

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO
CARLOS
UFSCar
Departamento de Artes e Comunicação
DAC
LICENCIATURA EM MÚSICA**

O tom e o som

Diálogos entre a Ciência e a Música.

“Trabalho de Conclusão De Curso”

Monografia
apresentada junto ao
Departamento de Artes e
Comunicação – DAC, como
requisito para a conclusão
do curso de Licenciatura em
Música

São Carlos, 2024

17/04/2024, 10:25

SEI/UFSCar - 1392123 - Grad: Defesa TCC: Ata



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM
MÚSICA - CCMUSL/CECH

Rod. Washington Luís km 235 - SP-310, s/n - Bairro Monjolinho, São Carlos/SP, CEP 13565-905

Telefone: (16) 33066577 - h p://www.ufscar.br

DP-TCC-ADP nº 7/2024/CCMusL/CECH

GRADUAÇÃO: DEFESA PÚBLICA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO ATA DA
DEFESA PÚBLICA (GDP-TCC-ADP)

Aos vinte e dois dias do mês de março de 2024, às 14:30h, na sala do LAD, realizou-se a defesa pública do trabalho de conclusão de curso do estudante **Paulo Roberto Adalberto - RA 726097** do curso de licenciatura em Música da Universidade Federal de São Carlos – Campus São Carlos, intitulado: "O Tom e o Som: Uma Proposta de Educação Científica", perante a Banca Examinadora, composta pela Profa. Dra. Corinne Arrouvel, e pelos Professores Dr. Michel Pisa Carnio e Ms. Dari Campolina de Onofre, segundo o estabelecido no regulamento referente ao trabalho de conclusão do curso de graduação em Licenciatura em Música. A banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o candidato aprovado. Sugeriu-se a realização de uma revisão do trabalho para a entrega da versão final e que, nela, sejam feitas as correções e incorporadas as sugestões apontadas pela banca. Nada mais havendo a tratar, foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e aprovada foi assinada pela banca examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Michel Pisa Carnio, Docente**, em 11/04/2024, às 15:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539 de 8 de outubro de 2015](#)



Documento assinado eletronicamente por **Corinne Arrouvel, Docente**, em 11/04/2024, às 15:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539 de 8 de outubro de 2015](#)



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufscar.br/autenticacao>, informando o código verificador **1392123** e o código CRC**1F410838**

Referência: Caso responda a este documento, indicar expressamente o Processo nº 23112.006728/2024-69

SEI nº 1392123

Modelo de Documento: Grad: Defesa TCC

https://sei.ufscar.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=1554066&infra_sistem

Documento assinado digitalmente
gov.br DARI CAMPOLINA DE ONOFRE
Data: 17/04/2024 10:57:33-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

17/04/2024, 10:25

SEI/UFSCar - 1392126 - Grad: Defesa TCC: Folha Aprovação



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM MÚSICA - CCMusL/CECH

Rod. Washington Luís km 235 - SP-310, s/n - Bairro Monjolinho, São Carlos/SP, CEP 13565-905

Telefone: (16) 33066577 - h p://www.ufscar.br

DP-TCC-FA nº 11/2024/CCMusL/CECH

Graduação: Defesa Pública de Trabalho de Conclusão de Curso

Folha Aprovação (GDP-TCC-FA)

PAULO ROBERTO ADALBERTO


"O TOM E O SOM: UMA PROPOSTA DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA"

Trabalho de Conclusão de Curso

Universidade Federal de São Carlos – Campus São Carlos São Carlos, 22 de março de 2024.

Assinaturas e ciências:

Profa. Dra. Corinne Arrouvel (UFSCar - orientadora- presidente) Prof. Dr. Michel Pisa Carnio (DME/UFSCar - membro titular)

Documento assinado digitalmente
 DARI CAMPOLINA DE ONOFRE
 Data: 17/04/2024 10:57:33-0300
 Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Ms. Dari Campolina de Onofre (IFSP Araraquara - membro titular)



Documento assinado eletronicamente por **Michel Pisa Carnio, Docente**, em 11/04/2024, às 15:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539 de 8 de outubro de 201](#)



Documento assinado eletronicamente por **Corinne Arrouvel, Docente**, em 11/04/2024, às 15:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539 de 8 de outubro de 201](#)



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufscar.br/autencacao>, informando o código verificador **1392126** e o código CRC **ABDA261C**

Referência: Caso responda a este documento, indicar expressamente o Processo nº 23112.006728/2024-69 SEI nº 1392126

Modelo de Documento: Grad: Defesa TCC: Folha Aprovação, versão de 02/Agosto/2019

https://sei.ufscar.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=1554069&infra_sistem...

Por um mundo musicalmente saudável

*Dedico este trabalho a todos os meus professores, do presente, do passado e do futuro
cujo convívio revela continuamente a minha imperfeição...*

...e me ensina a ser um ser humano melhor!

Gostaria de expressar meus maiores agradecimentos

À Profa. Dra. Corinne Arrouvel pela aposta arriscada, pelo apoio irrestrito e pela energia radiante.

Ao Mestre Leonardo Oliveira, o violão salvador,

cujas colaborações se iniciavam bem antes das oficinas e se estendiam para além das mesmas.

Aos músicos e educadores Heitor B. Carvalho e Gabriel Franchini pelo apoio com instrumentos harmônicos durante as oficinas.

Aos participantes das oficinas de São Carlos e de Sorocaba, que muito nos ensinaram e nos mostraram o caminho para o aprimoramento a cada edição.

Às meninas do Núcleo de Formação de Professores da UFSCar (NFP): Dra. Elizabeth, Angelina e Claudete pela atenção e apoio dedicado da divulgação à execução das oficinas,

Ao professor José Alessandro Gonçalves da Silva por viabilizar o projeto e pelas classes de clarinete durante a graduação que se encerra.

A Pró-reitora de Extensão (PROEX/UFSCar) pela aprovação de nossas propostas e pelas bolsas concedidas.

Ao Gabriel Tavares e ao Fernando Shimura, bolsistas que ofereceram importante apoio e acompanhamento nas oficinas.

Aos gestores e aos trabalhadores da Cooperativa Acácia de Araraquara pela disponibilização de material essencial à construção dos instrumentos e pelo exemplo de trabalho digno e organização.

Aos amigos Alex Suraty Ramos e Leonardo Rocque Franco pelas valiosas considerações durante a formulação das ideias.

Ao Prof. Dr. Olavo Nardi pelo apoio na preparação prévia do material usado nas oficinas e pelas dicas de marcenaria e de ferramentaria

Aos colegas do curso de Música, especialmente da turma 016 pela convivência ao longo dos anos.

A todos aqueles que aqui não cito para não cometer injustiças.

E por último, mas a mais importante, à Profa. Dra. Teresa Kazuko Muraoka pelo apoio, carinho, incentivo, paciência e por morar no lado esquerdo do peito.

*“Óia que foi só pegar no cavaquinho
Pra nego bater
Mas se eu contar o que é que pode um cavaquinho
Os home não vai cré.”*

João Bosco e Aldir Blanc

ÍNDICE

<u>RESUMO.</u>	1
<u>Palavras chaves.</u>	1
<u>1 - INTRODUÇÃO.</u>	2
<u>1.1- Um pouco de história</u>	2
<u>1.2- Contextualizando as oficinas.</u>	7
<u>2- OBJETIVOS</u>	9
<u>2.1- Objetivo geral.</u>	9
<u>2.2- Objetivos específicos.</u>	9
<u>3 - MATERIAIS E MÉTODOS.</u>	10
<u>3.1- O arcabouço teórico</u>	10
<u>3.2- As dinâmicas.</u>	12
<u>3.2.1- O problema dos quatro quattros.</u>	12
<u>3.2.2- Caiu na rede...</u>	13
<u>3.2.3- Caçada na raça, no peito, e nas coxas.</u>	14
<u>3.2.4- MMC: Mais música no corpo.</u>	15
<u>3.2.5- Outras dinâmicas</u>	16
<u>3.3- Os instrumentos</u>	16
<u>3.3.1- O monocórdio: A viagem pelos números.</u>	18
<u>3.3.2- Percussão geral: Pulso e movimento orgânico.</u>	20
<u>3.3.3- Xilofone: Harmonia e ressonâncias.</u>	21
<u>3.3.4- Aerofones: Palhaços de ar.</u>	24
<u>4 - A OFICINA: POSTURA E AÇÃO.</u>	26
<u>4.1- Temas desenvolvidos.</u>	26
<u>4.1.1- Componente Teórico Geral das Oficinas:</u>	27
<u>4.1.2- Componente Prático Geral das Oficinas:</u>	27
<u>4.2- Estrutura e organização dos módulos.</u>	28
<u>4.3- Carga horária.</u>	30
<u>5 – DISCUSSÕES E PERSPECTIVAS.</u>	31
<u>5.1- A expansão da proposta</u>	32
<u>5.2- Público alvo: uma discussão.</u>	33
<u>6- REFERÊNCIAS</u>	35
<u>ANEXOS</u>	38
<u>ANEXO I</u>	39
<u>Plano de Atividades – Oficina “O Tom e o Som” (Pitágoras)</u>	39
<u>Plano de Atividades – Oficina “O Pulso da Vida” (Helmholtz)</u>	41
<u>Plano de Atividades – Oficina “A Cor do Som” (Mendeleyev)</u>	43
<u>Plano de Atividades – Oficina “A dança dos planetas” (Herschell).</u>	45
<u>ANEXO II</u>	47
<u>Música: Caçador de mim (Magrão & Sá)</u>	47
<u>ANEXO III</u>	49
<u>Plano de atividade: Mandala Musical</u>	49

O Tom e o Som: Diálogos entre a Ciência e a Música.

RESUMO.

As relações entre as linguagens musical e científica são historicamente bem estabelecidas e no entendimento global do fenômeno sonoro ressaltam-se as conexões entre a ciência com a música. A musicologia constitui um campo científico em si que gera e unifica a ciência. A afinação de escalas, a produção do som e suas propriedades, a sensibilidade e a racionalização do som mobilizam conhecimentos, competências, habilidades, atitudes e valores de diferentes áreas e suscitam discussões científicas, históricas, sociais e estéticas. Por facilitar acesso a conceitos, por vezes, demasiadamente abstratos de diversas ordens, assim como pelos seus efeitos psicológicos a prática musical (da composição à apreciação) se apresenta como uma interessante ferramenta no fazer docente. Tal discussão gerou a proposta das oficinas de construção de instrumentos musicais, organizadas em 4 módulos, aqui apresentadas. Além de suprir material didático de baixo custo, as oficinas propõem atividades didáticas de educação para as ciências, mediada por vivências musicais autoguiadas, durante a construção de instrumentos com afinação definida. Os aspectos lúdicos, cognitivos e afetivos com que a música toca o indivíduo podem gerar reflexões e tomadas de decisões pedagógicas pelos professores em diferentes perspectivas. A transversalidade e a multidisciplinaridade, promotoras das habilidades interpessoais de sistematização integral do conhecimento em evolução, embasam a proposta. As manifestações da cultura brasileira são também são enfatizadas durante as Oficinas.

PALAVRAS CHAVES.

Música e ciência; Construção de instrumentos musicais; Temperamento de Escalas; Som físico, fisiológico e musical; Ecologia sonora; Vivência musical.

1 - INTRODUÇÃO.

A música mantém uma íntima relação com a linguagem científica. A música e a matemática sempre ofereceram meio de entender a misteriosa relação entre os humanos, a natureza e seus fenômenos. Esta proximidade traz interessantes perspectivas sobre a didática musical e a educação para a ciência. Os aspectos ancestrais, lúdicos e cognitivos que a prática musical produz no indivíduo constituem-se como fortes argumentos para a educação musical no ensino de ciência¹.

A importância da música na formação integral do caráter e do conhecimento humano tem fundamentos psicofísicos profundos (ROEDERER, 1998; FIOLEAIS, 2020). Por facilitar acesso a conceitos de diversas ordens pela materialidade do som, pela educação dos sentidos e pelos efeitos psicológicos a música gera grandes expectativas no desenvolvimento da construção das significações simbólicas e cognitivas no indivíduo (BARROS, ZANELLA, & ARAÚJO-JORGE, 2013).

A música, em verdade, se confunde na experiência científica ao ser considerada “o primeiro experimento científico” da história (SANTOS E. Q., 2022). Muitos músicos famosos têm praticado ciência de ponta, assim como cientistas que realizaram grandes descobertas deixaram importantes contribuições musicais (LOURA, 2012). Esta aproximação é antiga e não chega a surpreender.

1.1- UM POUCO DE HISTÓRIA

Pensadores gregos como Pitágoras² e Platão³ destacaram a música na exploração e compreensão da natureza, ademais a música foi constituinte do *Trivium* e do *Quadrivium* escolástico (CAMARGOS, 2016; MELO H. S., 2016). Astrônomos árabes e persas como Al-Kindi⁴, Al-Farabi⁵ ou Avicena⁶ seja traduzindo os antigos, seja

¹ Swanwick ao citar o conceito de “Schemata Posturalis” de Head indica a razão dos educadores se dedicarem ao estudo da música na formação do indivíduo:

“Na música podemos discernir uma enorme gama de tipos de movimentos: busca, retração, junção, expulsão, integração, desintegração, os ritmos de desenvolvimento e crescimento que são fundamentais a todas as formas viventes. O "Schemata" de uma reação, uma postura, um conjunto muscular, uma emoção ou um gesto poderia, possivelmente, estar no que Hanslick chama de "formas sonoras" da música e poderíamos, até certo ponto, nos identificar com elas. Não precisamos nos restringir a pensar sobre sentimentos ou estados emocionais particularmente fortes. Toda percepção envolve um elemento de ajuste físico, muscular, uma modificação estética e qualquer atividade física ou "mental" deixará um rasto postural, incluindo a atividade que denominamos pensar”. (SWANWICK, 2014.)

² Pitágoras de Samos (Samos, c. 570 – Metaponto, c. 495 a.C.).

³ Platão (Atenas, 428/427 – 348/347 a.C.).

⁴ Abu Yussufe Iacube ibn Ixaque Al-Kindi (Cufa, 801 — Bagdad, 873).

pelas próprias contribuições, reforçaram essa relação entre a música, a saúde e a geometria, e influenciaram profundamente o *Organum* filosófico ocidental, Manni assinala: “Frequentes eram as intersecções, por exemplo, nas compilações enciclopédicas a que se dedicavam filósofos e teólogos; mais tarde, os contatos tornaram-se sistemáticos graças aos tratados árabes traduzidos na Espanha” (MAMMÌ, 1990).

A modernidade, cujo início se dá com pensadores como Galileu⁷, irmão, filho e neto de talentosos músicos (FIOLHAIS, 2020), e Kepler⁸, astrônomo chave da revolução copernicana, encontram na música uma ferramenta além da metáfora. "Harmonices Mundi" foi concebido devido ao interesse de Kepler pelas proporções nos movimentos planetários “sobre a mais perfeita harmonia dos movimentos celeste e sobre a origem das proporções harmônicas” (DICKREITER, 1976).

Por esses momentos a interpretação pitagórica se esgota diante da ciência mais quantitativa e exata. Descartes⁹ faz considerações estéticas sobre a harmonia, Mersenne¹⁰ aponta nova concepção de intervalos e escala e Euler¹¹ fundamenta o temperamento com base nos números irracionais (ABDOUNUR, 2007). A acústica e a ondulatória passam a tratar som com ferramentas mais precisas e conceitos mais refinados (escalas logarítmicas, análise Fourier, número imaginário) (DU SAUTOY, 2007). Abdounur apresenta esse panorama:

Nesse sentido, o universo musical reserva ainda muitas possibilidades em seu processo de expansão com a construção de outras escalas bem como linguagens mais amplas, em que possivelmente distintas habilidades possam interagir com a música e a matemática [...]. No Renascimento, emergira uma tradição teórico-musical que se opunha à concepção pitagórico-especulativa tendo como expoente Vincenzo Galilei. Sob a ótica de tal tradição, o som e os conceitos musicais nele fundamentados deveriam ser explicados por meio de fenômenos físicos passíveis de serem comprovados por experiências. (ABDOUNUR, 2007)

O cidadão ilustrado educado no iluminismo tem nos irmãos William¹² e Caroline Herschell¹³ os expoentes da íntima relação entre a ciência e música. Famosos

⁵ Abú Naşr Muḥammad ibn Muḥammad Farabi; Turquistão, ca. 872 — Damasco, 950).

⁶ Abu Ali Hussein ibn Abdala ibn Sina (Afexana, ca. 980 — Hamadã, Irã, 1037),

⁷ Galileo di Vincenzo Bonaulti de Galilei (Pisa, 1564 — Florença, 1642).

⁸ Johannes Kepler (Weil der Stadt, 1571 — Ratisbona, 1630).

⁹ René Descartes (La Haye en Touraine, 1596 – Estocolmo, 1650).

¹⁰ Marin Mersenne (Oizé, 1588 — Paris, 1648).

¹¹ Leonhard Paul Euler (Basileia, 1707 – São Petersburgo, 1783).

¹² William Herschel (Hanôver, 1738 — Slough 1822).

¹³ Caroline Lucretia Herschel (Hanôver, 1750 —1848).

pela descoberta do planeta Urano, William foi também o descobridor dos raios infravermelhos, construiu os maiores telescópios do sec. XVIII, contribuições essas precedidas pela composição de dezenas de sinfonias e regência de grandes orquestras (HOSKIN, 2011). Caroline, ao seu lado, alcançou grande sucesso como intérprete das áreas de Handel, cedo revelou-se ser uma matemática talentosa e veio a abandonar a carreira de sucesso na música para tornar-se a primeira astrônoma profissional (HOSKIN, 2005).

A química, por sua vez, é outra disciplina que mantém esse estreito diálogo entre cientistas e músicos. Kohn vaticina sobre essa aproximação:

Há provavelmente tantas razões para os químicos se ocuparem da música como há químico-músicos, e podemos encontrar intersecções entre química e música. Por um lado, ambas as disciplinas requerem um alto grau de precisão. Quando o regente ou o professor, ou a partitura exige um A, um G não está perto o suficiente, e nenhuma aproximação será aceita. [...]. Ambas as disciplinas requerem um bom grau de destreza manual. E em ambos os casos com os limites bastante estreitos impostos pela partitura escrita, ou pelas regras do jogo, uma boa dose de arte é experimentada pelo artista, químico ou músico.¹⁴ (KOHN, 1972)

A “música” contida na matéria pode ser explicitada nos espectros de ressonâncias (SCHUBERT, OSCHKINAT, & SCHMIEDER, 2001), no comportamento cinético das reações, ou pelo átomo, como oscilador harmônico (LINZ, 2020). Mas uma referência singular vem de Newlands¹⁵ que em sua “Lei das Oitavas”, propôs um sistema de classificação (afinação?) dos elementos fundamentado no comportamento periódico das massas atômicas. Engenheiro, com contribuições importantes na química, formulou um sistema de classificação no qual os átomos se comportavam como “notas de uma escala musical”. Ridicularizada em sua época pelo exotismo, sua observação serviu de ponto de partida no modelo de Mendeleev¹⁶ e, mesmo, reminiscências desta regra podem ser sentidas na regra do octeto. Tardiamente recebeu, pela contribuição na história da tabela periódica, a Medalha “Davy of the Royal Society” (LEITE, 2019).

A constituição e o comportamento da matéria também inspiram a criação musical (BARROS, 2021). A correspondência entre a percepção e os atributos físicos dos sons fundamentam a Síntese Granular do som aplicado a criação e mesmo com implicações tecnológicas (LINZ, 2020). A matéria, mesmo, tem sua melhor descrição

¹⁴ Tradução dos autores.

¹⁵ John Alexander Reina Newlands (Londres, 1837 — 1898)

¹⁶ Dmitri Ivanovich Mendeleev (Tobolsk, 1834 — São Petersburgo, 1907)

como fenômeno ondulatório,” o átomo se comporta mais como a pele de um tambor que como um sistema de objetos maciços orbitando um núcleo” (DU SAUTOY, 2007).

Greene interpreta esse ponto ao visitar a conjectura das supercordas:

no nível mais microscópico tudo consiste de combinações de cordas que vibram — a teoria das cordas oferece um esquema explicativo capaz de englobar todas as forças e toda a matéria. Ela afirma, por exemplo, que as propriedades que observamos nas partículas, [...], são reflexos das diversas maneiras em que uma corda pode vibrar. Assim como as cordas de um piano ou de um violino têm frequências ressonantes em que vibram de maneira especial — e que os nossos ouvidos percebem como as notas musicais e os seus tons harmônicos —, o mesmo também ocorre com os laços da teoria das cordas. Veremos, no entanto, que em vez de produzir notas musicais, os tipos de vibração preferidos pelas cordas na teoria das cordas dão lugar a partículas cujas massas e cargas de força são determinadas pelo padrão oscilatório da corda. [...] as propriedades das partículas, na teoria das cordas, são manifestações de uma única característica física: os padrões ressonantes de vibração — ou seja, a "música" — dos laços fundamentais das cordas. (GREENE, 2001)

O som produzido tem suas características (tonalidade, timbre, textura ou intensidade) definidas pela fonte (constituída de elemento vibrante, ressonador e fonte energia) e viaja pelo meio no qual é transmitido. Mas é na recepção em que os sons são identificados, processados, compreendidos e respondidos (ROEDERER, 1998). As relações fisiológicas, comportamentais, psíquicas e afetivas da música têm despertado o interesse de neurofisiologistas (NOBRE, LEITE, ORSINI, & CORRÊA, 2012) e ecólogos (RODRIGUES, 2009).

A acústica, a fisiologia da audição, e os fundamentos de psicologia do som foram estudados por Helmholtz¹⁷ no monumental “Sobre as sensações dos tons: As bases fisiológicas para uma teoria musical” no qual a percepção sensorial frente ao fenômeno musical é tratada com base fisiológica nos detalhes físicos, matemáticos, acústicos e biológicos da emissão, transmissão e recepção sonora (KRAUSE, 2013). A obra inaugura uma Psicologia da Música ao argumentar por escolhas estéticas como função sensorial do sistema auditivo (SANTOS R. A., 2012).

O processamento musical envolve o diálogo entre os componentes musicais e os funcionais do próprio cérebro, o acesso à sintaxe que mantém essa comunicação é o desafio a ser vencido. As possibilidades geradas na interação entre dois sistemas complexos autônomos e interdependentes como o biológico e o musical são imensas

¹⁷ Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz (Potsdam, 1821 — Charlottenburg, 1894)

(MUSZKAT & CORREIA, 2000). Ritmo e o ciclo de informação são fatores de homeostase (DAMÁSIO, 2018), assim um refinado sistema de comunicação sustenta o funcionamento da célula “uma orquestra de virtuosos”. O próprio ecossistema se equilibra em uma Paisagem Sonora delicada (KRAUSE, 2013), conceito de grande relevância para ecologia desenvolvido na área musical.

A fragmentação do conhecimento em áreas especializadas é um processo histórico relativamente recente que, afinal, nunca se concluiu. Assim como a arte se confunde com a ciência, as distinções entre o músico, o cientista e o filósofo são difusas. Ressalte-se a importância da cultura no rompimento dessas fronteiras. Exemplos de cientistas que mantem uma relação próxima com a música são muitos: aos já citados Kepler, Mersenne e Herschell, podemos somar Einstein¹⁸ e seu violino¹⁹ sem esquecer que, nas rodas de samba, ainda são tocados e cantados os sambas de Paulo Vanzolini²⁰.

Se uma harmonia das esferas não é um tema novo na história da ciência, a modernidade trouxe luzes, ou melhor dizendo, aumentou o volume da constituição íntima da matéria. O macro e o microcosmo podem ser descritos em termos de ondas, suas propriedades exploratórias podem ser sonorizadas, assim como a paisagem sonora descreve, com requintes, um ecossistema. A própria constituição da psique humana pode ter seus elementos explorados em termos de pulsos, frequências e ressonâncias. As contribuições da ciência na compreensão da emissão, transmissão, recepção e significação da música, assim como os questionamentos musicais parte deste diálogo são pontos de partida para uma infinidade de possibilidades de práticas educativas.

1.2- CONTEXTUALIZANDO AS OFICINAS.

A relação entre essas linguagens assim exposta se apresenta como um diálogo antigo e profundo entre a ciência e a música. Ao longo da história cientistas e músicos, como vimos, trilharam essa via no exercício conhecimento e inovação. Tendo essa

¹⁸ Albert Einstein (Ulm, 1879 — Princeton, 1955)

¹⁹ . “É atribuído ao célebre físico alemão Albert Einstein (1879-1955), aliás, um comentário particularmente significativo nesta direção: ‘se eu não fosse físico, acho que seria músico. Penso em termos de músicas. Vejo minha vida em termos de música’. Não apenas isso, em outra oportunidade Einstein também fez um comentário revelador em uma entrevista acerca da descoberta da teoria da relatividade: ‘Ocorreu-me por intuição e a música foi a força motriz por trás desta intuição. A minha descoberta resultou da minha percepção musical’” (BARROS, 2021)

²⁰ Paulo Emílio Vanzolini (São Paulo, 1924 — 2013)

relação no horizonte o Grupo de Física dos Instrumentos Musicais (GFIM) coordenado pela Profa. Dra. Corinne Arrouvel, tem buscado apresentar a público diversificado o potencial desse diálogo na divulgação, na formação acadêmica e na proposição científica. Tendo isso em vista a presente proposta foi concebida como uma atividade de formação continuada de professores de ciências. A oficina de construção de instrumentos musicais, fruto destes questionamentos no projeto, gerou a atividade de extensão que une a física dos instrumentos musicais à cultura brasileira, é um exemplo concreto de como essa interseção entre ciência e música pode ser usada na educação.

Valendo-se dos laços entre a arte e a ciência o GFIM veio propor as oficinas aqui apresentadas visando a prática docente. A transversalidade e a multidisciplinaridade estão na base proposta pedagógica. No entendimento global do fenômeno sonoro surgem conexões entre as linguagens, a matemática, a física e outras ciências com a música. Opinião amplamente difundida entre os educadores, Coutinho delinea o papel da música no processo:

Quando o professor trabalha usando práticas que estimulem a afetividade, instiga nos estudantes o processo de motivação pelo conhecimento. Para avançar nessa busca, é necessário estar inserido no processo de construção, ou seja, conteúdos, metodologia e instrumentos utilizados precisam estar dentro do campo de discussão, interpretação e reflexão da realidade do estudante. Para que seja despertado o processo interno de busca pelo conhecimento, a música pode contribuir: auxilia em diferentes aspectos a formação do autoconhecimento e estimula colocar-se no lugar do outro (COUTINHO, 2014)

A criação de instrumentos supre diversas demandas da educação musical: disponibiliza prontamente material didático de baixo custo; organiza conhecimento prático/teórico sobre a formação de escalas; media descobertas interdisciplinares; propicia vivências afetivas autoguiadas de escuta e criação, sem perder o horizonte da exploração racional e científica dos fenômenos. A busca por métodos e conteúdos abrangentes, eficazes e acessíveis ao aprendiz como uma constante na prática docente é apontada por Santos:

Para que as práticas educacionais consigam resultados eficazes, é fundamental sempre questionar a efetividade dos métodos e assim, olhar com uma visão abrangente, e que seja capaz de acompanhar a evolução tecnológica, reinventar técnicas e abordagens ultrapassadas, a fim de atingir todos os tipos de aprendizagem, todas as realidades, classes e condições. (SANTOS E. Q., 2022)

Da colaboração entre músicos, físicos, biólogos com uma química francesa, com profundo respeito pela cultura brasileira, resultou nessa proposta que explora a acústica e os materiais por trás dos sons dos instrumentos musicais na formação de professores de ciências nas escolas do ensino fundamental e médio. Com foco na abordagem multidisciplinar e criativa no ensino, com o objetivo de ampliar o horizonte da prática educacional com oficinas que não apenas trabalhem os princípios físicos envolvidos na produção sonora, mas também valorizem a diversidade cultural e incentive a criatividade e o trabalho em equipe.

Fundamentado na construção e experimentação com os instrumentos em que os participantes pudessem ser estimulados a explorar novas formas de expressão e a se conectar com a rica tradição musical brasileira. O acesso cognitivo, pelas vias musicais, valoriza a música na educação de conceitos científicos, culturais e humanos do indivíduo (NOLETO, 2021), daí a pertinência das propostas destas oficinas. Assim, a aplicação da música no ensino de ciências e na formação de professores de ciências não apenas enriquece o processo educacional, mas também estimula o desenvolvimento de habilidades importantes, como a criatividade, a colaboração e a apreciação da diversidade cultural. A parceria entre a ciência e a música pode ser uma fonte de inspiração e inovação na educação, abrindo caminho para uma aprendizagem mais significativa e integrada.

2- OBJETIVOS

2.1- OBJETIVO GERAL.

Estas oficinas focam as relações existentes entre as ciências físicas e naturais com o fenômeno sonoro e musical, mediado pela construção contextualizada de instrumentos musicais, a partir das quais viabilizar a criação de sequências didáticas a serem aplicadas no fazer docente.

2.2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Ao longo de quatro módulos a construção dos instrumentos musicais de diferentes classes busca atender requisitos como:

- Fundamentar histórica e geometricamente as escalas musicais e das noções de altura aplicáveis à afinação dos instrumentos criados (Modulo I);
- Reconhecer a significância do som na ambientação e da importância da paisagem sonora, tanto na criação musical, como no equilíbrio ecológico e na saúde (Módulo II);
- Discutir as relações entre Cores e Tonalidade na investigação da matéria (Módulo III);
- Distinguir as dimensões musicais na descrição do macro e microcosmo, com aplicações pedagógicas na educação de conceitos científicos (Módulo IV);
- Familiarizar as escalas musicais através da construção de instrumentos musicais buscando estabelecer materialidade aos conceitos musicais, usando materiais de baixo custo e prontamente disponíveis;
- Proporcionar formulações estéticas mediadas por simbolismos. Transdução; metáfora e sinestesia;
- Motivar o enriquecimento teórico multidisciplinar e de prática pedagógica com práticas corporais e afetivas;
- Definir e experimentar noções de tonalidade, pulso, timbre, harmonia e formas, além de discutir o papel das referências culturais nestas definições;
- Trabalhar e valorizar a cultura brasileira no contexto da criação de conhecimento.

3 - MATERIAIS E MÉTODOS.

As relações entre a ciência e a música deverão ser alcançadas a partir da verificação de analogias e dados científicos observados na construção de instrumentos musicais aplicando dinâmicas de criação e organização da escuta. A etapa da sistematização do conhecimento visa o suporte teórico com apoio de recursos audiovisuais. O arcabouço teórico tem apoio em pedagogias em educação musical diversas, embora cada oficina haja a predominância de determinados procedimentos metodológicos mais característicos e apropriado a cada módulo.

3.1- O ARCABOUÇO TEÓRICO

As oficinas apresentam fundamentos multidimensionais no apoio teórico. Sua formulação recorreu a ideias e propostas, até mesmo conflitantes, de autores como Emile Jaques-Dalcroze, Carl Orff, Murray Schafer, Hans Joachin Koellreutter, Keith Swanwick, ou John Paynter. As semelhanças e as diferenças de metodologias de musicalização foram amalgamadas e adaptadas resultando em uma combinação de abordagens objetivando o acesso intuitivo a conceitos científicos. Assim a importância de atividades musicais (Swanwick), a valorização musical de dissonâncias na interpretação de mundo (Schafer), a sensibilização do corpo pelos elementos musicais (Orff) ou a integração dos conhecimentos na formação musical (Paynter) foram compelidos a novos horizontes de aplicação para além da educação musical.

A abordagem desses autores tem grande potencial na educação para a ciência por se mostrar eficaz em promover a compreensão e a aprendizagem de conceitos científicos de forma integrada. O estímulo sensorial do ritmo, da coordenação motora e da expressão corporal contribui para uma experiência integral e significativa no processo de aprendizagem científica. A estrutura melódica e rítmica potencializa a memorização a retenção de diversos conceitos.

As metodologias propostas por Swanwick e Paynter, e por exemplo, integram diferentes habilidades e áreas do conhecimento, promovendo uma aprendizagem pelos sentidos. No campo científico, isso significa integrar conceitos de ciências naturais com os elementos musicais, estimulando, assim, o pensamento crítico e a criatividade dos alunos.

Uma abordagem pedagógica que valorize a transversalidade, o aprendizado lúdico e a exploração sensorial, como a de Carl Orff, encontra grande aplicação na educação para a ciência (ÖZEKE, 2009). Ao integrar diferentes áreas do conhecimento, permite aos estudantes experimentar, fazer conexões e entender as relações entre a ciência e outras disciplinas. Ao trabalhar com música, movimento e expressão corporal, os alunos podem explorar conceitos científicos por meio de jogos musicais, danças e improvisações de maneira prática e significativa. Esse tipo de abordagem facilita a compreensão e a retenção do conhecimento científico, pois atrai o interesse e a curiosidade dos alunos (BILEN, 2010). Essa exploração sensorial pode ser aplicada também no contexto científico, permitindo ao estudante vivenciar conceitos como frequência, vibração e acústica de maneira concreta.

A metodologia Schafer valoriza sobremaneira a escuta ativa, a higiene sonora e a percepção auditiva (SCHAFER, 2011), habilidades fundamentais no fazer científico, pois permitem identificar e analisar diferentes fenômenos sonoros e científicos presentes em nosso cotidiano. Através dessas habilidades, os estudantes podem relacionar os sons com conceitos científicos, físicos e biológicos, como acústica, ondas sonoras, ecologia sonora, evolução do sistema auditivo, entre outros, ampliando assim seu repertório de conhecimentos. Além disso, a musicalização promove a interação entre os estudantes, favorecendo o trabalho em equipe, a cooperação e a comunicação. Os estudantes são desafiados a ouvir, compreender e interpretar os sons de forma coletiva, o que contribui para o desenvolvimento das habilidades socioemocionais, como empatia, respeito e criatividade.

O incentivo da criação e da experimentação com a produção de sons, estimula processos criativos e incentiva a exploração de diferentes possibilidades e soluções. Habilidade almejada da educação para a ciência, pois encoraja o pensamento inovador e a busca por soluções criativas para os desafios. A aplicação de metodologias de musicalização na educação atende a capacidade de promover o desenvolvimento de habilidades cognitivas, socioemocionais e criativas dos estudantes. Além de auxiliar na compreensão e aplicação de conceitos científicos de forma significativa a oficina oferece na mesma proporção um acesso interessante e frequentemente negligenciado da educação musical, qual seja, a racionalização e a organização dos elementos musicais.

Pensadores como os acima citados influenciaram pela relevância de seus trabalhos para a música, a concepção e a criação destas oficinas. O uso não tradicional

dessas experiências criativas na apreciação científica contidas nesta proposta visa proporcionar uma experiência rica e significativa de aprendizagem, integrando diferentes habilidades, estimulando o pensamento crítico, promovendo a criatividade e motivando os alunos. O Anexo I apresenta os planos de ensino que detalham a proposta de execução das oficinas.

3.2- AS DINÂMICAS.

As oficinas iniciarão com dinâmicas de acolhimento (Jogos cooperativos, brincadeiras e atividade de percepção) e de introdução do tema geral de cada módulo da oficina como pulso, polífona, compassos, paisagem sonora, ondas e números. Essas dinâmicas são compilações de jogos recolhidos em diversas fontes e adaptadas ao tema de cada módulo, alguns jogos já se encontram prontos e têm fontes definidas, mas a maioria são adaptações com o propósito de produzir uma “atmosfera introdutória” para cada módulo, enquanto acolhe o participante que se apresenta. Assim a matemática é apresentada pelos números, ou a biologia pelas relações ecológicas, a química é discutida pela periodicidade e a física pela ondulatória. Esses laboratórios de expressão são apresentados em detalhes a seguir.

3.2.1- O problema dos quatro quatros.

O jogo 4x4 é uma adaptação do problema dos quatro quatros como apresentado na obra “O Homem que Calculava” (TAHAN, 2013) de Júlio César de Mello e Souza, sob o heterônimo Malba Tahan. Neste jogo o objetivo é formar números inteiros usando quatro algarismos 4 e operações aritméticas elementares. Por exemplo, da subtração $44 - 44$ resulta 0 (zero), ou para formar o número 3 (três), podemos fazer $3 = (4 + 4 + 4) / 4$. Ao formar expressões aritméticas utilizando apenas quatro algarismos 4, segundo o autor, é possível formar todos os números inteiros com operações matemáticas.

A dinâmica acontece pelos seguintes passos:

- 1- Os participantes caminham aleatoriamente pelo espaço em que a oficina ocorre, acompanhando (a intensidade, o ritmo, o andamento ou mesmo a interpretação) de uma melodia que o(s) Tutor(es) das oficinas, preferente e extremamente indicado, conduzem ao vivo.
- 2- O tutor oferece um objeto combinado qualquer, O, para um dos participantes, P1, que se enreda, de modo igualmente aleatório, entre os demais.
- 3- Quando da interrupção inesperada da melodia o grupo se detém na posição e na postura em que se encontrava nesse momento. Estátua!

- 4- O participante P_1 passa o objeto O para um participante próximo, P_2 , e diz seu nome.
- 5- Se P_1 acerta o nome do participante P_2 (agora portador de O), P_2 fica responsável por responder o desafio 4x4.
- 6- Se P_1 erra o nome de P_2 , então P_1 fica com desafio. (como o jogo é cooperativo, convém não se ater a regra e o grupo pode “assoprar” resultados livremente).
- 7- O jogo recomeça agora com um novo participante portando o objeto O ao som de uma nova melodia até que esta se interrompa e P_2 , estático, faça sua escolha. Retorna ao passo 4.
- 8- O jogo não tem um fim predeterminado, mas quando todos os participantes tiverem portado O e selecionado um amigo todos terão formulado uma equação para formar um número inteiro, no mesmo momento em que se apresentavam. Não se impede que alguém seja escolhido várias vezes, mas recomenda-se que todos participem.

A temática “Proporção de Números Inteiros” atravessa a oficina desde o acolhimento até a criação e apreciação musical. A simbologia do número quatro é discutida na exposição teórica ao fazer considerações sobre a “Tetrax” no trabalho de Pitágoras justificando a aplicação desta dinâmica na oficina.

3.2.2- Caiu na rede...

Os Jogos Cooperativos que, como é o caso deste “Jaguariricas & Preás”, simulam condições reais são úteis na educação por oferecerem boas analogias. A Educação ambiental tem muitos exemplos e este trabalha o conceito de uma teia ecológica. Krasilchik é a minha fonte primária deste jogo (KRASILCHIK, 2004), mas é uma referência recorrente em práticas de educação ambiental, com animais diferentes, sobre a qual certas adaptações foram introduzidas para os propósitos da oficina.

Jaguariricas e Preás é um pega-pega que propõe a emulação de uma cadeia alimentar. Introduce conceitos sobre populações ecologicamente estáveis, sobre a cadeia alimentar, tece considerações sobre o desequilíbrio ecológico e trabalha estratégias de captura/fuga.

O jogo acontece numa área ampla na qual se estabelecem duas linhas que limitam o início e o fim do campo, a “Floresta”, uma faixa equidistante entre os limites é traçada no centro do campo, representando a “Zona de Caça” das Jaguariricas.

A “População de Preás” posicionada atrás de uma das linhas limites do campo podem se mover até a linha extrema no campo, um aluno será a “Jaguaririca”, e se

posiciona na linha intermediária a qual será seu campo de ação. A população se move longitudinalmente e a “Jaguaririca” transversalmente ao campo. (adotamos que esta “migração” ocorresse durante a execução de uma melodia tocada pelo(s) tutore(s)).

O objetivo da grei de “Preás” é passar para o outro lado da floresta (limite oposto atravessando a linha central) sem serem pegas pelas “Jaguariricas”. Este, por sua vez, tem o propósito de predar um “Preá” (representado leve toque com uma das mãos).

Todo “Preá” ao ser “predado”, se transforma em “Jaguaririca” e fica junto com as demais Jaguariricas sobre a zona de caça. Aumentando a população de “Jaguariricas” que podem predar um único “Preá” por migração.

As “Jaguariricas” que não lograrem seu preá, caem na pirâmide alimentar e voltam a ser “Preá” para ser predado em sua migração, ou não. O jogo, teoricamente, prossegue indefinidamente pois se a população de predadores não pode ser maior que a de presas ou entra em desequilíbrio e decresce.

Como se trata de um jogo simples muitas variações podem ser incluídas, como vendar as Jaguariricas e permitir que a caça seja dirigida pelos sons é uma forma de introduzir a importância dos sons no equilíbrio ecológico. A diversidade biológica da comunicação e da amplitude do espectro sonoro são considerados durante a discussão sobre o infrassom e o ultrassom.

3.2.3- Caçada na raça, no peito, e nas coxas.

Essa atividade busca estabelecer a relação do compasso com o ritmo harmônico. A dinâmica ocorre em etapas, começando pela marcação com percussão corporal, típica da Schulwerck de Orff. Uma vez estabelecida a marcação rítmica do pulso e internalizado entre grupo, o violão inicia o acompanhamento do coro percussivo. A dinâmica se conclui quando todos estiverem confortáveis e cientes do que ocorre e as vozes são introduzidas cantando a melodia reunindo ritmo, harmonia e melodia.

As músicas para essa dinâmica devem ser selecionadas de acordo com o grupo e se for possível realizam-se variações da dinâmica com músicas de diferentes compassos entre as quais recomendam-se *A casa* (3/4), *Berimbau* (2/4), *São Bento Grande* (2/4), *Se esta rua fosse minha* (4/4) e etc.

Nestas oficinas selecionamos a canção *Caçador de mim*, Anexo II, que foi eleita por ser um exemplo musical de compasso composto, com propósito de não se reforçar o conceito com tal tipo de compasso como um sistema “mais complicado”.

A marcação do pulso acontece com uma batida forte no peito seguida de dois estalos de dedo uma batida fraca na coxa seguida de dois estalos de dedo. Essa gera a divisão do compasso 6/8 e pode acompanhar a música escolhida. Caso se escolha uma melodia de compasso simples a marcação é feita com uma batida forte no peito um estalo de dedo e uma batida fraca na coxa seguida de um estalo de dedo. Independentemente do tipo de compasso esse momento todo o grupo deve realizar essa etapa detidamente até que todos se conscientizem da marcação que se realiza. O(s) tutor(es) devem esclarecer qualquer questão levantada e não avançar antes da concordância de todos sobre a tarefa que se realiza.

Uma vez seguro da realização da tarefa um violão inicia o acompanhamento harmônico do coro percussivo. O(s) tutor(es) devem salientar que ambos estão realizando mesmo compasso e evidenciar os tempos e subdivisões, sobretudo o tempo Tético. Esse processo pode demorar o quanto for necessário para o reconhecimento e a internalização da marcação do pulso, da subdivisão e do compasso com a troca de acordes na formação de frases harmônicas.

Finalmente a canção pode ser incluída e todos são convidados e incentivados a cantarem. Mais uma vez o(s) Tutores(s) salientam que a marcação rítmica, a harmonia e a melodia encontram-se reunidas pela mesma lógica. Se for necessário pode-se recorrer a gravações, mas é altamente recomendável que tutores toquem e cantem.

3.2.4- MMC: Mais música no corpo.

Este laboratório é uma adaptação de um jogo africano colhido por informação pessoal, parece bastante uma “dança das cadeiras”. Para jogá-lo é necessário providenciar um bastão para cada um dos participantes. Estes em formação de círculo sustentam seus bastões em pé. Segundo um sinal combinado os participantes largam seus bastões, que devem permanecer equilibrado e “em pé” e todos giram no mesmo sentido para segurar o bastão que foi deixado pelo seu vizinho sem derrubá-lo no chão. Quem não conseguir pegar o bastão antes que caia, está fora do jogo. Uma nova rodada se inicia com os participantes restantes até restarem 2 que disputam entre si.

A adaptação, neste caso, foi a inclusão da marcação de compasso com percussão corporal. O Jogo ocorre como descrito, mas a regra para o giro passa a ser a batida do tempo forte, os participantes seguram seus bastões com uma mão e com a outra marcam um compasso definido. A ordem de troca passa a ser o tempo forte deste compasso. Realizam-se outras rodas com compassos diferentes até que o grupo é dividido em dois, sendo que um marcaria um compasso binário e outro um compasso ternário, com a troca acontecendo quando ambos os grupos estiverem marcando o tempo forte. Aqui o jogo atinge seu objetivo, mas outras combinações são possíveis até mesmo com 3 grupos cada um marcando um compasso diferente. Como são realizadas várias rodadas também com variação do andamento e da intensidade de execuções.

O grupo até esse momento buscava jogar apenas com a intuição musical e é orientado sobre o tempo forte simultâneo de vários compassos representarem o MMC do numerador da fórmula de compasso, assim o grupo revisita importante conceito com diversas implicações na descrição de conceitos musicais e acústicos. O jogo é realizado algumas vezes e esta informação costuma gerar condução mais fluídas e com menos erros, como esperado.

3.2.5- Outras dinâmicas

Outras dinâmicas foram aplicadas, como as escutas propostas por Schafer em seus exercícios de “Limpeza do Ouvido” com o Som, o Silêncio, o Ruído e a Textura (SCHAFER, 2011). Outra dinâmica aplicada foi a Mandala musical, apresentada no Anexo III. Essas dinâmicas são aplicadas em contexto de debate do conceito de paisagem sonora e saúde ambiental.

3.3- OS INSTRUMENTOS

Os instrumentos construídos e usados nesta proposta resultam das experiências recolhidas em oficinas culturais e em atividades de extensão conduzidas nas cidades de São Carlos e Sorocaba. Sem inovações ou ineditismos, esses instrumentos são, antes, uma síntese da pesquisa de instrumentos com emprego de diferentes materiais. Embora foquem principalmente o potencial pedagógico, pois suas construções atendem eficientemente o objetivo de estudar conceitos científicos (ONGHERO, 2020), não se desconsideram suas potencialidades expressivas, artísticas e culturais (OLIVEIRA, 2023) às quais se recorrem na justificativa da proposição.

Para a boa condução das oficinas percebeu-se que os cordofones, idiofones, membranofones e aerofones selecionados deveriam apresentar versatilidade e exequibilidades. Partindo do princípio de que os instrumentos deveriam atingir funcionalidade e maneabilidade no intervalo de tempo de uma oficina procurou-se por técnicas simples, com uso mínimo de ferramentas. Entre artigos esportivos, sucata, bambu e tubos de PVC, a diversidade de material revela as opções pelo baixo custo e disponibilidade. Com boa fidelidade, ainda que de baixa tecnologia.

O monocórdio sugere o experimento pitagórico, com timbre metálico, oferecendo uma boa “visualização” da materialidade de uma nota musical. Feito de um fio de pesca estendido sobre um suporte em um ressonador padronizado usa chave de fenda e parafusos para mínimas intervenções, pode ser replicado várias vezes com diferentes frequências. Os aerofones, que se resumem a uma montagem com gabarito predefinido, ampliam a diversidade do timbre e cada participante produz o seu próprio aerofone com boa afinação em intervalo de tempo bastante reduzido. O material de percussão envolve criatividade e intencionalidades, sua diversidade está limitada pela imaginação. De maior complexidade e para uso na formação e conceitos mais elaborados, o xilofone também é o mais trabalhoso e difícil projeto entre os instrumentos produzidos ao longo das oficinas e foi selecionado pelas possibilidades que oferece no estudo da harmonia.

Para além do uso em contextos educacionais, recreativos ressaltam-se as possibilidades artísticas e culturais, neste momento a própria construção é entendida como ato de criação e, embora os referenciais teóricos da construção de escala sejam estabelecidos, o participante é incentivado a criar suas próprias relações sonoras. A dinâmica das oficinas é flexível no alcance de objetivos. Assim, menos cordas, furos ou teclas, mas melhores afinadas, são mais desejáveis em relação à quantidade. Cabe ao grupo decidir sobre sua produção e ao educador orientar essa decisão que deve atender a realidade de cada grupo.

Outro ponto sobre a garantia da disponibilidade desse material é sua prévia preparação. Seja para alcançar os objetivos planejados, seja para organização e eficiência dos grupos, ou para aumentar os níveis de segurança durante a condução das oficinas. Todo objeto com potencial de insegurança deve ser reduzido e os materiais usados na construção dos instrumentos devem ser previamente preparados. A prévia preparação do material passa por lixar a madeira, higienizar material reciclado,

demarcar furações e produzir gabaritos. Essas ações favorecem o foco na montagem dos instrumentos, na criação musical e na formalização dos conceitos, além de acelerar o andamento das oficinas, reduzem o uso de ferramentas e aumentam a segurança do participante. O uso de equipamento de proteção individual (EPI) também contribui na redução dos riscos.

3.3.1- O monocórdio: A viagem pelos números.

O monocórdio é um instrumento, como define seu próprio nome, “composto por uma única corda estendida entre dois cavaletes fixos sobre uma prancha ou mesa possuindo, ainda um cavalete móvel colocado sob a corda para dividi-la em duas seções”. (ABDOUNUR, 2002, p. 4). As vibrações obtidas na corda são amplificadas por um ressonador e um tensor estica a corda na extremidade oposta, este ao ser girado controla a tensão da corda e a nota resultante pode ser registrada com apoio de um diapasão, aplicativo, ou outros dispositivos. O cavalete móvel se desloca ao longo da corda e ao dividi-la em seções gera as diferentes frequências em relação à corda solta.

A construção do instrumento se inicia pela seleção do material e, como comentado anteriormente, na previa preparação deste. Assim o suporte pode ser obtido junto à madeira de demolição, pela desmontagem de pallets de carga, ou mesmo junto ao descarte do material de carpintaria ou de serraria. Os ressonadores são gentilmente oferecidos pela “Cooperativa Acácia”, cooperativa de catadores de materiais recicláveis da cidade de Araraquara. Essas opções trazem discussões sobre a reutilização de materiais possibilitando discussões sobre temas ambientais. Uma linha de pesca de aço 0,5 mm foi selecionada como a corda vibrante e é obtida junto ao comércio de materiais esportivos e o parafuso pode ser selecionado segundo as necessidades do momento. A madeira é lixada e seccionada e as latas higienizadas antes de sua disponibilização para os participantes. A construção segue a seguinte orientação:

- 1- Selecionar o suporte e o ressonador para a nota esperada. Tipicamente uma ripa de madeira com entorno de 1,20 m para notas mais graves e 70 cm para notas mais agudas. Os ressonadores podem variar de tamanho, no entanto selecionamos latas de Leite em Pó (ou similares) de 400g (11,5 cm de diâmetro x 10 cm de altura).
- 2- A Lata recebe um pequeno furo no fundo (pelo qual a corda será estirada) e outro na borda da tampa por onde a mesma será afixada como ressonador ao suporte de madeira.

- 3- O Ressonador é afixado numa extremidade do suporte e na extremidade oposta rosqueia-se o parafuso de afinação.
- 4- O fio de aço, usado como corda vibrante, recebe uma miçanga em uma das extremidades que o segura através do furo produzido no fundo da lata e é estirado até o parafuso de ajuste da afinação que o prende na extremidade oposta. Neste momento se mede a extensão da corda entre os dois pontos de apoio (no fundo da lata e no início do parafuso).
- 5- Um afinador é posicionado diante do ressonador e quando a corda é tangida registra-se a afinação. Com o parafuso a tensão pode ser aumentada ou diminuída até a obtenção do tom desejado.
- 6- Com esse resultado o objetivo da construção da construção do monocórdio está alcançado e a divisão da corda, com um cavalete móvel, já pode gerar diferentes tonalidades, os saltos podem ser registrados e as relações numéricas podem ser verificadas. A figura 1 esquematiza a montagem de um monocórdio proposto nas oficinas.

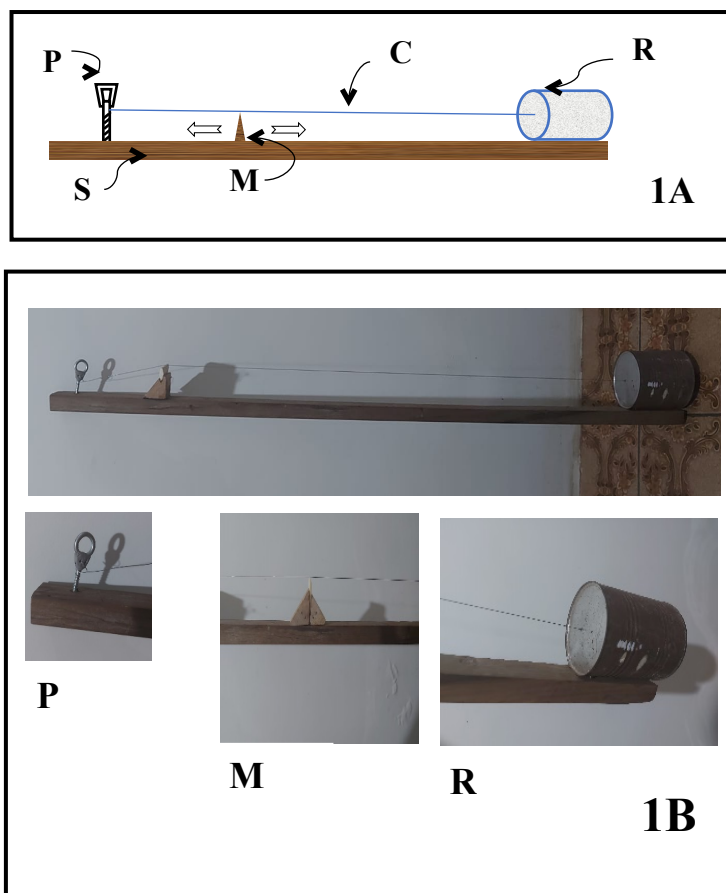


Figura 1A: Esquema de um monocórdio. O suporte S, feito de madeira recuperada, sustenta o ressonador R, obtido de sucata de latas de leite em pó (400 g), a partir do qual uma linha C, de aço com 0,5 mm de espessura é estendida até o parafuso P, esse ao ser girado controla a tensão da corda e permite a afinação da nota desejada. O cavalete móvel M pode ser

posicionado de modo a obter diferentes intervalos gerando novas notas. **1B:** Fotografia do monocórdio produzido e detalhes dos componentes.

Os grupos são incentivados a produzirem outros monocórdios para gerarem uma maior riqueza sonora que desejem explorar. Ora dois únicos monocórdios afinados com a nota Tônica e a nota Dominante são suficientes para alcançar bom efeito harmônico, ora três diferentes afinações são úteis para formar acordes a serem explorados na expressividade, ora cinco para uma escala pentatônica e gerar melodias em peças que busquem maior movimento, oito para gerar uma escala diatônica completa certificando das razões e proporções calculadas. Enfim o limite é dado pela disponibilidade material e pela relação custo/benefício da tarefa.

As relações entre as frequências são obtidas ao se dividir a corda em várias frações e fazer vibrar as partes e comparar os resultados obtidos (definição das consonâncias perfeitas, imperfeitas e das dissonâncias). Uma rica bibliografia aponta os avanços que este instrumento provocou na música, na teoria musical e na matemática (CREESE, 2010; KAYA, 2016) e a aplicação deste instrumento na educação (ADKINS, 1967; MELO K. J., 2020; NASCIMENTO, 2018; FERNANDES, 2014), fazendo deste simples instrumento um poderoso mediador de conceitos refinados a partir de bases afetivas. Neste momento a discussão sobre o berimbau tem seu início, como proposto por Oliveira, 2023.

3.3.2- Percussão geral: Pulso e movimento orgânico.

O módulo de ritmo das oficinas envolve a criação e o uso de instrumentos percussivos, nessa oficina a grande regra é a imaginação e nessa condição os horizontes são amplos difusos e desfocados, a sensibilidade e o simbólico são catalisados oferecendo direção errática em estrada sinuosa. O fluxo das instruções não é perdido, contudo. Percussão corporal, tambores, reco-recos, chocalhos, pau-de-chuva são apresentados e exemplificados durante as oficinas. São lançadas algumas observações sobre tambores de diferentes dimensões oferecem diferentes harmônicos, as possibilidades abertas pelas ranhuras do tubo corrugado, a aplicação adequada de determinada técnica ou ferramenta e a exploração de propriedades sonoras inusitadas de objetos cotidianos.

Os instrumentos produzidos são resultantes da apropriação de um repertório de sons possíveis. Iniciando dos mais imediatos: a percussão corporal. São apresentadas a percussão com os pés, com as mãos e com a voz. O corpo, a partir de exercícios de coordenação, dinâmicas rítmicas e em jogos musicais, é explorado em suas possibilidades que são organizadas e classificadas. Dentro da proposta do grupo Barbatuques, como apresentado por Simão: “brincar com os sons buscando outros até então não descobertos pelo corpo”. (SIMÃO, 2013).

Os tambores são mais ou menos estruturados usando latas, baldes e percutidos com baquetas improvisadas, mas tambores de língua são obtidos a partir de um gomo de bambu de grosso calibre (diâmetro aproximado de 11 cm) e recortando “Línguas” de diferentes tamanhos. Os reco-recos são obtidos de gomos de bambu (ou canos de PVC) que é estriado com uma lima formando o leito sobre o qual uma vareta é raspada (STASI, 1998). Os pau-de-chuva são obtidos com o escorrer de grãos diversos no interior de tubos corrugados. Chocalhos e ganzás são produzidos a partir de material reciclável e os timbres são ajustados com diferentes grãos como arroz, feijão, miçangas ou pedriscos. O berimbau passa a ser considerado como instrumento de percussão. A figura 2 exhibe alguns membranofones produzidos nas oficinas:



Figura 2: foto ilustração de diferentes membranofones. 2A: Pandeiro de papelão; 2B: Bongo de lata; 2C: Kabuletê de fita adesiva (Cano de PVC, Fita adesiva, Cabo de vassoura e pixídeos de Jequitibá).

3.3.3- Xilofone: Harmonia e ressonâncias.

O xilofone é um instrumento de teclas percutidas muito usado na Schulwerk-Orff. Seu conhecido potencial na musicalização faz deste um instrumento recorrente em projetos de musicalização. Souza aponta: “O xilofone é um instrumento de fácil manejo e que permite ao professor determinar as teclas que serão usadas e aquelas que deverão ser retiradas para facilitar a compreensão e a execução musical da criança”. (SOUSA, 2015). Ainda que com as ressalvas sobre o uso do xilofone ao longo dos anos deste

instrumento tem sido aplicado na sensibilização do estudante e concentrou-se na ideia de ativar a criatividade inerente das crianças. É um dos instrumentos mais comuns no ensino de música (KARVELIS & POPKEWITZ, 2003). Sousa (2015) ao recorrer a este instrumento com alunos mais avançados notou seu potencial na aquisição de conceitos mais elaborados e anota: “Nessas turmas foi possível tocar arranjos a 1 (uma) e 2 (duas) vozes, executar harmonia para acompanhamento de solista, realizar ditados melódicos, dentre outras atividades”. (SOUSA, 2015). Estas observações e seu uso em contextos de educação para a ciência (MOTA, AMORIM, & VIEIRA, 2022; SOUZA, 2016), alicerçam a escolha deste instrumento no módulo que tratava de harmonia/química.

A oficina utilizou um xilofone de bambu o qual, embora utilize esse material alternativo, aplica a mesma técnica de afinação das teclas dos xilofones Orff convencionais. Algumas particularidades são específicas do material que se inicia com a seleção de um gomo do colmo de um bambu de grosso calibre (aproximadamente 11 cm de diâmetro) devidamente envelhecido ao abrigo da luz e da umidade. Antes de qualquer manipulação o gomo é levado por 30 minutos ao forno alto, girado periodicamente, para que as resinas nos vasos condutores da madeira se desnaturem e aumentem a resistência e uniformidade das teclas. Assim tratado inicia-se a produção das teclas que seguem a sequência:

- 1- Recortar peças entre 4 (quatro) centímetros de largura (tipicamente separar oito porções do gomo, a partir de 4 cortes diametralmente proporcionais) e lixar bem as placas resultantes.
- 2- Recortar as placas em tamanhos ascendentes, e lixar até para eliminar as rebarbas e asperezas para garantir a sua uniformidade.
- 3- Encontrar um dos pontos nodais e furar com broca de 8 mm, neste momento nasce uma tecla, pois sua nota se define ao eliminar muitos harmônicos geradores de dissonâncias que tornam difícil a definição de sua altura. O Ponto Nodal é encontrado ao se extrair a medida longitudinal da tecla e dividi-la em 4, sendo que estes se localizam à $\frac{1}{4}$ e à $\frac{3}{4}$ das extremidades.
- 4- Realizar uma avaliação prévia ao ajuste fino das afinações das teclas.
- 5- Iniciar das teclas menores para as maiores, sob condições de mínima interferência sonora.
- 6- Suspender a tecla pelos pontos nodais e percuti-la diante de um diapasão.
- 7- Se a nota desejada for alcançada partir para a etapa 10.
- 8- Se não estiver, a tecla deve ser goivada na parte inferior (referente ao interior do colmo) iniciando com uma grossa, passando por uma bateria de lixas: grossa, média e fina.

- 9- Repetir a etapa 6 (em *loop*).
- 10- Alcançada a nota a tecla é, então, reservada e inicia o mesmo procedimento para a tecla anterior.
- 11- A montagem do xilofone depende das opções que os grupos tomarem, mas é importante que as teclas sejam suspensas pelos pontos nodais em material que favoreça a vibração das teclas como isopor, borracha ou suspensa por fios. A figura 3 ilustra um xilofone montado e algumas etapas da produção das teclas.

Para a condução da oficina, as teclas são recortadas, furadas e lixadas previamente às atividades, cabendo aos participantes apenas a etapa da escavação da parte inferior das teclas (EPI's são distribuídos), a montagem final e acabamento do instrumento. Esta medida busca antecipar trabalho restando às oficinas a etapa de afinação das teclas, viabilizando a conclusão do instrumento e a segurança dos participantes. Trata-se de uma oficina bastante delicada e exigente, silêncio e concentração são essenciais, nem sempre possíveis. Muitos trabalhos levados a cabo extra oficina apresentam resultados superiores, uma vez que envolvem maior dedicação e as afinações podem ser aferidas em melhores condições acústicas.



Figura 3: O Xilofone e de etapas da produção das teclas: **A**- Montagem final sobre bastidor de bambu; **B**- produção das teclas, no caso para atingir uma oitava; **C** - uma tecla sendo lixada na porção inferior, entre seus pontos nodais; **D** Uma tecla suspensa pelos seus pontos nodais sob aferimento da sua afinação.

3.3.4- Aerofones: Palhaços de ar.

Aerofones, como Pifanos e Quenas, constituem o grupo de instrumentos a ser construído no módulo referente ao timbre e a física. Sua construção e timbre diferem dos instrumentos obtidos em outros módulos e, simultaneamente, envolvem múltiplas analogias com as oficinas anteriores oferecendo novidades, ao mesmo tempo que mantém a unidade, tanto musical como teórica, das oficinas. A seleção do material, Tubos de PVC, deve-se a sua disponibilidade, pela segurança, pelos reduzidos custos e pela possibilidade da recuperação de material reciclável o que adere a temática ambiental à proposta. Onghero, a esse respeito observa:

Tradicionalmente, os instrumentos foram construídos com materiais que estavam à disposição o dos povos que os utilizavam, seja bambu, caniços, chifres, ossos, conchas, peles ou madeira. Na atualidade, para quem vive no ambiente urbano, muitas vezes é mais fácil ter acesso a um tubo de PVC do que a um pedaço de bambu de tamanho e estágio de secagem adequados para construir uma Flauta, por exemplo. (ONGHERO, 2020, p. 4)

Um gabarito detalhado do instrumento é oferecido, quanto aos materiais, às medidas e ao modo de fazer do instrumento (ARROUVEL, NEGREIROS, KURTENBACH, & FARINA, 2023). O pífano em Sol, feito com cano de PVC é afinado com cortes e furos tal como apresentada na figura 4.

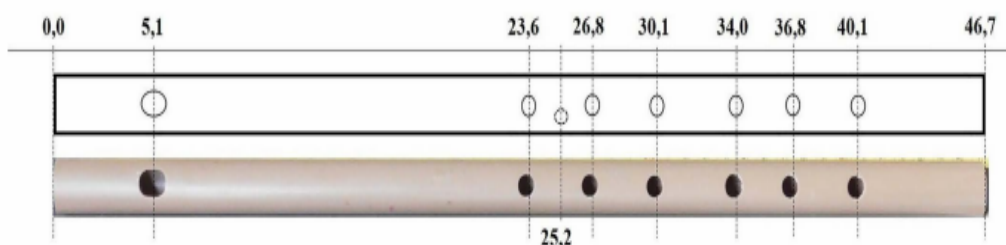


Figura 4: Posições e medidas para construção do pífano em sol (G4 391 Hz), segundo as instruções de Arrouvel *et alli*, de cano de PVC de 15 mm ($\frac{1}{2}$ polegada). A extremidade de sopro contém uma rolha de cortiça de 4 cm de comprimento que pode ser ajustada para realizar a microafinação.

A introdução de um aerofone neste módulo traz a discussão acústica do tubo aberto (harmônicos pares) e do tubo fechado (harmônicos ímpares) (ARROUVEL, NEGREIROS, KURTENBACH, & FARINA, 2023). Neste momento consideramos a cabaça do berimbau como um tubo. Assim quando o Capoeira tange a corda do berimbau ele pode assumir duas condições com a cabaça, ou afasta do abdome (Tubo Aberto), ou aproxima (Tubo Fechado). A produção de harmônicos e os diferentes tons obtidos de um berimbau abre uma discussão sobre a riqueza de um instrumento que a princípio poderia ser considerado bastante simples (OLIVEIRA, 2023).

4 - A OFICINA: POSTURA E AÇÃO.

As dinâmicas de acolhimento são seguidas por uma apresentação teórico-expositiva a cada módulo, na parte da manhã e exercícios de percepção e criação acompanham a construção dos instrumentos na parte da tarde. O anexo I apresenta os planos de ensino de cada módulo, no qual os temas são apresentados com apoio de recursos didáticos e exemplos audiovisuais em cada módulo.

Cada módulo das oficinas será orientado por um eixo, em cujo entorno dialogam com o aspecto musical e a área de conhecimento focada no módulo. A construção de um instrumento em cada módulo ilustra o tópico e compõe elemento de criação ao fim da oficina. Os aspectos musicais serão tratados com os fundamentos científicos tematizados, assim, a matemática será usada no tratamento da melodia e do movimento no primeiro módulo, visitaremos os interstícios do ritmo e da comunicação na organização da vida no segundo módulo, as relações harmônicas das cores na composição da matéria e de suas transformações e os aspectos ondulatórios na elucidação do timbre serão tratados no terceiro e quarto módulo, respectivamente. A tabela 1 apresenta como os eixos temáticos foram inter-relacionados entre a propriedade sonora com as áreas de investigação da natureza.

4.1- TEMAS DESENVOLVIDOS.

- Durante a primeiro módulo das oficinas serão consideradas: a matemática das escalas musicais, o contexto histórico de sua evolução, os pensadores envolvidos nesse processo e os resultados para a música atual;

- O segundo módulo apresenta o trabalho de Helmholtz, a fisiologia da audição, o papel da paisagem sonora no equilíbrio ecológico, a necessidade de comunicação na manutenção da homeostase de uma célula até um ecossistema, enfim a importância do som para a vida e sua evolução biológica dos sistemas auditivos;

- Partindo da discussão sobre o modelo atômico a matéria será apresentada na sua condição de onda, no terceiro módulo. O átomo considerado como um oscilador harmônico na justificativa das propriedades quânticas e nas cores da matéria, os métodos espectroscópicos serão comparados como técnicas musicais, assim como e as

frequências de ressonância com as notas musicais. A periodicidade da tabela de classificação dos elementos será discutida na ótica de Newlands e de Mendeleev;

- O último módulo das oficinas tratará da física, da acústica e do timbre. Trabalhos de astrônomos antigos e a revolução Copernicana serão discutidos ao abrigo da teoria musical; Caroline e William Herschell, os descobridores do planeta Urano e alguns satélites de Saturno, serão apresentados como músicos em suas carreiras renomadas; o som será apresentado como onda sonora e toda consequência desta afirmação alcançará o conceito de timbre sob um ponto de vista da física e a acústica do tubo sonoro (aberto ou fechado) será apresentada.

4.1.1- Componente Teórico Geral das Oficinas:

- Sons, sentidos e multidisciplinaridade:
 - Pulso, tom e timbre;
 - Som e sentidos.
- Temperamento de escala:
 - Sistemas, história e natureza;
 - A lenda das bigornas;
 - Diapasão pitagórico;
 - Temperamentos: Pitagórico, Justo, Mesotônico e Iguais.
- Lógica musical;
 - Números naturais e a escala justa;
 - Números irracionais e a escala diatônica;
 - Números imaginários e a dança dos números primos.
- Natureza do som:
 - Saltos, pulso, harmonia, timbre e intensidade;
 - Onda senoidal e interferência;
 - Acústica e luteria.
- Som da natureza:
 - Audição: fisiologia, evolução e funções;
 - Recepção e processamento sonoro;
 - Comunicação: da intracelular à interespecífica;
 - Paisagem sonora e ecologia acústica.
- Som da matéria:
 - Ressonâncias e Consonâncias;
 - Espectroscopias e Espectrometrias;
 - Tons e cores;
 - Criação e Reação.
- Músicos & Cientistas, uma longa história:
 - Pitágoras e os sábios árabes e persas;
 - Helmholtz e a matemática do belo;
 - Newlands e a “Lei das oitavas”;
 - Catherine e William Herschell.

4.1.2- Componente Prático Geral das Oficinas:

- Vivências e dinâmicas em grupo contextualizada no tema e na orientação pedagógica de cada oficina.
- Exploração da sonoridade dos materiais utilizados em cada oficina.
- Utilização e seleção de materiais produtores de som.
- Criação orientada de instrumentos sonoro:
 - Cordofone: Latimbau, ou Berinlata (Berimbau de Lata);
 - Idiofones: Tambores (tradicionais e de língua), Pau de chuva e Reco-reco;
 - Vibrafone: Bambusafone (Xilofone de Bambu);
 - Aerofone: Pífano, Quena e Claricano (PVC ou Bambu);
 - Eletrônicos: Gravação e Síntese (Muse Score, Audacity e PurrData).
- Afinação(ões) dos instrumentos obtidos.
- Aplicação dos conceitos estudados na afinação dos objetos sonoros.
- Contextualização dos conceitos musicais para aplicação na didática.
- Vivências musicais:
 - Dinâmicas sonoras em grupo;
 - Exploração da sonoridade dos objetos obtidos;
 - Vivência de criação musical com os instrumentos produzidos.

4.2- ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO DOS MÓDULOS.

Os módulos foram pensados com os tratamentos metodológicos considerados mais adequados às linguagens trabalhadas. Essa consideração atende a um entendimento pessoal e totalmente arbitrário, mas os autores representam ideologias e práticas historicamente concebidas e privilegiam certos aspectos que os caracterizam. Assim Swanwick um “organizador de ideias” e sua metodologia foi escolhida para a apresentação do tom a partir da escala pitagórica, Schafer e sua importância para a ecologia e saúde ambiental tem forte influência no módulo voltado para as biociências, a pedagogia do Schulwerk de Orff, cuja importância não pode ser negligenciada influencia fortemente o módulo voltado para a harmonia, as cores e o átomo, enfim a física e o timbre serão tratados com exercícios influenciados na proposta musicanovista de Koellreutter. A tabela 1 contempla o encaminhamento didático em cada módulo.

A história é rica de exemplos de cientistas que contribuíram no entendimento da natureza do som e da música da pedagogia musical, Caroline e William Herschell, Newlands e Mendelejev, Helmholtz e Darwin, Pitágoras e Galileu ilustram e orientam os módulos de física, química, biologia e matemática, como aponta a tabela 1.

Novamente muito arbitrária, mas pessoalmente justificada, foi a seleção dos instrumentos a serem construídos. Um cordofone foi escolhido no primeiro módulo

como referência direta ao trabalho pitagórico, membranofones, guizos, raspadores e toda diversidade de instrumentos percussivos serão construídos no segundo módulo para atender a marcação e criação rítmica da proposta, o xilofone por favorecer o estudo da harmonia ser um instrumento

Tabela 1: Distribuição dos eixos temáticos da relação entre a propriedade sonora com as áreas de investigação da natureza e o encaminhamento didático em cada módulo

	Módulo I O tom e o som	Módulo II O Pulso da vida	Módulo III A cor do som	Módulo IV A dança dos planetas
Eixo	SALTO	ORGÂNICO	COR	EPICICLO
Tema	NÚMEROS	VIDA	MATÉRIA	ONDA
Propriedade	ALTURA	RITMO	HARMONIA	TIMBRE
Personagens	PITÁGORAS E GALILEU	HELMHOLTZ E DARWIN	NEWLANDS E MENDELEYEV	CAROLINE E WILLIAM HERSCHELL
Instrumento	LATIMBAU	PERCUSSÃO DIVERSA	BAMBUSAFONE	FLAUTAS
Material	SUCATA	BAMBÚ	BAMBU	PVC
Metodologia	SWANWICK	SCHAFFER	ORFF	KOELHEUTER

representativo da metodologia empregada e, finalmente, os aerofones contribuirão na diversidade tímbrica, a tabela 1 registra essas opções.

As oficinas são temáticas, mas não exclusivas. O destaque dado a cada tema, a cada personagem, a cada propriedade sonora, a cada ramo científico e aos materiais selecionados em cada módulo não exclui a transversalidade de temas e tratamentos. A proposta prevê a continuidade e a antecipação de todos os temas, personagens, propriedades e linguagem ao longo das oficinas. Isso torna as oficinas não hierarquizadas o que propicia seu acompanhamento em qualquer ordem.

4.3- CARGA HORÁRIA.

- O conteúdo distribuído nos 4 módulos, cada um ocorrendo em dois momentos: O primeiro pelas manhãs entre 09:00 e 12:00 e o segundo às tardes entre 14:00 e 18:00, esses são subdivididos três sessões voltadas para acolhimento, leituras, expressão, exploração/construção, criação e audição.

- Primeira Parte, manhã:

09:00 às 10:00 - Dinâmica de Acolhimento;

10:00 às 10:40 - Contextualização temática (teórico expositiva);

11:00 às 12:00 - Exploração sonora do material a ser usado;

- Segunda Parte, tarde:

14:00 às 14:40 - Laboratório de expressão;

14:40 às 17:20 - Construção de Instrumentos e prática criativa;

17:30 às 18:00 – Atividade de escuta/audição.

Os conteúdos gerais, teóricos e práticos, das oficinas distribuídos por todas as oficinas, os módulos se organizam em atividades nas quais esse conteúdo se apresentam. Os planos de atividade de cada módulo podem ser acessados no Anexo I.

5 – DISCUSSÕES E PERSPECTIVAS.

A musicalização na educação para a ciência apresenta-se como uma abordagem pedagógica que permite aos alunos explorarem as sonoridades e expressarem através da criação de composições musicais em instrumentos concebidos e construídos sob conceitos científicos. Além disso, ao improvisar em cima de temas abordados nas aulas, os alunos desenvolvem o pensamento crítico e a capacidade de resolver problemas de forma criativa. Essa abordagem também contribui para a compreensão de conceitos fundamentais das Ciências da Natureza e para o domínio dos processos da investigação científica.

A construção de instrumentos musicais e a exploração dos fenômenos acústicos são recursos pedagógicos eficazes para despertar o interesse dos alunos e promover o engajamento nas atividades de aprendizagem. A música possui uma capacidade única de envolver emocionalmente os alunos, despertando a curiosidade e a motivação, o que é essencial para o processo de ensino-aprendizagem. Além disso, a transdisciplinaridade entre a música e método científico proporciona uma rica oportunidade de trabalho integrado (prático e teórico) com os conceitos científicos, permitindo aos alunos vivenciá-los em proximidade.

Para utilizar a musicalização na educação para a ciência empregou-se propostas pedagógicas de educação musical catalisadas pela construção de instrumentos, prática em conjunto, criação e apreciação musical. Essa abordagem no ensino de ciência e música explora a multidisciplinaridade. A musicalização na educação para a ciência é uma abordagem pedagógica que permite aos alunos desenvolverem habilidades como pensamento crítico, criatividade e resolução de problemas, ao mesmo tempo em que promove a compreensão de conceitos científicos e o engajamento dos alunos nas atividades de aprendizagem. Além disso, o tratamento transversal entre a música e a física (ondulatória e acústica) proporciona uma oportunidade única de explorar temas científicos de forma prática, despertando o interesse dos alunos e promovendo uma aprendizagem significativa. |

No contexto das Competências Gerais da Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), a musicalização na educação para a ciência está alinhada com a capacidade de compreender conceitos fundamentais das Ciências da Natureza, assim como construir argumentos com base em dados e evidências confiáveis. Além disso,

essa abordagem permite estabelecer conexões entre os diversos componentes das Ciências da Natureza, contribuindo para a formação integral dos alunos. Os aspectos da corporalidade, da afetividade e de valorização da cultura brasileira, tópicos basilares desta proposta, destacam a centralidade do aluno no processo formativo e a qualidade da produção científica nacional gerando discussões para além da mera apresentação de conceitos científicos.

5.1- A EXPANSÃO DA PROPOSTA

O projeto, em sua colaboração com o Núcleo de Formação de Professores da UFSCar (NFP-UFSCar) como aqui apresentado, foi primariamente projetado e dimensionado para um público relativamente específico. Seu caráter de formação de educadores visou licenciandos e professores atuantes das áreas de ciências da natureza. Nas edições em que antecederam este trabalho atendeu principalmente alunos desta universidade nos campi de São Carlos e Sorocaba. Todavia, outros interessados, por diferentes motivos, manifestaram interesse e puderam participar das atividades, expandindo assim o leque de profissionais, acadêmicos e outros grupos diletantes no alcance das oficinas.

Assim, as ampliadas perspectivas das oficinas, oferecem o recorte das perspectivas, acadêmicas ou não, que surgem e devem ser aproveitadas no sentido do melhor aproveitamento do projeto. Novas oportunidades de ação podem ser elencadas como: a divulgação em mídias sociais para divulgar as ações e resultados do projeto, alcançando um público mais amplo e engajando a comunidade em geral; parcerias com instituições locais como escolas, ONGs, empresas e outras instituições da comunidade para ampliar o impacto do projeto e alcançar um público diversificado; participação de eventos e workshops abertos ao público para compartilhar os conhecimentos adquiridos durante o projeto e promover a troca de experiências com a sociedade e outras formas de dar continuidade ao projeto, seja por meio de novas edições, ampliações ou adaptações para outras comunidades, garantindo sua sustentabilidade e potencializando seu impacto.

Tais estratégias que envolvam a comunidade contribuem, sobretudo, para a democratização do acesso ao conhecimento e à educação. Algumas dessas possibilidades já foram exploradas como a participação em congressos, diferentes eventos científicos e culturais e a redação de artigos de divulgação e produção científica e podem ser apresentadas. O grupo, representado por seus integrantes, tem procurado

esses espaços de comunicação e tem colhido alguns resultados. Este autor foi convidado e apresentou a palestra “Rationalizing the irrationals: Tuning the musical scales” no “International multidisciplinary meeting: Feeling music with science” promovido pela cooperação internacional com a JAM MUSIC LAB Private University Music (Viena, Áustria) com a UFSCar. Ainda Leonardo S. Oliveira, físico membro do GFIM, apresentou a palestra a “O estreitar de laços musicais através da Física” no X Físicando, evento organizado por estudantes do curso de Licenciatura em Física do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da UFSCar em Araras, além de outras atividades de extensão universitária, publicações, comunicações em congressos²¹ e entrevistas radiofônicas²².

Essas atividades permitem divisar inúmeras perspectivas acadêmicas como o intercâmbio de alunos, visitas de professores, atividades de extensão e a comunicação direta com a população dentro e fora do âmbito universitário. Tendo em mente que o Grupo de Física dos Instrumentos Musicais (GFIM) foi responsável pela estruturação e promoção de projetos de extensão como: “A física dos instrumentos musicais a sua influência na cultura brasileira”, oferecido online, no qual instrumentos de cordas foram apresentados sob a ótica de conceitos científicos (parceria com o Museu Villa-Lobos); “O Som e o Tom: Diálogos entre Música e Ciência”, como apresentado nessa monografia.

5.2- PÚBLICO ALVO: UMA DISCUSSÃO.

A proposta do projeto, tal como apresentada, tem como objetivo delineado na formação continuada de professores atuantes e licenciandos. Porém, em diferentes edições, houve um retorno de diferentes interessados evidenciando uma demanda por capacitação não restrita apenas a esse público. Toda uma diversidade de público como crianças, pós-graduandos, técnicos acadêmicos, profissionais de diversas áreas e a comunidade extra universitária, demonstrou interesse, e foi acolhida, na participação das atividades oferecidas.

Com essa nova perspectiva, tornou-se evidente a necessidade de ajustar o projeto para atender a essa demanda diversificada. A inclusão de diferentes públicos requer uma abordagem mais ampla e flexível, que possa contemplar as necessidades e

²¹ Goldschmidt, Lyon, France (July 2023) , ‘Teaching geo-chemico-physics with a musical point-of-view’. Disponível em <<https://doi.org/10.7185/gold2023.15470>> acesso 01 de maio de 2024

²² Entrevista “Física dos instrumentos musicais e sua influência na cultura, 2022 Brasil/Português” veiculada pela Rádio UFSCar. Disponível em <http://radio.ufscar.br/playerPodcast/35> acesso 01 de maio de 2024

interesses específicos de cada grupo. Além disso, a expansão do projeto para fora da universidade também exige uma adaptação para receber os novos participantes e garantir a qualidade das atividades oferecidas. Assim, ao atender de forma mais abrangente às demandas e necessidades de um público mais variado, o projeto não apenas cumpre seu papel de promover a educação e a capacitação, mas também contribui para integração e inclusão destes grupos.

A ampliação do projeto de formação continuada de professores para outros públicos abre uma oportunidade de promover a troca de conhecimentos, experiências e práticas entre diferentes grupos, enriquecendo o ambiente de aprendizagem e contribuindo para o desenvolvimento pessoal e profissional de todos os envolvidos. Essa abordagem inclusiva e diversificada é fundamental para democratizar o acesso ao conhecimento e fortalecer a comunidade como um todo.

Enfim essa proposta apresenta desafios, próprios de projetos com tais aspirações, como os de ordem material, de pessoal, de alcance do público, com infraestrutura e deslocamentos. Objetivando superar tais obstáculos esse projeto visará a submissão a editais voltados a produção cultural e científica, buscando acessar os recursos necessários para sua manutenção e continuidade.

6- REFERÊNCIAS

- ABDOUNUR, O. J. Mudanças estruturais nos fundamentos matemáticos da música a partir do século XVII: considerações sobre consonância, série harmônica e temperamento. *Revista Brasileira de História da Matemática*, v. único, p. 369-80. 2007.
- ADKINS, C. The Technique of the Monochord. *Acta Musicologica*, v. 39, n. 1/2, p. 34-43. 1967.
- AMARAL, A. V. Educação do campo e a etnomatemática: uma proposta pedagógica de ensino e aprendizagem da música. *XVIII Encontro Regional Sul da Associação Brasileira de Educação Musical*. Santa Maria, RS. 2018.
- ARROUVEL, C., NEGREIROS, E., KURTENBACH, E., & FARINA, M. Construção de instrumentos de sopro. *A Física na Escola*, v. 21, p. 230017 1- 8, 2023.
- BARROS, J. D. A música como inspiração interdisciplinar para outros campos do saber. *Revista Nava*. v. 7, p. 307-37. 2021.
- BARROS, M., ZANELLA, P., & ARAÚJO-JORGE, T. C. A música pode ser uma estratégia para o ensino de ciências naturais? Analisando concepções de professores da educação básica. *Revista Ensaio*, v.15, p. 81-94. 2013.
- BILEN, S. The effect of cooperative learning on the ability of prospect of music teachers to apply Orff-Schulwerk activities. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, v. 2, n. 2, 4872-77. 2010.
- BRASIL, *BNCC Base Nacional Curricular Comum*. Brasília. 2018.
- CAMARGOS, C. B. Ensaio sobre as estruturas matemáticas da música ocidental. *XII Encontro Nacional de Educação Matemática*. São Paulo – SP: Sociedade Brasileira de Educação Matemática. 2016.
- COUTINHO, L. R. *Integrando música e química uma proposta de ensino e aprendizagem*. Dissertação de Mestrado, Curitiba. 2014.
- CREESE, D. E. *The monochord in ancient Greek harmonici science*. (C. U. Press, Ed.) Londres. 2010.
- DAMÁSIO, A. A estranha ordem das coisas: As origens biológicas dos sentimentos e da cultura. São Paulo: Editora Companhia das Letras. 2018.
- DICKREITER, M. Der Musiktheoretiker Johannes Kepler. *Journal for the History of Astronomy*, v. 7, p. 198. 1976.
- DU SAUTOY, M. *A música dos números primos: a história de um problema não resolvido na matemática*. . Editora Schwarcz-Companhia das Letras, 2007.
- FERNANDES, R. S. *Música e matemática : explorando as relações entre ritmos musicais e frações*. Porto Alegre, RS. 2014.
- FIOLHAIS, C. Música e ciência. *Millenium*, v. 2, n. 5, p. 15-8. 2020.
- GREENE, B. *O universo elegante: supercordas, dimensões ocultas e a busca da teoria definitiva*. São Paulo: Companhia das Letras. 2001.
- HOSKIN, M. Caroline Herschel as Observer. v. 36, p. 373-406. 2005.
- HOSKIN, M. *Discoverers of the Universe: William and Caroline Herschel*. New Jersey: Princeton Universty Press. 2011.

- KARVELIS, N., & POPKEWITZ, T. S. Instrumentos de Poder. O poder afetivo do design de som no ensino de música nos Estados Unidos. *Cadernos de História da Educação*, v. 22, p. 1-17. 2003.
- KAYA, I. Pythagoras approach to expression of musical scales through the numbers. *International Engineering, Science and Education Conference*, p. 297. Diyarbakir/Turkey. 2016.
- KOHN, H. W. Chemistry and music. *Journal of Chemical Education*, v. 49, p. 728-9. 1972.
- KRASILCHIK, M. *Prática de Ensino de Biologia*. São Paulo, SP: Edusp. 2004.
- KRAUSE, B. *A grande orquestra da natureza – Descobrendo as origens da música no mundo selvagem*. Rio de Janeiro: Editora Zahar. 2013.
- LEITE, B. S. O ano internacional da tabela periódica e o ensino de química: das cartas ao digital. *Química Nova*, v. 42, p. 702-10. 2019.
- LINZ, J. Atom music: an investigation into the atomic world through sound. *Proceedings of Meetings on Acoustics., Proceedings of Meetings on Acoustics*, v. 39, p. 1-13. 2020.
- LOURA, L. S. Química e Música: “Come Together”? *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, p. 31-40. 2012.
- MAMMÌ, L. Ideologia de Jehan de Murs. *Revista Música*. v. 2, p. 79-88. 1990.
- MELO, H. S. Quadrivium. *Matemática: perspectivas*. v. 7, p. 41-73. 2016.
- MELO, K. J. *Um estudo sobre a presença da matemática na música*. Florestal, MG: [Dissertação de Mestrado]. 2020.
- MOTA, L. F., AMORIM, V., & VIEIRA, R. M. Uma proposta de ensino interdisciplinar. *Humanidades & Tecnologia*. v. 33, p. 195-207. 2022.
- MUSZKAT, M., & CORREIA, C. &. Música e Neurociências. *Rev. Neurociências*, v.8, n. 2, p. 70-75. 2000.
- NASCIMENTO, R. A.. Monocórdio: contextualizando a Matemática por meioda Música. *REMAT*, v. 4, n. 1, p. 132-46. 2018
- NOBRE, D. V., LEITE, H. R., ORSINI, M., & CORRÊA, C. L. Respostas Fisiológicas ao Estímulo Musical: Revisão de Literatura. *Revista Neurociências*, v. 20, n. 4, p. 625-33. 2012.
- NOLETO, R. S. Música como ciência, ciência como música: provocações epistemológicas. *OPUS*, v. 26, p. 1-22. 2021.
- OLIVEIRA, L. S. *O estreitar de Laços Musicais através da Física*. Araras, SP. [Trabalho de Conclusão de Curso]. 2023.
- ONGHERO, A. L. *Construção de instrumentos musicais com tubos de PVC*. Chapecó, SC. 2020.
- ÖZEKE, S. Connections between the constructivist-based models for teaching science and music. *Procedia Social and Behavioral Sciences*. v. 1, p. 1068–72 . 2009.
- RODRIGUES, F. V. Fisiologia da música: uma abordagem comparativa. *Revista da Biologia*, v. 2, n. 1, p. 12-7. 2009.
- ROEDERER, J. G.. *Introdução à física e psicofísica da música*. Trad.A. L. Cunha, São Paulo, Brasil: Editora da Universidade de São Paulo (Edusp. 1998).

- SANTOS, E. Q. *A Matemática da Música: uma abordagem para o Ensino de Frações através da Teoria Musical*. [Dissertação de Mestrado], UFSCar, São Carlos. 2022.
- SANTOS, R. A. Psicologia da Música: Aportes Teóricos mais de um século. *Música em perspectiva*, v.5, n.1, p. 65-90. 2012.
- SCHAFER, R. M.. *A afinação do mundo*. (M. T. Fonterrad, Trad.) São Paulo: Editora UNESP, 2011.
- SCHUBERT, M., OSCHKINAT, H., & SCHMIEDER, P. MUSIC, Selective Pulses, and Tuned Delays: Amino Acid Type-Selective ^1H - ^{15}N Correlations, II. *Journal of Magnetic Resonance*, v. 148, n. 1, p. 61-72. 2001.
- SIMÃO, J. P. *Música corporal e o corpo do som: um estudo dos processos de ensino da percussão corporal do Barbatuques*. [Dissertação de Mestrado] Campinas, SP. 2013.
- SOUSA, A. R. Projeto de extensão “Música para Todos”: uma experiência pedagógico-musical em São Luís-MA. *XXII Congresso Nacional da Associação Brasileira de Educação Musical*, Natal, RN. 2015.
- SOUZA, A. N. Elaboração de oitavas musicais para o ensino de acústica no ensino médio. [Dissertação de Mestrado] Jaraguá do Sul. 2016.
- STASI, C. Representations of musical scrapers: The disjuncture between simple and complex in the study of a percussion instrument. Durban. 1998.
- SWANWICK, K. *Música, mente e educação*. Belo Horizonte: Autêntica Editora. 2014.
- TAHAN, M. *O homem que calculava*. Rio de Janeiro: Record. 2013

ANEXOS

ANEXO I

PLANO DE ATIVIDADES – OFICINA “O TOM E O SOM” (PITÁGORAS)

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS –
UFSCar**
Extensão Universitária

Grupo de Física dos Instrumentos Musicais.
“O Som e o Tom: Explorando o diálogo entre Música e Ciência.”

IDENTIFICAÇÃO	Data	Horário	LOCAL
	Sábado	09:00 - 12:00 14:00 – 18:00	Núcleo de Formação de Professores
<p><i>A matemática, vista corretamente, possui não apenas verdade, mas também suprema beleza - uma beleza fria e austera, como a da escultura.</i> Bertrand Russell</p>			
EMENTA			
<ul style="list-style-type: none"> - Ciência & Música; Escalas musicais; Matemáticas do Temperamento de escalas; Construção e uso de um monocórdio. 			
OBJETIVOS			
<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecer os vínculos entre a ciência e a música e seu valor na prática docente. - Organizar ideias a respeito das propriedades sonoras e usar esse conhecimento na produção de um instrumento sonoro. - Relacionar a geração de escalas musicais com a argumentação científica. - Reconhecer as relações históricas na proposição de escalas. - Construção de monocórdios com sucata (Berimbau de Lata). - Produzir peças musicais para apreciação coletiva. 			
CONTEÚDO PROGRAMÁTICO			
<ul style="list-style-type: none"> - Dinâmica de percepção sonora focada na Integração entre matemática e música; - Diálogo entre identidade simbólica e valor numérico absoluto dos sons; - Contextualização temática com apoio áudio visual; - Construção orientada de monocórdio e proposições de ações educativa pelos sentidos; - Prática criativa e expressiva musical. 			
DESENVOLVIMENTO			
<p>A oficina ocorrerá em momentos orientados nas várias dimensões do desenvolvimento musical e de integração dos participantes: Acolhimento, Tematização, Experimentação/Exploração, Construção e Criação. 4 Grupos com 5 participantes, criarão uma peça e apresentarão entre si.</p> <p>As dinâmicas desenvolvidas buscarão a relação entre os números inteiros e a escala pitagórica. A apresentação oral com apoio áudio visual buscará traçar o histórico do temperamento de escalas com o desenvolvimento da linguagem matemática. Na construção dirigida do xilofone terão os elementos revelados mediante exploração dos materiais envolvidos. O Improviso, ou criação musical, esperado ao final da proposta será estimulado durante toda oficina e os grupos farão uma performance para os demais.</p>			

<p>09:00 – 10:00 Manhã 1: Dinâmica “4x4 : Os quatro quatros.”. - Recepção e apresentação.</p> <p>10:00 – 10:40 Manhã 2: Exposição oral com apoio áudio visual - Pitágoras e a lenda das bigornas - Consonâncias perfeitas e imperfeitas (Operando um Monocórdio). - Intervalos Justos e temperamento de escala. - Modos de escala e Escalas diatônicas. - Razão Aurea e o Bom Temperamento.</p> <p>11:00 – 12:00 Manhã 3: Exploração sonora com o material de trabalho.</p>
<p>14:00 – 14:40 Tarde I: Trabalho com o corpo. - Alongamento (apontamentos anatômicos e p. áureo)</p> <p>14:40 – 17:30 Tarde II: Construção do Berimbau de lata. - Exposição sobre a preparação do monocórdio e sua afinação. - Construção e montagem de um monocórdio. - Exploração de frases sonoras (simultâneo à construção).</p> <p>ROTA DE FUGA (triádico, pentatônico ou justo)</p> <p>17:30 – 18:00 Tarde III: Improviso e Execução com o instrumento produzido. - Criar improvisos ou temas melódicos explorando a tonalidade e as escalas possíveis. - Execução coletiva e individual (Festival de improvisos).</p>
<p>EMBASAMENTO METODOLOGICO - A metodologia fundamentada na perspectiva Swanwick - Tocar Compor e Apreciar estão contemplados na condução da oficina. A montagem do xilofone envolverá a escuta ativa dos participantes focada no tema (temperamento de escala) e a Leitura das alturas (frequências). A criação de improviso dos grupos serão objetos de apreciação dos demais grupos envolvidos - O processo acontecerá a partir dos conhecimentos musicais prévios dos assuntos trabalhados. - Explorar as dimensões musicais suscitar a Espiral do Desenvolvimento</p>
<p>RECURSOS MATERIAIS - Madeira de Pallet, latas de leite em pó, linha de pesca. - Mesa bancada, furadeira, mini retífica, lixas diferentes, sargentas, lixadeira - Segurança: Luvas e Óculos. - Mídias (audiovisual) - Ressonadores, afinadores, diapasão. - Câmeras para registro fotográfico e vídeo, com os devidos suportes.</p>
<p>AVALIAÇÃO - Ao final os grupos se reunirão para uma avaliação da oficina e dos resultados alcançados. Buscando a validade dos assuntos tratados, dos resultados obtidos e do aproveitamento conceitual e cultural.</p> <p>BIBLIOGRAFIA DE APOIO Pedagogias em educação musical. Teresa Mateiro, Beatriz Ilari, (Org.). – Curitiba: InterSaberes, 2012. Howard Eves, Introdução à História da Matemática. Campinas, Editora da UNICAMP, 1995 José Plínio de Oliveira Santos, Introdução à Teoria dos Números. Rio de Janeiro, Instituto de Matemática Pura e Aplicada, 1998. Margareth E. Baron, Origens e Desenvolvimento do Cálculo. Brasília, Editora Universidade de Brasília, 1974.</p>

PLANO DE ATIVIDADES – OFICINA “O PULSO DA VIDA” (HELMHOLTZ)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – UFSCar Extensão Universitária			
Grupo de Física dos Instrumentos Musicais. “O Som e o Tom: Explorando o diálogo entre Música e Ciência.”			
IDENTIFICAÇÃO	Data	Horário	LOCAL
		Sábado	09:00 - 12:00 14:00 – 18:00
<i>“Vivemos em uma época interdisciplinar e frequentemente ocorre que uma aula de música recaia em outro assunto. Nunca resisto quando isso acontece”</i> SCHAFFER			
EMENTA - Aspectos Biológicos da Música; Ecologia Acústica; Audição & Sentido; Ritmo, Pulso e Células Rítmicas; Pulso Alfa e Efeitos Psicofísicos; Linguagens Integradas.			
OBJETIVOS - Estabelecer os vínculos entre a vida e a música e seu valor na prática docente. - Sensibilizar e testar a ambiência sonora. - Distinguir e relacionar pulso, ritmo e compassos com a criação musical. - Reconhecer no som um fator das relações ecológicas. - Gerar discussões sobre o efeito sinestésicos e cognitivos do som. - Relacionar o som emitido com o som ouvido e o som processado. - Gerar discussões sobre o efeito psicofísicos e cognitivos do som.			
CONTEÚDO PROGRAMÁTICO - Dinâmicas de Recepção jogo cooperativo com orientação de educação ambiental. - Audição: Recepção, Percepção, Processamento. aos efeitos sonoros das relações ecológicas e das respostas psicofísicas à paisagem sonora; - Pulso, Ritmo e compassos os números da natureza em vivência integrativa; - Vivência na linguagem dramática e ambientação de acordo com a dinâmica proposta por Schaffer; - Construção orientada de instrumentos percussivos; - Prática criativa e expressiva musical.			
DESENVOLVIMENTO A oficina contará com dinâmicas de artes integradas, o tema da natureza da música será tratado sob a ótica da produção, recepção e função do som (fisiologia e ecologia acústicas). Construção de um tambor de língua por 4 Grupos de 5 participantes e seu uso na vivência de uma experiência multilinguagem. As dinâmicas desenvolvidas buscarão a relação entre os números fracionais, o pulso e compasso. A apresentação terá como eixo condutor a bioacústica. Na construção dirigida da percussão buscará a evidencia de uma música não focada na tonalidade e da melodia. A etapa da criação musical com o objeto sonoro construído aplicará a dinâmica das Artes Integradas. 09:00 – 10:00 Manhã I: Dinâmica “Jaguatiricas e preás” - Dinâmica da cadeia alimentar. - Reflexões sobre a predação e o equilíbrio - Ecolocalização e estratégias de caça.			

<p>10:00 – 10:40: Manhã II: Exposição oral com apoio áudio visual</p> <ul style="list-style-type: none"> - Helmholtz a busca pela geometria do belo. - A grande orquestra da natureza - Sensibilidade sonora audição - Sensibilidade sonora processamento (pulso alfa) - Ecologia sonora. <p>11:00 – 12:00: Manhã III– paisagem sonora</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recolhimento e uso de Geo e biofonia, além dos ruídos urbanos. - Exploração sonora - Criação de um ambiente sonoro. - Exploração rítmica - Augenmusik – proposições para notação musical. <p>14:00 – 14:40 Tarde I: Dinâmica da “Mandala Musical”</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vivencia do “Teatro da Confluência”. <p>14:40 – 17:30 Tarde II: Criação dos instrumentos percussivos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Produção do tambor de língua, do reco-reco, dos guizos, tambores, e demais instrumentos. - Exploração da sonoridade obtida, <p>17:30 – 18:00 Tarde III: Execução e improviso</p> <ul style="list-style-type: none"> - Criação coletiva e execução pública de motivos. - Fazer o improviso a partir de células rítmicas diversas.
<p>RECURSOS MATERIAIS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diferentes materiais, garrafas, latas, canos e tubos de diferentes materiais e espessuras, bambus de diferentes espessuras, espirais, tubos corrugados, grãos de arroz, feijão e miçangas, bexigas. - Mídias (audiovisual) - Câmeras para registro fotográfico e vídeo, com os devidos suportes.
<p>EMBASAMENTO METODOLOGIA</p> <p>- Não é correto afirmar que exista uma metodologia Schafer, o autor mais aponta o que foi realizado deixando indicações do que e como foi feito durante seu trabalho de educador. Mas o autor e seus seguidores, deixaram extensas indicações de muitos exercícios de escuta, higiene sonora, criação e reflexão sobre a paisagem sonora. “O mais negligenciado dos componentes da natureza.</p> <p>As experimentações com o silêncio, o ruído e com a paisagem sonora são aplicações diretas desses exercícios, e a adaptação de material, repertório, e objetivos atinge seu máximo quando os participantes criam seus instrumentos e realizam suas atividades ao longo da oficina. Ouvir e escutar são experimentados e os participantes são convidados a refletir sobre a saúde sonora do ambiente.</p> <p>Esses elementos das ideias de Schafer são úteis em dinâmicas de educação ambiental, essa oficina busca esse encontro sem ser uma novidade no não-método Schaferiano.</p>
<p>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</p> <p>Pedagogias em educação musical. Teresa Mateiro, Beatriz Ilari, (Org.). – Curitiba: InterSaberes, 2012.</p> <p>Biologia de Campbell. 10 ed. São Paulo: Artmed, 2015. 1488 p.</p> <p>Schafer, R. M. O ouvido pensante. Trad. Fonterrada, M. T. Editora Unesp, 392 p., 1991.</p>

PLANO DE ATIVIDADES – OFICINA “A COR DO SOM” (MENDELEYEV)

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS –
UFSCar**
Extensão Universitária

Grupo de Física dos Instrumentos Musicais.
“O Som e o Tom: Explorando o diálogo entre Música e Ciência.”

Identificação	Data	Horário	LOCAL
	Sábado	09:00 - 12:00 14:00 – 18:00	Núcleo de Formação de Professores
<i>O átomo se comporta como um tambor. Sautoy</i>			
<p>EMENTA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Matéria & Música; Harmonia; Cor, Tom e Frequências; Espectros, Propriedades e Identidade; Átomos e osciladores; Espectroscopia: Estrutura e Ressonâncias; Ritmo Harmônico e Frases musicais. 			
<p>OBJETIVOS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estabelecer os vínculos entre a matéria e a música e seu valor na prática docente. - Reconhecer o Átomo e a Molécula como osciladores harmônicos. - Discutir o uso de informações sonoras na matéria e a criação musical. - Reconhecer a estrutura ondulatória da matéria traduzida no espectrograma. - Reconhecer cores, odores e tons como variação de frequência e amplitudes. - Gerar discussões sobre a musicalidade da matéria e a materialidade da música. 			
<p>CONTEÚDO PROGRAMÁTICO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dinâmicas focadas nas intersecções entre a matéria e a música; - O valor irracional da razão áurea e o intervalo de quinta justa; - Harmonia tonal: apresentação oral áudio visual; - Construção orientada de um pífano de bambu ou de PVC; - Ações educativas pela sensibilização da Série Harmônica e Acordes; - Prática criativa e expressiva musical com Dinâmica Orff 			
<p>DESENVOLVIMENTO</p> <p>09:00 – 10:00 Manhã 1: Dinâmica “Caçador de mim”.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apresentações - Roda rítmica com percussão corporal <p>10:00 – 10:40 Manhã 2: Exposição oral com apoio áudio visual</p> <ul style="list-style-type: none"> - Newlands e as oitavas. - Modelo atômico. - Cor e som. - Espectroscopia como um estúdio musical. - A molécula como uma sinfonia de probabilidades, <p>11:00 – 12:00 Manhã 3: dinâmica cores e tensores</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teste de chamas e fogos de artifício. 			

<p>14:00 – 17:30 Tarde 1- Montagem do Bambusafone - Afinação das teclas, - Exploração sonora à medida que os resultados com os instrumentos são obtidos</p> <p>-17:30 – 18:00 Tarde 3: Execução e improviso - Construção, escrita e exploração de frases musicais completas. - Criação coletiva e execução da peça composta.</p>
<p>METODOLOGIA</p> <p>A dinâmica de acolhimento, assim como as demais, terá orientação da Schulwerk de Orff, atenção especial as dinâmicas de desenvolvimento harmônico. O uso da dinâmica com a música “Caçador de mim” atende em várias medidas a metodologia Orff como o uso da percussão corporal e a gradação das informações musicais. A criatividade como fundamento do acesso à musicalização.</p> <p>A apresentação oral versará sobre as confluências da química com a música a partir da polêmica “Lei das Oitavas” de Newlands e o comportamento periódico da matéria. O aerófono focado na parte prática, o pífano poderá ser de diferentes materiais e afinações.</p> <p>A parte de re-Criação musical focará a formação de frases harmônicas. A formação musical no Schulwerk demanda um longo período de dedicação o que está fora de questão numa oficina de quatro horas. Em turmas mais avançadas ou heterogêneas, informações mais diretas sobre o fraseado musical no sistema tonal podem ser apresentadas.</p>
<p>RECURSOS MATERIAIS</p> <p>- Teclas previamente preparadas. - Mini retífica, Limas, Grosas e lixas diferentes, sargentas e afinador - Segurança: Luvas e Óculos de segurança. - Mídias (recurso audiovisual)</p>
<p>AVALIAÇÃO</p> <p>- A turma será convidada a avaliar o Módulo, o método empregado e a proposta de a oficina. Uma vez realizada tal tarefa a turma buscará responder sobre sua própria experiência e aproveitamento da Oficina como um todo.</p>
<p>Pedagogias em educação musical. Teresa Mateiro, Beatriz Ilari, (Org.). – Curitiba: InterSaberes, 2012. ATKINS, P.W.; JONES, Loretta. Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 965 p. BROWN, Theodore; LEMAY, H. Eugene; BURSTEN, Bruce E. Química: a ciência central. 9 ed. Prentice-Hall, 2005.</p>

**PLANO DE ATIVIDADES – OFICINA “A DANÇA DOS PLANETAS”
(HERSCHELL).**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS –
UFSCar
Extensão Universitária**

Grupo de Física dos Instrumentos Musicais.
“O Som e o Tom: Explorando o diálogo entre Música e Ciência.”

IDENTIFICAÇÃO	Data	Horário	LOCAL
		Sábado	09:00 - 12:00 14:00 – 18:00
<i>Na música o pensamento leva à generalização das formas. Avicena</i>			
EMENTA			
<ul style="list-style-type: none"> - Energia & Música; macro e micro cosmo; ondas e interferências; Timbre; transformadas e epiciclos. 			
OBJETIVOS			
<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecer os vínculos entre a física e a música e seu valor na prática docente. - Reconhecer a música como unificadora de linguagem e leis científicas (dos quarks às estrelas). - Reconhecer e usar as informações produção musical. - Reconhecer as consequências da interferência na geometria sonora. - Gerar discussões sobre uma harmonia das esferas. 			
CONTEÚDO PROGRAMÁTICO			
<ul style="list-style-type: none"> - Vivências sonoras na dinâmica Dalcroze; - Apresentação áudio visual voltada nas interrelações entre a física e a música; - Frequências série harmônica, timbre e harmonia (Consonâncias e Dissonâncias); - Números irrais, Epiciclos e Transformadas (Ondas quadradas, triangulares, dente de serra etc...); - A música e a astronomia; - Construção orientada de um cordofone dirigida a ações educativas; - Prática criativa e expressiva musical. 			
DESENVOLVIMENTO			
08:00 – 9:40			
Manhã 1: Dinâmica “Mais Música no Corpo”.			
<ul style="list-style-type: none"> - Variações dos compassos, dinâmica, andamento e polirritmia. - Integração de ritmo, harmonia e solfejos com movimentos expressivos. 			
09:40 – 10:20			
Manhã 2: Exposição oral com apoio áudio visual			
<ul style="list-style-type: none"> - William & Catherine Herschell - A Harmonia das Esferas. - A onda senoidal, harmônicos e afinação. - Interferência, modulação, epiciclos e transformação de Fourier. - Ondas gravitacionais, ondas sonoras e estrutura do universo. 			
10:20 – 12:00			
Manhã 3: Exploração do material a ser usado			
<ul style="list-style-type: none"> - Tubos de diferentes materiais e dimensões. - Afinação 			

<p>14:00 – 14:20 Tarde I: Relaxamento e alongamento: - Alongamentos básicos - Integrar alongamento com música e expressão.</p> <p>14:20 – 17:00 Tarde II: construção dos aerofones</p> <p>17:00 – 18:00 Tarde II: Festival de improviso</p>
<p>FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA. As dinâmicas desenvolvidas versarão sobre as propriedades sonoras sob a óptica da Ondulatória. A metodologia fundamentada na perspectiva Hans-Joachim Koellreutter, valoriza as atividades de experimentação e de criação. O projeto de educação musical de Koellreutter visa a formação integral do ser humano, nessa visão o método “fecha, limita, impõe”. Apoiado em proposições da psicologia e da pedagogia, essa perspectiva amplia leque de possibilidades na execução, nos meios, nos materiais e nos registros. A improvisação era entendida como uma importante ferramenta e a postura de vanguarda se aplica a prática, a crítica e ao diálogo, - O corpo como origem das dimensões musicais. Timbres, Ritmos e harmonia</p>
<p>RECURSOS MATERIAIS - Tubos de PVC de diferentes dimensões. - Furadeira, lixas e régua. - Segurança: Luvas e Óculos. - Mídias (audiovisual) - Ressonadores, afinadores, diapasão. - Câmeras para registro fotográfico e vídeo, com os devidos suportes.</p>
<p>AValiação - A oficina será avaliada pelos participantes por formulário com avaliação e anotações sob cada ponto da oficina.</p>
<p>Bibliografia de apoio Brito, T. A. Hans-Joachim Koellreutter: músico e educador musical menor. REVISTA DA ABEM, v.23, n. 35, p. 11-23, 2015 KOELLREUTTER. H. J. Harmonia. funcional. introdução à teoria das funções, 3ª Edição – São Paulo, SP – Ed. Ricordi, 74 p. 1988 Araujo, L. C. Trabalho de instrumentação: Ondulatória para o ensino médio. Orientador: Gaspar, M. B. 1999. Disponível em <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/8034/1/ALCAraujo.pdf> Acesso em 08 de agosto de 2023</p>

ANEXO II
MÚSICA: CAÇADOR DE MIM (MAGRÃO & SÁ)

Caçador de Mim

Sérgio Magrão, Luiz Carlos Sá

♩ = 140

The musical score is arranged in five systems, each with five staves. The instruments are Flauta (Fl.), Peito (Pt.), Estalo de dedo (Est. Dd.), Coxa (Cx.), and Violão acústico (Viol.). The music is in 6/8 time with a tempo of 140 beats per minute. The key signature has one flat (B-flat).

System 1: Flauta: Quarter notes G4, A4, Bb4, C5, quarter rest, quarter note Bb4, quarter note A4, quarter note G4, quarter note F4. Peito: Quarter notes G4, quarter rest, quarter note A4, quarter rest, quarter note Bb4, quarter rest, quarter note C5, quarter rest, quarter note Bb4, quarter rest, quarter note A4, quarter rest, quarter note G4, quarter rest. Estalo de dedo: Quarter notes G4, quarter note A4, quarter note Bb4, quarter note C5, quarter note G4, quarter note A4, quarter note Bb4, quarter note C5, quarter note G4, quarter note A4, quarter note Bb4, quarter note C5, quarter note G4, quarter note A4, quarter note Bb4, quarter note C5. Coxa: Quarter notes G4, quarter rest, quarter note A4, quarter rest, quarter note Bb4, quarter rest, quarter note C5, quarter rest, quarter note Bb4, quarter rest, quarter note A4, quarter rest, quarter note G4, quarter rest. Violão acústico: Quarter notes G4, quarter note A4, quarter note Bb4, quarter note C5, quarter note G4, quarter note A4, quarter note Bb4, quarter note C5, quarter note G4, quarter note A4, quarter note Bb4, quarter note C5, quarter note G4, quarter note A4, quarter note Bb4, quarter note C5. Chords: C, Dm, F, C, Dm.

System 2: Fl. (6): Quarter notes G4, quarter note A4, quarter note Bb4, quarter note C5, quarter note G4, quarter note A4, quarter note Bb4, quarter note C5, quarter note G4, quarter note A4, quarter note Bb4, quarter note C5, quarter note G4, quarter note A4, quarter note Bb4, quarter note C5. Pt. (6): Quarter notes G4, quarter rest, quarter note A4, quarter rest, quarter note Bb4, quarter rest, quarter note C5, quarter rest, quarter note Bb4, quarter rest, quarter note A4, quarter rest, quarter note G4, quarter rest. Est. Dd. (6): Quarter notes G4, quarter note A4, quarter note Bb4, quarter note C5, quarter note G4, quarter note A4, quarter note Bb4, quarter note C5, quarter note G4, quarter note A4, quarter note Bb4, quarter note C5, quarter note G4, quarter note A4, quarter note Bb4, quarter note C5. Cx. (6): Quarter notes G4, quarter rest, quarter note A4, quarter rest, quarter note Bb4, quarter rest, quarter note C5, quarter rest, quarter note Bb4, quarter rest, quarter note A4, quarter rest, quarter note G4, quarter rest. Viol. (6): Quarter notes G4, quarter note A4, quarter note Bb4, quarter note C5, quarter note G4, quarter note A4, quarter note Bb4, quarter note C5, quarter note G4, quarter note A4, quarter note Bb4, quarter note C5, quarter note G4, quarter note A4, quarter note Bb4, quarter note C5. Chords: Am, F, C, C, Dm.

System 3: Fl. (11): Quarter notes G4, quarter note A4, quarter note Bb4, quarter note C5, quarter note G4, quarter note A4, quarter note Bb4, quarter note C5, quarter note G4, quarter note A4, quarter note Bb4, quarter note C5, quarter note G4, quarter note A4, quarter note Bb4, quarter note C5. Pt. (11): Quarter notes G4, quarter rest, quarter note A4, quarter rest, quarter note Bb4, quarter rest, quarter note C5, quarter rest, quarter note Bb4, quarter rest, quarter note A4, quarter rest, quarter note G4, quarter rest. Est. Dd. (11): Quarter notes G4, quarter note A4, quarter note Bb4, quarter note C5, quarter note G4, quarter note A4, quarter note Bb4, quarter note C5, quarter note G4, quarter note A4, quarter note Bb4, quarter note C5, quarter note G4, quarter note A4, quarter note Bb4, quarter note C5. Cx. (11): Quarter notes G4, quarter rest, quarter note A4, quarter rest, quarter note Bb4, quarter rest, quarter note C5, quarter rest, quarter note Bb4, quarter rest, quarter note A4, quarter rest, quarter note G4, quarter rest. Viol. (11): Quarter notes G4, quarter note A4, quarter note Bb4, quarter note C5, quarter note G4, quarter note A4, quarter note Bb4, quarter note C5, quarter note G4, quarter note A4, quarter note Bb4, quarter note C5, quarter note G4, quarter note A4, quarter note Bb4, quarter note C5. Chords: F, C, Dm, Am, F.

16

Fl.

Pt.

Est. Dd.

Cx.

Viol.

C G7

21

Fl.

Pt.

Est. Dd.

Cx.

Viol.

1. 2.

26

Fl.

Pt.

Est. Dd.

Cx.

Viol.

ANEXO III

PLANO DE ATIVIDADE: MANDALA MUSICAL

RESUMO

A atividade proposta para a disciplina de arte do ensino fundamental faz uso de um jogo geométrico durante a audição, procurando gerar a intercambialidade de linguagens e, despertando um olhar sensível, a capacidade criativa dos alunos no entendimento e na representação do mundo. Seguindo as orientações da BNCC e do Currículo Paulista para o ensino fundamental enfatiza-se a associação e a interatividade na percepção e na manifestação das diferentes linguagens artísticas.

INTRODUÇÃO

Esta proposta surgiu da observação de uma aula de arte para os anos iniciais do ensino fundamental em que a professora substituta usou um impresso em folha A4 e propunha colorir uma mandala, que ocupava a metade da folha, e que o aluno construísse uma mandala por si mesmo e a colorisse no espaço restante.

Gordon identifica a importância da audição na educação para este estágio de desenvolvimento musical (GORDON, 2015) e a BNCC prega a interdisciplinaridade no tratamento das habilidades (BRASIL, 2018). A audição pode ser um desafio a ser contornado na realidade escolar, o envolvimento do aluno é peça chave desta demanda. Jogos são eficientes na educação musical e a atividade de escuta ativa provoca a formação do conceito musical de modo dinâmico e participativo. A importância do lúdico na escuta ativa na condução da atividade é apontada por Fonterrada:

muito do que hoje se faz na escola em relação à música, só é possível graças a programas encorajadores da escuta e do fazer musical, organizados em jogos dinâmicos e interessantes, apaixonadamente aceitos pelos jovens (Fonterrada, 2012)

Nesta proposta de acolhimento, com foco no desenvolvimento da escuta e da articulação entre diferentes linguagens, os alunos construirão mandalas coletivas durante a escuta ativa de diferentes músicas.

MATERIAL DIDÁTICO.

A atividade pode ser realizada com adaptações para as condições e circunstâncias, mas é importante contar com um Recurso de reprodução de Áudio, um suporte para desenho e material para desenho. Em sala de aula lousa e giz de cores diferentes são eficientes, em outros espaços painéis de papel de desenho (obtido em bobinas) estendidos em parede, cavaletes ou equivalente e marcadores de texto coloridos atendem essa função. Com a evolução e envolvimento dos alunos novos materiais podem ser introduzidos como tintas, pincéis, régua, compassos e toda diversidade de materiais.

A música usada na ambientação da atividade deve ser escolhida de modo mais diverso possível. A atividade deve respeitar uma gradação de dinâmica, andamento, tonalidades e complexidade. Apresento uma pequena lista para efeito de exemplo, não como modelo:

- Ravi Shankar - Morning Raga.
<https://www.youtube.com/watch?v=n91Vhdrkss&list=RDkCsmvK06SCA&index=10>
- Fusion Music - Sitar |Tabla/Flute - Classical Instrumental Music - B. Sivaramakrishna Rao
<https://www.youtube.com/watch?v=qp32pHqmpY&list=RDkCsmvK06SCA&index=38>
- Hallelujah - Instrumental\Piano Violino e Cello disponível em:
<https://www.youtube.com/watch?v=RQuX0B0-AwQ&list=RDQ8-RCJmC1vk&index=6>
- CHAVES e sua MARAVILHOSA TRILHA SONORA por Fabio Lima
https://www.youtube.com/watch?v=v2_cBu7full&list=RDQ8-RCJmC1vk&index=7
- Fractal - Frequências de Reconexão com a Fonte
https://www.youtube.com/watch?v=KIagbV_XkrE&list=RDQ8-RCJmC1vk&index=12
- Verão de Vivaldi
<https://www.youtube.com/watch?v=HQBINbVf6U>
- Ballaké Sissoko ft. Sona Jobarteh - Djourou (Official video)
https://www.youtube.com/watch?v=8wWPC8edho8&list=RD8wWPC8edho8&start_radio=1&v=8wWPC8edho8&t=3
- Sandiya - Kélétigui Diabaté – Tema
https://www.youtube.com/watch?v=30DEKMBnsLk&list=OLAK5uy_mhnGOX_RyFOZA7fHcaAZaLDZ1oeXwQWsg&index=10
- Mali: Kora & Balafon (Air Mail Music Collection)
https://www.youtube.com/watch?v=7gISxDRpWts&list=OLAK5uy_mRFWHPC5C5-yjqMZUKKb9V2CG16S6C7io&index=5
- Australian Aboriginal Didgeridoo Music
<https://www.youtube.com/watch?v=nN-542IYoE0&list=RDnN-542IYoE0&index=1>

OBJETO DE CONHECIMENTO

A atividade foca a Audição e Escuta ativa (sensibilização e expressão) e manipulação concreta de conceitos de geometria. A tarefa contribuiu na Coordenação motora por bilateralidade e simetria.

HABILIDADES A SEREM ALCANÇADAS

“A mandala ajuda os alunos com dificuldades de concentração e aumenta a capacidade de assimilação, tranquiliza as crianças nervosas e estimula as apáticas e passivas” (ELIAS, 2012), por essas razões a proposta reside no desenvolvimento:

- Da Percepção e criação com múltiplas linguagens;
- Recepção e Manifestação musical e visual;
- Prática de conceitos geométricos;
- Ludicidade e Sociabilização.

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE:

A atividade se resume em ouvir diferentes músicas enquanto se cria uma mandala coletiva. Trata-se de uma atividade de acolhimento e sua condução deve durar preferencialmente entre 12 e 15 minutos. Contudo a apresentação das regras e toda adaptação necessária pode exigir uma atenção mais prolongada para exposição e compreensão da tarefa. Para apresentar a atividade apreciação musical com as mandalas as etapas podem ser introduzidas gradualmente:

- 1) Escolha uma música da lista acima e apresente a composição aos alunos. Aponte a importância da atenção na audição da peça.
- 2) Elenque algumas Mandalas Geométricas e Apresente (um breve histórico, sobre geometria, sua beleza, seus significados). Exiba exemplares diferentes destes diagramas e relacione suas produções com seus usos culturais.

3) Explore suporte utilizado (lousa ou painel) e construa uma Mandala, como exemplo explicitando a sobreposição de polígonos circunscritos, simetrias, ângulos, a circuncentricidade, a forma, o espaço, além da organização de traços, linhas e pontos (PASTORIO, 2018).

4) A apresentação desses elementos devem acontecer na linguagem do aluno e a manipulação de instrumentos de desenho geométrico podem ser introduzidos com o desenvolvimento da atividade. A figura 1 apresenta os primeiros passos de 2 germes de Mandalas Geométricas como exemplo para essa etapa da proposta. Modelos mais elaborados podem ser obtidos numa diversidade de fontes música selecionada, explicitando o trabalho em conjunto como forma de se atingir um objetivo.

5) Convide dois alunos e monitore a construção de uma mandala por ambos, ambientado por uma música selecionada e inicie a criação da mandala com esses alunos que a construirão alternadamente. Aumente o número de participantes gradualmente.

6) Forme 2 ou 3 grupos de 15 ou 10 alunos e organize uma gincana de mandalas. Esclareça que qualquer contribuição na composição (cores, mínimos elementos, preenchimento, correções e mesmo o silêncio atento) tem grande importância no somatório geral.

7) A gincana pode evoluir e gerar um jogo para a eleição de uma mandala segundo critérios adotados (criatividade, beleza, composição, simetria, etc). Como a audição é importante aqui inclua a atenção e o silêncio na avaliação dos grupos.

8) O conhecimento, a familiaridade e habilidade são fatores de relevância na condução da atividade (ROCHA, 2017), aplicada reduntantemente como dinâmica de acolhimento é possível atestar o asseverado. O arquivamento das mandalas obtidas revelam a evolução na composição do diagrama, cujo enriquecimento pode ser acompanhado.

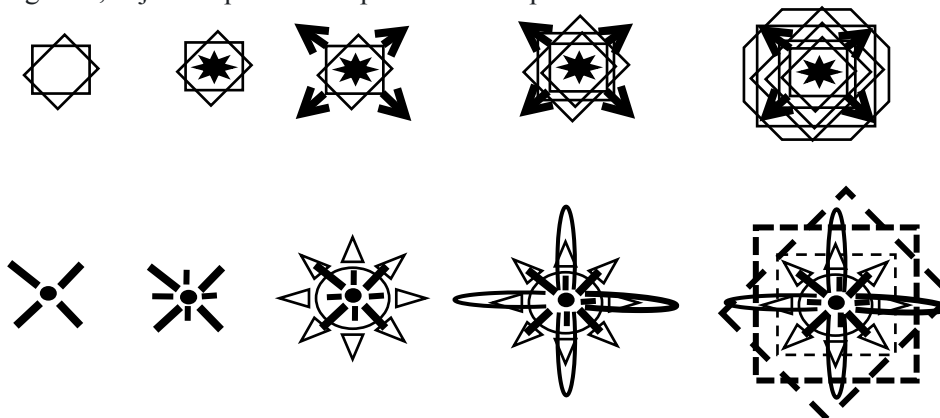


Figura 1: Exemplo dos 5 primeiros passos de duas mandalas Geométricas diferentes. Os elementos são gradualmente dispostos de modo simétrico e concentricamente

ASPECTOS A SEREM OBSERVADOS DURANTE A REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE

A criação da mandala é uma atividade meditativa e o apoio que a música oferece merece ser altamente considerado. A atividade, embora de descrição simples, envolve um fino equilíbrio entre a introspecção e interação ativa entre os grupos. A aplicação da dinâmica deve buscar o envolvimento do aluno, Rocha sugere:

"apresentar as Mandalas Geométricas como motivação para a inicialização do projeto, proporcionando às partes envolvidas uma rica experiência estética, bem como uma oportunidade de discutir, retomar, agregar e ressignificar uma série de conceitos geométricos de maneira mais lúdica, sem desmerecer o devido rigor" (ROCHA, 2017).

O núcleo central da atividade não restringe a ação do educador, assim elementos, ambiente, regras e condução da atividade podem e devem ser adaptados no objetivo de permitir toda complexidade da audição. As mandalas podem ser intuitivas ou racionalizadas. No primeiro caso a mandala se forma com o andamento da atividade, no segundo algumas regras e instrumentação são utilizadas.

AVALIAÇÃO.

Como atividade de recepção, a prática pode ser avaliada tanto continuamente como por etapas:

- O arquivamento das obras permite que estas possam ser revisitadas em períodos determinados, quando numa roda de conversa os alunos apresentam suas observações sobre o resultado das atividades.
- Ao adotar o Jogo na prática proposta o “feedback” passa ser imediato o que oferece grandes oportunidades pedagógicas (LALONDE, 2013). O professor deve determinar se cooperativo ou competitivo, havendo fundamentos para ambos os modos.
- Uma alternativa para encerramento de períodos ainda, seria uma exposição das obras (vencedoras?) em espaços da escola.

REFERÊNCIAS

- BRASIL, M. d. (2018). BNCC Base Nacional Curricular Comum. Brasília.
- GORDON, E. E. (2015). Teoria de aprendizagem musical: competências, conteúdos e padrões (2a. ed.). (M. d. Albuquerque, Trad.) Lisboa: Fundación Calouste
- LALONDE, M. (2013). Reshaping Competition to Redefine Music Education. *Canadian Music Educator*, 55(2), pp. 20-3.
- PASTORIO, L. H. (2018). Mandala como ferramenta pedagógica na educação infantil. Anais do III Congresso Internacional Uma Nova Pedagogia para a Sociedade Futura, Único, pp. 381-8.
- ROCHA, A. A. (2017). Construção de Mandalas e o Ensino de Geometria. (Vols. Dissertação (Mestrado em Mestrado em Ensino de de Ciências e Matemática) -). (O. E. Gazire, Trad.) Belo Horizonte: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.