



## INSTRUMENTOS MUSICAIS SUSTENTÁVEIS PARA O ENSINO DE ACÚSTICA: O PAPEL DOS CLUBES DE CIÊNCIAS

Regina Amaral <sup>1</sup>  
Oscar Rodrigues dos Santos <sup>2</sup>  
Renato Ribeiro Guimarães <sup>3</sup>  
Fernanda Aparecida Meglhioratti <sup>4</sup>

### RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo de caso desenvolvido com estudantes do Ensino Médio de uma escola pública do Paraná, integrantes de um Clube de Ciências. O objetivo da pesquisa foi explorar a aprendizagem de conceitos de Física Acústica, por meio da construção de instrumentos musicais a partir de materiais recicláveis ou reutilizáveis. A proposta buscou integrar Ciência, Arte e Sustentabilidade, estimulando o engajamento dos alunos a partir de uma abordagem prática e contextualizada. Foram explorados conteúdos como: propagação do som, ondas sonoras, frequência, ressonância, timbre e amplitude, articulando-se teoria e aplicação criativa. A metodologia adotada foi qualitativa, de caráter exploratório, organizada em uma sequência didática estruturada em três etapas: (1) introdução teórica aos conceitos fundamentais de ondas sonoras, com demonstrações experimentais e discussões dialogadas com apoio de recursos visuais; (2) construção colaborativa de instrumentos musicais (como flautas de PVC e tambores de lata) a partir de materiais reutilizáveis coletados pelos estudantes; e (3) socialização dos resultados, incluindo experimentação musical e análise coletiva dos princípios físicos envolvidos no funcionamento de cada instrumento construído. Com base em um referencial teórico interdisciplinar, os resultados indicam que a atividade favoreceu a compreensão dos fenômenos acústicos almejados bem como evidenciou o potencial dos Clubes de Ciências como espaços de aprendizagem significativa, fomentando o protagonismo juvenil e o interesse pela Ciência. Conclui-se que a construção de instrumentos musicais com materiais recicláveis configura-se como uma estratégia didática eficaz e acessível para o ensino de Acústica, ao aliar teoria, prática e consciência ambiental.

**Palavras-chave:** Ensino de Ciências, Educação Ambiental, Física, Acústica.

<sup>1</sup> Doutoranda do Curso de Letras da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - PR, [regina.amaral@unioeste.br](mailto:regina.amaral@unioeste.br);

<sup>2</sup> Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e Pós doutorando da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – PR, [oscarsantos@utfpr.edu.br](mailto:oscarsantos@utfpr.edu.br);

<sup>3</sup> Professor dos Cursos de Matemática e de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - PR, [renato.guimaraes@unioeste.br](mailto:renato.guimaraes@unioeste.br);

<sup>4</sup> Professora do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - PR, [fernanda.meglhioratti@gmail.com](mailto:fernanda.meglhioratti@gmail.com).



## INTRODUÇÃO

A aprendizagem de conceitos científicos, especialmente no Ensino Médio, frequentemente encontra barreiras relacionadas à abstração dos conteúdos teóricos. Nesse contexto, o Ensino de Física, e aqui, especificamente o da Acústica, pode se beneficiar de estratégias pedagógicas com abordagens lúdicas que integrem teoria, prática e experimentação, favorecendo uma compreensão significativa dos fenômenos. No âmbito educacional, muito tem sido discutido sobre a importância da Aprendizagem Significativa (AS), a qual desenvolve nos alunos a habilidade de estabelecer conexões entre os conteúdos ministrados em sala de aula e seu conhecimento do cotidiano. (Silva; 2020; Miranda Filho *et al.* 2025, p. 5).

Os espaços como Clubes de Ciências apresentam potencial para o desenvolvimento de estratégias que abordem a ciência de forma conectada ao cotidiano e de maneira investigativa. Neste sentido, a funcionalidade dos Clubes de Ciência, além da alfabetização científica coletiva, visa:

[...] propor, via formação científica, uma compreensão do mundo muito mais complexa e interessante, conduzindo os estudantes para a utilização dos conhecimentos adquiridos, integrados a valores éticos que auxiliem na tomada de decisões e na sua emancipação cultural. [...] os Clubes visam desenvolver habilidades científicas como a observação, a crítica, aplicação de conhecimentos, entre outras, desenvolver atividades que estimulem a motivação dos estudantes frente aos conteúdos de Ciências e incentivar a curiosidade científica dos estudantes por meio de atividades significativas (Menezes *et al.*, 2012, p. 819-820).

Compreendendo a importância da articulação entre a Universidade e as Escolas de Educação Básica, em especial, em espaços como Clubes de Ciências, este trabalho apresenta um estudo de caso desenvolvido com estudantes do Ensino Médio integrantes de um Clube de Ciências pertencente a Rede de Clubes Paraná Faz Ciência, localizado na cidade de Cascavel, Paraná. Um dos objetivos desse clube era a articulação entre música e ciência, sendo proposto a construção de instrumentos musicais com materiais alternativos. Desse modo, como forma de subsidiar as ações desse clube, buscamos promover a compreensão dos fenômenos sonoros bem como a aprendizagem de conceitos relacionados à Acústica por meio de uma oficina interdisciplinar, ministrada por dois Bolsistas da Rede de Clube Paraná Faz Ciências, que tinham experiência na área da música e na área da física.

A oficina proporcionou uma vivência prática e perceptiva através da criação coletiva de instrumentos musicais feitos a partir de materiais de origem natural, recicláveis ou reutilizáveis, coletados pelos alunos, promovendo, assim, a integração entre Ciência, Arte e





Sustentabilidade. Durante a oficina, os alunos confeccionaram uma flauta de Pan, feita de tubos de PVC (policloreto de vinila), bem como tambores e chocalhos diversos.

Uma característica da oficina foi sua interdisciplinaridade ao articular, Arte, Sustentabilidade e Ensino de Física. Em relação à interdisciplinaridade, Santos (2014, p. 39) afirma que:

A interdisciplinaridade pode ser entendida por meio de uma simples comunicação dos conhecimentos de forma organizada e sistemática até o ponto de vista da interação de conceitos, princípios metodológicos, métodos e terminologia (SANTOS, 2014, p. 39).

Conteúdos como propagação do som, ondas sonoras, frequência, ressonância, timbre e amplitude foram abordados de forma a articular conhecimentos teóricos da Acústica e da Música com aplicações práticas e criativas. Para isso, a metodologia adotada foi qualitativa, de caráter exploratório, organizada em uma sequência didática estruturada em três etapas: inicialmente, realizou-se a introdução teórica aos conceitos fundamentais de ondas sonoras, apoiada por demonstrações experimentais, discussões dialogadas e recursos visuais e auditivos. Em seguida, os estudantes construíram, de forma colaborativa, os instrumentos musicais mencionados, aplicando os conceitos de Física de maneira prática. Na etapa final, promoveu-se a socialização dos resultados, incluindo experimentação musical e análise coletiva dos princípios físicos envolvidos no funcionamento de cada instrumento.

Os alunos clubistas que participaram da oficina seguiram seus estudos de Acústica dentro do Clube de Ciências juntamente à Professora responsável pelo Clube e, 03 meses depois, apresentaram a confecção de outros instrumentos musicais em uma Feira de Ciências.

## **METODOLOGIA**

Conduziu-se um estudo de caso com 20 integrantes do Ensino Médio de um clube de Ciências Pertencentes a Rede de Clubes Paraná Faz Ciência, em que foi ministrada uma oficina por dois Bolsistas da Rede de Clubes Paraná faz Ciência no dia 13 de junho de 2025, na sala na qual as atividades do Clube ocorrem. Desta forma, a metodologia adotada neste estudo caracteriza-se como qualitativa, de caráter exploratório, uma vez que buscou compreender o processo de ensino-aprendizagem de conceitos da Acústica a partir da construção e experimentação de instrumentos musicais artesanais.

A proposta foi organizada em uma sequência didática estruturada em três etapas, articulando fundamentos teóricos, princípios físicos e atividades experimentais.





Na primeira etapa, foi realizada uma introdução aos conceitos fundamentais da Acústica, ramo da Física que estuda a produção, propagação e percepção do som. Os estudantes tiveram contato com os principais conceitos de Acústica (Vasconcelos, 2019):

- Onda sonora: vibração que se propaga em um meio material (sólido, líquido ou gasoso) sob a forma de compressões e rarefações das partículas;
- Amplitude: está relacionada à intensidade sonora (que corresponde fisicamente à potência por unidade de área), a qual está associada à percepção de volume do som;
- Comprimento de onda ( $\lambda$ ): distância entre dois pontos equivalentes de uma onda, inversamente proporcional à frequência;
- Frequência ( $f$ ): número de vibrações por segundo, medida em hertz ( $Hz$ ), que determina a “altura” do som (grave ou agudo);
- Ressonância: fenômeno de amplificação do som que ocorre quando a frequência de uma onda sonora externa coincide com a frequência natural de vibração de um corpo ou cavidade. Essa sincronia faz com que o corpo vibre com uma amplitude máxima, tornando o som muito mais intenso;
- Timbre: qualidade que diferencia sons de mesma frequência, influenciada pela forma da onda e pelos harmônicos presentes.

Esses conceitos foram explorados com base em exemplos do cotidiano e por meio de demonstrações experimentais simples, como a observação da vibração de cordas, a propagação de som em tubos e o estudo da relação entre comprimento e frequência de vibração. As aulas

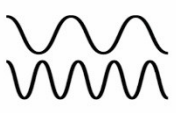
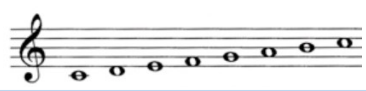
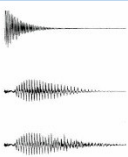
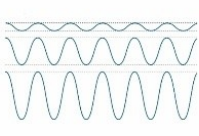
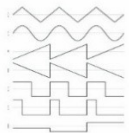
foram conduzidas de forma dialógica e participativa, com apoio de recursos visuais (slides, vídeos e esquemas), favorecendo a construção coletiva do conhecimento.

Durante a oficina, os conceitos de Acústica mencionados foram sendo relacionados aos parâmetros do som estudados na Música – altura, duração, intensidade e timbre. Para isso, foram passados aos alunos noções de leitura musical, a fim de entenderem a disposição das notas musicais no pentagrama (ou pauta), em que, a partir da definição de um referencial, chamado clave, as notas são posicionadas conforme sua *altura*; bem como noções de figuras rítmicas e pausas – a fim de entenderem o conceito de *duração*; figuras de dinâmicas, muito frequentemente usadas no âmbito da música coral e orquestral, indicando a *intensidade* sonora



– na qual temos, do menos intenso ao mais intenso *pianíssimo*<sup>5</sup> (*pp*), *piano* (*p*), *mezzoforte* (*mf*), *forte* (*f*) e *fortissimo* (*ff*) e, finalmente, o conceito de timbre, para o qual apresentamos diversos timbres dentro das classificações instrumentais e vocais. O Quadro 1 resume os conceitos da Acústica relacionados aos conceitos musicais trabalhados na oficina:

**Quadro 1 – Resumo visual dos conceitos da Acústica e sua relação com parâmetros musicais.**

<i>Física</i>	<i>Demonstração</i>	<i>Propriedades do Som</i>
<b>Frequência (f)</b>		<b>Altura:</b> quanto mais alta a frequência, mais aguda a nota, mais para cima na pauta ela estará 
<b>Duração da onda</b>		<b>Ritmos:</b> figuras rítmicas de diferentes durações
<b>Amplitude da onda</b>		<b>Intensidade (popularmente associado ao volume):</b> Representados na partitura pelos sinais de dinâmica:  <i>pp – p – mf – f – ff</i>
<b>Forma da onda/harmônicos</b>		<b>Timbre</b> Diferentes instrumentos; é o que individualiza um instrumento e a voz de uma pessoa

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2025).

Depois de os alunos conhecerem os parâmetros do som, foram apresentados a eles conhecimentos taxonômicos musicais que levam em conta, principalmente, dois desses parâmetros, altura e timbre: as classificações vocais e as principais famílias de instrumentos musicais. Em relação às classificações vocais, foram apresentados os principais grupos, sendo que de vozes agudas às mais graves são: soprano, mezzosoprano e contralto (vozes femininas); tenor, barítono e baixo (vozes masculinas). Para exemplificar cada classificação vocal, foram mostrados vídeos de cantores, tanto do canto popular quanto do canto lírico.

Em relação às famílias de instrumentos musicais, foram mostradas as seguintes, juntamente com alguns exemplos: família das cordas, que produzem som através da vibração de cordas, como violino, viola, violoncelo, contrabaixo, violão, harpa; família dos sopros, cujo som é gerado pela vibração do ar no interior do instrumento, como flauta, clarinete, oboé,

<sup>5</sup> Os termos técnicos aqui são utilizados em italiano. Assim, *pianissimo* e *piano* não têm relação com o instrumento piano, e sim, que o trecho deve ser tocado muito suavemente, com volume muito baixo.





fagote (madeiras) e trompetes, trompas, trombones e tubas (metais); família da percussão, incluindo vários exemplares como bateria, vibrafone, chocalhos, etc; e família das teclas, em que os instrumentos contém um teclado que aciona mecanismos que produzem os sons, como os martelos que batem nas cordas de um piano ou os tubos com ar de um órgão.

Na segunda etapa, os alunos participaram de uma oficina prática voltada à construção colaborativa de instrumentos musicais: chocalhos, tambores de lata e a flauta de Pan. De acordo com Alves *et al.* (2023, p. 3):

Os professores podem trabalhar o conhecimento de Acústica nas aulas de física de maneira teórica [...], os professores de música podem trabalhar os conceitos de notas musicais e ritmo também de maneira teórica [...] Ao juntar esses conhecimentos em aulas práticas de construção dos instrumentos, nas quais os alunos têm que usar o que sabem sobre acústica e notas musicais para construir instrumentos afinados e com boa sonoridade, o aprendizado pode tornar-se mais significativo e contextualizado (Alves *et al.*, 2023, p. 3).

A flauta de Pan é considerada um dos instrumentos de sopro mais antigos da humanidade, com registros em diversas civilizações antigas. De acordo com Civallero (2013) “A flauta de Pan tem estado nas mãos do homem ao longo de toda a sua história, desde o Paleolítico até os dias atuais, e sua presença foi documentada praticamente nos cinco continentes” (Civallero, 2013, p. 6, *tradução nossa*). Seu nome faz referência ao Deus Pan, da mitologia grega, associado à natureza, aos bosques e à música pastoral.

Do ponto de vista organológico, o instrumento é composto por um conjunto justaposto de tubos ocos de diferentes comprimentos, dispostos lado a lado, cada um responsável por uma nota musical distinta. Além de poderem ser feitas a partir de diferentes materiais (como cana, ossos, bambu etc), os tubos podiam ser abertos em uma das extremidades e fechado na outra ou aberto em ambas extremidades (Civallero, 2013, p. 6; Santos, 2020, p. 4). como foi o caso da flauta de Pan de nossa oficina.

Inspirados nessa tradição, os alunos construíram suas flautas utilizando tubos de PVC adquiridos em loja de materiais de construção. O material foi escolhido por sua fácil manipulação, baixo custo e boa resposta acústica. Durante a oficina, os tubos foram medidos, marcados e serrados em sala de aula, a fim de cada tubo emitir uma das sete notas musicais básicas, Dó, Ré, Mi, Fá, Sol, Lá e Si, e a oitava Dó, conforme mostrado no Quadro 2. Os comprimentos foram calculados utilizando a equação para tubos fechados em uma extremidade, considerando a velocidade do som de 343 m/s em temperatura ambiente:

**Quadro 2 – Notas da terceira e quarta oitava do piano, suas as frequências e os comprimentos de tubo correspondentes.**





X Encontro Nacional das Licenciaturas  
IX Seminário Nacional do PIBID

<i>Nome da nota<sup>6</sup></i>	<i>Frequência (Hz)</i>	<i>Intervalo em relação à nota Fundamental</i>	<i>Comprimento do tubo (cm)</i>
Dó	261,625	Fundamental	32,77
Ré	293,664	2ªM	29,20
Mi	329,627	3ªM	26,01
Fá	349,228	4ªJ	24,55
Sol	391,995	5ªJ	21,87
Lá	440	6ªM	19,48
Si	493,883	7ªM	17,36
Dó	523,251	8ªJ	16,38

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2025), com base em: Iazetta [s.d.] e Netto (1999).

O princípio físico explorado nessa etapa baseia-se na relação inversa entre o comprimento do tubo e a frequência do som produzido: tubos mais longos produzem sons mais graves (menor frequência); tubos mais curtos produzem sons mais agudos (maior frequência).

Matematicamente, essa relação pode ser expressa pela Equação da Frequência Fundamental de um tubo fechado em uma extremidade:

$$f = \frac{v}{4L}$$

em que  $f$  é a frequência da nota,  $v$  é a velocidade do som no ar, e  $L$  é o comprimento do tubo. Além do comprimento, discutiu-se o diâmetro dos tubos, que influencia o timbre e a intensidade

sonora. Tubos de diâmetro maior tendem a produzir sons mais encorpados e graves, enquanto diâmetros menores geram timbres mais agudos e concentrados. Essa observação levou os alunos a compreender a influência das dimensões geométricas nas características do som emitido.

Foram construídos também tambores feitos de embalagens diversas ou latas, cobertos por uma bexiga cortada, a qual é beliscada para produzir um som semelhante ao de um surdo, um tambor cilíndrico grave. Além disso, foram produzidos e experimentados diversos chocalhos, para os quais os alunos utilizaram recipientes diversos, contendo sementes, grãos e, até mesmo, tampinhas de garrafas de vidro, possibilitando timbres diversos.

<sup>6</sup> A oitava escolhida, com suas respectivas frequências em Hz, refere-se à quarta oitava do piano, onde encontra-se o Dó Central (C4).





Na etapa final, os grupos puderam tocar os instrumentos e realizaram demonstrações sonoras coletivas, comparando os sons obtidos e identificando as diferenças de afinação, no caso dos tubos, e de timbre. A atividade favoreceu a experimentação, a curiosidade científica e o raciocínio investigativo, permitindo que os alunos relacionassem diretamente os conceitos teóricos de ondas sonoras com o comportamento físico real dos instrumentos construídos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A proposta desenvolvida demonstrou que a construção de instrumentos musicais com materiais reutilizáveis constitui uma estratégia eficaz para o ensino de Acústica, uma vez que proporciona a percepção visual e auditiva de conceitos abstratos, como intensidade sonora (amplitude de onda), timbres (formas de onda), relação de tamanho do tubo com a frequência da nota, entre outros conceitos, e promove aprendizagem significativa, integrando teoria, prática e sustentabilidade.

Após a confecção dos instrumentos em sala de aula, houve um momento de experimentação sonora e timbrística, relacionando o fazer musical aos conceitos da Acústica:

- a flauta de Pan permitiu observar a relação entre comprimento do tubo e a altura da nota musical (grave, médio, agudo) do som produzido, evidenciando na prática o conceito de frequência sonora: ao soprar ou percutir diferentes tubos, os alunos percebem como sons mais agudos correspondem a tubos mais curtos e sons mais graves a tubos mais longos;
- os tambores artesanais, construídos com latas e embalagens diversas, revestidas por membranas de bexiga, possibilitam a exploração da amplitude de onda, relacionado ao conceito de intensidade, dependendo da força aplicada na percussão e da tensão da membrana bem como da duração do som, associando ao conceito de ritmo. Além disso, ao variar o ponto de impacto, os estudantes podem perceber pequenas mudanças no timbre do instrumento, possibilitando a noção de diferentes formas de onda.
- os chocalhos com sementes, grãos ou tampinhas dentro de recipientes recicláveis estimulam a investigação do timbre e da textura<sup>7</sup> sonora, permitindo compreender como a combinação de materiais, tamanho e quantidade dos elementos internos altera o resultado sonoro produzido.

<sup>7</sup> Textura é um termo técnico musical que refere-se à “densidade” da resultante sonora. No caso dos chocalhos, por exemplo, ela resulta das características físicas dos materiais que foram ali inseridos, como a densidade, a quantidade e até mesmo a variedade de grãos ou sementes (Lima Santos, 2012, p. 1025).





Antes da união dos tubos para formar a flauta de Pan, os alunos testaram tocar cada um dos tubos, a fim de testar a afinação de cada nota. Para que os alunos percebessem que o instrumento criado por eles produzia de fato notas musicais, conduziu-se a execução de pequenas músicas, apontando para o aluno que possuía a nota musical necessária. Uma das peças utilizadas foi *O Pastorzinho*, muito empregada no ensino de música devido à sua facilidade e por conter o solfejo<sup>8</sup> das notas. Os alunos trocaram entre si os tubos criando melodias através da seleção de notas que eram tocadas por cada colega. Posteriormente, os tubos de PVC foram unidos, através de fita crepe, para de fato formar a flauta de Pan:

**Figura 1 – Flauta de Pan construída na oficina.**



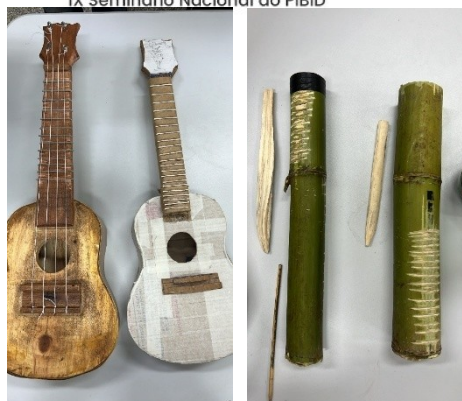
**Fonte:** Imagem feita pelos autores no dia da oficina.

Além dos instrumentos confeccionados em sala de aula no dia da oficina, os alunos clubistas sentiram-se motivados a continuar o processo de elaboração e confecção de outros instrumentos musicais no decorrer das atividades do clube, desenvolvendo mais 3 instrumentos junto à Professora responsável pelo clube: o ukulelê, cujo protótipo fora primeiramente confeccionado com papelão e, posteriormente, com PVC; reco-reco, feitos com pedaços de bambu, cujos entalhes (ou ranhuras) foram escavadas pelos próprios alunos e, também, o pau de chuva, instrumento de origem indígena, para o qual os estudantes também utilizaram um pedaço de bambu, contendo sementes de arroz cru, escolhidas para proporcionarem um timbre mais agudo, com sonoridade leve e suave, lembrando uma chuva fina. Esses instrumentos foram apresentados por alguns dos alunos em uma Feira de Ciências. A Figura 2 mostra alguns dos instrumentos apresentados neste evento:

**Figura 2 – Instrumentos apresentados pelos alunos em uma Feira de Ciências.**

<sup>8</sup> Segundo Freire (2008, p. 114) “as práticas de solfejo estão presentes em várias culturas do mundo e foram estabelecidas a partir do princípio de associação entre fonemas (sílabas, números ou letras) e alturas musicais”. A canção *Havia um Pastorzinho* traz o solfejo de algumas notas musicais, ao incluir os nomes das mesmas sendo cantadas em suas alturas durante a música;





**Fonte:** Imagem feita pela primeira autora desse trabalho na Feira de Ciências.

Para além dos conhecimentos de Acústica associados à prática criativa, as atividades também favoreceram o trabalho em equipe, a organização e a cooperação, o pensamento crítico, e o senso de responsabilidade, já que a proposta teve início com a coleta de materiais reciclável pelos estudantes em suas casas. Assim, a experiência contribuiu para o desenvolvimento integral dos estudantes, estimulando a curiosidade científica, a consciência ambiental e a valorização do conhecimento interdisciplinar, aproximando os alunos do fazer científico de forma contextualizada e ética.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A execução desta proposta de ensino centrada na construção de instrumentos musicais com materiais reutilizáveis mostrou-se uma estratégia eficaz para promover a aprendizagem significativa e lúdica de conceitos de Acústica, articulando teoria e prática de forma integrada e contextualizada. Ao envolver os estudantes em atividades experimentais, colaborativas e criativas, foi possível aproximar o conhecimento científico da realidade cotidiana, tornando o aprendizado mais acessível, dinâmico e prazeroso.

Outro ponto relevante foi a valorização da sustentabilidade, uma vez que o uso de materiais reutilizáveis, recolhidos previamente pelos alunos, incentivou reflexões sobre o reaproveitamento de recursos e a responsabilidade ambiental. Essa dimensão ampliou o alcance pedagógico da proposta, aproximando a Física de temas contemporâneos e socialmente significativos. Do ponto de vista científico, a experiência favoreceu a compreensão dos princípios físicos do som, como frequência, ressonância, timbre e comprimento e amplitude de





onda, ao mesmo tempo em que evidenciou a natureza interdisciplinar do conhecimento, integrando Física, Música, Artes e Educação Ambiental.

Em síntese, a metodologia empregada mostrou-se uma ferramenta eficaz para o Ensino de Ciências, ao aliar aprendizagem conceitual, experimentação prática, criatividade e consciência sustentável. A vivência coletiva e colaborativa possibilitou aos alunos não apenas compreender a teoria, mas também desenvolver habilidades de trabalho em equipe, pensamento crítico e autonomia intelectual, fortalecendo a formação integral e o protagonismo estudantil por meio de um Clube de Ciências.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao *NAPI Rede de Clubes Paraná Faz Ciência*, à SETI, à SEED e o PICCE & MUSEUS pela iniciativa que promove a popularização da Ciência e o incentivo à pesquisa entre estudantes da Educação Básica em todo o Estado, à *Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) – Campus de Cascavel*, pelo apoio institucional e acadêmico, e à *Fundação Araucária*, pelo fomento à pesquisa científica que tornou possível o desenvolvimento deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

ALVES, Tiago; SANTOS, Daniel; CORREIA, Marcos. Acústica: sintonizando artes e física por meio da construção de instrumentos musicais. *A Física na Escola*, v. 21, e220704, 2023. Disponível em: < <https://fisicanaescola.org.br/index.php/revista/article/view/49> >. Acesso em: 17 set. 2025.

CIVALLERO, Edgardo. Gua de flautas de Pan de las tierras bajas de América del Sur: una guía de su historia, su uso y su distribución. primeira ed. Madrid: [s.n.], 2014.

FREIRE, Ricardo. Sistema de solfejo fixo-ampliado: uma nota para cada sílaba e uma sílaba para cada nota. *Revista Opus*, v. 14, n. 1, 2008. Disponível em: < <https://www.anppom.com.br/revista/index.php/opus/issue/view/14.1/showToc> >. Acesso em 20 abr. 2025.

IAZZETTA, Fernando. *Acústica – Introdução*. [s.d.]. Disponível em: <https://iazzetta.eca.usp.br/tutor/acustica/introducao/tabela1.html>. Acesso em: 20 set. 2025.

MENEZES, Celso et al. Clubes de Ciências como espaço de alfabetização científica e ecoformação. In: *Atos de Pesquisa em Educação*., v. 7, n.3, p. 811-833, 2012.

MIRANDA FILHO, A. M.; BEZERRA PACHÊCO, V. .; DE MACEDO MEDEIROS, E. . Práticas Didáticas no Ensino de Física: Um estado do conhecimento relacionado aos conteúdos de acústica no ensino médio e superior público. *Revista Exitus*, [S. l.], v. 15, n. 1, p. Disponível em: <https://portaldeperiodicos.ufopa.edu.br/index.php/revistaexitus/article/view/2704> . Acesso em: 17 out. 2025.





NETTO, Luiz Ferraz. Tubos Sonoros tocados à mão. In: *Feira de Ciências: o imperdível mundo da Física Clássica*, 1999. Disponível em:

[https://web.archive.org/web/20181010131540/http://www.feiradeciencias.com.br/sala10/10\\_15.asp](https://web.archive.org/web/20181010131540/http://www.feiradeciencias.com.br/sala10/10_15.asp).

Acesso em: 20 ago. 2025.

SANTOS, Carlos. Pressupostos teóricos da didática. In: *A didática em questão*. Vera Maria Candau (org.), Petrópolis: Editora Vozes, p. 37-42, 2012. Disponível em:

<<https://pedagogiafadba.wordpress.com/wp-content/uploads/2013/08/a-didc3a1tica-em-questc3a3o.pdf>>. Acesso em 08 ago. 2025.

SANTOS, Jorge Luís de Lima. Textura Musical: Esboço para uma Revisão Bibliográfica. In: *Anais do II Simpósio Brasileiro de Pós-Graduandos em Música*. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <

<https://seer.unirio.br/simpom/article/view/2528>>. Acesso em 11 jun. 2025.

SANTOS, Rodrigo. Kit Pan: uma proposta de instrumento para a educação musical brasileira. In: *Anais do Encontro Regional Nordeste da ABEM*. ISSN Online: 2318-664X, v. 4, 2020. Disponível em: <<https://abem.mus.br/anais-ernd/v4/>> Acesso em: 06 jun. 2025.

SILVA, J. B. da. David Ausubel's Theory of Meaningful Learning: an analysis of the necessary conditions. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 9, n. 4, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/2803>. Acesso em: 17 ago. 2025.

VASCONCELOS, José. *Acústica Musical e Organologia*. 2ª. Ed. Porto Alegre: Movimento, 2014.

