

## 12º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2021

### APLICAÇÃO DE CONCEITOS DE ACÚSTICA EM INSTRUMENTO MUSICAL DE TUBOS DE PVC EM ESPAÇO NÃO FORMAL DE ENSINO

ARTHUR B. FRANCISQUINI<sup>1</sup>, ALTEMIR A. PEREIRA JR<sup>2</sup>, LUIZ FERNANDO DA C. ZONETTI<sup>3</sup>,

<sup>1</sup> Graduando em Licenciatura em Física, IFSP – Campus Birigui, a.francisquini@aluno.ifsp.edu.br

<sup>2</sup> Professor Especialista em Ensino de Física, IFSP – Campus Birigui, pereira.junior@ifsp.edu.br

<sup>3</sup> Professor Doutor em Biofísica Molecular, IFSP – Campus Birigui, luizfz@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 1.05.02.03-3

**RESUMO:** O propósito deste projeto visa na construção dos saberes abordando metodologias de ensino e aprendizagem eficazes para espaços informais de educação (divulgação científica), voltado para o estudo e compreensão dos fenômenos físicos em interdisciplinaridade com a música por meio da construção e utilização de um instrumento musical feito de tubos de PVC. Usando este instrumento, elaborado conforme as aplicações, e partindo para apresentações com o público-alvo, estudantes do Ensino Médio, o objetivo do trabalho foi apresentar de forma simples os conteúdos presentes no ensino de ondulatória a fim de que todos se familiarizem com a temática. A interação se dá sob novas formas didáticas, com o propósito de obter resultados convincentes à comunidade científica. Mediante as pesquisas realizadas, obteve-se resultados parciais a respeito da construção do instrumento e funcionalidade da prática da sequência didática, e deve ainda elaborar as aplicações com os alunos e servidores do campus, especialmente no cenário atual de Ensino Remoto Emergencial.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tubos Sonoros; Espaços Informais de Ensino; Instrumentos em PVC; Ensino Médio; Ensino de Ciências.

### APPLICATION OF ACOUSTICS CONCEPTS IN ORCHESTRA OF PVC PIPES: TEACHING SEQUENCE IN A NON-FORMAL TEACHING SPACE

**ABSTRACT:** The purpose of this project is to build knowledge by addressing effective teaching and learning methodologies for informal spaces of education (scientific dissemination), aimed at the study and understanding of physical phenomena in interdisciplinarity with music through the construction and use of a musical instrument Made of PVC pipes. Using this instrument, prepared according to the applications, and starting with presentations with the target audience, high school students, the objective of the work was to present in a simple way the contents present in the teaching of undulatory so that everyone becomes familiar with the theme . The interaction takes place under new didactic forms, with the purpose of obtaining convincing results for the scientific community. Through the researches carried out, partial results were obtained regarding the construction of the instrument and the functionality of the practice of the didactic sequence, and it should also develop the applications with students and servers on the campus, especially in the current scenario of Remote Emergency Teaching.

**KEYWORDS:** Sound Tubes; Informal Teaching Spaces; PVC instruments; High school; Science teaching.

## INTRODUÇÃO

O ensino de física vem integrando cada vez mais novas formas e abordagens completamente inovadoras sobre como se ensinar. Pensando nas estratégias não tradicionais, com uma visão ampla acerca dos conteúdos em si que este projeto foi desenvolvido, abordando uma concepção lúdica e interdisciplinar sobre uma área da grade comum curricular da física, a Acústica, buscando um viés maior para o ensino médio e de fácil compreensão ao público geral, se tratando de uma linguagem acessível e dinâmica.

A partir da construção do “chinelotrom” (BRAVO, 2018, p. 70), instrumento musical elaborado com tubos de PVC, haverá a apresentação de músicas associadas à teorização dos conceitos físicos empregados, onde se entende mais sobre Acústica, Música, Matemática e outras temáticas relacionadas. É possível tornar esta apresentação como sendo uma atividade prática de física, que se obtenha resultados positivos dos alunos e participantes.

Com o estudo de metodologias de ensino, focando nas investidas de uma certa sequência didática (ZABALA, 2014) voltada à espaços não formais de ensino, espera-se que todos compreendam a importância e a presença da física em atividades lúdicas, artísticas e musicais presentes no cotidiano de cada um.

A etapa inicial deste trabalho tem como foco o aprofundamento teórico sobre a produção de diversos tubos sonoros almejando a construção de um instrumento musical de duas oitavas, verificando sua aplicabilidade para o ensino de Acústica em ambientes não formais de ensino e de divulgação científica.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os corpos sólidos quando estimulados apresentam vibrações naturais, ou seja, uma frequência característica chamada de timbre. O timbre depende essencialmente da composição e anatomia do corpo que foi estimulado, produzindo uma onda com uma particularidade específica que pode ser representada pela soma de diversas ondas individuais, as quais chamamos de componentes de Fourier (HALLIDAY, RESNICK e WALKER, 2016). Com essa combinação, obtêm-se as ondas sonoras, o som, que se devidamente combinadas promovem sensações agradáveis em seus ouvintes. A maioria dos instrumentos musicais possuem uma série de frequências naturais, possibilitando a emissão de diversas notas musicais (CONCEIÇÃO, *et al.*, 2009). Desse modo, definimos o som como:

$$SOM = f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n \text{ (equação 1)}$$

Em que,  $f_n$  são frequências do som, em Hz.

Tubos Sonoros emitem sons em frequências relacionadas com seus comprimentos, que podem ser predeterminados de acordo com as notas musicais que se almejam, como se percebe no som das notas organizadas no teclado de um piano, onde as teclas brancas e pretas ao tocadas emitem sons característicos daquela nota tocada.

Para determinar o comprimento de onda de determinada frequência, utilizamos duas grandezas: o tamanho  $l$  de um tubo sonoro aberto, e a velocidade  $v$  do som no ar em CNTP. (HALLIDAY, RESNICK e WALKER, 2016). Sendo assim, obtêm-se a seguinte equação:

$$\lambda = \frac{2l}{n}, \{n \in \mathbb{N}\} \text{ (equação 2)}$$

Portanto, o tamanho de cada um dos tubos confeccionados foi determinado a partir da equação 3b, onde  $v$  é a velocidade do som em 343 m/s (HALLIDAY, RESNICK e WALKER, 2016) e  $f$  é a frequência do som almejado, conforme a escala musical padrão de 12 notas (com seus acidentes). Os resultados estão presentes no quadro 1:

$$f = n \cdot \frac{v}{2l} \text{ (equação 3a)} \quad l = n \cdot \frac{v}{2f} \text{ (equação 3b)}$$

Utilizando 3 tubos de 6 m de comprimento feitos PVC de 1,5” (40mm), foi possível realizar a construção de 25 tubos sonoros para compor um tipo de xilofone. Baseando-se no trabalho de Bravo (2018), este foi adaptado para um “chinelotrom”, instrumento musical composto por estes tubos sonoros e tocados com chinelos de borracha. Conforme a necessidade da pesquisa, buscou-se alternativas viáveis para execução e orçamento.

No caso do instrumento aqui construído, o chinelotrom, terá as cores amarelo, preto e laranja para separar suas oitavas e acidentes que seriam as teclas pretas do piano. A organização dos tubos se baseia em preencher um espaço cúbico, com o uso de tubos e cotovelos conectores de 90° usado nos encanamentos de esgoto domésticos. A estrutura de suporte será feita com madeira ou bambu. Para

determinar os valores de comprimento dos tubos e suas frequências, foi utilizado um celular com aplicativo de afinador e um microfone para melhor captação do áudio.

Durante a apresentação com o chinelotrom, pode-se usar dois porquinhos de borracha que fazem barulho, criando uma onda estacionária em cada tubo conforme sua nota predefinida, construindo um som conceitual de *Pipepig*. Ideia advinda de vídeos na internet que chamam muito a atenção dos usuários, como ilustra a figura 1, extraída do vídeo presente em <https://bit.ly/3mMcBcm>.



Figura 1: Exemplo de aplicação de chinelotrom estimulados pelo som emitido por porquinhos de borracha, como *Pipepig*, promovendo uma apresentação musical envolvendo conceitos de tubos sonoros em ambiente não formal de ensino (BLUESKING, 2021).

No decorrer da apresentação serão tocadas músicas populares. Após a prática serão feitas questões a respeito do funcionamento do *Pipepig* e sobre música, a fim de saber o conhecimento do público presente; isso servirá de base para que eles possam desenvolver seus próprios raciocínios acerca do assunto.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após os cálculos necessários para determinar as medidas de cada nota musical nos tubos, foi possível obter os seguintes resultados:

Nota	Frequência 1 (Hz)	Medida 1 (cm)	Frequência 2 (Hz)	Medida 2 (cm)
C	130,5	131,2	261	065,6
C#	138,5	123,8	277	061,9
D	146,5	116,9	293	058,4
D#	155,5	110,3	311	055,1
E	164,5	104,1	329	052,0
F	174,5	098,3	349	049,1
F#	185,0	092,8	370	046,4
G	196,0	087,6	392	043,7
G#	207,5	082,7	415	041,3
A	220,0	078,0	440	039,0
A#	233,0	073,6	466	036,8
B	246,5	069,5	493	034,7

Quadro 1: Medidas dos tubos conforme suas frequências sonoras, em Hz, e notas musicais desejadas.

Esses resultados foram obtidos utilizando a equação 3b onde também houve verificação com a medição das frequências por meio de um afinador digital. Há duas colunas de frequência para cada nota, frequência 1 e frequência 2, posto que são notas em oitavas distintas.

A medida 1 representa a primeira oitava, e a medida 2 a segunda oitava musical. Os valores da primeira oitava serão distribuídos em medidas menores conectadas pelos cotovelos de 90°. Algumas medidas podem sofrer reajuste devido as circunstâncias do cálculo com a frequência obtida. Considerando que as fórmulas para obter o comprimento de onda desconsidera algumas variações do ambiente e de materiais.

Para consertar qualquer variação na frequência, os tubos foram lixados buscando o tamanho exato do valor de afinação, assim obtendo um resultado compatível. É importante analisar que, os

cotovelos também possuem uma medida interna que agrega no comprimento dos tubos, para isso também foi realizada uma medição. E concluiu-se que os cotovelos de 90° possuem um comprimento de onda natural de aproximadamente 62 mm, e que o comportamento da onda dentro dele é como um arco, e não como raio.

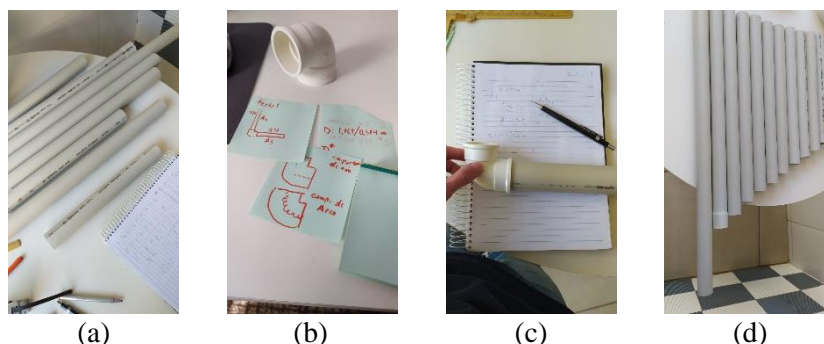


Figura 2: Etapas de construção do chinelotrom. a) Corte dos tubos nos tamanhos corretos levando em consideração a frequência das notas musicais almejadas; b) Testes teóricos e práticos sobre a influência dos cotovelos de 90° na frequência dos tubos sonoros; c) Encaixe dos tubos com os cotovelos de 90° para construção do chinelotrom; d) Uma oitava musical de tubos sonoros para construção do chinelotrom.

## CONCLUSÕES

Após os resultados e análises obtidas, o Chinelotrom e o *Pipepig* parecem ser uma alternativa promissora as metodologias do aprendizado da acústica, onde, de maneira lúdica em espaços não formais de ensino, proporciona uma poderosa interação entre a ciência e o público, possibilitando uma melhor interpretação da Física e suas aplicações cotidianas, quebrando os paradigmas criados ao longo dos anos nas escolas.

Os objetivos dessa etapa inicial do projeto foram efetivados de forma concisa e determinada. Demais análises a respeito de público e apresentação, ficam dependentes da atual situação da organização dos *campi* para o retorno presencial. Tendo isso como base, o presente trabalho concluir-se-á com mais resultados a respeito do Chinelotrom e *Pipepig* e com a elaboração das sequências didáticas para aplicação da atividade em espaços não formais de ensino.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a colaboração e todo apoio do meu professor de física, aos meus pais e ao Instituto Federal de São Paulo – *Campus Birigui* pela oportunidade de realizar esta pesquisa.

## REFERÊNCIAS:

- BLUESKING. Blues\_King\_. **Instagram**, 2021. Disponível em: <<https://bit.ly/3mMcBcm>>. Acesso em: 30 Agosto 2021.
- BRAVO, I. D. N. **A Física em espaços não formais de ensino: uma proposta de divulgação científica na cidade de São Mateus norte do Espírito Santo**. UFES. São Mateus, p. 17-86. 2018.
- CONCEIÇÃO, M. O. T. et al. **Uma proposta de utilização da acústica musical no ensino de física**. Anais do XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física. Vitória: [s.n.]. 2009.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica**. 10ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 2, 2016.
- ZABALA, A. **A prática educativa - como ensinar [recurso eletrônico]**. Porto Alegre: Penso, 2014.