origem, está na relação da dialogia e alteridade, em que ambos traçam análises críticas dentro do campo sócio-histórico-cultural (MAGALHÃES; OLIVEIRA, 2011). Apesar da relação entre o contexto bakhtiniano e os aspectos vigotskianos, apresentaremos alguns tópicos

relevantes para a nossa base metodológica, voltada para a análise do discurso e os seus conceitos.

O discurso realizado por um indivíduo é sempre baseado no discurso de outros indivíduos. Essa observação corrobora o “dialogismo” de Bakhtin, que, de acordo com Fiorin, existe uma dialogização interna da palavra, que sempre é influenciada pela palavra do outro. Ao contrário da questão da palavra no sentido linguístico, seu contexto dialógico acontece nos enunciados, unidades reais de comunicação, replicando o diálogo por um enunciado, com outros discursos (FIORIN, 2018, p. 22-23)

No dialogismo observamos os discursos de outros no enunciado realizado, esses outros enunciados, contidos de outros enunciados, são compreendidos como as “vozes no discurso”, sendo heterogêneo quando se coloca a sua voz se opondo com uma segunda voz, de outro indivíduo.

[...] Pode-se dizer que toda réplica é, por si só, monológica (monólogo reduzido ao extremo) e que todo monólogo é réplica de um grande diálogo (da comunicação verbal) dentro de uma dada esfera. O monólogo, concebido como discurso que não se dirige a ninguém e não pressupõe resposta. Diversos graus de monologismo são possíveis [...] A relação dialógica é uma relação (de sentido) que se estabelece entre enunciados na comunicação verbal. Dois enunciados quaisquer, se justapostos no plano do sentido (não a maioria absoluta das opiniões dos indivíduos é social como objeto ou exemplo linguístico), entabularão uma relação dialógica (BAKHTIN, 1997, p. 236).

A incorporação dos discursos de outros, no enunciado, pode ocorrer quando as outras vozes são mencionadas diretamente como no “discurso objetivado” com as suas subdivisões – discurso direto e indireto, onde há demarcação clara das vozes no enunciado; as aspas, demarcando no enunciado o discurso dos outros e a negação, onde há uma voz que confronta a outra no sentido de negar - e “internalizado”, não sendo tão claro que há outras vozes, como discurso bivocal – paródia, imitando o estilo ou texto com a intuição de negar, ironizar contrapondo sua verdade; a estilização, que consiste em imitar um estilo sem desqualificá-lo, como ocorre na paródia; polêmica clara, com o confronto aberto das vozes; a polêmica velada, com as vozes se contrapondo não abertamente e discurso indireto livre citando duas vozes no discurso de outrem (FIORIN, 2018).

Bakhtin também usa a ideia do discurso qualificado como ptolomaico. Essa designação fala do discurso onde há vozes de autoridade, determinados grupos sociais, ideológicos, girando em torno de algo fixo e central, semelhante ao sistema cosmológico de Ptolomeu, mais homogêneo e com forças centrípetas, como a prosa. Em oposição, discurso ptolomaico, o discurso galileano, passível de mudanças por conta de outras vozes, onde segundo Fiorin afirma são vozes persuasivas, vozes centrífugas, como na poesia (FIORIN, 2018, p. 61- 86).

O discurso não se delimita apenas nos conceitos do dialogismo, em que há vozes que se sobrepõem as outras, ou da polifonia, onde as vozes no discurso são equipolentes não se sobrepondo as outras vozes, mas também é caracterizado pelos gêneros discursivos que designam um conteúdo temático, um sentido dominante, estáveis e que há uma historicidade que deve ser considerada. Os gêneros, para Bakhtin, são considerados “primários”, quando são relacionados à comunicação do social, do cotidiano, sendo mais imediatos, e “secundários”, quando pertence às questões mais bem definidas de comunicação, como nos veículos de imprensa, comunicações artísticas ou discursos acadêmicos, sendo o discurso primário absorvido pelo discurso secundário devido à perda com o contexto (FIORIN, 2018). Os gêneros como a “Carnavalização”, que nega a centralização do discurso, dando uma característica centrífuga, como no ato de parodiar o discurso autoritário, na análise da poética de Dostoiévski e na obra de Rabelais, o “Romance”, que unifica os outros estilos, alternando-os no discurso, com pluralidade de vozes, estilos e vozes e o conceito de “cronotopo”, que categoriza o tempo de épocas e períodos, refletindo como a sociedade e o mundo era - como exemplo do romance de aventuras com o herói que não envelhece – completa o referencial para nossa análise do discurso neste trabalho.

A conexão entre os aspectos bakhtinianos e vigotskianos foi estabelecida durante a pesquisa, com a busca de diversos trabalhos que abordam ambos os autores e a capacidade de conexão do indivíduo com o seu contexto social. Ambos fazem a ruptura do objetivismo e do subjetivismo, no caso de Vigotski com a psicologia e Bakhtin com o estudo da linguagem (SINDER, 1997). No caso do Vigotski, seus estudos relacionados ao meio

social que o indivíduo vive nos servem como referência de teoria da aprendizagem. Para Vigotski, essa relação com o meio foi compreendida através do conceito de “zona de desenvolvimento imediato”, no qual a materialidade histórica, como o movimento do pensamento, e a dialética através da sociedade (PIRES, 1997), determinarão a produção do homem e, conseqüentemente, o seu desenvolvimento. Isso se traduz na constituição do sujeito na dialética entre aprendizagem e desenvolvimento (ZANELLA, 1994). Dessa forma, compreendemos que os processos de pensamento intrapsicológicos se desenvolvem através da interação com outros pensamentos externos, denominados processos interpsicológicos (DAMIANI, 2008). Este contexto pode ser reconhecido na relação de aluno e professor em sala de aula, assim a escola terá um papel importante para a pesquisa, tanto sua identidade escolar quanto seu público no processo.

A relação dos dois autores, para a pesquisa, contribui para análise do diálogo e da comunicação dos participantes envolvidos na oficina, tanto no discurso quanto na influência do indivíduo mais capacitado. A abordagem de determinados tópicos pelos autores, que contextualizam o papel da alteridade no diálogo e a constituição da consciência, como críticas à filosofia da linguagem e premissas e métodos da linguística (MAGALHÃES; OLIVEIRA, 2011), condiciona a nossa proposta de investigar, através do discurso, a relevância da proposta didática. A proposta didática segue a linha de pesquisa em educação não formal nas escolas que, neste caso, nem sempre estão com recursos didáticos disponíveis para ser usado, isto é considerado quando a escola depende de recursos e a morosidade do processo, de solicitação e aprovação da aquisição de recursos, implica em um grande atraso para a comunidade escolar em si, além da escola, conter um público carente proveniente de comunidades, como na escola onde aplicamos as atividades. A realização de projetos ligados a pesquisas nesta área surge como um recurso que propõe complementar, na educação através do ensino não formal, projetos como a “Banca da Ciência”, que em sua origem fomenta as atividades não formais nas escolas e fora delas, utilizando materiais de baixo custo e fácil acesso, ainda se tratando da situação do isolamento social devido à pandemia da covid19, em que nos encontrávamos.

4. Ambientes de aplicação e contexto social

A aplicação das atividades ocorreu no ambiente escolar, mas não no espaço físico, foi através do Google Meet, com um grupo de alunos de uma escola situada em uma comunidade na zona leste de São Paulo, consequentemente devido ao isolamento social na época. Para compreendermos a situação em que o projeto ocorreu, descrevemos em três tópicos o que é a Banca da Ciência, onde, o que é e como funciona a escola, o CEU Tiquatira, e como se deu a educação durante o isolamento social por conta da pandemia da covid19.

4.1. Contextualização do projeto “Banca da Ciência”

A Banca da Ciência (figura 14 e 15) é um projeto desenvolvido na Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo em parceria com a Universidade Federal de São Paulo.



Figura 14 – Banca da Ciência em apresentação na EACH USP (Fonte: arquivo pessoal)



Figura 10 – Banca da Ciência, laboratório de recursos didáticos EACH USP (Fonte: arquivo pessoal)

O projeto visa criar um espaço de comunicação informal, semelhante a um centro de ciências itinerante, cuja estrutura é semelhante à de uma banca de jornal (PIASSI et al, 2014).

A banca é constituída de experimentos e artefatos de baixo custo como maquetes, brinquedos, revistas, jogos, etc., dirigidos para o público no geral e ao público escolar. O projeto tem algumas linhas, na banca da ciência, como “Banca da ciência: Difusão dialógica da ciência na primeira infância e pré-adolescência” que investiga e realiza desenvolvimentos teóricos em torno da divulgação científica, também chamada de “divulgação dialógica da ciência”. Esse, por sua vez, dá voz e mobiliza atores diversos, envolto das práticas comunicativas da ciência, tendo em foco dois grupos: primeira infância (até os 6 anos) vertente denominada “JOANINHA” e pré-adolescência (10 a 14 anos), vertente denominada “ALICE”. A outra linha, denominada “Banca da ciência na escola” investiga ações de difusão da ciência para o público escolar da primeira infância e pré-adolescência, tendo, como característica, a abordagem lúdica de temas científicos relacionados a questões sociais e manifestações artístico-culturais por meio de intervenções não formais em ambiente escolar (RAMOS, 2016). O ambiente escolar é onde ocorre à realização do projeto e escolas municipais, como os Centros Educacionais Unificados (CEU), são como plataformas de aplicação. Também consideramos questões sociais e a contextualização desta plataforma de aplicação, o CEU Tiquatira.

4.2. Contextualização do CEU TIQUATIRA

A Escola Municipal de Ensino Fundamental, que faz parte do Centro Educacional Unificado, localizado na zona leste de São Paulo, é Inaugurada em 15 de novembro de 2008 pela Prefeitura de São Paulo, tem uma área de 30 mil m², sendo 18 mil m² composição da escola, com capacidade para 2000 mil crianças, e 12 mil m² compõe uma escola técnica (em parceria com o Governo do Estado de São Paulo) segundo a Prefeitura de São Paulo.

A escola é composta de dois blocos: um bloco esportivo cultural (BEC) e um bloco didático. O bloco didático é composto por um CEI (Centro de

Educação Infantil), um EMEI (Escola Municipal de Educação Infantil) e uma EMEF (Escola Municipal de Educação Fundamental) constituindo no total de 41 salas com sala de informática, laboratório de ciências e salas multiúso (figura 16).

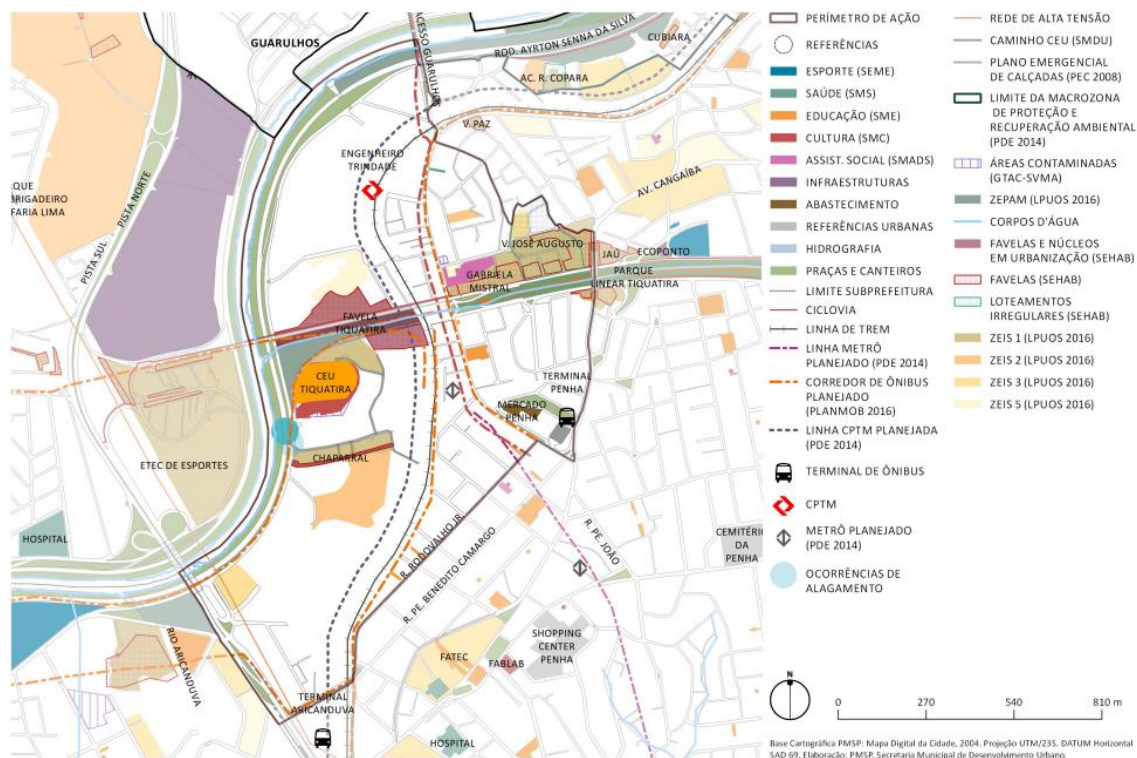


Figura 16 - Território do CEU Tiquatira/Av. Gabriela Mistral – Caderno de propostas dos planos regionais das subprefeituras, p. 23. (Prefeitura de São Paulo: <https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/PA-PE.pdf>)

No bloco esportivo cultural tem a disposição duas quadras poliesportivas, três piscinas, sendo uma semiolímpica, uma recreativa e uma infantil, além de um teatro com a capacidade de 184 lugares. Além dos dois blocos, a escola conta também com um refeitório, telecentro, biblioteca e acessibilidade para pessoas com mobilidade reduzida.

Todas as escolas tiveram que realizar mudanças que afetaram seu funcionamento. Tanto as escolas como os projetos de aplicação foram reformulados a fim de evitar danos à saúde da comunidade escolar, evitando aglomerações por conta de uma pandemia que afetou todos os continentes. O CEU (Centro Educacional Unificado) fechou durante este período e cabe aqui mensurar qual era a situação global e como isso ocorreu.

4.3. A educação nos tempos da pandemia do COVID-19

Em 31 de dezembro de 2019, as autoridades chinesas emitem o primeiro alerta à Organização Mundial da Saúde (OMS) sobre casos, na cidade de Wuhan, de pneumonia de origem desconhecida. Local onde ocorreram os primeiros casos da síndrome respiratória aguda grave causada pelo novo coronavírus. O que parecia ser um problema local acabou se espalhando pela Europa e em 26 de fevereiro, segundo o site do Ministério da Saúde, é confirmado o primeiro caso no Brasil, em São Paulo.

O Brasil declara, em três de fevereiro de 2020, Emergência de Saúde Pública de Importância Nacional (ESPIN) e nos meses seguintes os casos de contaminados pelo novo coronavírus aumenta, além de aumentar os casos de morte por complicações decorrente da doença causada pelo vírus. O ministério da saúde prevê o colapso no sistema de saúde até o final de 2020 e conseqüentemente os governos de estados e municípios planejam o isolamento social interrompendo, abruptamente, as atividades em escolas, atividades culturais e eventos que promovam aglomerações de pessoas.

Os registros históricos que temos de pandemias nos remetem períodos assustadores seguido de várias contaminações e mortes. Um exemplo claro seria a Peste Bubônica que pode ser dividida em quatro períodos, sendo o Justiniano (540-590), a Peste Negra (1346-1361), A grande Praga (1660) e a Peste dos Ratos (1855-1900) (CARTWRIGHT; BIDDISS, 2005 *apud* COUTO, 2020 p. 203). Houve casos de contágios de “Gripe” na 1ª Guerra mundial, onde o vírus alcançou países que estavam longe do epicentro. Recife, por exemplo, recebia, em setembro de 1919, navio de bandeira inglesa com pessoas infectadas pelo vírus (SOUZA, 2009, p. 102).

Diante do cenário atual, em relação à pandemia, o isolamento social, indicado pela OMS e por vários governos, era a única solução, até então, como medida preventiva para combater uma doença que se conhecia muito pouco e sem tratamento baseado em medicamentos, na época, de combate efetivo aos sintomas do novo vírus. O isolamento social, termo que se refere ao isolamento físico, não impediu a nossa comunicação com o mundo. Com advento da tecnologia digital nos últimos anos, a comunicação através do ciberespaço,

novo meio de comunicação através da intercomunicação mundial de computadores (LÉVY, 1999), se torna característica quase inerente à vida de qualquer cidadão hoje. Nossa casa são máquinas de mobilidade, tornaram-se encruzilhadas eletrônicas (VIRILIO, 2000). Conseqüentemente, as *lives*, em plataformas de vídeo, *streaming* e redes sociais se tornaram mais comum com apresentações de artistas e debates sobre diversos temas. Com a ocupação da cibercultura, o conjunto de práticas, atitudes, técnicas, modos de valores e pensamentos desenvolvidos no ciberespaço (LÉVY, 1999), milhares de professores e atores do meio educacional, em todos os níveis de ensino, participaram mais ativamente, que era antes de forma tímida, em congressos, simpósios, seminários e eventos acadêmicos no geral ocupando este lugar por meio de conexões, chamados de *app-learning*, com novas experiências, pesquisa e formação (COUTO; PORTO; SANTOS, 2016). Com este expoente da tecnologia na educação, o Governo do Estado de São Paulo tem, como iniciativa, o Centro de Mídias da Educação de São Paulo (CMSP). É uma tecnologia a serviço da educação, contribuindo para a formação de profissionais da rede e que oferece a transmissão de aulas ao vivo e que podem ser acompanhadas por aplicativos, pelo portal do CMSP, pelo canal digital da TV Educação e TV Univesp.

O isolamento social e a ocupação do ciberespaço mostra como a globalização agrega, mas também acentua as desigualdades sociais. A conjuntura globalizada é excludente, mostrando as contradições políticas e econômicas (SANTOS, 2008). Boa parcela da população brasileira, trabalhando na informalidade, perdeu sua renda, aumentando seus prejuízos em uma sociedade excludente. Há uma exclusão digital com o acesso desigual no Brasil, limitando estudantes de comunidades e favelas ao estudo por meio digital (SABÓIA, 2020).

Estamos diante de uma situação onde sobreviver ao colapso estrutural no momento toma a frente da garantia de questões básicas de saúde e educação, com parte da população sendo mais prejudicada. Conseqüentemente o processo de garantir o acesso à rede se torna mais obrigatório do que em outros tempos, e que segundo COUTO:

[...] os expedientes usados para tentar salvar vidas e vencer a Pandemia são sempre educativos. Todo um conjunto de saberes é colocado em circulação para orientar e educar as pessoas, desde os métodos corretos de lavar as mãos, higienizar os alimentos, utilizar as máscaras até os comportamentos adotados quando têm que sair às ruas, ir aos supermercados, farmácias, hospitais, cemitérios. Além desses gestores, professores, pais e alunos, desenvolvem outros esquemas para garantir o trabalho e o estudo remotos, para ampliar os limites das escolas por meio de atividades online mesmo diante da precária inclusão digital no Brasil e das desconfianças de muitos, a Internet se tornou a tecnologia interativa por meio da qual, de muitas e criativas maneiras, milhares de crianças, jovens e adultos continuaram e continuam a ensinar e aprender nesses tempos conturbados (COUTO, CRUZ, 2020).

O isolamento social deixou em evidência um grande problema na educação. A falta de acesso a recursos, de ambientes virtuais, deixou claro como se tornou problemático manter a educação à distância neste período. Isto não só afetou a escola, mas também projetos educacionais em andamento que dependiam da presença dos alunos em espaços fechados, em grupos e diversas questões que se tornaram impossibilitadas de se realizar, ou continuar realizando, por consequência da pandemia. O nosso trabalho também foi afetado e diante da situação tivemos que rever a forma de aplicação das atividades, tendo como solução, em conjunto com a professora dos alunos participantes das atividades, o desenvolvimento de kits experimentais que seriam usados pelos alunos, em suas residências, enquanto isolados, como forma de aplicação do projeto. Os experimentos, em suas essências, permaneceram com a mesma proposta antecedia a modificação, porém, com alguns recursos previamente desenvolvidos com a ideia de evitar complicações durante a montagem, o desenvolvimento e o manuseio dos experimentos.

A seguir, vamos descrever como eram os kits desenvolvidos e como ocorreram as atividades experimentais via *Google Meet* e com um número reduzido de participantes, já que não disponibilizávamos de muitos recursos para o desenvolvimento dos kits, que totalizaram dez – número total de participantes das atividades à distância.

5.0. Propostas de oficinas didáticas: experimentos musicais

Para a realização das oficinas fizemos o levantamento bibliográfico dos referenciais que envolvem a música no contexto cultural e educacional, a propagação do som e sua epistemologia, registros de debates relacionados ao som durante a sua história e a concretização física de sua natureza, a eletricidade e o eletromagnetismo quando aplicadas a eletrificação do instrumento musical e a utilização dos seus conceitos como ferramenta para obtenção de dados experimentais. Os experimentos reproduzidos pelos alunos, nas oficinas, formam uma plataforma de interações entre linguagem, precedência da aprendizagem, imitação e a viabilização do processo cognitivo, isso concebe a ideia de ensino, aprendizagem como instrumentos básicos do processo através da interação humana (GASPAR, 1997). Outro ponto será a base teórica relacionada à cultura no contexto escolar (CARVALHO, 1999, p. 151-170). A partir deste ponto iniciamos as oficinas desenvolvendo experimentos (figura 17) que utilizam os mesmos conceitos e fenômenos físicos relacionados à guitarra elétrica.






Figura 17 – Kit de experimentos fornecido aos participantes (Fonte: arquivo pessoal)

Foram fornecidos alguns elementos para serem empregados durante as tarefas do kit. Fizemos um recorte de uma das imagens do kit para cada item disponível e identificado na tabela 1 a seguir:

Tabela 1 - Nome e imagem dos componentes do kit experimental

Nome dos componentes	Imagem dos componentes
Bateria 9V e conector de bateria	
Bobina de transformador	
Caixa amplificadora	
Corda de violão	
Fio de cobre (enrolado no papel) para produção de duas bobinas (conforme aparece na foto).	
Ímã de neodímio retirado de HD de computador	

<p>Quatro <i>LED</i> de alto brilho e um transistor bipolar de junção</p>	
<p>Piezoelétrico com fio</p>	
<p>Sarrafo de madeira com furo (para uma tarraxa) e régua</p>	

A proposta foi dividida em seis fases que inclui sete questionários (anexo I, II, III, IV, V, VI e VII) além dos debates através do chat do aplicativo *Google Meet* e eventuais dúvidas do grupo participante, mediada pela professora efetiva da escola, responsável pelos alunos, e os alunos participantes da oficina. As atividades iniciaram com 10 alunos e finalizou com 9, no total, para as oficinas e estas seguiram as seguintes descrições (tabela 2):

Tabela 2 - Descrição das atividades

Fases	Descrição das atividades
<p>Fase 1 – Passarinho, que som é esse?</p>	<p>Primeiro questionário (antecede primeira atividade): contendo questões sobre seus conhecimentos, utilização dos instrumentos musicais e sua relação com o contexto científico.</p> <p>Início: Debate sobre conhecimentos prévios sobre instrumentos musicais, afinidades e como o som é produzido.</p> <p>Exibição: cenas da série da TV Cultura, Castelo Rá-Tim-Bum: “passarinho, que som é esse?” Questionamentos sobre o que chamava atenção nas cenas, se conheciam o instrumento musical apresentado e debate sobre a série.</p> <p>Sugestão de vídeo: documentário “Música e Ciência” (produzido pela Orquestra Petrobrás Sinfônica em parceria com Felipe Hime do canal “Café e Ciência”).</p> <p>Questionário após a fase 1: relatar o que havia chamado atenção na série e no</p>

	documentário.
Fase 2 – Movimento das cordas	<p>Início: diálogo sobre observações de fenômenos naturais no cotidiano.</p> <p>Experimento 1: observar a luz infravermelha do controle remoto através da câmera do celular.</p> <p>Experimento 2: filmar o movimento de oscilação das cordas do violão com o celular.</p> <p>Observação: A condição para o registro da vibração das cordas dependeu da claridade do dia que alterava a sensibilidade, do sensor da câmera do celular, como condição da observação esperada.</p> <p>Compartilhamento dos experimentos: a experiência com as cordas foi observada em vídeo e compartilhada entre os alunos participantes.</p> <p>Debate: sobre o observado nos registros do movimento das cordas</p> <p>Questionário: relacionado aos experimentos; aplicados após a atividade.</p>
Fase 3 – Construindo um monocórdio	<p>Início: diálogo mencionando dois nomes importantes da ciência (Pitágoras e Galileu) e questões históricas da guitarra baiana (Pau Elétrico).</p> <p>Construção do monocórdio: O experimento foi desenvolvido a partir de um sarrafo de madeira, com furo para tarraxa e corda (todos padronizados); foram realizados os cálculos da distância dos “trastes”, semelhante o da guitarra elétrica.</p> <p>Compartilhamento dos experimentos: compartilhamento das imagens dos monocórdios produzidos.</p> <p>Questionário: relacionado ao experimento; aplicados após a atividade.</p>
Fase 4 – Gerando energia elétrica	<p>Início: debate sobre os componentes de uma guitarra elétrica desmontada (modelo <i>stratocaster</i>).</p> <p>Experimento 1: usar um ímã de neodímio, retirado de HD antigo de computador, e bobina de fio de cobre, retiradas de transformador, de fonte de energia elétrica, para acender dois <i>LED</i> conectados na extremidade da bobina.</p> <p>Experimento 2: conectar o <i>LED</i> ao piezo, e com o auxílio de um prendedor de roupas, beliscava-se o piezo rapidamente com leves pancadas.</p> <p>Compartilhamento dos experimentos: o compartilhamento de imagens, registradas pelos participantes, dos experimentos.</p> <p>Questionário: relacionado ao experimento; aplicados após a atividade.</p>

<p>Fase 5 – Energia sem fio</p>	<p>Início: contextualização do conceito relacionado ao experimento, do princípio da indução eletromagnética e a analogia com o captador elétrico da guitarra.</p> <p>Experimento: desenvolver duas bobinas, com os fios de cobre, contendo 24 voltas; conectar o led na bobina primária; conectar o transistor na bobina secundária. Ao final do experimento o <i>LED</i> foi aceso sem estar conectada a pilha (por indução).</p> <p>Diálogo: debate sobre o experimento após sua montagem e seus respectivos testes.</p> <p>Questionário: relacionado ao experimento; aplicados após a atividade.</p>
<p>Fase 6 – Amplificando o som do monocórdio</p>	<p>Experimentação: usar o piezoelétrico conectado a uma pequena caixa amplificada, com circuito desenvolvido pelo pesquisador (um pequeno amplificador de baixo custo). O Experimento partiu deste projeto, previamente montado, cabendo ao aluno experimentá-lo em qualquer coisa que possa extrair algum tipo de som, como copo, pente de cabelo e até o monocórdio desenvolvido na segunda fase da oficina.</p> <p>Diálogo após a experimentação: debate sobre a diferença de sons em diferentes objetos.</p> <p>Questionário: relacionado ao experimento; aplicados após a atividade.</p>

6. Análise das atividades e discussão dos resultados

A partir deste ponto, justificando os pressupostos sobre a análise discursiva, cultural e educacional sobre a sequência didática realizada, recorreremos aos referenciais da análise do discurso, pressupondo o dialogismo durante os diálogos nas atividades, e dos referenciais socioculturais como componente educacional, sobre a relação do instrumento musical e a ciência no ambiente escolar, em cada atividade realizada e sua conjuntura a seguir.

6.1. Passarinho, que som é esse? Diálogo entre ciência, cultura.

Na primeira parte, não há atividades práticas, mas conversas sobre as cenas do quadro “passarinho, que som é esse?” da TV Cultura, exibida pela TV Cultura de 1994 a 1997.

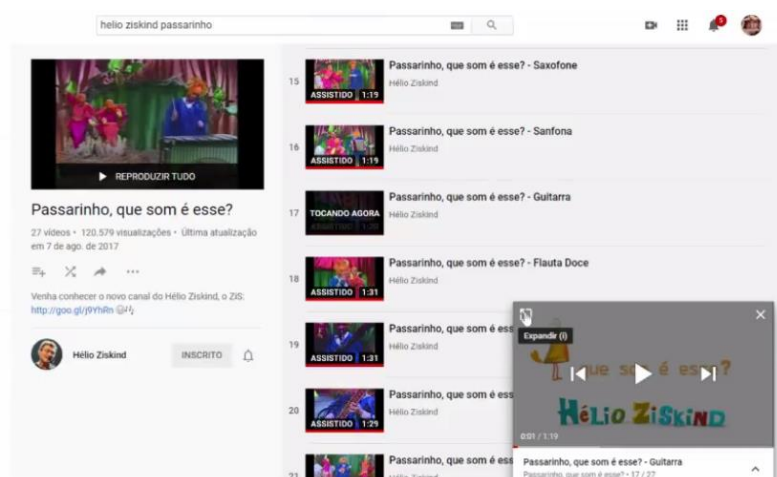


Figura 18 – Cenas do quadro do João de Barro e as Patativas (Hélio Ziskind: https://www.youtube.com/playlist?list=PLc-PUXRkJpd_9VvZyrEqxnKL7YQg9PJA3)

A seguir, apresentaremos uma breve análise contextualizada que justifica o uso das cenas da série como tema de discussão. A série é composta por um aprendiz de feiticeiro que mora com o tio e a tia em um castelo situado no centro da cidade de São Paulo. A série transita entre temas fantasiosos e cotidianos, da realidade, como, por exemplo, animais que falam e que em certas ocasiões dialogam, indiretamente, com o telespectador.

O músico e compositor Hélio Ziskind, responsável por grande parte do enredo musical da série, também foi o responsável pelo arranjo musical do quadro. O quadro apresenta 28 instrumentos musicais executados por diferentes músicos caracterizados pelo personagem João de barro, referente a uma ave. As patativas, personagens que também fazem parte do quadro, que eram interpretadas pelas dançarinas Dilma Souza Campos e Ciça Meirelles, que cantavam “passarinho, que som é esse?” sendo intérpretes por meio de um *playback* das vozes de Maria Aparecida de Souza, Rita Kfourri, Sueli Gondim e Tania Lenke.

A série traz uma bagagem pedagógica direcionada ao público infantil na faixa etária do pré-escolar aos 10 anos (CARNEIRO, 1999). Segundo Bia Rosenberg⁶, coordenadora pedagógica da série, o programa se desenvolve a partir das Teorias Construtivistas de Educação. Isso pode ser interpretado através da forma como as cenas acontecem, segundo observa-se no quadro, em um ninho de João de barro, localizado em uma árvore que fica no centro do castelo. Ali acontece a proposta do quadro, a interação com diferentes instrumentos musicais, executado por diferentes músicos, onde há uma comunicação retórica dos personagens com o telespectador que ao ser indagado sobre o som do instrumento, que no final da interação, disponibilizado nos trechos finais do quadro. Um fato interessante é a observação de como é feita esta interação dos personagens com os instrumentos, tanto pelas falas quanto pelas interações físicas, com um potencial elemento de debate pela relação da emissão do som pelo instrumento, sem o auxílio de periféricos, por exemplo, instrumentos de sopro e acústicos, dos instrumentos que utilizam componentes auxiliares, como baquetas e palhetas, e instrumentos que usufrui da eletricidade para o funcionamento, no caso o baixo e a guitarra elétrica.


Pensando nas possibilidades, através dos instrumentos supracitados, torna a possibilidade do telespectador reconheçam, no seu cotidiano, estes timbres e permitindo aproximarem-se, mesmo inicialmente como primeiro contato, de instrumentos não conhecidos em sua vivência. O programa faz este diálogo com a cultura primeira da criança telespectadora, incentivando o reconhecimento do campo musical, ampliando as possibilidades de primeiro contato e conhecimento de instrumentos inicialmente fora do seu contexto e da sua realidade. Mesmo pensando no quadro como análise dialógica de conceitos científicos dos instrumentos musicais demonstrados, o programa é parte do produto da cultura de massa que faz parte da experiência de vida do telespectador, desta maneira entendemos como cultura primeira com a possibilidade de incorporá-lo no processo educacional, neste caso na divulgação científica, promovendo a satisfação do educando (SNYDERS, 1988).

⁶ Disponível em https://youtu.be/u7Xu_8euXKQ . Acesso em: 23 mar. 2020.

Antes de iniciarmos a exibição dos vídeos para debate, houve uma pré-análise realizada através da aplicação de um questionário servindo de informações prévias para efeito de comparação e interpretação discursiva e que será realizado neste capítulo. Embora, durante a execução dos vídeos, ocorra a visualização de alguns, como sugestão, e não todos, partindo do pressuposto que alguns instrumentos seriam conhecidos e outros não, foram cobrados, como atividade posterior a esta primeira fase, a visualização de um documentário que relaciona ciência e música, concomitante com o questionário pós-atividade.

Através da pré-análise, a partir do questionário, tivemos as informações dos alunos participantes. Os alunos estavam cursando o 8º e 9º ano do ensino fundamental II no CEU EMEF Prof. Antonio Carlos Rocha e, ao se inscreverem na oficina, foram solicitados a responder a um questionário (Tabela 3) que continha as seguintes perguntas e respostas:

Tabela 3 - Questionário aplicado antes do início das atividades

Perguntas
1) Informe seu nome completo
2) Em qual ano/série você está?
3) Você toca algum instrumento musical? <ul style="list-style-type: none"> • Sim; • Não;
4) Se você respondeu sim anteriormente, informe qual instrumento toca:
5) Você já teve contato com algum instrumento musical que contenha cordas? <ul style="list-style-type: none"> • Sim; • Não;
6) Como você acha que os instrumentos musicais emitem sons? OBS: uma opção. <ul style="list-style-type: none"> • Somente usando eletricidade; • Através de vibrações; • Através da força das mãos; • Somente através do vento; • Usando o som que sai da minha boca; • Através do contato de varas, baquetas, palhetas e cabos elétricos com os instrumentos;
7) Você consegue dizer, em relação aos instrumentos musicais da imagem abaixo, qual a diferença tecnológica utilizada para o funcionamento destes dois instrumentos musicais? <div style="text-align: center;">  </div> OBS: uma opção. <ul style="list-style-type: none"> • A e B usam a força das mãos para funcionar;

<ul style="list-style-type: none"> • A e B usam a vibração da eletricidade para emitir som; • A= usa a força das mãos, B= usa a eletricidade; • A= usa a eletricidade, B= vibração das cordas;
<p>8) Qual área da ciência você acha que pode explicar o funcionamento do instrumento musical que contenha cordas de aço (como, por exemplo, a guitarra)?</p> <p>OBS: múltipla escolha.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acústica; • Elétrica; • Ondas; • Força mecânica;
<p>9) Você acha que o som tem forma?</p> <p>OBS: uma opção.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sim, todos os sons têm formas! • Não, nós só escutamos o som! • Depende de qual som está falando!
<p>10) Qual dia/horário você acha melhor para realizar a oficina? (a oficina será oferecida na opção que receber mais votos)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Segunda-feira às 11h; • Terça-feira às 14h; • Quinta-feira às 18h;

No questionário aplicado anteriormente à atividade, algumas questões foram dispostas de forma intencional com apenas uma opção de resposta, visando instigar os estudantes a questionarem as opções posteriormente, como nas questões 6, 7 e 9, que, na prática, poderiam ter mais de uma resposta. Contudo, no geral, a maioria das respostas, relacionadas aos instrumentos musicais, tenderam as alternativas que respondiam, de forma generalizada, a pergunta em si.

Em uma das questões, sobre ter contato com algum instrumento musical, 7 responderam que sim e sobre tocar algum instrumento musical, 4 responderam que sim e três destas respostas havia instrumentos de cordas conforme as respostas a seguir: “*Violão, Guitarra. estou aprendendo Teclado e Violino*” (aluno 8); “*Violão*” (aluno 2); “*Ukulele, um pouquinho de violão*” (aluno 4). Aqui podemos observar um dado importante, a presença de um instrumento musical como contato e também tocá-lo. Podemos identificar brevemente a alegria simples, conforme Snyders (1988), ao ter contato com o instrumento, aprender a tocá-lo, ambicionando criar afetividade com o instrumento. Destes 3 que responderam instrumento de corda, 2 responderam tocar pelo menos 2 instrumentos de corda diferentes. Esta prévia revela um grupo que, parcialmente, tem uma ligação com um instrumento musical.

Em relação aos conceitos científicos inerentes nos instrumentos musicais, quando se pergunta sobre como o instrumento emite som, 5 alunos responderam à alternativa que utiliza componentes periféricos para a emissão do som, os outros 6 alunos responderam com um conceito geral, a vibração. Nesta pergunta, com a opção de uma resposta forma proposital, há uma possibilidade de interpretar uma polifonia (FIORIN, 2018) quando respondem componentes periféricos, no caso varas, baquetas, palhetas e cabos elétricos, mesmo que seja uma resposta enviesada por já estar disponível como alternativa, compreendendo os periféricos como vozes de um discurso. Isto nos remete a mesma relação que Bakhtin traz ao analisar as obras de Dostoiévski, contextualizar a polifonia em um produto cultural, de origem literária, segundo Roman (1993):

[...] Estudando Dostoiévski, Bakhtin observou que o seu discurso romanesco não é apenas plurivocal - há algo mais além dessa plurivocidade: as vozes dos personagens apresentam uma independência excepcional na estrutura da obra. Como diz Bakhtin, "é como se soassem ao lado da palavra do autor". Observou mais que as múltiplas consciências que aparecem no romance mantêm-se equipolentes, ou seja, em pé de absoluta igualdade, sem se subordinarem à consciência do autor (ROMÁN, 1993).

Sob outro ponto de vista, podemos considerar um entendimento desses periféricos como algo que os participantes já conhecem, seja por meio de um contato ou afinidade com os componentes, uma vez que mais da metade respondeu que teve contato com instrumentos de corda, significando uma experiência pessoal de vida.

Sobre as questões 7 e 8, podemos concluir como uma resposta intuitiva a partir das imagens que demonstram dois instrumentos musicais, um acústico e um elétrico, a maioria das respostas, no caso um senso comum, como vozes da sociedade, e uma interação social, pensando em aspectos bakhtinianos e vigotskianos (SINDER, 1997).

Na questão 9 podemos citar três aspectos devido o pesquisador já conhecer o ciclo de atividades que ocorriam na escola, logo, em uma dessas atividades, em outrora, havia o desenvolvimento de um experimento que usava um *laser*, um pequeno espelho, latinha de alimento de vazia e balão de

borracha, produzindo um experimento que ao falar na boca da lata, o feixe do laser, refletido no espelho, este preso a borracha do balão, formava uma imagem caótica na parede, mas que se observava um padrão dependendo do tom da voz. Observando este contexto, há um dialogismo, devido às vozes de um discurso realizado anteriormente a nossa atividade, e uma interação social, por ser uma atividade em grupo com pessoas mais capacitadas e menos capacitadas (ZANELLA, 1994). Há também, o indício de satisfação cultural, por se tratar de atividades onde participam pessoas que demonstram interesse nas atividades experimentais, logo, uma identificação pessoal possivelmente por experiências pessoais de vida, chegando à ambição, devido à cultura primeira, e satisfação cultural, pela cultura elaborada, segundo Snyders (1988). Após este contexto, analisaremos algumas falas realizadas durante a interação direta com os alunos nesta primeira fase.

No início da atividade, fizemos as considerações iniciais como a apresentação do mediador, falar sobre a formação e sobre como seria a oficina de experimentos musicais até aquele momento. Após isto, foram feitas algumas indagações e questionamentos para gerar um diálogo sobre o contexto o qual iríamos discutir. Na primeira pergunta, que era sobre alguém possuir algum instrumento musical, 3 participantes se manifestaram dizendo terem instrumentos de cordas como ukulele, violão e guitarra, e outras modalidades, como teclado e gaita. Duas perguntas feitas naquele momento foram sobre o princípio de funcionamento de um bilhete de transporte público tinha relação com o princípio de funcionamento de uma guitarra. Dentre sim e não houve uma resposta de um aluno, que chamarei de “aluno 1”, com uma pergunta, após a afirmação da professora que participava da atividade dizer que havia alunos que já tinham desmontado um bilhete de transporte para saber o que tinha dentro: “*Tem haver (sic) com rfid?*” (aluno 1).

RFID significa *Rádio Frequency Identification*, componente utilizado em conjunto com uma plataforma de programação e robótica chamada Arduino⁷. Este é usado como transferência de informação, contidas no cartão RFID, para outra plataforma, conectada ao Arduino, através da aproximação, sem conexão

⁷ Plataforma didática para uso de programação e automação frequentemente usadas na área da robótica, mecatrônica e em sala de aula como recurso didático.

de fios ou similares. Complementando a pergunta, questionei se havia relação entre uma usina hidroelétrica com instrumento musical, neste caso a guitarra elétrica. Dentre as respostas, o aluno, que chamarei de “aluno 8” respondeu: “*tem haver (sic) sim* □.” (aluno 8)

A resposta foi bem assertiva, diante do diálogo em que se encontrava. É relevante salientar a relação entre a guitarra elétrica e dois contextos distintos, o bilhete de transporte e uma fonte geradora de energia elétrica. A pergunta com questionamento nos instiga a examinar a condição da resposta, sendo uma experiência pessoal vivida em algum momento da vida, na qual o nome é mencionado como resposta em forma de questionamento, refletindo sobre a relação entre o bilhete de transporte e o RFID. O interlocutor também se faz diante de uma indagação, logo, há uma voz que se sobrepõe a afirmação em forma de pergunta (BAKHTIN, 1997, p. 236), aqui há, por tanto, um dialogismo entre interlocutores, onde se constrói a interação entre as vozes no diálogo estimulado a partir de um questionamento e uma indagação que interage e reflete no discurso do outro:

[...] A significação não está na palavra nem na alma do falante, assim como também não está na alma do interlocutor. Ela é o efeito da interação do locutor e do receptor produzido através do material de um determinado complexo sonoro. É como uma faísca elétrica que só se produz quando há contato dos dois polos opostos (Bakhtin, 2006, p. 135).

A afirmação assertiva “tem haver sim” (*sic*), parte de um aluno que possui vários instrumentos musicais, além de demonstrar-se o mais interessado nas atividades. Aqui identificamos, claramente, a cultura primeira como parte do processo de aprendizagem, a interação com diversos instrumentos parte da ambição de aprofundar mais sobre os mesmos (SNYDERS, 1988, p. 23). A alegria simples, em uma satisfação imediata, em ir além, buscando alguém mais capacitado para satisfazer esta ambição, isto proporciona a curiosidade, um estímulo (SNYDERS, 1988, p. 24-25), e relacionar a produção de energia elétrica com o princípio de funcionamento da guitarra faz construir, no processo cognitivo, a consciência em afirmar sobre a pergunta.

Durante a apresentação dos vídeos foram feitos o seguinte questionamento: “*Só uma pergunta, o nome desse Instrumento não seria Xilofone? Pq (sic) Vibrafone? □ fica aí a reflexão*” (aluno 8)

O questionamento apresentado pelo aluno revela um conhecimento pessoal, uma identificação de um instrumento musical similar, mas que possuía um nome diferente. Isso levou-nos à hipótese de que o nome do instrumento foi apresentado como Xilofone, e, conseqüentemente, à relação do Xilofone com o Vibrafone. Vale ressaltar que não são os mesmos instrumentos, onde o Vibrafone tem as teclas de alumínio e o Xilofone de madeira, devido à semelhança do aspecto físico dos dois instrumentos, mas com pequenas diferenças. O dialogismo acontece neste discurso, onde um discurso se sobrepõe ao outro, uma relação dialógica [...] se estabelece entre enunciados na comunicação verbal (BAKHTIN, 1997), neste caso a caracterização do instrumento. Há um discurso que está sendo usado agora e era tomado como verdade antes da apresentação do vídeo. O conceito formado sobre o instrumento musical questionado, conhecido como Xilofone, é fundamentado numa premissa construída através da interação do aluno com o instrumento musical. O aluno ainda comenta, por áudio, durante a oficina pelo *Meet*, conhecer o Xilofone feito com copos de vidro com água, entendemos a fala como a resultante de um processo interpessoal para o intrapessoal, segundo Martins (1997):

Diante de situações em que precisa manipular conceitos e realidades que já conhece para chegar a saberes até então ignorados, o aluno sugere respostas e chega a resultados que lhe permitem alcançar novos níveis de conhecimento, informação e raciocínio. Estamos frisando que, para VYGOTSKY, é na interação entre as pessoas que em primeiro lugar se constrói o conhecimento que depois será intrapessoal, ou seja, será partilhado pelo grupo junto ao qual tal conhecimento foi conquistado ou construído (MARTINS, 1997).

O momento reflete o uso de ferramentas nas interações, nas atividades, tomando a consciência do contexto, que através de signos, neste caso a ideia de xilofone interiorizado, o aprendizado (FINO, 2001) que coloca sob forma de questionamento a ideia de ressignificar o abstrato construído em outros momentos.

Durante a análise do contexto musical percussivo, que não trabalha com melodias, mas sim como contador de tempo, definindo o andamento musical, um aluno, que chamarei de “aluno 5”, em resposta à pergunta sobre outros instrumentos que tinham função semelhante, apresenta a seguinte sugestão seguida de uma pergunta: *“Pandeiro ,acho que tem que saber o ritmo né?”* (aluno 5)

Uma observação do aluno, que chamarei de “aluno 10”, surge quase simultaneamente. *“O cara sabe toca (sic) tudo”* (aluno 10); *“Bate a mao (sic) na parede vai sai musica”* (aluno 10)

Ao responder à mensagem do aluno 5, e a observação do aluno 10, visamos relacionar, para o aluno 5, a ideia de ritmo⁸ musical através dos estilos musicais, fazendo observações da forma de tocar entre um gênero musical e outro, além do significado do pandeiro para um grupo cultural. O pandeiro, neste caso, se torna um instrumento que, além da emissão do som, também está associado movimentos periódicos. Aqui também temos uma importante observação do aluno 10 em relatar que o personagem saber tocar tudo, em relativo a todos os instrumentos, contextualizando um gênero discursivo primário (FIORIN, 2018, p. 77) em que são discursos do cotidiano, sendo uma comunicação espontânea e imediata e diretamente relacionada ao contexto. A fala também nos remete a cultura primeira, quando Snyders (1988, p. 32) diz em tornar o mundo compreensível, quando comenta sobre a TV atuar com duplo sentido, levando a cultura de massa ao jovem telespectador, de intensão e lugar. Snyders também fala sobre a indústria cultural:

[...] As fraquezas da cultura primeira não provêm apenas das dificuldades internas de um pensamento que não maneja os instrumentos necessários para se analisar [...] A cultura de massa é fenômeno de indústria cultural, nas mãos da indústria cultural; a qual, de um lado, está à procura de vantagens, de outro lado está indesejosa que seja o menos possível modificadas as estruturas sociais que, no conjunto, não lhe são desfavoráveis; um mercado cultural (SNYDERS, 1987, p. 43).

⁸ Sucessão de tempos fortes e fracos que ocorrem alternadamente, com intervalos regulares, em uma frase musical, um verso etc. RITMO. In: MICHAELIS, Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. Editora Melhoramentos Ltda., 2015. Disponível em: < <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/ritmo/> >. Acesso em: 30/05/2023.

Esta fala corrobora com a ideia de análise da cultura de mídias (KELLNER, 2001), interdisciplinarmente, com o dinamismo comunicativo da TV de interação permanente no diálogo entre produtor e receptor (SETTON, 2004).

Ao término da fase um foi aplicado um questionário, com as perguntas na primeira linha, como atividade obrigatória, integrando os dados coletados, conforme a tabela (Tabela 4) abaixo:

Tabela 4 aplicado após a atividade 1.

Questão 1	Qual (ou quais) instrumentos musicais que mais lhe chamou a atenção e por quê.
Questão 2	Comente aqui o que achou dos vídeos “Passarinho, que som é esse?”.
Questão 3	Comente algo que achou interessante nos vídeos “Música e Ciência”.

Na tabela temos três perguntas direcionadas à opinião do aluno participante como resposta. Dentre os comentários analisados durante a fase um, observamos relações nas respostas com alguns contextos, como exemplo, o aluno 10 que afirmara sobre a grande capacidade musical do personagem e sua resposta no questionário confirmando seu consumo cultural relativo à série: *“Achei muito legal porque eu mesmo adorava castelo ra tim bum e nao (sic) fazia ideia que ia (sic) fazer parte dessa matéria”* (aluno 10). Outro fato observado na maioria das respostas é as características dos instrumentos que chamaram a atenção, em sua maioria, instrumentos de corda, o que nos faz pensar na sua popularização através do violão ou guitarra (tabela 5).

Tabela 5 - Respostas da questão 1

Aluno 1	<i>A harpa é um instrumento lindo e que eu gostaria muito de saber toca-lo, por causa de suas cordas e o som que ela produz.</i>
Aluno 2	<i>Bandolim, guitarra e violão. Violão, por ser meu instrumento preferido; guitarra, acho muiiito legal os solos, e o bandolim, achei muiiito interessante, calmo e suave.</i>
Aluno 3	<i>Fagote. Achei bem interessante o som q é produzido</i>
Aluno 4	<i>Os instrumentos de corda, violino, violão, entre outros, por conta de suas ondas sonoras</i>
Aluno 5	<i>Piano, harpa , trombone. Por que são os mais diferentes e interessantes.</i>
Aluno 7	<i>Violão me chama muito atenção, acho um som maravilhoso. Tocar temas de músicas ou as próprias músicas de jogos, filmes e etc.</i>
Aluno 8	<i>Xilofone por causa do outro nome e do som</i>
Aluno 9	<i>Violino, porque acho que foi um dos mais tocados, mas é o instrumento que mais me atraí, é um som doce e agradável.</i>
Aluno 10	<i>O que mais me chamou a atenção foi o saxofone tocando através de um</i>

Sobre a série trazer diferentes instrumentistas para a execução do instrumento mostra como o refinamento de certos detalhes, compreendidos entre o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial, alimenta um processo de construção de signos conforme o sócio construtivismo de Vigotski, além da representação da linguagem no discurso corroborando com o dialogismo de Bakhtin.

Os instrumentos que chamaram atenção dos alunos também nos remete a cultura primeira de Sniders. A interação entre o participante e a identificação pela atenção que o instrumento ganha é uma forma de alegria simples.

Dentre as respostas relacionadas ao documentário proposto, há um fato interessante onde o aluno 5 sugere que os vídeos dos passarinhos, na visão dele, são infantis, mas que o documentário sugerido lhe chamou a atenção assistindo o primeiro episódio por duas vezes. Um dado interessante sobre isso é o fato do documentário ter sido realizado através de uma parceria entre uma orquestra sinfônica e um *youtuber*, o que nos leva a indagar sobre a cultura de mídias de sua geração, consumidoras deste grupo seletivo, oriundos do ciberespaço (LÉVY, 1999), mas que em sua hegemonia se caracteriza na indústria cultural referida por Kellner (2001).

6.2. Movimento das cordas: a forma do som.

O registro da vibração das cordas do violão, através do celular, foi o ponto de partida das experimentações das oficinas. Na fase dois trabalhamos dois pontos distintos, mas com intuito de trazer um diálogo sobre as observações que fazemos no dia a dia, sobre qualquer coisa que tenha uma relação direta com fenômenos científicos e visto de forma generalizada. Para este contexto, apresentamos no início da atividade os materiais que seriam usados para os experimentos, dentre estes materiais alguns não estariam presentes no kit de materiais disponibilizado aos alunos, como, por exemplo,

um osciloscópio, uma guitarra elétrica, um violão e um controle remoto de televisão.

Após a apresentação destes materiais, retomamos o questionamento feito na atividade anterior sobre o xilofone e Vibrafone. O relatarmossobre a diferença entre o xilofone, usar teclas de madeira, e o Vibrafone, usar teclas de metal, e que havia um motor que interagindo com o tubo acústico gerando ressonância no som, o aluno 8 fez o seguinte comentário: *“Tipo a diferença do Violão acústico e do elétrico ne (sic)”* (aluno 8); *“O meu violão é eletrico tipo de ligar na caixa e tals (sic), tipo violao msm (sic) kevekdhsd (sic)”* (aluno 8).

A fala do aluno 8 traz uma relação dialógica realizada na atividade anterior, e que retomada nesta atividade, um discurso direcionado a um superdestinatário, que neste caso há uma compreensão responsiva e determinante no discurso (FIORIN, 2018, p. 31). Para Vigotski, o processo de internalização ocorre no processo social e nos mecanismos simbólicos no entendimento da zona de desenvolvimento imediato (VIGOTSKI, 1998; MORTIMER, 2000; *apud* VIEIRA, 2020). O aluno afirma possuir um violão e já distinguir algumas características entre violão acústico e elétrico, é uma forma de cultura que não foi adquirida na escola, uma alegria simples, mas que ambiciona atingir um nível maior (SYNDERS, 1988, p. 25).

Depois desse diálogo, retomamos o cronograma da tarefa, abordando o funcionamento da guitarra e apresentando a questão de gerar energia elétrica para ser amplificada posteriormente. O osciloscópio, conectado à saída da guitarra, mostrou através do display o que ocorria ao tocar as cordas. Apresentavam-se diferentes formas de onda no aparelho, para cada corda ou para um acorde, sem levantar qualquer questionamento sobre a situação desde então. Assim, justificaríamos o uso do violão ao questionarmos se a vibração da corda do violão seria semelhante à da guitarra, obtendo as seguintes respostas: *“Acho que sim”* (aluno 2); *“Bugou (sic) foi minha cabeça agr (sic)”* (aluno 3); *“Acho que não”* (aluno 4); *“Acho que não”* (aluno 5); *“Sim”* (aluno 3); *“Não sei”* (aluno 1).

Há um conflito em relação à pergunta formulada, logo, temos um instrumento concreto, na perspectiva vigotskiana, que faz parte da cultura que,

até então, foi absorvida sem uma reflexão crítica sobre os mesmos, características típicas da cultura primeira, de acordo com Snyders (1988). A maioria dos discursos utiliza o senso comum como base, com elementos característicos da cultura, linguagem e interação entre indivíduos, usando conceitos científicos que não se sustentam na realidade. No entanto, a ideia de utilizar o controle remoto foi ultrapassar a barreira do senso comum e, por isso, o experimento, que, nas entrelinhas, utiliza componentes comuns do cotidiano, como o controle remoto e a câmera do celular (figura 19).



Figura 19 – Controle remoto funcionando diante da câmera do celular (Fonte: arquivo pessoal)

Aqui temos uma atividade, que sob a ótica vigotskiana, utiliza dois instrumentos ambíguos, o celular e o controle remoto. Estes, amparados nos preceitos de Vigotski, foram os mediadores que tiveram a função de intervir à relação proposta (PINO, 1991; OLIVEIRA, 2010; *apud* COSTA, 2015) como instrumentos – ferramenta concreta, controle remoto e câmera do celular; abstrato, luz infravermelha e forma da onda. A ruptura do senso comum com o conceito científico tem início quando questionamos os alunos sobre o controle remoto, que usaríamos para o experimento, demandava um componente na sua extremidade no qual era apontado. Após isto recebemos a seguinte resposta no *chat* do *meet*: “*Infra vermelho (sic)*” (aluno 4).

Em nenhum momento foi comentado o nome infravermelho, isto são sinais de que existe uma concepção científica na mensagem, um discurso que foi internalizado em outro momento, fora das atividades que estávamos

realizando. Logo em seguida, fala-se sobre não enxergarmos a luz infravermelha, com nossos olhos, mas que a câmera do celular consegue captar essa luz, pedindo a um dos alunos que ligasse a câmera do celular, para realizar o experimento, apertando um de seus botões e observando o controle funcionar ao direcioná-lo para seu rosto e em seguida para a câmera do celular. O resultado é prático e direto, uma vez que não requer recursos que necessitam de elaboração prática para ser possível. Dessa forma, ao mostrar a luz infravermelha, do controle remoto, o diálogo é direcionado para a nossa visão de realidade, que, usando o celular como ferramenta, pode ver se o movimento das cordas do violão não seria similar ao que foi mostrado no osciloscópio com a guitarra. Ao fazer a pergunta como poderíamos fazer isso, surge a seguinte resposta de um estudante: “*Colocar dentro do violão? KKKKK (sic)*” (Aluno 4).

Em vários momentos, os comentários surgem como uma brincadeira pelos alunos, mas isso é necessário, pois para Vigotski a brincadeira são atividades que demandam a maturidade, são estágios do desenvolvimento mental, e por tanto, zona de desenvolvimento iminente (VIGOTSKI, 1998; *apud* PEREIRA, 2006). No ato da brincadeira, a resposta foi sim e um dos alunos (o aluno 4) realizou a experiência após dado às informações de como seria feito, colocando-se o celular dentro do violão, e quais condições, de luminosidade, era necessário para observar como era o movimento das cordas. Durante uma das tentativas, a imagem não mostrava o efeito, não era possível observar devido às condições luminosas onde o aluno se encontrava, com isso foi pedido para que o aluno se aproximasse mais da janela para captar mais luz, e conseqüentemente o efeito aparecia (figura 20). Quando foi perguntado se ambos observavam o efeito, surgiram os seguintes comentários: “*Que legal *-**” (aluno 1); “*Que loco (sic) mn (sic)*” (aluno 5); “*Simmmmm (sic)*” (aluno 3); “*Simm (sic)*” (aluno 2).



Figura 20 – Usando a câmera do celular para captar a forma de vibração da corda do violão (Fonte: acervo pessoal)

Somente o aluno 4 não viu as imagens das cordas, pois este realizou o experimento para os colegas verem. Diante destas condições foi pedido para os colegas explicarem para o aluno o que estava acontecendo, antes o aluno 4 respondeu da seguinte maneira: *“Eu já vi vídeos assim na internet kakaka (sic)”* (aluno 4); *“A corda se mexe lentamente né? É isso?”* (aluno 4).

O comentário sobre ter vistos vídeos similares na internet corrobora com o que Snyders diz sobre a cultura de massa, o que se nota seria uma releitura desta cultura de massa, especificamente da indústria cultural, atualizando-a de revistas, cinemas e televisão para internet, redes sociais e páginas de vídeos. Sobre a corda se mexer lentamente demonstra o dialogismo no discurso visual do aluno, pois novamente, temos uma afirmação sobre o fenômeno, mas que podemos colocar vários “por quês” do o celular registrar a vibração naquela forma, com aquelas condições. A partir deste contexto, os alunos responderam com as seguintes mensagens:

Tabela 6 - Diálogo sobre a forma de vibração das cordas

Aluno 2	<i>É idêntico (sic) a onda de energia</i>
Aluno 2	<i>A que mostrou no aparelho</i>
Aluno 5	<i>Vdd (sic)</i>
Aluno 3	<i>Porém nois (sic) vendo de olho direto nn (sic) deu pra ver esse movimento</i>
Aluno 5	<i>Se gravar do lado de fora do violão da pra (sic) ver também?</i>
Aluno 1	<i>Por causa de algum raio de luz que não vemos a olho nu e a camera (sic) consegue pegar?</i>
Aluno 8	<i>Que topp (sic), já vi isso num (sic) vídeo de msc (sic)</i>
Aluno 8	<i>Vi um vídeo de uma música do Linkin park assim</i>

A resposta que relaciona a onda e a energia do aparelho, neste caso o osciloscópio, é facilmente assimilada pela questão gráfica, tanto pela forma da corda do violão quanto pela forma do gráfico no osciloscópio. O dialogismo aqui ocorre na alteridade, no discurso já realizado no início das atividades e sendo colocado no diálogo como um discurso direto, não é um ponto de vista do aluno, mas o discurso realizado pelo mediador durante a atividade (FIORIN, 2018, p. 39), além disso, a afirmação do aluno 5, após a explicação do aluno 2, qualifica-se no processo interpsicológico devido à interação nas mensagens indiretamente, no processo que demanda as funções psicológicas superiores, quando ocorrer o processo intrapsicológico (VIGOTSKI, 1991).

A interlocução nos questionamentos e nas afirmações ambiciona o progresso conforme surgem as falas. Ao afirmar que não consegue visualizar o

movimento, coloca a impossibilidade de ver a forma da onda, na corda, sem a câmera do celular como recurso. Alterar as condições do experimento, como filmar com a câmera do lado de fora do violão, coloca em questão se o efeito será similar. A afirmação de que a causa seria um raio de luz que não vemos, mas que a câmera consegue, retrata como o diálogo no início da atividade colaborou para a construção do discurso dialógico bivocal. Quando questionado em alterar as condições do experimento, temos uma polêmica velada onde não se expressa abertamente à polêmica (FIORIN, 2018, p. 45). Para Snyders a alegria não fica só no elementar (SNYDERS, 1988, p. 25), interpretando a condição de oposição, conforme dado pelo discurso bivocal, pressupondo o avanço do conhecimento, nas ideias propostas, para conhecer mais sobre o que se trata, se a condição é válida somente para o celular dentro do violão ou se funciona fora dele. Sobre o contexto da luz, temos o ponto de zona de desenvolvimento real, onde o signo internalizado referente ao primeiro experimento, luz infravermelha, mostra como a interação social promove a construção cognitiva, neste caso sobre a fala do aluno, colocando em seu discurso a fala do mediador, o questionamento partindo do pressuposto científico discutido inicialmente e associado a um instrumento concreto, o celular, sendo na interação dialógica a concretização do conceito, relativo ao experimento, que na perspectiva vigotskiana designa-se como zona de desenvolvimento potencial (VIGOTSKI, 1991).

O aluno 8 também relata ter visto o fenômeno no vídeo de uma banda de rock Linkin Park, que também foi observado no experimento. A música, em sua essência, fundamenta-se nos princípios físicos de propagação de onda, vibração e toda a teoria musical conforme já citado neste trabalho, como estamos nos referindo, também, a um produto da cultura de massa, Snyders (1988, p. 30) afirma que a evocação da cultura elaborada, neste caso a música citada pelo aluno, se faz apreciar elementos positivos da cultura de massa, conseqüentemente ambicionado este elemento e indo mais além. Isso implica na resignificação da arte produzida como fenômeno científico discutido e compreendido através da interação proporcionada nas atividades.

Temos abaixo o questionário (tabela 7) aplicado aos alunos após a atividade, com as perguntas na primeira linha, como atividade obrigatória, com as seguintes respostas:

Tabela 7 - Questionário aplicado após a atividade 2.

Questão 1	Você já tinha visto, ou realizado, a experiência de filmar o movimento das cordas do violão com o celular dentro dele? Se sim, comente sobre o que viu.
Questão 2	Proponho imaginarmos que o TIQUATILAB está apresentando seus experimentos científicos para o público do bairro, próximo à escola, e para os alunos da ETEC TIQUATIRA. Em um dado momento, durante o experimento de filmar o movimento das cordas do violão, um aluno realiza o seguinte questionamento: por que as ondas na corda do violão tem essa forma (igual da imagem)? Como você explicaria esta pergunta, com seu conhecimento e com suas próprias palavras?

O questionário traz algumas informações interessantes, pois apesar de não ter apresentado a explicação sobre o porquê a câmera do celular consegue captar a forma da onda formada nas cordas – este fenômeno tem relação com o efeito estroboscópico, que neste caso ocorre quando apontamos o celular para uma fonte de luz extensa, a sensibilidade do sensor do celular é alterada como uma espécie de adaptação ao ambiente, isto na fotografia se chama “fotometria”, análogo ao que acontece no olho humano com a função das células conhecidas como bastonetes, que ao identificar uma intensidade grande de luz, faz com que a pupila se contraia restringindo a passagem de luz, diminuindo sua intensidade ao chegar à retina. O efeito estroboscópico ocorre com essa alteração da sensibilidade do sensor da câmera, com isso a frequência de captação da luz se altera, aproximando da frequência de vibração das cordas e causando o efeito, para algumas frequências, a sensação da corda estar parada com o formato da onda – houve uma sugestão de um vídeo, proposto pelo mediador e encaminhado pela professora aos alunos, onde uma pessoa realiza o mesmo experimento, com as mesmas condições, porém, neste vídeo sugerido o próprio mediador faz um comentário explicando quais conceitos físicos explicavam tais fenômenos.

Nas respostas é possível perceber que há uma proximidade dos conceitos científicos relacionados ao experimento, os relatos sobre a questão

da frequência de cada corda, a questão da sensibilidade da luz e sobre o som ter movimento - *“Essa foi a minha primeira vez. Eu vi ondas nas cordas, idêntico as (sic) sonoras (ondas sonoras), só as ondas sonoras tem mais frequência”* (aluno 2); *“Sim, eu já tinha visto um vídeo assim, mas não sabia sobre a explicação”* (aluno 4); *“Não, nunca vi e nem fiz essa experiência antes, a primeira vez que eu vi foi no módulo 2 da oficina de experimentos musicais (sic) do TIQUATILAB. Gostei muito e achei bem interessante ver como é o movimento das cordas da parte de dentro do violão* (aluno 5); *“Ainda não fiz, mas vi a experiência e achei muito legal o jeito que as cordas (sic) vibram por dentro e que só da pra (sic) ver com muita iluminação”* (aluno 8) - também é possível perceber que não viram a resposta do mediador no vídeo. São palavras-chave diretamente ligadas aos fenômenos observados, alguns já com o discurso do mediador nas respostas, como na questão 2 a seguir: *“Bom, talvez você não saiba, mas todo som tem um movimento, e não é diferente com o violão, quando tocamos o violão e ele faz esse movimento, ele está imitando a forma das ondas sonoras que o som está transmitindo.”* (aluno 9); *“Não sei ao certo, mas acho que é por causa da luz do sol que reflete nas cordas e algum tipo de captação da câmera, também deve ter alguma influência do que cada nota representa e a afinação.”* (aluno 1); *“Pq (sic) cada nota, cada corda tem uma vibração, tem uma nota sonora, e que não são visíveis a olho nu”* (aluno 4).

Outros com respostas próximas ao que se viu, durante a atividade, mais elaborada, como nas respostas a seguir: *“Cada corda tem seu próprio movimento e são esses movimentos que fazem o som acontecer, porém quanto mais fina a corda, mais vibrações ela terá. Ou seja, da primeira a terceira corda tem mais vibrações e as duas últimas são mais grossas e tem menos vibrações.”* (aluno 7); *“Por conta da vibração que trás a corda. Se olharmos (sic) por fora do violão (as cordas) , não vemos o mesmo efeito, e por dentro vemos com a ajuda da luz do sol, que emite uma luz imperceptível a nossos olhos, dando esse efeito incrível !!!”* (Aluno 2).

As respostas demonstram como o discurso é dialógico e internalizado, na atividade, quando se coloca objetos concretos. A cultura de massa também é colocada no debate, exemplo disso como cultura primeira, colocada pelo

aluno 4 ao indagar que já havia visto vídeo similar mas não sabia explicar, na questão da música, sob a ótica científica, acerca da compreensão visual, como leitura básica do cotidiano e expresso no dialogismo e na polifonia (FIORIN, 2018) quando justaposto em um ambiente não formal propício ao debate científico do ambiente em que se encontra.

6.3. Construindo um experimento: monocórdio de Pitágoras.

A atividade nomeada como fase três é o momento em que os alunos utilizam o kit de experimentos disponibilizados para eles. Nesta fase começamos o desenvolvimento de alguns artefatos com os materiais do kit, dentre esses materiais temos um sarrafo de madeira, uma corda de violão, um pino de plástico e régua. Este tem referência em um filósofo matemático que viveu por volta de 582 a C, Pitágoras.

A menção a Pitágoras nas atividades tem uma importância ímpar, o ponto de partida para a inclusão direta da matemática nas atividades, bem como a produção de um artefato que contrasta a guitarra elétrica e a ciência. De fato, o experimento tem sua importância na difusão da teoria musical, através da escola pitagórica, e será usado nesta fase associando o cientista e a obra realizada. Logo, no início da atividade é perguntado aos alunos o que vinham na mente deles, quando se falava o nome Pitágoras: “*Filósofo matemático?*” (aluno 1); “*Acho que notas*” (aluno 2); “*Não sei*” (aluno 5).

Após os comentários, o mediador faz um relato breve sobre Pitágoras, colocando no diálogo a equação de Pitágoras, $a^2=b^2+c^2$, colocando no diálogo as circunstâncias sobre a teoria musical proposta por ele e a continuidade dos estudos pela escola pitagórica. Nesta atividade havia poucos participantes, lembrando que devido ao isolamento social, a atividade se realizava pelo *Meet* do *Google*, tendo três participantes com problemas de acesso à internet no horário da oficina. Prosseguindo o diálogo, o mediador apresenta para os alunos, o monocórdio, explicando o seu contexto e compartilhando imagens de alguns monocórdios para terem noção de sua forma. Em contrapartida, com um violão, o mediador faz a relação da posição dos trastes com o tamanho da corda do violão, associando este ao monocórdio. Feito isso, é perguntado aos

alunos quais são as notas musicais, obtendo as seguintes respostas: “Dó Ré Mi Fá Sol Lá Si Dó” (aluno 5); “Essa?” (aluno 5); “Dó ré mi fá sol lá si dó” (aluno 1).

Saber as sete notas musicais faz parte do modo real da linguagem, no caso das notas musicais um discurso direto (FIORIN, p. 37, 2018), são gêneros primários oriundos da alegria simples (SNYDERS, 1988, p. 24) como um bate-papo entre amigos ou assistir a uma série de TV. Ao receber as respostas, o mediador discursa sobre o primeiro comentário que inicia com a nota “dó” e finaliza com a mesma nota, dando a sensação de ser cíclico, logo, coloca-se em questão, utilizando um violão, a marcação das casas em forma de “bolinhas” que existe no braço do violão e da guitarra, intercalando a relação matemática que Pitágoras propõe no monocórdio. Feito isso, o mediador fala sobre a posição e a relação de distância dos trastes no braço do violão e guitarra, informando sobre a proporção que será usado para os cálculos da posição dos trastes, utilizando como referência a raiz duodécima de dois conforme mencionado abaixo (figura 21):

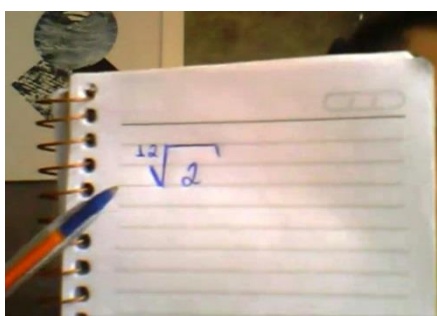


Figura 11 – Representação da raiz duodécima de dois durante a atividade (Fonte: acervo pessoal)

A partir destas informações, o mediador usa os materiais do kit para montar o monocórdio, informando onde serão colocados os componentes e o que será calculado, neste caso, a distância dos trastes, conforme mencionado em vídeo e reforçado nas mensagens do *chat*. O diálogo, durante a execução da atividade, prossegue com várias mensagens sobre detalhes do que se deve fazer em relação aos cálculos, conferindo os valores e questionando resultados. Nota-se, durante o diálogo, que os alunos tendem a chegar ao resultado enquanto tiver uma orientação, ocorrendo através da escrita à

⁹ Usamos uma escala musical, com 8 notas, dividida em 12 semitons. A relação entre duas frequências separadas por um semiton terá sempre a mesma relação matemática que consiste na raiz duodécima de dois. Logo, a equação, proposta por Euler, relaciona uma frequência fundamental f_0 . $f^{12} = 2 \cdot f_0$, portanto, o fator f , na equação se resume na relação $f = \sqrt[12]{2}$.

representação do pensamento, que diferente da fala, a escrita é forçada por uma motivação como um tratamento arbitrário segundo Vigotski (2001):

[...] Na linguagem falada não há necessidade de criar motivação para a fala. Neste sentido, a linguagem falada é regulada em seu fluxo por uma situação dinâmica, que decorre inteiramente dela e transcorre segundo o tipo de processos motivados pela situação e condicionados pela situação. Na linguagem escrita nós mesmos somos forçados a criar a situação, ou melhor, a representá-la no pensamento. Em certo sentido, o emprego da linguagem escrita pressupõe uma relação com a situação basicamente diversa daquela observada na linguagem falada, requer um tratamento mais independente, mais arbitrário e mais livre dessa situação (VIGOTSKI, 2001, p. 315).

A interação que ocorre durante a construção do monocórdio, através dos cálculos propostos, conforme contextualizado anteriormente, é transcrito abaixo em um dos trechos de conversa durante a oficina (tabela 8):

Tabela 8 - Diálogo realizado durante a construção do monocórdio

Aluno 1	<i>É pra (sic) fazer essas linhas?</i>
Mediador	<i>Raiz duodécima de 2 = 1,05946309436</i>
Mediador	<i>27, 37 cm</i>
Aluno 1	<i>Gente</i>
Aluno 1	<i>Tipo o meu deu 29,5 ai eu divido por aquele número?</i>
Aluno 1	<i>Isso</i>
Aluno 1	<i>Certo</i>
Aluno 1	<i>Ai vai riscando?</i>
Aluno 9	<i>O meu também deu 29,5</i>
Aluno 10	<i>O meu e 29 cm</i>
Aluno 10	<i>Ai deu</i>
Aluno 10	<i>2.73723551E-10</i>
Aluno 10	<i>Ai to (sic) confuso</i>
Aluno 9	<i>Estou achando o meu muito pequeno</i>
Mediador	<i>T(1)=27,37cm</i>
Aluno 10	<i>Os 4 primeiros ta (sic) certo</i>
Mediador	<i>T(2)=25,83cm</i>
Mediador	<i>T(3)=24,38cm</i>
Mediador	<i>T(4)=23,01</i>
Aluno 9	<i>Deu 27,8</i>
Aluno 9	<i>29,5</i>
Aluno 9	<i>Entendi</i>
Aluno 1	<i>Fazer isso até 12?</i>
Aluno 1	<i>Certo</i>
Aluno 5	<i>O meu tá (sic) ficando com o quadradinho menor perto de onde aperta a corda. Tá (sic) certo?</i>
Aluno 5	<i>É pra (sic) fazer 12 trastes?</i>

A atividade segue com cada aluno realizando seus cálculos, trazendo alguns questionamentos em relação ao resultado da divisão pela raiz

duodécima de dois, verificando se os valores estão conforme a matemática. Este momento da atividade mostra a importância da interação entre aluno e mediador, transparecendo o momento entre zona de desenvolvimento real, quando os alunos mencionam sobre a divisão e quando desconfiam dos valores podendo estar incorretos, e a zona de desenvolvimento potencial, quando o mediador contextualiza os erros nos processos e em seguida há um reconhecimento do aluno sobre os erros e acertos. O momento da dúvida é compreendido, neste caso, o desenvolvimento do aluno quando imita o que está ao seu nível de entendimento, segundo Souza (2011 *apud* VIGOTSKI, 1978):

Se uma criança tem dificuldade com um problema de aritmética e o professor o resolve no quadro, a criança pode compreender a solução num instante. Mas se o professor estiver a resolver o problema usando altas matemáticas, a criança não será capaz de compreender a solução, independentemente do número de vezes que imite o professor (SOUZA, 2011 *apud* VIGOTSKI, 1978).

Os cálculos realizados durante a atividade desenvolvem-se medindo o comprimento dos dois pontos de apoio, nas extremidades, onde fica a corda no monocórdio. O valor medido deve ser dividido pela raiz duodécima de dois, com isso teremos um tamanho menor que a distância entre as extremidades. Com o resultado obtido, utiliza-se seu valor para calcular a posição em que ficará escolhendo uma das extremidades, neste ponto traça-se um risco, no caso a posição do traste, tendo efetuado a primeira escala do monocórdio. Em seguida usa-se o mesmo valor, da distância do traste calculado anteriormente, para traçar o traste seguinte, dividindo-se pela raiz duodécima de dois novamente, prosseguindo com a posição do segundo traste e assim sucessivamente.

A observação do resultado do trabalho que o aluno está efetuando demonstra o alerta sobre os efeitos dos cálculos realizados e sobre a orientação recebida enquanto as divisões. A atividade segue até seu fim com a conclusão das escalas realizadas pelos alunos, no monocórdio feito por eles e é posteriormente compartilhado, como atividade obrigatória, um questionário onde são colocadas duas perguntas relacionadas sobre o conhecimento da matemática nos instrumentos musicais e sobre o grau de dificuldade que

tiveram numa escala de 1 a 5 – fácil a difícil, respectivamente. No mesmo questionário, foi pedido para que enviassem uma foto do monocórdio desenvolvido por eles, conforme a tabela e as imagens abaixo.

Tabela 9 - Questionário aplicado após a atividade 3.

Questão 1	Você tinha alguma ideia de que as escalas de instrumentos musicais eram feitas com base na matemática? Comente.
Questão 2	Qual você considera o grau de dificuldade (de 1 a 5) da atividade que fizemos na oficina do módulo 3? (cálculo da escala do instrumento)



Figura 22 – Monocórdio realizado pelo mediador (Fonte: acervo pessoal)



Figura 23 – Monocórdio desenvolvido pelos alunos (Fonte: acervo pessoal)

As respostas do questionário reforça o cenário sobre os alunos não relacionar, intuitivamente, a matemática no desenvolvimento dos instrumentos

musicais, conforme as respostas a seguir: “*Não. Na verdade, nunca parei pra pensar.□□□□*” (aluno 2); “*Não,eu não sabia que as escalas eram feitas com base em matemática.*” (aluno 5) - de nove participantes, um tinha a ideia parcial sobre o contexto: “*Em partes sim, mas não que seria algo tão preciso e com um cálculo desses.*” (aluno 1). A forma como se desenvolveu essa fase evidencia a dificuldade da matemática empregada, portanto, a participação do mediador na atividade é crucial para o progresso do desafio até o sucesso no desenvolvimento do monocórdio. As imagens mostram o progresso de ambos os participantes, tanto pela colaboração dialógica, nas mensagens no chat, quanto pela percepção sobre o artefato diferenciar-se dos outros participantes, direcionando-os à revisão do que está sendo feito para chegar ao modelo ideal do monocórdio.

6.4. Gerando energia elétrica com ímã e um prendedor de roupas.

Na fase quatro ocorre a inserção da eletricidade na oficina. Aqui foram colocados alguns recursos para gerar eletricidade de duas formas: por indução eletromagnética e por piezoeletricidade. O elemento de prova, para a comprovação da existência de energia elétrica, é a lâmpada *LED* conectada a cada artefato, que neste caso foi usado uma bobina retirada de um transformador de fonte de alimentação e piezoelétrico adquirido em loja de componentes eletrônicos. A configuração do *LED* na bobina, e no piezoelétrico (figura 24), durante a atividade, ocorre através da conexão dos fios positivo e negativo, conectados no *LED* e conseqüentemente nas extremidades da bobina, ou na extremidade dos fios do piezoelétrico.



Figura 24 - Piezoelétrico
(Fonte: arquivo pessoal)

O princípio da geração da energia elétrica, nestes dois casos, ocorre oscilando um ímã de neodímio próximo à bobina e para o piezoelétrico usou-se o prendedor de roupas como gatilho para golpear o piezoelétrico.

Antes de iniciar a atividade, ocorre um diálogo sobre os monocórdios desenvolvidos na fase três, sobre a arte que eles desenvolveram no monocórdio a pedido da professora, mostrando por foto como havia ficado e sugerindo, entre eles, o que poderiam usar para finalizar seus respectivos monocórdios. Também foi comentado novamente sobre a proposta do monocórdio de Pitágoras, fazendo as relações matemáticas, e como a guitarra elétrica tem características similares ao experimento. Entretanto, a guitarra elétrica além de usufruir dos mesmos conceitos matemáticos utilizados no monocórdio, também recorre à eletricidade conforme mencionado na atividade, logo, como objeto lúdico e imersivo no que tange a concepção da eletricidade na guitarra elétrica usa-se um componente, retirado de uma guitarra modelo *stratocaster*, aonde vão fixados os captadores eletromagnéticos, chave seletora, potenciômetros de volume e tonalidade. Ao mostrar este componente (figura 24), o mediador fala que tem em mãos uma parte de uma guitarra, logo em seguida surge o seguinte comentário: “*UM ESCUDO NE (sic)*” (aluno 8).



Figura 25 – Espelho/escudo de uma guitarra modelo stratocaster (Fonte: acervo pessoal)

O reconhecimento do aluno, em relação ao nome do componente comumente chamado no meio musical, exemplifica seu conhecimento um pouco mais abrangente do que os outros participantes, condicionando a este uma continuidade-ruptura, conforme Snyder (1988, p. 87), sendo a identificação do componente resultado de uma vivência dentro do universo musical, com os instrumentos musicais, elementos da cultura primeira, e a ressignificação do grau de complexidade que o componente suporta em relação à eletricidade relacionada ao instrumento musical, favorecendo ao processo da satisfação cultural com a cultura elaborada, em que se condiciona, diante do contexto, um processo contínuo de entendimento do elemento discutido ao acaso.

A relação que não cessei de evocar entre cultura primeira e cultura elaborada e uma síntese complexa de continuidade e de ruptura, onde nenhum dos dois elementos anula, engole o outro: continuidade das mesmas satisfações procuradas, rupturas indispensáveis para estabelecer as satisfações com a firmeza que escapava inicialmente (SNYDERS, 1988, p. 87).

A articulação entre os experimentos e os componentes se dá através de uma ruptura entre o lúdico, usado no conceito científico, isolado do mesmo como ferramenta e componente do instrumento musical, neste caso a peça usada na guitarra elétrica com uma função específica do instrumento. O mediador contextualiza os componentes da guitarra elétrica com a ideia de gerar energia através da vibração das cordas, em seguida propõe utilizar o material da bobina, conectada ao *LED* (figura 26), questionando como seria possível fazer o *LED* acender com aqueles materiais, com essa interlocução surge as seguintes mensagens: “A energia virá da bateria, mas não sei” (aluno 2); “Eu nn (sic) sei kkk (sic)” (aluno 3).



Figura 26 – LED conectado a bobina (Fonte: acervo pessoal)

Na mesma entonação, o mediador intercala mais um questionamento sobre a origem da energia elétrica da tomada, obtendo as seguintes respostas:

“Hidroelétrica” (aluno 9); “Energia eólica” (aluno 2); “E placa solar” (aluno 10); “Usina elétrica” (aluno 9).

As respostas são medianas, embora não sejam tão tímidas, mas apontam para conteúdo relacionado ao contexto escolar. É relevante contextualizar as respostas em relação a este parâmetro. Os alunos que participaram da oficina se encontravam no oitavo e nono ano do ensino fundamental dois, e no programa escolar, para as turmas do oitavo ano, há o conteúdo sobre “energia”, logo as respostas colocadas no chat foram exatamente dos alunos do oitavo ano. A situação indica um discurso utilizado no meio escolar, que para Bakhtin, um discurso proveniente da alteridade concebida durante a interação na escola, no diálogo com os professores e entre os alunos, pois para Bakhtin:

[...] Há acontecimentos que, por princípio, não podem desenvolver-se no plano de uma única e mesma consciência e pressupõem duas consciências estanques; pois o componente essencial do acontecimento é essa relação de uma consciência com outra consciência, caracterizada justamente por sua alteridade (BAKHTIN, 1997, p. 102).

Após o diálogo sobre a origem da eletricidade e como ela é produzida, o mediador propõe usar as bobinas, com os *LEDs* conectados nas suas extremidades, e o ímã de neodímio para gerar energia elétrica através da oscilação do ímã próximo à bobina. Também é proposto usar o piezoelétrico, com os *LEDs* conectados nas suas extremidades, e o prendedor de roupas como recurso para estapear o piezoelétrico gerando energia elétrica (figura 26). Após a intervenção, os alunos montaram seus experimentos para a geração de energia, realizando o que se propôs pelo chat, obtendo as seguintes opiniões:

Tabela 10 – Diálogo no chat sobre o experimento do piezoelétrico e o *LED*

Aluno 2	<i>Acho que acendeu o vermelho, mas não nitidamente</i>
Aluno 10	<i>O meu acendeu o verde</i>
Aluno 2	<i>Só acendeu o vermelho</i>
Aluno 10	<i>Dei uns peteleco</i>
Aluno 1	<i>Aaaa (sic)</i>
Aluno 1	<i>Foiii (sic)</i>
Aluno 2	<i>O meu não</i> ☐

Aluno 2	<i>Mas eu sei, acho que foi pq (sic) tentei separa (sic) os leds(bem antes)</i> □□
Aluno 9	<i>Consegui</i>
Aluno 9	<i>Pelo menos nesse consegui</i>
Aluno 3	<i>Meu deu certo os dois mais fraquinho</i>
Aluno 1	<i>O meu só vai sem o pregador</i>
Aluno 9	<i>Nss (sic) ele deixa a luz do led muito forte</i>



Figura 27 – LED acendendo com o piezoelétrico (Fonte: acervo pessoal)

O *feedback* no chat intercala-se entre informações sobre o funcionamento do experimento, reconhecimento de falhas, acertos e observações sobre o manuseio. Essa troca de informações permite, entre os próprios alunos, a socialização dos resultados com efeito comparativo entre um resultado e outro, logo, o reconhecimento dos erros, que para Snyders (1988, p. 274) são permitidos e fazem parte do processo educativo porque podem assumir um valor pedagógico, terá uma função social importante no diálogo. Na troca de informações, os signos também são gerados através das falas, tendo uma função social e que se dão num processo de alteridade, por isso as informações terão um efeito comparativo ao descrever o feito, além das falas, demonstrarem resultados diferentes do que fora obtido com o mediador.

Após a atividade foi aplicado um questionário, como atividade obrigatória, com os seguintes questionamentos e respostas.

Tabela 11 - Questionário aplicado após a atividade 4

Questão 1	No módulo 4 realizamos experimentos que resultavam no acendimento de uma lâmpada <i>LED</i> . A partir do experimento feito, conforme o que estava no seu kit experimental, você consegue assimilar a maneira que o experimento funcionou com alguma tecnologia que você utiliza no seu dia a dia (ou que você conheça)?
Questão 2	Como você acha que estes experimentos realizados do módulo 4 seriam utilizados para produzir som?
Questão 3	Como você explicaria para algum leigo os experimentos realizados no módulo 4 (como funciona, porque acontece aquele fenômeno, nome dos componentes, etc.)?

As respostas obtidas no questionário resumem como a troca de informações entre os alunos, e as experiências pessoais vividas, influência no discurso quando é solicitado através de uma pergunta, conforme vemos nas respostas a seguir em relação à questão 1: “Vou usar como exemplo a energia hidráulica que consiste no movimento da água de um rio que move turbinas ligadas a geradores possibilitando a conversão de energia” (aluno 2); “Então, eu ia falar que não, mas olhando em volta aqui, a forma que o experimento funciona é parecido com um interruptor, pois apertamos e a luz ascende (sic), assim como o led.” (aluno 3); “Acho q (sic) com a lâmpada pois ela é conectada com dois fios sendo um lado negativo e outro positivo gerada a energia em um tipo de usinas hidrelétricas ou em outro tipo. E o lad (sic) tbm (sic) possui um lado negativo e outro positivo e uma fonte de energia q (sic) é gerada quando batemos o pregador no piezo.” (aluno 7). A interação aqui serviu como um estímulo na produção de significados e formação de opinião em relação à atividade realizada, com isso é destacado algumas palavras novas como “DJs” e “som audível” que no processo intrapessoal foi relacionado à experiência vivenciada na atividade interpessoal, relativo a questão 2: “Ao decorrer (sic) do experimento um dos jeito (sic) de se fazer energia produz som ao bater o o (sic) imã (sic) contra uma bobina” (aluno 2); “Quando eu bato o pregador no piezo ele já produz um som. Mais se for de outro tipo acho q teria q ter um circuito onde o piezo conseguisse captar sinais audíveis (sic). A não ser q ele já tenha essa capacidade de fazer com q seja captado sinais de audíveis (sic).” (aluno 7); “Em um controlador, aparelho usado por djs” (aluno 8); e relativo à

questão 3: “*Vamos fazer um experimento em que ascendemos um led mas sem uma fonte de energia artificial. Precisaremos de um led, fios e essa "moedinha" (não lembro o nome, então eu iria mostra-la (sic)). Pegar a "moedinha" que ja está com os fios soldados e conectar as outras duas saídas dos fios nas duas "perninhas" do led. Experimento pronto! Agora é só apertar a "moedinha" ou dar batidas leves nela e a luz ira sair. Não tenho certeza, mas acho que a luz ascende (sic) porque mandamos algum tipo de energia com as nossas mãos e o fio serve para conduzi-la até o led, seguindo os componentes de um circuito, gerador, condutor e receptor.*” (aluno 3); “*Geralmente em alguns instrumentos tem algumas coisas eletrônicas dentro (como a guitarra, piano elétrico e etc...), a energia que é passada pelas cordas e emite vibrações.*” (aluno 10).

6.5. Energia sem fio para acender um LED. Princípio da captação da guitarra.

A atividade se inicia com o mediador fazendo referências às atividades que já foram realizadas, relativos aos instrumentos musicais vistos nos vídeos do “passarinho, que som é esse?”, o registro da vibração das cordas através da câmera do celular, a construção do monocórdio e a geração da energia elétrica sem fio. O mediador utiliza uma guitarra elétrica e comenta sobre as cordas não terem contato direto com o captador, indagando sobre haver algum tipo de transferência de energia elétrica sem nenhum contato entre a corda e o captador. Em seguida é comentado que nesta atividade será usado os fios de cobre enrolados no papel, um LED e um transistor disponibilizados nos kits.

O mediador contextualiza os conceitos de eletricidade utilizada na atividade, fazendo menção sobre o papel do transistor e como ele funciona, onde é encontrado os transistores, usando como exemplo o celular e fazendo um breve relato sobre a Lei de Moore, proposta pelo químico estadunidense e um dos fundadores da fabricante de processadores Intel, Gordon Moore. Feito isso, inicia-se a montagem do experimento que consiste em construir a bobina secundária, onde o LED será conectado, enquanto isso é comentado pelo mediador sobre os conceitos de indução eletromagnética e a importância de

Michael Faraday para este conceito. Após o enrolamento do fio de cobre para construção da bobina secundária, usa-se o outro fio de cobre para produzir a bobina primária, que neste caso irá conectado o transistor de código 2N3904, conhecido também como transistor bipolar de junção, e uma pilha de 1,5V AA.

A atividade segue com a instrução do mediador somente para o desenvolvimento do experimento exemplificando a forma da bobina primária e secundária, a conexão do *LED* e do transistor nas suas respectivas bobinas. Feito o experimento o mediador demonstra como ele deve funcionar (figura 28), após isso há os seguintes relatos no *chat*: “*FOII (sic)*” (aluno 1); “*É, só eu sendo o Super-chock (sic) para funcionar, pq (sic) não consegui.*” (aluno 9); “*Foi*” (aluno 9); “*O meu não foi, mas já sei o que aconteceu*” (aluno 5); “*Eu não lixei direto*” (aluno 5); “*A ponta*” (aluno 5).

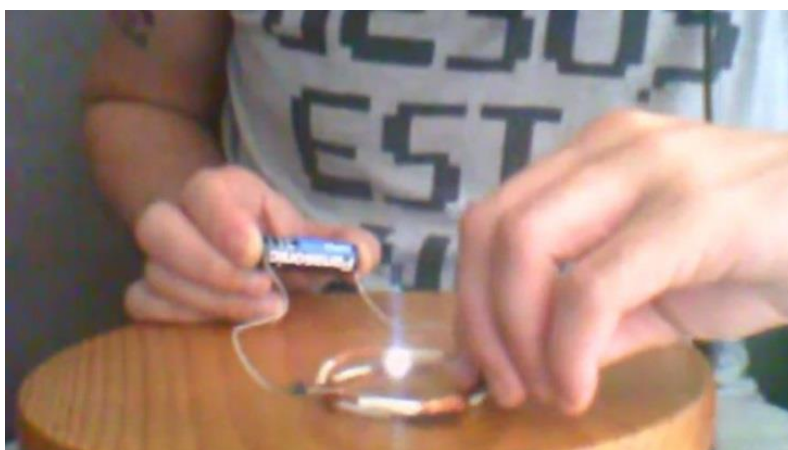


Figura 28 – *LED* acendendo por indução (Fonte: acervo pessoal)

Os comentários demonstram o reconhecimento nos defeitos detectados pelos alunos em relação ao manuseio do experimento, neste caso a identificação do mau contato de algum componente com o fio de cobre, que deveria estar mal desencapado. Em um dos comentários o aluno menciona “*Super-chock*”, um personagem de desenho animado onde o mesmo protagoniza o papel de um super-herói com poderes eletromagnéticos. Neste caso podemos visualizar o contexto cultural, em que ao usufruir um produto da cultura de massa, uma ideologia dominante segundo Snyders (1988, p. 43), o aluno constrói sua experiência pessoal, uma alegria simples que vem a tona nesta atividade como um discurso. Também sob a ótica vigotskiana uma função intrapsicológico para o interpsicológico (VIGOTSKI, 1991, p. 429),

sendo o personagem um signo, mas que também transita para um instrumento, valendo-se da referência dos poderes eletromagnéticos do personagem como solução para o funcionamento do experimento. A fala do aluno traz o discurso do produto cultural, aqui ocorre uma relação dialógica onde o contexto do herói se sobressai sobre as outras vozes no discurso do aluno, conforme diz Bakhtin:

A relação dialógica é uma relação (de sentido) que se estabelece entre enunciados na comunicação verbal. Dois enunciados quaisquer, se justapostos no plano do sentido (não como objeto ou exemplo lingüístico), entabularão uma relação dialógica. Porém, esta é uma forma particular de dialogicidade não intencional (por exemplo, a reunião de diversos enunciados emanantes de diferentes cientistas e pensadores ao se pronunciarem, em várias épocas, sobre um dado problema) (BAKHTIN, 1997, p. 346).

Outra mensagem dos alunos fazendo relação com um objeto de caráter histórico é a sugestão do uso do “Código Morse”: *“Da pa (sic) faze (sic) código morse”* (aluno 10).

A indagação aqui é através da relação em usar a transmissão de energia elétrica sem fio para comunicação usando código Morse - este tipo de comunicação ocorria através de um aparelho antigo chamado “telégrafo”. O aluno propõe uma ideia que não estava no roteiro da atividade, além de relacionar o experimento com um aparelho que foi largamente utilizado nos primórdios das telecomunicações, temos aqui uma ambição sobre a alegria simples (SNYDERS, p. 24, 1988), em que a atividade experimental planejada para ser realizada de forma simples, estimula o aluno ir mais além, fazendo uma relação de analogia ao telégrafo, sugerindo que o aluno já teria algum conhecimento sobre o telégrafo em questão.

Após o término da atividade, foi aplicado um questionário em que os alunos responderam quatro questionamentos relacionados ao conhecimento do experimento, tecnologias usadas no cotidiano similar ao que foi feito no experimento e a relação deste experimento e os captadores magnéticos da guitarra conforme a tabela a seguir.

Tabela 12 – Questionário aplicado após a atividade 5

Questão 1	Você já conhecia este experimento, ou algo parecido?
Questão 2	A partir das tecnologias que usamos no nosso dia-a-dia, como, por

	exemplo, o bilhete de transporte, cite outros exemplos que você ACREDITA funcionar semelhantemente ao experimento:
Questão 3	Durante a realização do experimento citamos semelhanças do mesmo com a guitarra elétrica. Note na imagem que temos algo familiar com os materiais utilizados no experimento: O FIO DE COBRE. Como você explicaria a forma de transmissão de energia sem fio, para um colega que não participou da oficina, a partir do seu entendimento após fazer o <i>LED</i> acender?
Questão 4	Comparando as duas imagens, temos o EXPERIMENTO do lado esquerdo, e os CAPTADORES ELÉTRICOS de uma guitarra do lado direito. Uma das diferenças entre os dois é a utilização de <i>LED</i> e TRANSISTOR no experimento e ÍMÃ nos captadores. Sabendo que ambos transferem energia sem contato direto com os fios, comente a partir do que você acha (e que viu durante o experimento) o que podemos falar de ciência a partir do EXPERIMENTO e dos CAPTADORES ELÉTRICOS:

Imagens da questão três



Figura 12 - Captador magnético (sound on sound: <https://www.soundonsound.com/techniques/guitar-technology>)



Figura 30 – Espelho/escudo de uma guitarra elétrica (Fender: <https://www.fender.com/en/electric-guitars/stratocaster/ritchie-blackmore-stratocaster/0139010305.html>).

Imagens da questão quatro:



Figura 31 - Experimento da atividade 5 (Fonte: acervo pessoal)

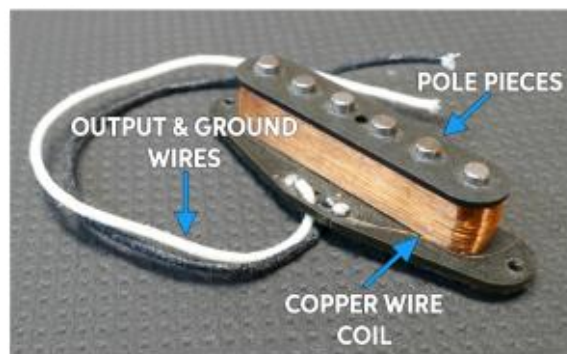


Figura 32 - Captador eletromagnético (sweetwater: <https://www.sweetwater.com/sweetcare/articles/adjusting-strat-pickup-height/>)

As respostas dos questionários direcionam a fala dos alunos ao debate realizado na primeira atividade das oficinas. Foi citado o “*arduino*”, bilhete e cartão de banco, e também entraram novas citações como carregadores sem fio, *bluetooth*, elétrons e campo elétrico. As respostas demonstram um diálogo já conhecido, a relação dialógica é reconhecida nas respostas, outras vezes são usadas no discurso como forma composicional e que se estabelece entre os enunciados na comunicação verbal, segundo Bakhtin (1997, p. 345). Para Snyders, vemos nas respostas um processo de continuidade-ruptura onde diz:

[...] Afirmar uma continuidade-ruptura em direção a alegria é do mesmo modo afirmar uma cultura progressista nas duas características que me parecem ser constitutivas: quando as experiências primeiras são sistematizadas em cultura elaborada; elas podem se aproximar de verdade, inscrever-se como síntese ascendente em relação ao vivido, trazendo mais lucidez e portanto eficácia nas tarefas que constituem as exigências de uma época. A cultura elaborada pode atingir o mais verdadeiro e causar mais alegria que a cultura primeira: a continuidade-ruptura significa que quanta mais penetra-se no real, melhor descobre-se as fontes de alegria que ele encerra (SNYDERS, 1988, p. 96).

Por tanto, as respostas dadas ao questionário revela um avanço da percepção do que foi experimentada, com isso a alegria simples avança em direção ao diálogo mais apurado, a ambição, com novas palavras e exemplos dados pelos alunos.

6.6. Transformando qualquer coisa em instrumento musical: captação do som dos objetos e do monocórdio.

Esta atividade foi a última a ser aplicada na oficina, nela os alunos usaram o piezoelétrico para a captação da vibração de qualquer coisa que possa extrair algum som. Entretanto, a principal aplicação foi no monocórdio construído na fase três, contando com o auxílio de um pequeno amplificador (Fig. 33 e 34) desenvolvido pelo mediador e fornecido nos kits disponibilizado aos alunos. Este amplificador foi projetado utilizando um circuito integrado com o código LM386, que consiste em um amplificador de baixa potência (0,7 Watts) e alimentado por uma bateria de 9V, além das caixinhas de computador que foram utilizadas para o corpo do amplificador, juntamente com seu alto-falante. A justificativa de desenvolver esta placa foi pelo fato das caixinhas de

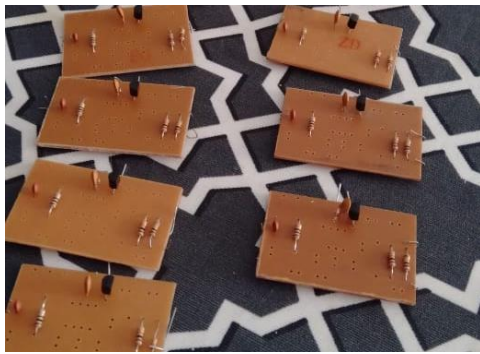


Figura 33 - Placas em desenvolvimento (Fonte: arquivo pessoal)



Figura 34 - Placa em uso na caixinha (Fonte: acervo pessoal)

computador conter o circuito amplificador apenas em uma caixinha do par, inviabilizando a quantidade de amplificador necessário para a atividade devido à indisponibilidade de caixinhas de computador para todos os alunos.

Inicia-se o processo de avaliação das respostas dos alunos em relação ao questionário anterior, devido a algumas respostas como “não sei responder”, o que indicava que não havia uma resposta certa, mas sim que deveria ser respondida conforme o que acreditavam ser correto. Dessa forma, algumas perguntas eram um tanto emblemáticas para serem respondidas. Após o comentário, o mediador questiona qual o estilo musical que eles pensam quando se trata da guitarra elétrica, obtendo as seguintes respostas no chat: “Rock” (aluno 9); “Rock” (aluno 1); “Rock” (aluno 3); “Acho que Rock também” (aluno 2); “Rock” (aluno 8).

Agora o mediador questiona o porquê será que a guitarra é sempre associada ao rock, se ela foi desenvolvida apenas para tocar rock, obtendo as seguintes respostas no chat: “Na vdd (sic) não, mas eu acho que o genero (sic) que mais usufrui da Guitarra é o rock” (aluno 8); “Heavy metal e rock São coisas diferentes certo?” (aluno 10).

Até este ponto, a discussão do uso do instrumento musical para um gênero musical em específico surge de forma quase unânime, identificando nestas mensagens uma ideologia dominante por parte da cultura, denominados cultura de massa, fenômenos culturais nas mãos da indústria cultural, conforme diz Snyders (1988, p. 43). Snyders chama de ideologia dominante o dinheiro e a propagação desta ideologia a fim de manter e consolidar a classe dominante. Aqui, entende-se a guitarra elétrica para o rock, uma vez que o próprio gênero musical utiliza exaustivamente da imagem da guitarra elétrica como símbolo do

gênero. É comum, em lojas de instrumentos musicais, ver artistas famosos do rock e os seus respectivos modelos de guitarra como propaganda em cartaz, banners e até guitarras elétricas com a assinatura do artista. Quando o mediador questiona a afirmação da guitarra para o rock, há uma breve releitura da ideia, sendo considerado o instrumento musical mais usado pelo gênero, mas que, obrigatoriamente, não pertence somente ao rock. Dessa forma, temos um processo de continuidade e ruptura através do senso crítico. Quando questionado pelo mediador, a cultura primeira e as alegrias são colocadas em um plano mais elevado, assim como é questionado se há diferença entre rock e heavy-metal, transformando a opinião em uma forma mais purificada, como aponta Snyders:

A cultura pode não ser nem fuga nem confissão de impotência. Suas duas características fundamentais são que ela abre perspectivas mais reconfortantes que a cultura primeira; e por outro lado ela esta em continuidade-ruptura com esta cultura primeira: continuidade com as perguntas que se colocam, as alegrias que já eram sentidas; ruptura visto que se trata de colocar suas experiências em um plano mais elevado; em suma, transformá-las através de uma elaboração purificadora e assim chegar a senti-las com mais intensidade, mais força; os interessados se reconhecem, reconhecem resposta a sua espera e ao mesmo tempo percebem uma ultrapassagem das contradições onde suas vidas se debatem (SNYDERS, 1988, p. 185).

O discurso dos alunos transpõe os valores do meio cultural para um novo plano, a guitarra elétrica neste caso é uma criação cultural, segundo Bakhtin:

[...] a idéia motriz na criação cultural que, em nenhuma de suas áreas, tende para um enriquecimento do objeto por meio de um material que lhe é imanente, mas o transpõe para outro plano de valores, gratifica-o com o dom da forma, transforma-o, e esse enriquecimento formal é impossível se há fusão com o objeto trabalhado (BAKHTIN, 1997, p. 102).

A guitarra elétrica, neste diálogo, não se limita ao rock, mas se torna ainda mais rica quando comparada ao gênero musical. Dessa forma, a afirmação é dialógica e se sobrepõe às vozes enunciadas.

Ao seguir a discussão, o mediador contextualiza o surgimento da guitarra elétrica com a necessidade de evolução tecnológica. Diante de diversos contextos, como, por exemplo, o uso de um violão acústico em uma *Big Band* que se limita pela baixa intensidade sonora, é necessária uma evolução tecnológica para suprir determinadas situações críticas envolvendo o instrumento musical, as *Big Bands* e a presença de público. Em seguida, o mediador comenta como serão usados os materiais do kit, neste caso o amplificador e o piezoelétrico, e mostra como é o amplificador por dentro, comentando o nome de cada componente, por exemplo, um transistor similar ao que foi usado no experimento da atividade cinco, as funções dos fios e do botão de girar no amplificador. Os alunos são orientados a fazer as conexões do piezoelétrico e da bateria de 9V para o funcionamento do amplificador, neste instante surgem dúvidas sobre quais são os fios, neste caso fio vermelho e preto para a alimentação da bateria e dois fios cinza para a conexão do piezoelétrico (figura 35 e 36):



Figura 13 – Piezoelétrico e bateria conectados ao amplificador (Fonte: acervo pessoal)



Figura 36 – Piezoelétrico e bateria conectados ao amplificador (Fonte: acervo pessoal)

Após concluírem alguns passos surgem as seguintes mensagens no chat: “*TERMINEI*” (aluno 8); “*Akkkkkkkakkkkkkk (sic)*” (aluno 8); “*TA (sic)*” *SAINDO SOMMMMMM (sic)* (aluno 8).

O amplificador tem um controle de volume que fica na parte de trás da caixinha, durante as orientações o mediador sugere deixar o amplificador com volume zero e gradualmente ir aumentando até chegar num som satisfatório, com isso surge as seguintes mensagens: “*Tem que girar o botão pra (sic) lado*

som do monocórdio amplificado. Abaixo as mensagens após o feito e a sugestão:

Tabela 15 - Diálogo durante o uso do amplificador

Aluno 8	AAAA (sic) bom
Aluno 9	Vou ligar o mic (sic) para vc escutar, pode?
Aluno 10	O meu tbm (sic) ta (sic) bom
Aluno 1	O meu ta (sic) bem ruim
Aluno 5	Já estou pronto pra (sic) tocar no NATAL □□□□□□

A partir das mensagens enviadas no chat, podemos notar que a interação foi mais intensa nesta atividade. A experiência adquirida nas atividades anteriores tem um impacto indireto na experimentação realizada nesta última oficina. Há mais questionamentos no diálogo a partir das informações que os colegas compartilharam no chat. Após o primeiro aluno ter enviado a informação de que havia concluído as conexões e que estava funcionando, outro aluno apresentou uma crítica ao seu experimento, afirmando haver um defeito no funcionamento. A alternância, ao longo do diálogo, contribui para a tomada de consciência em relação à experimentação e seus resultados. O diálogo constrói colaborações mutuas entre os alunos, resultando na formação do seu ponto de vista sobre a atividade realizada. São gêneros primários do discurso e constituem a interação externa, para cada aluno individualmente, de acordo com Bakhtin:

O *centro* organizador de toda enunciação, de toda expressão, não é interior, mas exterior: está situado no meio social que envolve o indivíduo [...] A enunciação enquanto tal é um puro produto da interação social, quer se trate de um ato de fala determinado pela situação imediata ou pelo contexto mais amplo que constitui o conjunto das condições de vida de uma determinada comunidade lingüística. (BAKHTIN, 2006, p. 123).

A fala que caracteriza esta condição ocorre quando há no enunciado “eu também”, “o meu”, “eu coloquei” e “eu troquei”. Os termos citados ocorrem diante da troca de informações sobre o experimento, isto condiciona a fala dos alunos no meio social. Os signos, através das ferramentas concretas usadas na atividade, favorecem o diálogo e a interlocução realizada pelo mediador, o que corrobora com as ideias de Vigotski quando se trata da construção do conhecimento através desta interação mediada, como aponta Rabello:

Vygotsky enfatizava o processo histórico-social e o papel da linguagem no desenvolvimento do indivíduo. Sua questão central é a aquisição de conhecimentos pela interação do sujeito com o meio. Para o teórico, o sujeito é interativo, pois adquire conhecimentos a partir de relações intra e interpessoais e de troca com o meio, a partir de um processo denominado mediação (RABELLO, 2010).

A cultura primeira também alimenta o diálogo propiciando o processo de ruptura, dizer o que os participantes podem chegar à satisfação cultural, neste sentido Snyders diz:

A ruptura que a escola vai introduzir consiste, talvez, simplesmente em chama-los do que eles são, até o que eles podem ser. "Você não me procuraria se não tivesse me encontrado": por que não retomá-lo por nossa conta?, e são os desprovidos que procuram mais intensamente (SNYDERS, 1988, p. 15).

A atividade se encaminha para o encerramento e após a demonstração do funcionamento do experimento o mediador comenta sobre as pequenas diferenças entre os experimentos. Cada piezo tem pequenas características que divergem um do outro, além da diferença entre os amplificadores relacionados às características do alto-falante, pois este tem uma função importante na definição da potência dissipada pelo amplificador. Na mesma fala o mediador comenta sobre a distorção emitida pelo amplificador e que a mesma é controlada pelo volume do aparelho, além de retomar as ideias discutidas a partir da atividade dois até a última atividade. Após estes comentários o mediador abre para a fala dos alunos comentarem o que acharam dos experimentos, com isso foi recebido as seguintes mensagens no chat: "Eu gostei de tudo, principalmente desse, pq (sic) ele é fácil e divertido, (e eu consegui fazer funcionar) heheheh (sic)" (aluno 9); "Agr (sic) quero contruir (sic) um distorcedor pra (sic) mim" (aluno 8); "Eu gostei" (aluno 5); "Do monocórdio" (aluno 5); "Esse da caixinha" (aluno 5); "E do piezo e do led" (aluno 5).

Dentre os comentários, a fala do aluno 8 sobre "construir um distorcedor" é reflexo dialógico da cultura primeira. Esta fala se origina no meio musical, com isso é possível identificar que houve uma interação neste meio, falas características da cultura relacionada à música.

Após o término da atividade foi aplicado um questionário, como atividade obrigatória, relacionando a atividade experimental com o monocórdio, sobre o som distorcido no amplificador, como explicaria essa distorção para uma pessoa que não participou da atividade, qual experimento gostou de realizar e por último, qual deles utilizaria em uma feira de ciências obtendo-se as seguintes respostas:

Tabela 16 - Questionário aplicado após a atividade 6

Questão 1	Neste módulo utilizamos o monocórdio desenvolvido no módulo 3 e captamos seu som através do piezo elétrico para amplificar na caixinha de som. Comente o que te chamou mais a atenção no experimento deste módulo e por quê:
Questão 2	Se aumentarmos bastante o volume no amplificador que veio no kit o som fica "distorcido" igual aos sons de guitarra do rock. Como você explicaria essa "distorção no som" para uma pessoa que não participou da oficina de experimentos musicais?
Questão 3	Comente sobre quais experimentos você gostou e quais não gostou de realizar na oficina e por quê:
Questão 4	Qual ou quais dos experimentos realizados na oficina você apresentaria em uma feira de ciências na escola e explique por quê:

As respostas relativas à primeira pergunta tem uma unanimidade em relação ao piezoelétrico. A surpresa dos alunos sobre como foi utilizada o piezoelétrico traz uma possível releitura sobre o componente, que em partes não era conhecido mesmo sendo parte do cotidiano, ao ser usado em aparelhos que emitem sinais sonoros como relógio, computador, micro-ondas, brinquedos e até cartões musicais, servindo de instrumento físico, que permite a transformação do ambiente, e representando uma linguagem como signo relacionado ao contexto científico da eletricidade.

A “surpresa”, conforme mencionado no texto, é relatada nas respostas a seguir: “O que eu mais achei interessante, foi como o piezo captou o som, sem estar “conectado”, apenas encostando no monocórdio, captou o som” (aluno 1); “O piezo pois não imaginava que seria tão importante para o experimento” (aluno 3); “A parte q (sic) o piezo consegui captar o som. Achei interessante pois nn (sic) imaginei q (sic) uma simples peça fazeria (sic) isso de captar som através.” (aluno 10); “O piezo pois não sabia quê era utilizado de uma forma para amplificar o som junto da caixinha de som” (aluno 2).

Sobre o som distorcido, há um dialogismo na fala dos alunos 2 e 3 sobre usar a analogia de um copo enchendo-se de água e transbordando, um diálogo realizado pelo mediador ao comentar uma das analogias usadas ao explicar o som saturado no amplificador conforme relatado a seguir: “Essa distorção de som ocorre da seguinte maneira após (sic) aumentar o volume no máximo a caixinha de som não consegue estabelecer o som direito como se fosse um copo transbordando ela não consegue reproduzir direito por isso o som sai em forma de ruídos (sic)” (aluno 2); “A distorção do som acontece pois a caixinha de som não consegue estabelecer o som como um copo de água transbordando” (aluno 3).

Outras respostas falam sobre frequência e amplitude como causadores desta distorção, concepção realizada pelos próprios alunos utilizando termos da acústica, um diálogo que permite uma ressignificação, do ponto de vista vigotskiano quando se pensa na zona de desenvolvimento iminente: “Eu não sei. Acho que ele distorce por conta da baixa frequência (grave) e a dependência de algo que ele possa emitir e juntamente com o piezo, principalmente se for um som agressivo, como a frequência mais baixa (grave) algo que tenha uma alta percussão, acho que aumenta (sic) também a vibração do piezo, que distorce o som.” (aluno 7); “O som fica muito distorcido, por (sic) causa da frequência da caixa se a frequência for mais alta do que o som do instrumento fica bem distorcido o som mesmo.” (aluno 9); “Quanto mais alto o som, mais distorcido ele vai ficar, pela dificuldade da caixa em fazer a réplica (sic) do som amplificado” (aluno 5); “Acho q (sic) a intensidade é forte fazendo com q (sic) o som se distorce.” (aluno 10).

Sobre a questão 3 e 4, a maioria responde os experimentos com led e o uso do amplificador respectivamente, este fato é interessante pela questão de se usar componentes utilizados em diferentes atividades, conforme vemos nas falas, para a questão 3, a seguir: “O último, para mim foi o mais legal, divertido e fácil, e o que eu menos gostei foi, a de ligar o led por aproximação, usando os fios de cobre, achei muito complexo, e não consegui fazer funcionar.” (aluno 1); “Os que mais gostei foram o do led que ascende quando apertamos ou batemos no piezo e o do amplificador, pois são experimentos fáceis de serem realizados e funcionam de formas bem interessantes e atrativas. Não gostei

muito do experimento do led com o fio de cobre, pois vão mais componentes e tem que estar tudo certinho para funcionar, mas quando funciona é incrível ver como o protótipo desse experimento está em vários outros objetos do nosso dia a dia.” (aluno 8); “Acender o led com piezo, monocórdio , luz do controle remoto, e o amplificador de som.” (aluno 9).

Sobre as respostas para a questão 4: “O do amplificador, porque seria muito divertido demonstrar como funciona, e com exceção de alguns materiais, pode até fazer em casa.” (aluno 1); “Eu apresentaria os experimentos do modulo (sic) 5 e 6 pois o resultado do experimento e bem legal” (aluno 3); “O do Amplificador pq (sic) né, ficou sensacional” (aluno 5); “Sem duvidas (sic) o do amplificador, porque funciona rápido, é facil (sic) de explicar e o resultado é super atrativo, fora que da para coloca-lo (sic) em outros lugares sem ser no monocórdio, como por exemplo o nosso próprio celular e amplificar uma música.” (aluno 8).

Uma consolidação justificando o porquê passar pelas fases propostas, avançando gradualmente nos conceitos de propagação de onda, vibração, a relação da eletricidade com a geração de energia elétrica e como isto se acomoda no instrumento musical, neste caso a guitarra elétrica. Estes experimentos permitiram a troca de informações, propiciando uma alteridade, discurso em função de outro discurso, a interação social em função de replicar, interagir e ressignificar conceitos, além da influência das experiências pessoais em determinados pontos nas aplicações das atividades.

7. Divulgação científica da oficina de experimentos musicais

As atividades desenvolvidas pelo mediador, com a ajuda da professora dos alunos no controle da frequência de participação nas oficinas, resultaram, posteriormente, em uma publicação em uma rede social mantida pelos alunos, para promover a divulgação científica.

Na página, foram publicadas imagens dos monocórdios criados por eles, conforme as figuras 37 e 38, bem como uma descrição do conceito

matemático para os cálculos em relação à distância entre trastes, conforme a figura 39.



Figura 37 – Postagem dos monocórdios produzidos pelos alunos (Fonte: arquivo pessoal)



Figura 38 – Postagem dos monocórdios produzidos pelos alunos (Fonte: arquivo pessoal)

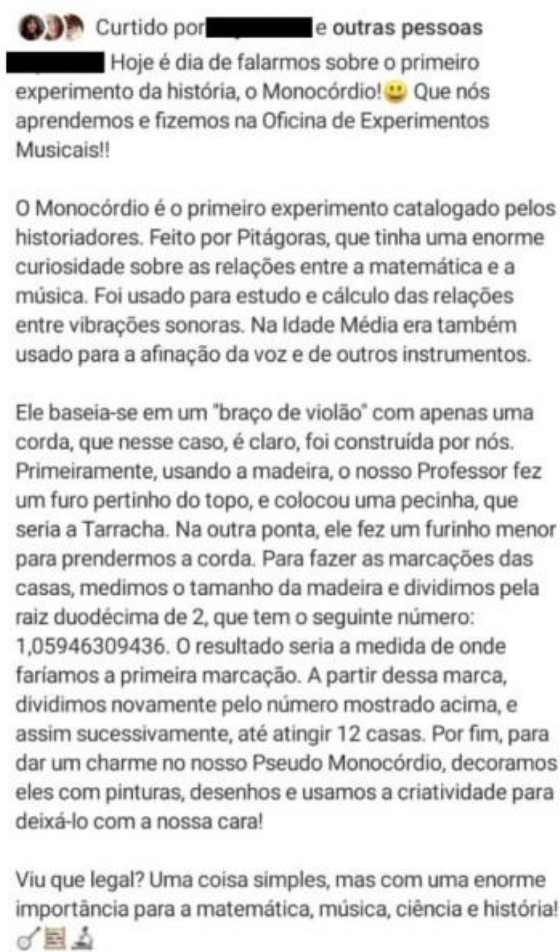






Figura 39 – Postagem sobre a matemática usada para calcular a distância dos trastes no monocórdio (Fonte: arquivo pessoal)

A descrição conceitual sobre o uso da matemática, na postagem da página de divulgação científica, se insere no gênero discursivo secundário, este absorve o gênero primário, neste caso a conversa que ocorreu durante a atividade, voltado para comunicação científica, segundo Fiorin (2018, p. 77). Do ponto de vista bakhtiniano, a escolha da oração não é somente para a expressão, mas para um enunciado completo, a imaginação verbal (Bakhtin, 1997, p. 305), usando-se inúmeras orações que vai ser ditadas pelo gênero, conforme diz Bakhtin:

[...] A idéia que temos da forma do nosso enunciado, isto é, de um gênero preciso do discurso, dirige-nos em nosso processo discursivo. O intuito de nosso enunciado, em seu todo, pode não necessitar, para sua realização, senão de uma oração, mas pode também necessitar de um grande número delas e o gênero escolhido dita-nos o seu tipo com suas articulações composicionais (BAKHTIN, 1997, p. 305).

Foram realizadas outras postagens, neste caso sobre a gravação do movimento das cordas do violão usando a câmera do celular (figura 40) e uma

postagem geral, comentando de forma breve as outras atividades realizadas, incluindo a última atividade feita (figura 40).

 Curtido por  e outras pessoas
 Aquilo que os ouvidos percebem, mas os olhos não  • Hoje viemos mostrar a vocês um experimento que aprendemos na "Oficina de Experimentos Musicais"!

O experimento consiste em colocar o celular para gravar por dentro do violão e apontá-lo para a luz solar. Assim você verá as cordas vibrando como se fossem ondas sonoras saindo das cordas do violão 😊

O interessante é que a olho nu, não conseguimos ver, mas a câmera, com a junção da luz do sol sim! Nossos olhos tem uma limitação para ver essas ondas, que por incrível que pareça, só a câmera consegue captar esses movimentos.

É meu povo, parece que nossos olhos não enxergam as coisas como elas realmente são...

Quer testar? Aponte o controle da sua TV (que tenha aquela luzinha) para você e aperte qualquer tecla, não aparece nada né? Agora aponte para a sua câmera e veja o que acontece... 😊

 Olá,  !!! 😊

Viram o quão interessantes são esses experimentos?! Fizemos eles durante a oficina de experimentos musicais, onde aprendemos:

- Um pouco sobre ondas sonoras e, que as cordas do violão após serem tocadas, têm os mesmos movimentos das "Ondas".
- Fizemos um "Monocórdio", que foi o primeiro experimento que existiu e foi feito por Pitágoras, ele é parecido com um braço de violão.
- Usamos outro experimento para que o som do monocórdio fosse mais nítido e alto: Com o caixinha de som, conector de bateria, a bateria e o piezo (que serve como um microfone ao ter contato).
- Além desses, outros que foram mostrados no vídeo a cima, como: O piezo e o led, energia sem fio etc

Essa oficina foi algo diferente, fizemos experimentos básicos, mas serviu para nos mostrar a ciência por trás das coisas, como a guitarra e demais instrumentos elétricos. E até mesmo, a fazer-mos um monocórdio caseiro! Que interessante, né?!!

Ficamos muito gratos em ser o clube escolhido para receber essa oficina e por todas as coisas que tivemos a oportunidade de aprender!

Fiquem de olho em nosso feed nos próximos dias para ver os vídeos que cada um de nós fez mostrando os experimentos 😊

Figura 40 – Postagem sobre a gravação do movimento das cordas do violão (Fonte: arquivo pessoal)

Figura 41 – Postagem com comentário geral sobre as atividades experimentais (Fonte: arquivo pessoal)

A postagem como divulgação científica, na figura 41, segue o padrão da comunicação utilizada no gênero discursivo secundário, uma linguagem específica voltada para a esfera de comunicação social. Na postagem geral, há os tópicos descrevendo reduzidamente o que foi realizado na oficina, esta precede uma sequência de vídeos dos experimentos realizados na oficina sendo postado nesta mesma rede social. Em cada tópico, há um discurso polifônico (FIORIN, 2018, p. 90), apesar de a atividade realizada haver um discurso dialógico, na postagem os termos são equipolentes, nenhum se sobressai ao outro, são vozes persuasivas e que se entende um discurso mais aberto (FIORIN, 2018, p. 62).

O uso das redes sociais, neste caso, para a divulgação científica, é um reflexo da satisfação cultural que precede uma síntese continuidade, assim Snyders (1988, p. 165) chama a ruptura entre a cultura primeira e a cultura elaborada. A interação nas atividades permitiu um progresso, na síntese de continuidade, que não evoca a destruição do argumento anterior, mas o desenvolvimento, o que é definido como cultura elaborada, como progresso científico. Este progresso é apontado por Snyders com o seguinte contexto:

Um dos grandes argumentos, um dos grandes refúgios daqueles que negam o progresso nas ciências, é declarar que as teorias científicas, sucedendo-se umas as outras, destroem-se umas as outras [...] Na verdade há muito progresso porque o novo não suscita o desmoronamento do antigo, mas bem ao contrário sua extensão, seu desenvolvimento, sua generalização - e por isso mesmo às vezes sua simplificação: "a mecânica clássica mantém-se perfeitamente verdadeira para todos os fenômenos em que a velocidade da luz pode ser considerada como infinitamente grande e o "quantum" de ação como infinitamente pequeno" (SNYDERS, 1988, p. 173).

A divulgação científica, relacionada às atividades desenvolvidas na oficina, é uma consequência da interação entre os participantes da oficina, com a troca de informações e como efeito comparativo entre os experimentos desenvolvidos entre eles, mediados por um interlocutor, que, neste caso, é o mais capacitado deste grupo. A mediação tem um impacto significativo na zona de desenvolvimento iminente, do ponto de vista vigotskiano, mas corrobora com as ideias de Snyders em relação ao processo de cultura primeira, cultura elaborada, ambição e satisfação cultural.

8. Considerações finais

Depois da aplicação das atividades e das análises, a partir dos referenciais, temos alguns pontos a serem considerados por conta do contexto em que se encontrava a aplicação. A primeira notação a ser considerada é sobre o ambiente de aplicação, neste caso à distância, sendo um fator determinante na interação social durante a atividade. Isso se mostrou um fator inibidor no contexto experimental, podendo-se considerar que haveria uma maior riqueza, caso a atividade fosse realizada presencialmente. Além disso, os problemas tecnológicos e acesso a recursos, como discutido no capítulo anterior, que trata da pandemia e do isolamento social, também foi um fator de dificuldade, o que fez com que a proposta inicial da oficina fosse ajustada às condições de isolamento social vigente. O desenvolvimento experimental à distância também inibe possíveis observações do comportamento social em grupo, isso também afetou a observação da prática experimental, podendo evitar pequenos problemas durante o manuseio dos materiais, como, por exemplo, um fio condutor que se partiu ou uma peça na qual o aluno não está sabendo manipular, já que os experimentos foram realizados e resolvidos individualmente por cada aluno.

Não consideramos apenas pontos negativos, pois, durante a atividade à distância, os alunos puderam se expressar de forma diferente, com frases mais sintetizadas para traduzir o pensamento de forma reduzida e coerente. Depois de pontuado tais observações, trataremos dos fatos, através das análises em conjunto com os referenciais teóricos, as considerações, de fato, da proposta que se sucedeu.

Inicialmente as atividades partiram do contexto cultural, utilizando vídeos de programas de TV, contribuindo para observações, realizadas pelos alunos, sobre nome de instrumentos musicais que eram conhecidos como xilofone e, em vídeo, é apresentado como vibrafone. Outra observação é sobre o contexto rítmico associado a um instrumento musical percussivo, que na teoria musical é responsável pelo andamento rítmico da obra musical em si. Também foi notada a habilidade do personagem saber tocar diversos instrumentos musicais, afirmando ser possível executar uma música com qualquer situação, no caso o

batuque, que emita som. O que observamos, nestas situações, é a influência da cultura na construção de uma imagem, interpretada pelo telespectador, e que quando colocada em um ambiente de debate científico mediado, a retórica entre pergunta e resposta é colocada como questionamentos atrelados a observações, estas influenciadas por uma experiência pessoal. A mesma observação se faz quando o mediador coloca em questão a tecnologia de a guitarra ser similar à utilização de um bilhete de transporte público, é novamente colocada uma experiência pessoal, neste caso o RFID, componente embarcado da plataforma de programação chamada Arduino. Nota-se que afloramento das experiências pessoais em um ambiente de debate, enriquece o discurso, trazendo um valor significativo para o diálogo científico. A caracterização das vozes, da linguagem na interação social propiciada na atividade, favorece a exploração das experiências pessoais como elemento chave no debate.

Durante a aplicação da atividade dois, foi contextualizada a percepção visual dos fenômenos científicos ligados à tecnologia do cotidiano. Logo, a mediação utilizou esta caracterização para construir a ideia de utilizarmos a tecnologia para enxergar determinados fenômenos, no caso o infravermelho do controle remoto e o padrão de onda formada na vibração das cordas de um violão. Usa-se um recurso avançado como demonstração — um osciloscópio conectado a guitarra — em seguida coloca-se em questão se há um padrão na vibração, se tratando da vibração das cordas do violão, análogo ao observado no osciloscópio com a guitarra. Como observação, a surpresa de alguns alunos quando colocado em um ambiente propício para o registro da vibração das cordas, surge um comentário que afirma já ter visto algo similar em um vídeo de uma banda de rock. Novamente temos aflorando uma experiência pessoal no debate, oriundo do contexto cultural, neste caso a música, já conhecido, em determinadas condições, o fenômeno observado durante a experimentação. Aqui é colocada a condição de telespectador para personagem ativo, pois o próprio aluno, através da mediação, tem a possibilidade de ele mesmo captar estes fenômenos que antes fora visto em um vídeo e após o feito surgem alguns questionamentos estimulados pela condição em que o experimento ocorre.

A atividade com recursos de fácil acesso, pensando na necessidade como possuir um celular e um aparelho eletrodoméstico com controle remoto, favoreceu, após a realização do experimento, uma discussão seguida de alguns questionamentos. Aqui colocamos em pauta um padrão que vem se observando nos diálogos durante as atividades: uma contestação que precede da afirmação de um participante. No caso da atividade 2, uma comparação relacionando a luz necessária para registrar o fenômeno, e contrapondo o debate, a sugestão de alterar determinadas condições para saber se o fenômeno ocorre da mesma forma ou, colocando como solução, o “por que funcionar daquela forma?”. Este padrão, contestação precedida de uma afirmação, também é observado nas atividades seguintes, como na atividade 3 em que os alunos constroem um monocórdio, após o mediador contextualizar a matemática como teoria musical. A prática desenvolvida nesta atividade alimenta uma interação, através das mensagens, onde se tem um questionamento, ou afirmação, a partir do comentário de um ou mais participantes. A interação e troca de informações no chat moldam, sob o aspecto vigotskiano, uma zona de desenvolvimento imediato através da interação dos alunos, mediada pelo pesquisador, no caso o mediador, como o indivíduo mais capacitado. Dessa forma, parte-se do pressuposto da zona de desenvolvimento real para a zona de desenvolvimento potencial. A atividade proporcionou esta interação por meio do debate inicial, da observação de valores no instrumento musical, da plurissignificação de determinadas informações do instrumento com base na questão da teoria musical e da matemática.

Nas atividades que envolvem eletricidade, o desenvolvimento dos experimentos foi de forma mais cuidadosa. O processo de geração e transferência de energia elétrica sem fio proporcionou um ambiente dialógico através das experiências pessoais. Por exemplo, quando um espelho/escudo de uma guitarra elétrica foi utilizado como objeto lúdico, surgiu um comentário que explicava o objeto - cabe ressaltar aqui sobre o reconhecimento dos componentes da guitarra por um dos participantes, e que durante as atividades notava-se a familiaridade deste aluno com os instrumentos musicais e a compreensão de tais conceitos musicais um pouco mais além do que os outros

participantes, este seria um exemplo de cultura elaborada fora da escola. Os alunos responderam de acordo com o discurso da sala de aula. Novamente, a atividade estimulou o despertar das experiências pessoais, tanto no campo cultural quanto no educacional, e o momento em que se realizou o experimento para gerar energia elétrica. No chat, surgem mensagens contendo afirmações seguidas de contestações, como: "aqui ocorreu assim", "o meu foi desta forma", "mas o meu foi de outra maneira". É possível notar uma comparação entre as ações tomadas. Na atividade em que os alunos transferiram energia elétrica sem fio, novamente surgiu um comentário relacionando um personagem de desenho animado, neste caso um super-herói, com poderes eletromagnéticos. Esta associação surge no diálogo, durante a experimentação, onde comparavam seus feitos experimentais, da transferência de energia sem fio, colocando seus critérios investigativos como ferramenta para identificar determinados defeitos visando solucionar o problema, fazendo com que o experimento funcione regularmente. A atividade não trouxe, em sua mediação, alguma referência cultural, esta partiu do aluno, o que nos leva a pensar que seria análogo à primeira atividade da oficina, usando os vídeos da série de TV, mas no sentido inverso: do debate científico para a relação com a cultura (na primeira atividade foi do debate através da cultura para a relação científica). Esta situação demonstra um potencial discursivo para a relação da ciência, cultura e o compartilhamento de informações, e se encontra o padrão de afirmação, contextualização, comparação e experiência pessoal, através da cultura, que a atividade proporciona.

A última atividade envolvendo eletricidade é na amplificação do monocórdio, captando a vibração da corda com o piezoelétrico, colocado no monocórdio em ponto estratégico para a captação da vibração da corda. Esta atividade propõe a união de todas as concepções discutidas nas atividades em um experimento, conseqüentemente o dialogismo, a interação do grupo e o padrão que vem ocorrendo nas atividades anteriores, ocorrem de forma mais intensa. A satisfação dos alunos em ver o experimento funcionando a partir de suas próprias experimentações estimulam o diálogo, relacionam experiências pessoais ligados à cultura e contrapõem-se através dos resultados obtidos por cada um. A atividade levanta a questão da relevância de conceber atividades

prévias para, ao longo do tempo, desenvolver um processo cognitivo que permita o estímulo ao debate científico, o uso do critério para abordar um caráter investigativo em suas ações e, ao mesmo tempo, o estímulo à relação entre o debate e as experiências pessoais, trazidas pela cultura primeira. Conseqüentemente a oficina tornou-se um objeto de divulgação científica, para os alunos, reconhecendo nas informações, postadas em uma rede social, os enunciados realizados durante as atividades. A forma dialógica é caracterizada polifônica, não há ideologia que se sobrepõe as outras na divulgação realizada pelos alunos, o que nos permite observar a riqueza que a oficina proporcionou em um ato de compartilhamento de ideias no debate científico.

O aspecto relevante que o projeto proporciona é a relação do contexto cultural aplicado a conceitos científicos, e tecnológicos, através do discurso dos alunos participantes. Partindo do pressuposto da função social que a fala tem diante da interação que ocorre nas atividades, fomenta as funções psicológicas, intrapsicológico e interpsicológico, no discurso realizado através das situações criadas nas atividades experimentais. O caráter dialógico que surge no debate provoca uma mediação que possibilita, a partir das experiências pessoais, relativizar personagens da cultura de massa ao ambiente de caráter científico não formal. O benefício desta ação, no ato da divulgação científica, é a provocação dos processos intrapsicológicos, e seus signos, como concepções prévias na leitura do material divulgado, assim, surgindo uma possível relação neste meio, por parte do ouvinte, com o contexto cultural (o que ocorreu em todas as atividades do projeto).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDONOUR, O. J. **Matemática e Música**. 3^o. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2003.

ADORNO, T. **Indústria cultural e sociedade**. 5^a ed. Tradução Juba E. L., Augustin W., Jorge M. B. de A. e Maria H. R.I. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

BAKHTIN, M. M. **Estética da criação verbal**. 2^a ed. Tradução feita a partir do francês Maria H. G. G. P. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

BAKHTIN, M. M. **Marxismo e filosofia da linguagem**. Tradução Michel L. e Yara F. V. 12^o ed. São Paulo: HUCITEC, 2006.

BAKHTIN, M. M. **Problemas da poética de Dostoiévski**. Tradução Paulo B. 4^a ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2008.

BOCCIA, L. V. Música no encontro das culturas. Uma introdução à temática da música em culturas diversas. In: Paulo César Alves. (Org.). Cultura: **múltiplas leituras**. 1^a ed. Salvador e Bauru: Edufba e Edusc, 2010, v. 1, p. 255-318.

BORDA, R. **Por uma proposta curricular de curso superior em guitarra elétrica**. Rio de Janeiro, 2005. 149f. Dissertação de Mestrado. Centro de Letras e Artes, Universidade do Rio de Janeiro.

BOYER, C. B; MERZBACH, U. C. **História da matemática**. 3^a ed. Tradução Helena C. São Paulo: Editora Blucher, 2012.

BREWSTER, D. M. **Introduction to Guitar Tone & Effects: An Essential Manual for Getting the Best Sounds from Electric Guitars, Amplifiers, Effect Pedals, and Digital Processors**. 2^a ed. Blue Mound: Hal Leonard Corporation, 2003.

BROMBERG, C. A classificação da música na obra de Jean-Jacques Rousseau. Porto Alegre: **OPUS**, v. 20, n. 1, p. 39-54, 2014.

CARMO, J. J. R. **Da voz aos instrumentos musicais: um estudo semiótico**. São Paulo: Anna Blume/Fapesp, 2005. v. 1. 122p .

CARNEIRO, V. L. Q. **Castelo Rá-Tim-Bum: o educativo como entretenimento**. 1ª ed. São Paulo: Annablume, 1999.

CARVALHO, R. M. B. **Georges Snyders: em busca da alegria na escola**. Florianópolis: Perspectiva, v. 17, n. 32, p. 151-170, 1999

CHRISTIAN, C. *et al.* **Chuck Berry**. Blues & Rhythm, v. 319, p. 25, 1963.

COSTA, S. R. S; DUQUEVIZ, B. C; PEDROZA, R. L. S. Tecnologias Digitais como instrumentos mediadores da aprendizagem dos nativos digitais. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 19, p. 603-610, 2015.

COUTO, E. S; CRUZ, I. M. P. #FIQUEEMCASA: EDUCAÇÃO NA PANDEMIA DA COVID-19. **EDUCAÇÃO**, [S. I.], v. 8, n. 3, p. 200–217, 2020.

COUTO, E. S; PORTO, C; SANTOS, E. (org.). **App-learning: experiências de pesquisa e formação**. Salvador: EDUFBA, 2016.

CRESWELL, J. W; CRESWELL, J. D. **Projeto de pesquisa-: Métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 5ª ed. Tradução Sandra M. M. R.. Porto Alegre: Artmed Editora, 2021.

DAMIANI, M. F. Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios. Curitiba: **Educar em revista**, n. 31, p. 213-230, 2008.

DE CAMPOS, A. **Balanço da bossa e outras bossas**. 2ª ed. São Paulo: Editora Perspectiva, v.4, 1974.

DUDEQUE, N. E. **História do violão**. Série Pesquisa n. 13, Curitiba: Editora da UFPR, 1994.

FARIAS, F. L. S. **Canta Kalimba: coleção poética**. 1ª ed. – Quissamã: Revista África e Africanidades. 2022,

FINO, C. N. Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP): três implicações pedagógicas. **Revista Portuguesa de educação**, v. 14, p. 273-291, 2001.

FIORIN, J. L. **Introdução ao pensamento de Bakhtin**. 2 ed., 2ª reimpressão. – São Paulo: Contexto, 2018.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Hélio Ziskind, compositor de "Castelo Rá-Tim-Bum" e "Glub Glub" participa de live da Folha**, *Youtube*, 19 mar. 2020.

Disponível em:
<https://www.youtube.com/watch?v=HONtmkyPG_4&t=2378s&ab_channel=TV_FOLHA>. Acesso em: 20 out. 2020.

GASPAR, A. Cinquenta anos de ensino de física: muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade do resgate do papel do professor. **XV Encontro de Físicos do norte e Nordeste**, p. 11, 1997.

GOMES, E. F. **Astros no rock: uma perspectiva sociocultural no uso da canção na educação em ciências**. 2016. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

GROUT, D. J; PALISCA, C. **História da música ocidental**. 5. ed. Lisboa: GRADIVA, 2007.

INGRAM, A. **A concise history of the electric guitar**. Mel Bay Publications, Pacific, MO – Missouri, 2010.

KAHN, C. H. **Pitágoras e os pitagóricos - Uma breve história**. 1. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2007.

KARNAL, L. *et al.* **Rupturas do consenso: 1960-1980**. In: História dos Estado Unidos. São Paulo: Contexto, 2008, p. 235-255.

KARREN, C. **Analog versus digital guitar pedals, shaping guitar tones and sparking debates**. Capstone Projects and Master's Theses. 770, Monterey Bay: California State University, 2020.

KELLNER, D. A **Cultura da Mídia**. Bauru, Edusc, 2001.

KELLNER, D; SHARE, J. Educação para a leitura crítica da mídia, democracia radical e a reconstrução da educação. Campinas: **Educação & Sociedade**, v. 29, n. 104, p. 687-715, 2008.

LACERDA, A. P. Atrás do trio elétrico—evolução da mídia e impactos nas práticas musicais do carnaval de Salvador. Curitiba: **Interin**, v. 16, n. 2, p. 85-101, 2013.

LÉVY, P. **Cibercultura**. Tradução de Carlos Irineu da Costa, 1ª Ed., São Paulo: Editora 34, 1999.

MACHADO, A. Arte e mídia: aproximações e distinções. **Galáxia. Revista do Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Semiótica**. ISSN 1982-2553, n. 4, 2002.

MAGALHÃES, M. C. C; OLIVEIRA, W. . Vygotsky e Bakhtin/ Volochinov: dialogia e alteridade. **Bakhtiniana: Revista de Estudos do Discurso**, v. n 5, p. 103-115, 2011.

MARANDINO, M. *et al.* A educação não formal e a divulgação científica: o que pensa quem faz. In: IV **Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências** - ENPEC, 2004, Bauru

MARSIGLIA, L; ALMEIDA, A. A. Atrás do trio elétrico só não vai quem já morreu. **Guitar Player**. São Paulo, ano 1, n. 9, set. 1996, p. 52-56.

MARTINS, R. A. Oersted e A Descoberta do Eletromagnetismo. **CADERNOS DE HISTORIA E FILOSOFIA DA CIENCIA**, n.10, p. 102-118, 1986.

MIYARA, F. La música de las esferas: de Pitágoras a Xenakis... y más acá. **La Música de las Esferas: de Pitágoras a Xenakis... y Más Acá**, 2005.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

NATTIEZ, J. J; LACERDA, M. B; DE LIMA C. L. Etnomusicologia. **Revista Música**, v. 20, n. 2, p. 417-434, 2020.

OKA, M. M. História da eletricidade. **História da Eletricidade**. Versão 1.0, 2000.

PEREIRA, M. Â. C. M; AMPARO, D. M ; ALMEIDA, S. F C. **O brincar e suas relações com o desenvolvimento**. Psicologia Argumento, Curitiba, v. 24, n. 45, p. 15-24, abr./jun. 2006.

PEREIRA, R. A. **A física da música no Renascimento: uma abordagem histórico-epistemológica**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 2010.

PIASSI, L. P; SANTOS, E. I. Banca da Ciência: Artefatos e Espaços de Comunicação Científica Itinerantes nos Territórios da Escolarização Regular. **INTERCOMCONGRESSO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO NA REGIÃO SUDESTE**, v. 19, 2014.

PINTO, J. A. F; SILVA, A. P. B; FERREIRA, É. J. B. Laboratório desafiador e história da ciência: um relato de experiência com o experimento de Oersted. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 176-196, 2017.

PIRES, M. F. C. O materialismo histórico-dialético e a educação. **Interface-comunicação, saúde, educação**, v. 1, p. 83-94, 1997.

PORT, I. S. **The Birth of Loud: Leo Fender, Les Paul, and the Guitar-pioneering Rivalry that Shaped Rock'n'Roll**. New York: Scribner - An Simon and Schuster, Inc., 2019.

PRADO, M. **A história da guitarra: do Delta a Hendrix**. São Paulo, 137f.. 2009. Monografia de especialização em História, Sociedade e Cultura, Pontifícia Universidade Católica – SP.

RABELLO, E. T; PASSOS, J. S. Vygotsky e o desenvolvimento humano. **Portal Brasileiro de Análise Transacional**, p. 1-10, 2010.

ROMÁN, A. R. O conceito de polifonia em Bakhtin-o trajeto polifônico de uma metáfora. **Revista Letras**, v. 42, 1993.

SABÓIA, G. **Sem internet, estudantes de favelas não conseguem se preparar para o Enem**. UOL, 28/04/2020. Disponível em <<https://educacao.uol.com.br/noticias/2020/04/28/sem-internet-estudantes-de-favelas-sofrem-com-preparacao-online-para-enem.htm>> Acesso em: 24 abr. 2021.

SACHS, C. **The history of musical instruments**. Courier Corporation, 2012.

SAMPIERI, R. H; COLLADO, C. F; LUCIO, M. P. B. **Metodologia de Pesquisa**, 5ª ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTOS, M. **Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal**. Rio de Janeiro: Record, 2008.

SETTON, M. G. J. A educação popular no Brasil: a cultura de massa. **Revista USP**, n. 61, p. 58-77, 2004.

SIMÕES, C. A música das esferas. **Educação e Matemática**, n. 60, p. 22-25, Lisboa: Associação de professores de matemática, Universidade de Coimbra, 2000.

SINDER, M. Vygotsky e Bakhtin-Psicologia e educação: um intertexto. **Educação & Sociedade**, v. 18, n. 60, p. 183-186, 1997.

SNYDERS, G. **A alegria na escola**. São Paulo: Manole, 1988

SOUZA, A. P; ROSSO, A. J. Mediação e Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP): entre pensamentos e práticas docentes. In: **Congresso Nacional De Educação: EDUCERE**. 2011. p. 5894-5906.

SOUZA, C. M. C. **A gripe espanhola na Bahia: saúde, política e medicina em tempos de epidemia**. Salvador: EDUFBA, 2009

SOUZA, F. M. P. et al. Demonstração didática da interação entre correntes elétricas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, p. 605-612, 2007.

SOUZA, F. M. P; BOSS, S. L. B; CALUZI, J. J. A eletricidade estática: os obstáculos epistemológicos, as concepções espontâneas, o conhecimento científico e a aprendizagem de conceitos. **VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Florianópolis, UFSC, 2007.

STRATHERN, P. **Curie e a Radioatividade em 90 minutos**. Editora Schwarcz-Companhia das Letras, 2000.

TONIDANDEL, D. A. V; ARAÚJO, A. E. A; BOAVENTURA, W. C. História da eletricidade e do magnetismo: da antiguidade à idade média. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 4, 2018.

VASCONCELOS, F. M. **Pensamento composicional dialógico de Cada ano sem Debussy: dez versos sobre o seu nome** *Dialogical composition in the Cada ano sem Debussy: dez versos sobre o seu nome (Each year without Debussy: ten verses about his name)*. Revista Orfeu, Universidade do Estado de Santa Catarina, Brasil, vol. 5, núm. 1, 2020

VIEIRA, C. G; DE CARVALHO, J. T. ENSINO E APRENDIZAGEM NAS PERSPECTIVAS DE VYGOTSKY E BAKHTIN. **Cenas Educacionais**, v. 3, p. e7398-e7398, 2020.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. Tradução José Cipolla Neto, Luis Silveira Menna Barreto e Solange Castro Afeche. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Trad. Paulo Bezerra. São, 2001.2001.

VIRILIO, P. **A velocidade de libertação**. Lisboa: Relógio D'Água, 2000.

ZANELLA, A. V. Zona de desenvolvimento proximal: análise teórica de um conceito em algumas situações variadas. **Temas em Psicologia**, v. 2, n. 2, p. 97-110, 1994.

ANEXOS

Passarinho, que som é esse? - Vibrafone
< https://youtu.be/CwRTSAWztZU > Acesso em: 18/10/2021
Passarinho, que som é esse? – Trombone
< https://youtu.be/x8CNnux5SN4 > Acesso em: 18/10/2021
Passarinho, que som é esse? – Piano
< https://youtu.be/za3wnNBkbSO > Acesso em: 18/10/2021
Passarinho, que som é esse? – Pandeiro
< https://youtu.be/K94H87XwS8M > Acesso em: 18/10/2021
Passarinho, que som é esse? – Harpa
< https://youtu.be/58QDRq83TuA > Acesso em: 18/10/2021
Passarinho, que som é esse? – Gaita
< https://youtu.be/mE7bJUkhxig > Acesso em: 18/10/2021
Passarinho, que som é esse? – Flauta
< https://youtu.be/r75WYRszoEs > Acesso em: 18/10/2021
Passarinho, que som é esse? – Contrabaixo
< https://youtu.be/JrB0SKwbkIY > Acesso em: 18/10/2021
Passarinho, que som é esse? – Clarinete
< https://youtu.be/u4fpndUT_BA > Acesso em: 18/10/2021
Passarinho, que som é esse? – Bateria
< https://youtu.be/WhoIBmJ7TzY > Acesso em: 18/10/2021
Passarinho, que som é esse? - Viola Caipira
< https://youtu.be/BDYQmzoAb88 > Acesso em: 18/10/2021

Passarinho, que som é esse? – Tumbadora
< https://youtu.be/-9l0b1FU9mc > Acesso em: 18/10/2021
Passarinho, que som é esse? – Trompete
< https://youtu.be/jGAuTaeSFyl > Acesso em:18/10/2021
Passarinho, que som é esse? – Trompa
< https://youtu.be/tJrsM2wz4jQ > Acesso em: 18/10/2021
Passarinho, que som é esse? – Saxofone
< https://youtu.be/WQAXF5RiULM > Acesso em: 18/10/2021
Passarinho, que som é esse? – Sanfona
< https://youtu.be/myNXZk54Hrc > Acesso em: 18/10/2021
Passarinho, que som é esse? – Guitarra
< https://youtu.be/1swFmVsghPk > Acesso em: 18/10/2021
Passarinho, que som é esse? - Flauta Doce
< https://youtu.be/MdGM-op9jOQ > Acesso em: 18/10/2021
Passarinho, que som é esse? – Fagote
< https://youtu.be/q6qdClbBsug > Acesso em: 18/10/2021
Passarinho, que som é esse? – Cítara
< https://youtu.be/l_KWssJgFGQ > Acesso em: 18/10/2021
Passarinho, que som é esse? - Bandolim
< https://youtu.be/l_KWssJgFGQ > Acesso em: 18/10/2021
Passarinho, que som é esse? - Baixo Elétrico
< https://youtu.be/dBSQ5XFFdX4 > Acesso em: 18/10/2021
Passarinho, que som é esse? – Zamponha
< https://youtu.be/cb3dRCie_RQ > Acesso em: 18/10/2021

Passarinho, que som é esse? – Violino
< https://youtu.be/d2Q5s0Db4yo > Acesso em: 18/10/2021
Passarinho, que som é esse? – Tuba
< https://youtu.be/-4i6rV1nOuQ > Acesso em: 18/10/2021
Passarinho, que som é esse? – Violão
< https://youtu.be/q5xEDAChKWU > Acesso em: 18/10/2021
Passarinho, que som é esse? – Violoncelo
< https://youtu.be/6uNMM1uDa8Y > Acesso em: 18/10/2021
Passarinho, que som é esse? – Oboé
< https://youtu.be/5sg_OFnqKqo > Acesso em: 18/10/2021
Música e Ciência (Episódio 1)
< https://youtu.be/Dxuy3qFhP0Q > Acesso em: 18/10/2021
Música e Ciência (Episódio 2)
< https://youtu.be/Oa6v7QzipQA > Acesso em: 18/10/2021