

MANUAL DE CONSTRUÇÃO DE INSTRUMENTOS MUSICAIS COM MATERIAL RECICLADO



ANA PAULA WENK
DANIEL ZANELLA DOS SANTOS
MARCOS JOÃO CORREIA
TIAGO RAFAEL DE ALMEIDA ALVES



editora IFC

ANA PAULA WENK
DANIEL ZANELLA DOS SANTOS
MARCOS JOÃO CORREIA
TIAGO RAFAEL DE ALMEIDA ALVES

MANUAL DE CONSTRUÇÃO DE INSTRUMENTOS MUSICAIS COM MATERIAL RECICLADO

IFC
Blumenau, 2022

**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA CATARINENSE**

REITORA

SÔNIA REGINA DE SOUZA FERNANDES

PRÓ-REITORA DE ENSINO

JOSEFA SUREK DE SOUZA

**PRÓ-REITORA DE PESQUISA,
PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO**

FÁTIMA PERES ZAGO DE OLIVEIRA

PRÓ-REITOR DE EXTENSÃO

FERNANDO JOSÉ TAQUES

**PRÓ-REITORA DE
DESENVOLVIMENTO
INSTITUCIONAL**

JAMILE DELAGNELO FAGUNDES DA SILVA

**PRÓ-REITOR DE
ADMINISTRAÇÃO**

STEFANO MORAES DEMARCO

EDITORIA IFC

COORDENAÇÃO

LEILA DE SENA CAVALCANTE

CONSELHO EDITORIAL

FÁTIMA PERES ZAGO DE OLIVEIRA

LEILA DE SENA CAVALCANTE

GICELE VERGINE VIEIRA

REGINALDO LEANDRO PLÁCIDO

KÁTIA LINHAUS DE OLIVEIRA

SUELY APARECIDA DE JESUS

MONTIBELLER

HYLSON VESCOVI NETTO

HÉLIO MACIEL GOMES

SANDRO AUGUSTO RHODEN

IZACLAUDIA SANTANA DAS NEVES

MARIO WOLFART JÚNIOR

BRUNO PANSERA ESPINDOLA

JONATHAN ACHE DIAS

ELIANA TERESINHA QUARTIERO

LILIANE CERDÓTES

MARCIO PEREIRA SOARES

ILLYUSHIN ZAAK SARAIVA

ALCIONE TALASKA

DÉBORA DE LIMA VELHO JUNGES

EMANUELE CRISTINA SIEBERT

ANA NELCINDA GARCIA VIEIRA

ANDERSON SARTORI

PROJETO GRÁFICO
PAOLO MALORGIO STUDIO LTDA

CAPA E ILUSTRAÇÕES
MAISA LIRA SEYFERTH

FOTOS
DANIEL VÍCTOR FACHINELLI

DIAGRAMAÇÃO
PAOLO MALORGIO STUDIO LTDA

REVISÃO TEXTUAL
ELISETE AIRES

Todos os direitos de publicação reservados. Proibida a venda.

Os textos assinados, tanto no que diz respeito à linguagem como ao conteúdo, são de inteira responsabilidade dos autores e não expressam, necessariamente, a opinião do Instituto Federal Catarinense. É permitido citar parte dos textos sem autorização prévia, desde que seja identificada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/1998) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Manual de construção de instrumentos musicais com material reciclado [livro eletrônico] / Ana Paula Wenk...[et al.]. -- Blumenau, SC : Editora do Instituto Federal Catarinense, 2022.
PDF

Outros autores: Daniel Zanella dos Santos, Marcos João Correia, Tiago Rafael de Almeida Alves.
Bibliografia.
ISBN 978-65-88089-18-7

1. Arte e música 2. Instrumentos musicais
3. Instrumentos musicais - Confecção 4. Reciclagem
I. Wenk, Ana Paula. II. Santos, Daniel Zanella dos.
III. Correia, Marcos João. IV. Alves, Tiago Rafael de Almeida.

22-129920

CDD-784.19

Índices para catálogo sistemático:

1. Instrumentos musicais : Confecção : Reciclagem :
Sustentabilidade : Manuais 784.19

Eliete Marques da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9380

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
1.1 Histórico do projeto	7
1.2 Sustentabilidade, redução do consumo e reutilização de material	8
1.3 O que será contemplado no manual	8
2. PASSO A PASSO PARA A CONFECÇÃO DOS INSTRUMENTOS.....	9
2.1 CHOCALHO DE GRÃO	10
2.2 VIOLA DE LATA	12
2.3 FLAUTA DE PÃ.....	16
2.4 FLAUTA TRANSVERSAL (PÍFANO)	20
2.5 FLAUTA DOCE.....	23
2.6 SINOPET.....	26
2.7 PAU-DE-CHUVA	29
2.8 CHOCALHO DE PLATINELA.....	32
3. CONCEITOS FÍSICOS	34
3.1 ONDAS.....	34
3.2 SOM	34
3.3 FREQUÊNCIA.....	34
3.4 PERÍODO E AMPLITUDE	35
3.5 INTENSIDADE.....	36
3.6 TIMBRE	36
3.7 ONDA ESTACIONÁRIA	38
3.8 TUBOS ABERTOS E TUBOS FECHADOS.....	39
3.9 RESSONÂNCIA.....	39
CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
REFERÊNCIAS	42
LISTA DE FIGURAS	43
OS AUTORES	45

1. INTRODUÇÃO

1.1 HISTÓRICO DO PROJETO

O presente e-book é resultado do projeto de extensão “Física e Artes em Integração”, que tem como objetivo integrar as disciplinas de Artes e Física dos Cursos Técnicos Integrados ao Ensino Médio (EMI), abrangendo as dimensões de ensino, pesquisa e extensão, aliados à sustentabilidade, ação social, cultura e divulgação científica. As atividades consistem na construção de instrumentos musicais com material reaproveitado, no estudo de acústica e ondulatória envolvidas na produção sonora dos instrumentos e seus aspectos musicais e de técnica e na promoção de oficinas lúdicas e educativas para a comunidade externa.

A ideia inicial ocorreu no ano de 2017, quando os professores de Artes e Física, inspirados pelo lançamento de foguetes de garrafa PET, relacionaram o uso de material reciclado com um instrumento musical feito de garrafas PET afinadas com pressão de ar, chamado sinopet. A partir daí, planejou-se trazer para o EMI atividades de ensino práticas interdisciplinares entre as componentes curriculares de Física e Artes. Com a chegada ao campus de um segundo professor de Física e a sua participação nas atividades práticas, foi elaborado o projeto de extensão “IFC para além dos muros: oficinas multidisciplinares”, a partir do pensamento de que a atividade, além de desenvolver a aprendizagem, promove a integração dos estudantes com a comunidade externa.

Desse modo, essas práticas de caráter extensionista visam à disseminação do conhecimento e inclusão social, seja dos estudantes da educação infantil ou de pessoas com deficiência, abordando a sustentabilidade e gerando aprendizagem de uma forma integral e globalizada, como defende Martins:

Pela extensão, a comunidade acadêmica tem a possibilidade de, na sociedade, elaborar e vivenciar a práxis do conhecimento adquirido, promovendo uma postura que vai além da formação profissional do estudante, propiciando-lhe uma visão mais globalizada de conhecimento, a partir da conscientização das realidades vivenciadas por diferentes comunidades e da compreensão do seu papel enquanto sujeito social (MARTINS, 2008, p. 205).

No ano de 2020, o Projeto de Extensão foi renomeado para “Física e Artes em Integração” e contemplado com uma bolsa para estudante do EMI em Informática. Inicialmente, pretendia-se trabalhar os conhecimentos de Física integrados aos da disciplina de Artes, com os estudantes dos 2º anos do EMI, por meio da construção de instrumentos musicais com material reciclado. Ação esta que, aliada ao ensino de acústica, técnica e repertório musical, teria como finalidade a realização de oficinas musicais, unindo elementos de divulgação científica para a comunidade externa.

Entretanto, diversos desafios à execução do projeto foram acarretados com a pandemia do vírus Sars-CoV-2 e a suspensão das aulas presenciais em todo o país. Nesse contexto, surgiu a ideia de elaboração do presente e-book, como forma de transmitir o conhecimento produzido no projeto aos alunos e à comunidade externa.

De maneira complementar a este livro, o nosso projeto também produziu um canal no Youtube com vídeos do passo a passo para a construção dos instrumentos e com a abordagem científica de acústica e ondulatória. Você pode acessar o canal a partir deste link:

https://www.youtube.com/channel/UC_n6f4qxJOt49l4zCDmWs3O

1.2 SUSTENTABILIDADE, REDUÇÃO DO CONSUMO E REUTILIZAÇÃO DE MATERIAL

Um dos princípios que norteiam as ações do projeto extensionista é a sustentabilidade, focada na educação ambiental aliada à proposta de redução dos resíduos sólidos. Dessa forma, pretende-se levar os alunos a refletir sobre a atual situação de preservação da natureza e as ações que os mesmos podem fazer diante disso, com ênfase no reaproveitamento dos materiais que são considerados lixo.

Portanto, pensou-se a construção dos instrumentos musicais a partir de materiais reaproveitados com o propósito de, além de ensinar a prática musical, apresentar uma maneira inovadora, dentre tantas outras existentes, de se reutilizar os materiais que seriam descartados, contribuindo, assim, com a preservação do meio ambiente.

1.3 O QUE SERÁ CONTEMPLADO NO MANUAL

O manual contempla as instruções de construção, passo a passo, ilustradas para os seguintes instrumentos: chocalho de grão, viola de lata, flauta de pão, flauta transversal (pífano), flauta doce, sinopet, pau-de-chuva e chocalho de platinela. Além disso, conta com a explicação científica dos conceitos físicos de ondas, som, frequência, notas musicais, harmônicos, infrassom e ultrassom, período, intensidade, envelope sonoro, amplitude, timbre, onda estacionária, tubos abertos e tubos fechados e ressonância.

DICA: Existem diversas pessoas que constroem instrumentos musicais com material reciclado e que nos serviram de referência, dando destaque aos canais no YouTube: **"Instrumentos Alternativos, O SEU CANAL!!!"**, **"Orquestra de sucata"**, **"O manual do mundo"**. Além das páginas na internet: **Cantinho educar, Oficina Pedagógica - construção de instrumentos de percussão** e **WikiHow**.

2. PASSO A PASSO PARA A CONFECÇÃO DOS INSTRUMENTOS

2.1 CHOCALHO DE GRÃO

Este instrumento de percussão consiste em um recipiente fechado, preenchido com grãos que, ao ser chacoalhado, produz um ruído. Pode ser utilizado em diferentes tipos de música e gêneros musicais.

MATERIAIS RECICLADOS

- 1 recipiente plástico ou metálico de formato cilíndrico ou oval (lata de alumínio, garrafinha ou copo de iogurte, garrafinha de leite fermentado etc.);
- 1 pedaço fino de plástico ou papelão;

Grãos de qualquer tipo (arroz, feijão, milho, miçangas, sementes, pedras pequenas etc.);

NÃO RECICLADOS

- 1 tubo de cola instantânea ou fita adesiva.

FERRAMENTAS

- 1 tesoura ou estilete.

MODO DE FAZER

1. Coloque um pouco dos grãos escolhidos dentro do recipiente. Tampe a abertura com a mão e chacoalhe para testar os tipos e a quantidade de grãos. Vá inserindo e retirando grãos até atingir o som desejado. Grãos maiores produzem um som mais grave e grãos menores, um som mais agudo.

Figura 1 – Chocalho simples construído.



2. Em seguida, você pode escolher entre duas opções de chocalhos:

- **Chocalho simples:** neste caso, você só precisa tampar a abertura do recipiente e seu chocalho estará pronto. Para isso, você deve colar o pedaço de plástico (ou papelão) na abertura do recipiente, de modo a fechá-lo completamente.

Figura 2 – Chocalho composto construído.



- **Chocalho composto:** aqui você construirá um chocalho com mais de um recipiente. Você apenas precisará colar as aberturas de dois recipientes iguais uma contra a outra utilizando a cola instantânea. É interessante que você coloque um pedaço de papelão ou plástico entre as aberturas dos dois recipientes, de modo que os grãos não passem de um para outro.

Seu chocalho está pronto! Decore-o como achar melhor!

Figura 3 - Chocalho composto construído.



SUGESTÃO: Você pode colar com fita adesiva **vários chocalhos** lado a lado, resultando assim em um **som diferente** e de **maior intensidade**.

2.2 VIOLA DE LATA

É um instrumento de corda, que pode ser pinçada (com os dedos/unhas ou palheta) ou também friccionada com um arco (como um violino). Tem um som doce e metalizado, quando a corda é pinçada, ou estridente, quando friccionada.

MATERIAIS RECICLADOS

- 1 cabo de vassoura de madeira;
- 1 lata de leite em pó ou similares.

NÃO RECICLADOS

- 1 tarraxa de violão com parafusos de fixação ou cravelha de madeira;
- 1 parafuso;
- 1 fita adesiva larga;
- 1 corda de violão de aço – 1a corda - Mi;
- 2 metros de barbante plástico ou abraçadeiras de plástico.

FERRAMENTAS

- 1 serrinha manual;
- 1 lápis;
- 1 furadeira;
- 1 broca de madeira 8mm ou 10mm;
- 1 alicate.

MODO DE FAZER

Figura 4 - Primeiro corte na madeira.



Figura 5 – Furo com broca 10 mm.



Figura 6 – Inserção da tarraxa.



Figura 7 – Encaixe do cabo de madeira no furo da lata.



- 1.** Corte o cabo de vassoura com um tamanho de 47 cm. Em uma das pontas, faça um recorte como o da figura, cortando na metade da espessura da madeira e com 4 cm de comprimento. Guarde a peça de madeira sobressalente, ela servirá de cavalete para a corda.
- 2.** Faça um furo com a broca bem no meio desse recorte da madeira, como ilustra a figura 5.
- 3.** Neste furo, insira o eixo da tarraxa a partir da parte arredondada da madeira e parafuse-a.
- 4.** Faça um furo na lateral inferior da lata com o diâmetro do cabo de vassoura. Insira a extremidade sem tarraxa do cabo de madeira nesse furo da lata até que ele encoste na parede interna oposta. Feito isso, fixe o cabo na lata com um parafuso.
- 5.** Para evitar que farpas possam atingir os dedos enquanto se toca o instrumento, faça um revestimento no cabo de madeira com a fita adesiva, ou, então, lixe e pinte com verniz.

Figura 8 – Fixação da corda de violão na lata.



6. Faça um furo na borda inferior da lata, no lado oposto à entrada do cabo de madeira, para passar a corda pelo mesmo e, assim, fixá-la no instrumento, conforme figura 8.
7. Coloque a outra extremidade da corda no furo da tarraxa e aperte para esticá-la. O faça com cuidado para não esticar muito, pois pode arrebentar a corda.

Figura 9 – Imagem do rastilho colocado.



8. Encaixe a peça de madeira que sobrou do recorte do braço, e que você havia guardado, entre a corda e a lata para funcionar como cavalete, como mostra a figura 9.

Figura 10 – Presilhas de plástico afixadas no braço da viola.



9. Agora é só afinar e, se quiser, coloque presilhas de plástico nos locais apropriados para fazer os trastes ou marque com marcador permanente os locais das notas. Veja na figura 10 como fica.
10. Para afinar os trastes, utilize um afinador ou faça os cálculos necessários em milímetros.

Sua viola está pronta! Decore-a como achar melhor!

Figura 11 – Viola pronta.



2.3 FLAUTA DE PÃ

É um instrumento de sopro com vários tubos fechados, sendo que cada tubo, ao ser soprado, produz uma nota musical. É um instrumento versátil que pode ser utilizado para tocar melodias em diferentes gêneros musicais.

MATERIAIS RECICLADOS

- 2,3 m de tubo de PVC 20 mm;
- 11 rolhas de cortiça;
- 2 m de linha encerada;
- 2 pedaços finos de madeira.

FERRAMENTAS

- 1 cortador de tubos ou serrinha manual;
- 1 lixa ou lima;
- 1 trena;
- 1 estilete ou faca lisa;

MODO DE FAZER

1. Utilizando o cortador de tubos ou a serrinha manual, corte o tubo de PVC em segmentos com as medidas a seguir:
 - Dó - 341 mm;
 - Ré - 304 mm;
 - Mi - 270 mm;
 - Fá - 257 mm;
 - Sol - 228 mm;
 - Lá - 203 mm;
 - Si - 179 mm;
 - Dó - 171 mm;
 - Ré - 151 mm;
 - Mi - 138 mm;
 - Fá - 130 mm;
2. Lixe as rebarbas resultantes do corte no cano de PVC, deixando as pontas dos tubos completamente retas e lisas.
3. Em uma das pontas de cada um dos 11 tubos, retire a rebarba interna, com a lixa ou lima, para facilitar a entrada da rolha.
4. Corte as rolhas mais ou menos no meio, deixando cada lado com 2 cm.
5. Pressione a rolha contra a ponta do tubo na qual foi feita a remoção da rebarba interna, de modo que a espessura do tubo fique marcada na rolha. Utilizando a marcação, corte as laterais para que a rolha consiga entrar no tubo. Tome cuidado para não cortar demais e comprometer a vedação do ar.
6. Meça com uma trena as medidas internas do tubo, colocando sua extremidade dentro dele até encostar na rolha. As medidas internas devem ser as seguintes: Dó – 321 mm; Ré – 284 mm; Mi – 250 mm; Fá – 237 mm; Sol – 208 mm; Lá – 183 mm; Si – 159 mm; Dó – 151 mm; Ré – 131 mm; Mi – 118 mm; Fá – 110 mm.

Figura 12 – Fotografia dos cortes para amarração.



Figura 13 – Esquema de amarração.



Figura 14 – Esquema de amarração.



Figura 15 – Tubos amarrados em uma das partes da madeira.



7. Corte cada um dos dois pedaços de madeira com 235 mm de comprimento por 20 mm de largura e 5 mm de espessura e lixe-os, posteriormente, para deixá-los planos. Faça um pequeno corte com a serrinha nas duas laterais de cada uma das extremidades, pois servirão para acomodar a linha que fará a amarração, conforme ilustra a figura 12.
8. Na extremidade de uma das madeiras, dê duas voltas com a linha encerada e faça um nó na lateral, como ilustra a figura 13.
9. Alinhe as duas madeiras paralelamente com o primeiro cano (Dó) entre elas. Feito isso, amarre com o mesmo fio da primeira na segunda madeira e prenda também o primeiro tubo entre elas firmemente, conforme a figura 14.
10. Continue amarrando os tubos em ordem entre as duas madeiras, um de cada vez, tomando cuidado para mantê-los bem presos. Faça um padrão de amarração uniforme para que o aspecto da flauta fique bonito. A sua flauta Pã está finalizada!

Sua flauta está pronta! Decore-a como achar melhor!

Figura 16 - Flauta de Pã finalizada.



2.4 FLAUTA TRANSVERSAL (PÍFANO)

Este é um instrumento de sopro de tubo aberto, composto por um tubo com um furo para o sopro e seis furos que podem ser tampados com os dedos para produzir as notas.

MATERIAIS RECICLADOS

- 33 cm de tubo de PVC 20 mm;
- 1 rolha de cortiça.

FERRAMENTAS

- 1 cortador de tubos ou serrinha manual;
- 1 ferro de solda (opcional);
- 1 lixa;
- 1 trena;
- 1 furadeira;
- brocas de 6, 7,5, 9, 9,5 e 10 mm;
- 1 marcador para PVC (canetinha, lápis).

MODO DE FAZER

1. Corte o tubo de PVC com 33 cm de comprimento e apare as rebarbas do corte com lixa, de modo que as extremidades fiquem completamente lisas.

Figura 17 – Tubo de PVC cortado e lixado.



2. Desgaste a parte interna de uma das extremidades do cano com lixa, para facilitar a entrada da rolha, como na figura 17.

3. Corte a rolha com um estilete no tamanho de 17,5 mm.

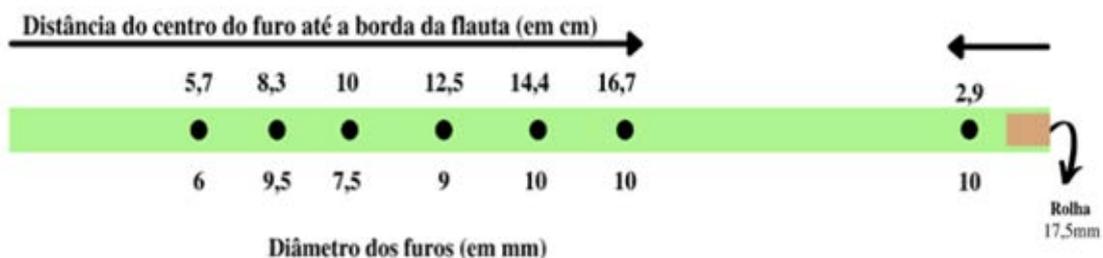
Figura 18 – Engate da rolha no tubo.



4. Pressione a extremidade do tubo que foi desgastada contra a rolha de modo a marcá-la e corte com um estilete na marcação, ou desgaste com a lixa, até que a rolha possa entrar no tubo sem deixar o ar escapar.

5. Meça com a trena os locais dos furos e marque-os com o marcador para PVC.

Figura 19 - Distância e diâmetro dos furos.



6. Faça os furos conforme as marcações realizadas e os respectivos diâmetros. Para facilitar o início da furação, você pode utilizar o ferro de solda e, posteriormente, utilizar a broca no diâmetro do furo, ou, então, uma broca menor e alargar o mesmo com uma tesoura ou faca lisa.

7. Retire as rebarbas dos furos com a lixa, de modo que todos fiquem lisos.

A flauta transversal está pronta! Decore-a como desejar!

Figura 20 – Instrumento finalizado e decorado.



Para fazer essa flauta na tessitura de tenor siga as medidas a seguir:

- utilizar um tubo de 25 mm;
- comprimento total do tubo: 636 mm;
- comprimento da rolha e tamanho do encaixe: 30 mm;
- distância da extremidade do tubo no lado da rolha até o centro do furo do sopro: 38 mm (diâmetro do furo 11 mm);
- distância da extremidade de saída do ar até cada furo de digitação:
- 1º furo: 106 mm – diâmetro 8 mm
- 2º furo: 156 mm – diâmetro 11 mm
- 3º furo: 194 mm – diâmetro 9 mm
- 4º furo: 241 mm – diâmetro 10 mm
- 5º furo: 288 mm – diâmetro 11 mm
- 6º furo: 331 mm – diâmetro 10 mm

2.5 FLAUTA DOCE

É um instrumento de sopro de tubo aberto, com um bocal onde se sopra e seis furos que podem ser tampados para produzir diferentes notas musicais. Diferente da flauta transversal, o sopro da flauta doce é bastante fácil de se produzir.

MATERIAIS RECICLADOS

- 50 cm de Tubo de PVC 20 mm;
- 1 rolha de cortiça;
- 1 luva de PVC.

FERRAMENTAS

- 1 cortador de tubos ou serrinha manual;
- 1 lixa;
- 1 lixa de unha;
- 1 estilete ou faca lisa;
- 1 alicate de ponta fina;
- 1 trena;
- 1 furadeira;
- brocas de 7 e 8 mm;
- 1 ferro de solda (opcional).

MODO DE FAZER

1. Corte o tubo de PVC no tamanho de 317 mm de comprimento.

Figura 21 – Corte no tubo de PVC com a serrinha manual.



Figura 22 – Corte no tubo de PVC lixado.



Figura 23 – Encaixe da rolha no tubo.



Figura 24 – Rolha desbastada.



2. Lixe as extremidades para ficarem completamente lisas.
3. Em uma das extremidades, faça um recorte de 16mm de comprimento por 11mm de largura com a serrinha manual, como ilustra a figura 21.
4. Com a lixa de unha, lixe as bordas do recorte realizado.
5. Lixe a parte de 11mm do recorte para ficar como se fosse uma lâmina, como demonstra a figura 22.
6. Corte a rolha para que ela fique com o tamanho de 13mm.
7. Pressione a extremidade do tubo que foi cortada contra a rolha, de modo a marcá-la e corte com um estilete na marcação, até que a rolha possa entrar no tubo.
8. Teste o encaixe da rolha na extremidade do tubo que possui o recorte e marque com um marcador o seu contorno na rolha.
9. Retire a rolha de dentro do tubo e, no local onde foi realizada a marcação na rolha, corte com o estilete no sentido do comprimento deixando-a totalmente reta, como na figura 24.
10. Encaixe a rolha de modo que o buraco entre ela e a lâmina do tubo tenha 3mm, portanto, a rolha entrará 13mm no mesmo.

Figura 25 – Corte realizado na luva.



11. Agora, você precisará de uma luva de PVC que encaixe ao redor do tubo. Você pode comprar uma luva pronta ou então fazer uma conforme descrito a seguir. Corte na parte fina da luva para fazer o bocal, deixando mais ou menos 5mm nesta parte, como demonstra a figura 25:

12. Encaixe a luva na extremidade do tubo, alinhando a ponta da luva com a rolha e teste o som.

13. Faça a marcação dos furos para as notas com as medidas a seguir. A primeira medida é feita a partir da extremidade oposta ao bocal da flauta e a segunda, o diâmetro de cada uma:

1º furo – 53 mm, diâmetro de 7 mm

2º furo – 83 mm, diâmetro de 8 mm

3º furo – 98 mm, diâmetro de 7 mm

4º furo – 125 mm, diâmetro de 8 mm

5º furo – 148 mm, diâmetro de 8 mm

6º furo – 168 mm, diâmetro de 8 mm

Sua flauta está pronta! Decore-a como achar melhor!

Figura 26 – Flauta finalizada.



2.6 SINOPEL

É um instrumento de percussão com alturas definidas, ou seja, pode produzir notas musicais. É construído com garrafas PET afinadas com pressão de ar.

MATERIAIS RECICLADOS

- garrafa PET de 2 litros;
- válvula de pneu sem câmara (ou válvula de pneu comum, recortada da câmara);
- 1 m de cano de PVC 50 mm;
- 2 baquetas de xilofone.

FERRAMENTAS

- 1 furadeira;
- 1 broca de 11 mm;
- 1 serra copo;
- 1 isqueiro (ou outra fonte de chama);
- 1 bomba de ar;
- 1 serra manual.

SUGESTÃO: O tamanho da **broca** pode variar de acordo com o **modelo da válvula**.

MODO DE FAZER

Figura 27 – Encaixe da válvula na tampa perfurada.



Figura 28 – Detalhe do suporte da Sinopet



Figura 29 – Conexão da garrafa PET com a válvula na estrutura de base.



1. Faça um furo com a broca nº 11 bem no centro da tampa da garrafa.
2. Esquente a tampa com o isqueiro por alguns segundos e encaixe a válvula automotiva, como na figura 27.
3. Resfrie a tampa com a válvula encaixada em um copo com água.
4. Coloque a tampa de volta na garrafa e enrosque bem.
5. Encha a garrafa de ar utilizando a bomba, até que pegue a pressão desejada. Vá colocando ar e testando o som, tocando com a baqueta. Quanto maior a pressão de ar, mais aguda será a nota.
6. Para fazer o suporte, utilize a serra copo para fazer furos no tubo de PVC, distantes um do outro o suficiente para que as garrafas se encaixem uma ao lado da outra sem se tocarem, como mostra a figura 28.
7. Fure com a broca 11 o lado do tubo oposto ao buraco feito com a serra copo.
8. Aqueça os dois buracos com o isqueiro e encaixe a boca da garrafa, de modo que apenas a válvula passe pelo furo de broca 11, conforme a figura 29.
9. Repita o processo com todos os furos do tubo.

Seu sinopet está pronto! Decore-o como achar melhor!

Figura 30 – Sinopet finalizado.



o

2.7 PAU-DE-CHUVA

É um instrumento de percussão que consiste num tubo fechado com impedimentos internos. Nesse tubo são inseridos grãos que, ao se moverem quando o tubo é virado, produzem um ruído contínuo e duradouro.

MATERIAIS RECICLADOS

- 1 metro de tubo de PVC de espessura média (50- 80 mm);
- 2 círculos de papelão;
- grãos sólidos de qualquer tipo (arroz, feijão, milho, miçangas, sementes, pedras pequenas etc.).

NÃO RECICLADOS

- 1 tubo de cola branca;
- 100 unidades de palitos de churrasco.

FERRAMENTAS

- 1 marcador permanente;
- 1 ferro de solda ou furadeira;
- 1 broca fina para madeira;
- 1 lixa.

MODO DE FAZER

Figura 31 – Marcação para as furações.



Figura 32 – Palitos inseridos ao longo da espiral no interior do tubo.



1. Faça uma marcação em espiral a cada 1 cm, com marcador permanente, ao longo de todo o tubo de PVC.
2. Fure cada marcação com o ferro de solda ou furadeira e fure também do lado exatamente oposto do tubo, de modo que o palito de churrasco possa entrar no buraco da marcação e sair no lado oposto.
3. Insira um palito de churrasco em cada furo até completar toda a extensão do tubo, conforme figura 32.
4. Apare as sobras do palito e lixe para deixar o acabamento mais liso.
5. Utilize a cola branca para fixar os palitos nos furos.
6. Marque a circunferência do tubo nos pedaços de papelão e recorte-os.
7. Utilize um deles para cobrir uma das extremidades do tubo e cole com a cola branca ou fita adesiva.
8. Coloque grãos dentro do tubo pela parte aberta e teste a sonoridade. Talvez você precise colocar mais grãos ou retirar alguns para que o instrumento soe bem.
9. Feche a extremidade aberta com o disco de papelão restante.

O instrumento está pronto! Decore-o como achar melhor!

Figura 33 – Instrumento construído e decorado.



Fonte: produção dos autores (2022).

2.8 CHOCALHO DE PLATINELA

É um instrumento de percussão construído com tampinhas metálicas de garrafa, que são pregadas em um suporte de madeira. Ao ser chacoalhado, o instrumento produz um ruído metálico.

MATERIAIS RECICLADOS

- 1 sarrafo de madeira (34 cm x 3 cm x 4 cm);
- 32 unidades de tampinhas de garrafa.

NÃO RECICLADOS

- 8 unidades de pregos médios.

FERRAMENTAS

- 1 martelo;
- 1 alicate;
- 1 furadeira;
- 1 broca 2 mm;
- 1 cola instantânea;
- 1 marcador permanente.

MODO DE FAZER

Figura 34 – Tampinha metálica aberta após ser martelada.



Figura 35 – Sarrafo com as marcações a lápis.



1. Primeiramente, prepare as tampinhas para a utilização. Você deve segurar uma borda da tampinha com o alicate e bater com o martelo na outra borda, de dentro para fora da tampa, até que ela esteja plana e com as bordas esticadas.
2. Se for possível, retire a borracha de vedação interna da tampa.
3. Utilizando uma base, faça um furo bem no centro da tampinha com um prego e o martelo.
4. Marque com o marcador permanente em cada face de 4 cm do sarrafo o local do primeiro furo a uma distância de 7cm de uma das extremidades.
5. Faça a marcação de mais 3 furos seguidos do primeiro com a distância de 5cm entre os consecutivos, em cada face do sarrafo. Conforme a figura 35.
6. Fure com a broca de 2 mm cada uma das marcações.
7. Em cada prego, coloque 4 tampinhas, utilizando o furo no centro delas.
8. Em cada furo realizado pela broca, pregue um prego com as respectivas tampinhas. No total, serão 4 pregos em cada face da madeira e 4 tampinhas em cada um deles.
9. Utilize a cola instantânea para ajudar na fixação dos pregos.

Seu instrumento está pronto! Decore-o como achar melhor!

Figura 36 – Chocalho de platinela finalizado.



3. CONCEITOS FÍSICOS

3.1 ONDAS

As ondas são oscilações emitidas por uma fonte, que se propagam através do espaço e no decorrer do tempo carregando apenas energia, sem transporte de matéria. Um exemplo de onda ocorre quando uma pedra é lançada na água de um rio ou lago, o impacto da pedra atua como fonte das ondas circulares que são propagadas através da superfície da água.

3.2 SOM

O som consiste em ondas mecânicas oriundas de mudanças de pressão e densidade no meio de propagação. As ondas mecânicas são criadas devido a vibrações de objetos materiais. As ondas sonoras se propagam na mesma direção que a oscilação ocorrida através de regiões de compressão e rarefação do meio material carregando apenas energia. O som é detectado pelo ser humano por meio do aparelho auditivo, o qual realiza a interceptação e conversão em estímulos elétricos, que são interpretados ao chegar ao cérebro. As principais características do som são a intensidade, relacionada com a amplitude da onda, o timbre que depende da forma da onda, e a altura, que diz respeito à frequência.

3.3 FREQUÊNCIA

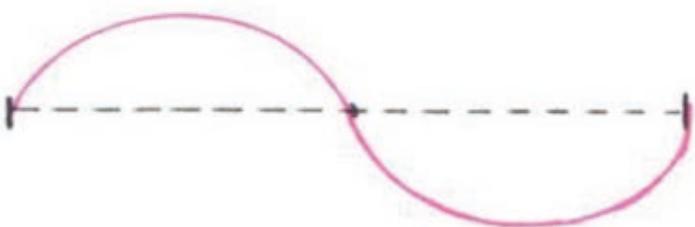
A frequência de uma onda é definida pelo número de oscilações completas ocorridas durante um determinado intervalo de tempo. No Sistema Internacional de Unidades (SI), a frequência é definida como ciclos por segundo e a unidade de medida utilizada é Hertz (Hz). Cada nota musical representa uma onda sonora com frequência de vibração definida. Dessa maneira, a frequência é a característica fundamental responsável por distinguir as diferentes notas musicais. Por exemplo, uma onda sonora que vibra com frequência de 264 Hz é a nota dó. Os harmônicos das cordas vibrantes e dos tubos sonoros correspondem às frequências em que ocorrem as ondas. A menor frequência em que ocorre o harmônico é chamada de frequência fundamental ou também de primeiro harmônico. Partindo da frequência fundamental é possível obter os próximos harmônicos, os quais possuem a frequência correspondente múltipla da primeira. Dessa maneira, o agrupamento de todos os harmônicos possíveis é chamado de série harmônica.

Figura 37 – Ilustração dos dois primeiros harmônicos.

Frequência Fundamental



Segundo harmônico



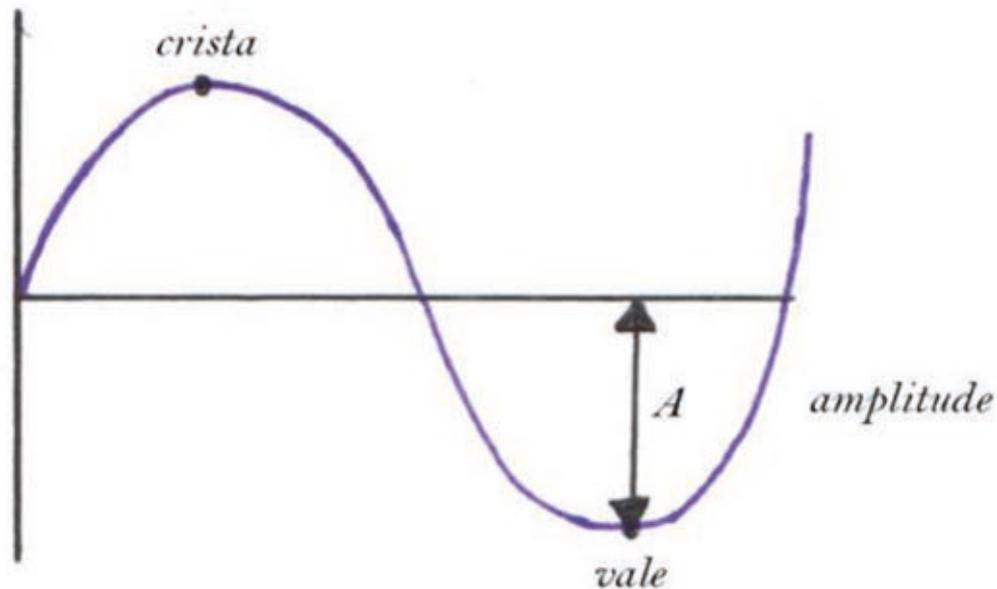
A capacidade de percepção do corpo humano para sons compreende uma faixa de frequências entre 20 Hz até 20.000 Hz. As frequências sonoras abaixo de 20 Hz são consideradas infrassônicas e podem ser produzidas por fenômenos naturais, como vento e erupções vulcânicas, por animais para a comunicação, como as baleias, entre outros. Já as que se encontram acima de 20.000 Hz chamam-se ultrassônicas, as quais são utilizadas na medicina, como nos exames de ultrassonografia, na geologia, em análise do solo e de rochas, dentre muitas outras áreas.

CURIOSIDADE: Quem foi o Heinrich Hertz? Heinrich Rudolf Hertz foi um físico alemão, que se destacou pelos seus estudos que demonstraram a existência das ondas e radiações eletromagnéticas e seus fenômenos de refração, polarização e reflexão. Como homenagem ao físico, devido às grandes contribuições de seu trabalho ao desenvolvimento científico e tecnológico, a unidade de medida da frequência no Sistema Internacional de Unidades (SI) é denominada Hertz (abreviada como Hz), que indica o número de oscilações por segundo.

3.4 PERÍODO E AMPLITUDE

O período é o tempo necessário para ocorrer uma oscilação completa no movimento oscilatório. No Sistema Internacional de Medidas esse tempo é medido em segundos. A amplitude corresponde à medida da distância entre o ponto de repouso da onda até a crista, ou o vale.

Figura 38 – Desenho de elementos das ondas.



3.5 INTENSIDADE

A intensidade é a qualidade de um som que define a nossa percepção de som forte e som fraco, comumente conhecida como o volume dos sons. Ela está relacionada com a amplitude da onda sonora, ou seja, a intensidade alta caracteriza um som forte, o qual possui uma amplitude de onda maior. O mesmo ocorre com a intensidade baixa, o som fraco e a relação com a amplitude menor. O envelope sonoro é a variação da amplitude das ondas sonoras produzidas pelos instrumentos musicais, sendo fator decisivo na concepção do timbre. Ao emitir uma nota musical, o envelope é definido pela variação de amplitude ocorrida do início ao fim da mesma. Por exemplo, ele define a característica do som em um instrumento como a guitarra, em que o som surge rapidamente com intensidade elevada, sofre um pequeno decaimento, mantém a vibração por um tempo e a nota termina diminuindo lentamente até sumir.

3.6 TIMBRE

O timbre é a qualidade fisiológica específica de cada som emitido por determinada fonte sonora. É o que nos permite diferenciar os sons, quando possuem a mesma altura e intensidade, mas são emitidos por diferentes fontes. Entende-se por qualidade fisiológica como a resposta em nível biológico frente aos fenômenos relativos às ondas e oscilações. A captação das ondas sonoras, entendidas como sons audíveis para o sistema auditivo humano, requer que, além de situar-se na faixa de 20 a 20.000 Hz, chamada espectro

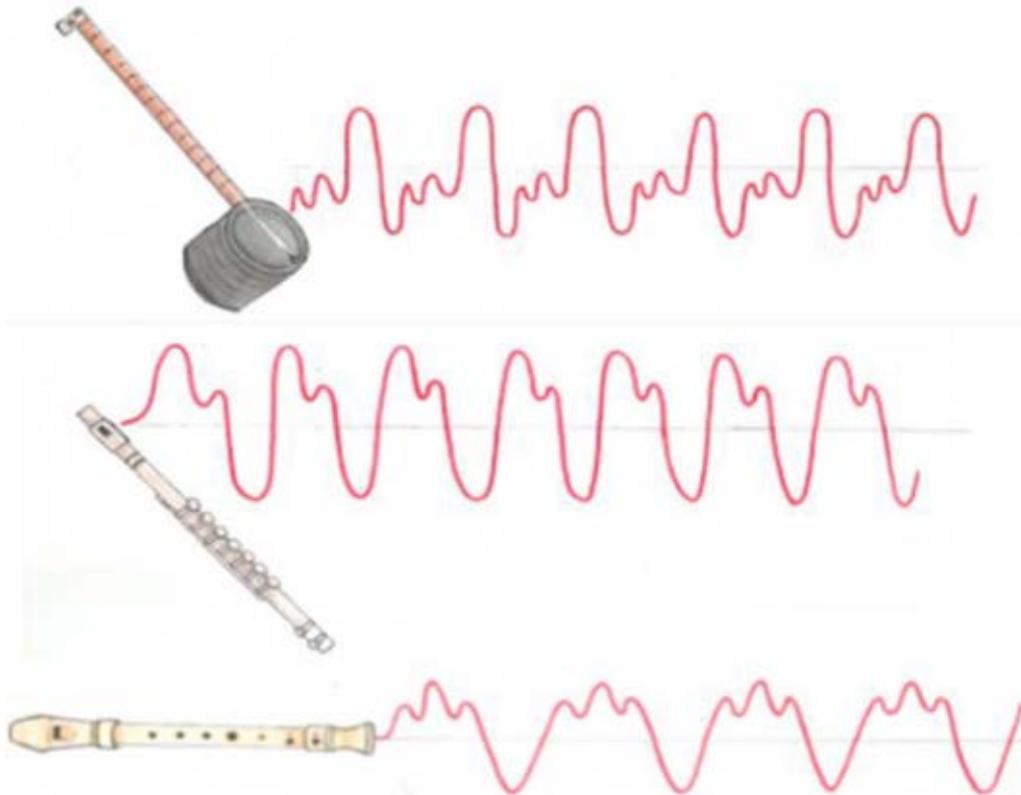
audível, seja possível reconhecer eventuais diferenças. À medida que os sons guardam propriedades físicas semelhantes, que são a frequência e amplitude, as quais ligam-se às qualidades fisiológicas, altura e intensidade, é fundamental existir algo que estabeleça a diferença. Esta diferença é justamente a fonte sonora. Por meio do timbre, então, obtemos a "identidade" de cada uma das fontes sonoras possíveis. Por exemplo, cada pessoa tem uma voz característica, típica de seu timbre. Instrumentos sonoros, por mais que aparentem semelhança, em geral, possuem timbres característicos dos materiais e técnicas empregados na fabricação e utilização. Neste sentido, é interessante exemplificar o timbre da guitarra tocada por Jimi Hendrix, nos anos 70, que por mais que se tentasse obter com modelos de guitarras iguais, bem como uso de mesma técnica para tocar, não se conseguia obter. Uma análise mais acurada revelou que o timbre característico tinha influência do fato de que o próprio músico reenrolou o fio das bobinas dos captadores de sua guitarra, para alterar o número de espiras, contribuindo para um som altamente original (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 1996, p. 213).

Figura 39 – Desenho à mão livre, colorido, do guitarrista Jimi Hendrix.



O timbre está relacionado com a forma da onda sonora, como nos mostram as imagens na figura 40.

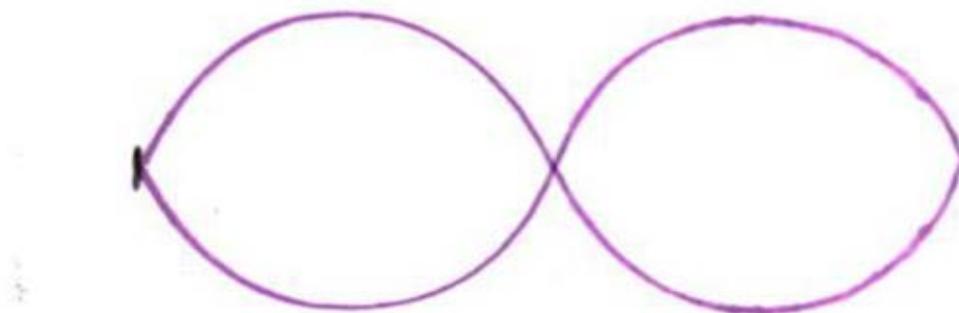
Figura 40 – Ilustração do timbre característico de alguns instrumentos musicais.



3.7 ONDA ESTACIONÁRIA

As ondas estacionárias são resultantes da superposição de duas ondas com características idênticas (frequência, amplitude, comprimento de onda e direção) e que se propagam em sentidos opostos. Tal comportamento gera uma forma de nós, pontos de amplitude nula, e anti-nós, lugares de amplitude máxima fixa onde as cristas e vales se alternam.

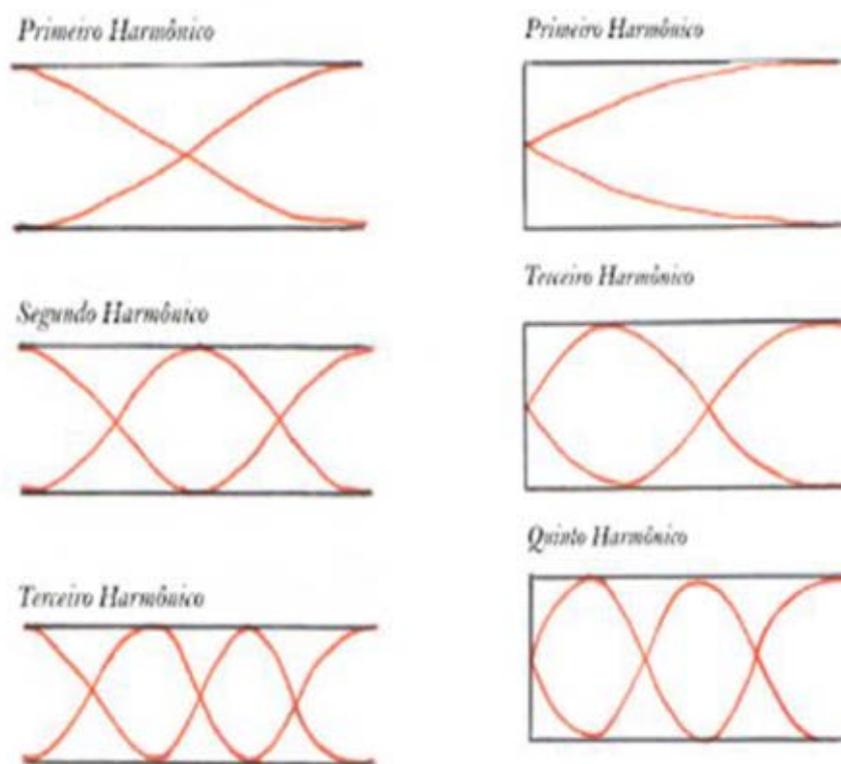
Figura 41 – Padrão referente ao segundo harmônico proveniente das ondas estacionárias. Ao centro, identifica-se um nó e, simetricamente, dois anti-nós, também chamados de ventres.



3.8 TUBOS ABERTOS E TUBOS FECHADOS

Os tubos sonoros se classificam como tubos abertos (onde as duas extremidades são abertas) e fechados (que possuem uma extremidade aberta e outra fechada). Neles as vibrações das colunas de ar no interior dos tubos se comportam como ondas estacionárias. As ondas sonoras dos tubos abertos são resultantes da interferência das ondas que saem da embocadura, com as que são refletidas opostamente a ela. Já nos tubos fechados, as ondas são o resultado da interferência das ondas que saem da embocadura com as que são refletidas opostamente a elas e da reflexão que ocorre na extremidade fechada do tubo. Exemplos de instrumentos que utilizam tubos sonoros são a flauta doce, flauta transversal, clarinete, corneta, entre outros.

Figura 42 – Harmônicos sucessivos dos tubos abertos (à esquerda) e fechados (à direita).



3.9 RESSONÂNCIA

Todos os objetos vibrantes possuem uma ou mais frequências naturais de vibração, ou seja, que lhes são características. Quando a frequência das ondas incidentes sobre o sistema coincide com uma de suas frequências naturais, ocorre a superposição de ondas, resultando em um aumento drástico da amplitude das oscilações. Esse fenômeno é nomeado ressonância. Uma demonstração da ocorrência desse fenômeno pode ser feita

com um par de diapasões idênticos, colocados a uma distância equivalente. Quando um dos diapasões é posto a vibrar, para sua frequência atingir a frequência de vibração natural do segundo, as ondas emitidas entram em ressonância com o diapasão que estava parado, pondo-o a vibrar em uma chamada vibração ressonante.

Figura 43 – Diapasões em ressonância.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de instrumentos musicais com material reciclado é uma potente ferramenta para a integração entre disciplinas escolares. Nesta obra, apresentamos possibilidades para as disciplinas de Artes e Física, integrando os conhecimentos de música, tanto da teoria musical quanto da prática, com os conhecimentos de ondulatória estudados na Física. Ao construir os instrumentos musicais e praticá-los, alunos, pesquisadores e demais interessados podem criar conexões entre essas duas áreas, produzindo assim um conhecimento mais amplo que alie teoria e prática.

Esta obra é resultado de um trabalho protagonizado por estudantes do Ensino Médio Integrado do Instituto Federal Catarinense, Campus Brusque, que contaram com a orientação dos seus professores. Desde o texto até as ilustrações, os estudantes desenvolveram o material e, com isso, participaram de um processo de aprendizagem que alia teoria e prática, de modo que, ao mesmo tempo em que estudaram e aprenderam, os estudantes produziram um trabalho socialmente relevante. Esperamos que esta obra auxilie tanto professores de escolas quanto entusiastas, oficinairos e tantos outros interessados no assunto.

REFERÊNCIAS

COMO fazer flauta de PVC ft. Vinheteiro e Zé Graça. [S.l.: s.n.], s/d, 1 vídeo (15 min). Publicado pelo canal Manual do Mundo. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=vYKZ_tah9xE&ab_channel=ManualdoMundo. Acesso em: 02 mar. 2021.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de física*. V.3. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

HEWITT, P. G. *Física Conceitual*. Porto Alegre: Bookman, 2011.

MARTINS, E. F. Extensão como componente curricular: oportunidade de formação integral e de solidariedade. *Ciências & Cognição*, v. 13, n. 2, p. 201-209, 2008.

MUSICALIZANDO pais e filhos. [S.l.]: Violaotambor Produções, [201-?]. Canal do YouTube. Disponível em: <https://www.youtube.com/user/violaotambor>. Acesso em: 02 mar. 2021.

1 INSTRUMENTO por minuto Sinopet. [S.l.: s.n.], 2017, 1 vídeo (1 min 45 seg). Publicado pelo canal Oficina do Dedéco. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=uhzs3SZ1upl&t=28s&ab_channel=OFICINADODED%C3%89CO. Acesso em: 02 mar. 2021.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Chocalho simples construído.	10
Figura 2 – Chocalho composto construído.	11
Figura 3 - Chocalho composto construído.	11
Figura 4 - Primeiro corte na madeira.	13
Figura 5 – Furo com broca 10 mm.	13
Figura 6 – Inserção da tarraxa.	13
Figura 7 – Encaixe do cabo de madeira no furo da lata.	13
Figura 8 – Fixação da corda de violão na lata.	14
Figura 9 – Imagem do rastilho colocado.	14
Figura 10 – Presilhas de plásticos afixadas no braço da viola.	14
Figura 11 – Viola pronta.	15
Figura 12 – Fotografia dos cortes para amarração.	18
Figura 13 – Esquema de amarração.	18
Figura 14 – Esquema de amarração.	18
Figura 15 – Tubos amarrados em uma das partes da madeira.	18
Figura 16 - Flauta de Pã finalizada.	19
Figura 17 – Tubo de PVC cortado e lixado.	21
Figura 18 – Engate da rolha no tubo.	21
Figura 19 - Distância e diâmetro dos furos.	21
Figura 20 – Instrumento finalizado e decorado.	22
Figura 21 – Corte no tubo de PVC com a serrinha manual.	24
Figura 22 – Corte no tubo de PVC lixado.	24
Figura 23 – Encaixe da rolha no tubo.	24
Figura 24 – Rolha desbastada.	24
Figura 25 – Corte realizado na luva.	25
Figura 26 – Flauta finalizada.	25
Figura 27 – Encaixe da válvula na tampa perfurada.	27
Figura 28 – Flauta finalizada.	27
Figura 29 – Conexão da garrafa PET com a válvula na estrutura de base.	27
Figura 30 – Sinopet finalizado.	28
Figura 31 – Marcação para as furações.	30
Figura 32 – Palitos inseridos ao longo da espiral no interior do tubo.	30
Figura 33 – Instrumento construído e decorado.	31
Figura 34 – Tampinha metálica aberta após ser martelada.	33
Figura 35 – Sarrafo com as marcações a lápis.	33
Figura 36 – Chocalho de platinela finalizado.	33
Figura 37 – Ilustração dos dois primeiros harmônicos.	35

Figura 38 – Desenho de elementos das ondas.	36
Figura 39 – Desenho à mão livre, colorido, do guitarrista Jimi Hendrix.	37
Figura 40 – Ilustração do timbre característico de alguns instrumentos musicais.	38
Figura 41 – Padrão referente ao segundo harmônico proveniente das ondas estacionárias.	38
Figura 42 – Harmônicos sucessivos dos tubos abertos (à esquerda) e fechados (à direita).	39
Figura 43 – Diapasões em ressonância.	40

OS AUTORES

ANA PAULA WENK DA SILVA

Aluna formada no Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio no IFC campus Brusque, no ano de 2021. Participou do Projeto de Extensão Física e Artes em Integração como aluna bolsista durante o ano de 2020. Além de atuar como voluntária em Projeto de Pesquisa da disciplina de Física. Atualmente, cursa a graduação em Engenharia Aeroespacial na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

DANIEL ZANELLA DOS SANTOS

Atualmente é professor EBTT em regime de dedicação exclusiva do Instituto Federal Catarinense (IFC), campus Brusque, atuando nas áreas de Música e Ensino. É doutor em Música pela Universidade Federal do Paraná sob orientação do Prof. Dr. Norton Eloy Dudeque. Sua pesquisa envolve o estudo das representações indianistas nos poemas sinfônicos de Heitor Villa-Lobos. É membro do grupo de pesquisa Ciência e Desenvolvimento Social do IFC. Foi professor colaborador do Departamento de Música da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), na área de Música e Tecnologia, entre os anos de 2015 e 2016. Possui Licenciatura em Música pela UDESC e Mestrado em Musicologia/Etnomusicologia pela mesma instituição. Sua pesquisa de mestrado envolveu a análise de elementos de significado como tópicos musicais e narratividade no poema sinfônico Uirapuru (1917) de Heitor Villa-Lobos (1887-1959).

TIAGO RAFAEL DE ALMEIDA ALVES

Possui Mestrado em Ensino de Física pela Universidade Federal de Santa Catarina (2018), Licenciatura e Bacharelado em Física pela Universidade Federal do Rio Grande (2005). Atualmente é professor de física do Instituto Federal Catarinense, campus Brusque - SC. Tem experiência na área de Física, com ênfase em Ensino de Física. Os assuntos de interesse de pesquisa são: Metodologias de Aprendizagem Ativas, Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, Física Moderna e Contemporânea na Educação Básica e Gamificação. Atualmente sou Coordenador de Pesquisa do IFC Campus Brusque.

MARCOS JOÃO CORREIA

Formado em Licenciatura Plena em Física em agosto de 2007, com iniciação científica na área de sistemas dinâmicos com ênfase em mapas caóticos, pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Mestrado em Sistemas dinâmicos com ênfase em fluxos hiper caóticos em 2010, pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Doutor em matéria condensada com ênfase em simulações de sistemas magnéticos, pela Universidade Federal de Santa Catarina em parceria com a University of Bristol da Inglaterra, onde desenvolveu pesquisas durante seis meses. Atualmente atua como professor do Instituto Federal de Santa Catarina campus do Brusque.

Um dos grandes desafios da educação na contemporaneidade é a integração entre os conhecimentos das diferentes áreas do saber. Dentre os conceitos que os estudiosos têm elaborado para enfrentar este problema está a interdisciplinaridade, que busca superar a fragmentação dos conhecimentos em diferentes disciplinas sem conexão em prol de um aprendizado mais amplo e integrado.

Este livro apresenta uma proposta que integra os conteúdos de acústica e ondulatória trabalhados na disciplina de Física com a construção de instrumentos musicais, que pode ser uma atividade integradora com o conteúdo de música da disciplina de Artes.

A obra consiste em um manual para a construção de instrumentos musicais com material reciclado, entre eles, instrumentos de sopro, corda e percussão. Ao início da explicação de cada instrumento é apresentada uma lista dos materiais reciclados necessários, dos materiais não-reciclados e ferramentas e em seguida um passo-a-passo ilustrado do processo de fabricação. Em seguida, são explicados os conceitos físicos de acústica e ondulatória envolvidos na produção do som dos instrumentos.

O objetivo da obra é auxiliar professores de escola,icineiros e entusiastas que queiram saber mais sobre a ciência por trás do som dos instrumentos e que queiram praticar música com instrumentos de baixo custo e sustentáveis.

