



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CAMPOS DO AGRESTE  
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE  
CURSO DE FÍSICA

FÁBIO ANDERSON MENEZES DOS SANTOS

**ACÚSTICA POR MEIO DE INSTRUMENTOS MUSICAIS:** uma proposta de  
sequência didática.

Caruaru  
2024

FÁBIO ANDERSON MENEZES DOS SANTOS

**ACÚSTICA POR MEIO DE INSTRUMENTOS MUSICAIS:** uma proposta de  
sequência didática.

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Graduação em  
Física da Universidade Federal de  
Pernambuco, como requisito parcial para  
a obtenção do título de licenciado em  
Física.

**Área de concentração:** Ensino de Física.

**Orientador:** Prof<sup>o</sup>. Dr. João Eduardo Fernandes Ramos.

Caruaru

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Santos, Fábio Anderson Menezes dos .

Acústica por meio de instrumentos musicais: uma proposta de sequência didática. / Fábio Anderson Menezes dos Santos. - Caruaru, 2024.  
37 : il., tab.

Orientador(a): João Eduardo Fernandes Ramos  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Física - Licenciatura, 2024.  
Inclui referências, anexos.

1. Ensino de física. 2. Instrumentos musicais. 3. Acústica. I. Ramos, João Eduardo Fernandes. (Orientação). II. Título.

530 CDD (22.ed.)

FÁBIO ANDERSON MENEZES DOS SANTOS

**ACÚSTICA POR MEIO DE INSTRUMENTOS MÚSICAIS:** uma proposta de  
sequência didática.

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Graduação em  
Física da Universidade Federal de  
Pernambuco, como requisito parcial para  
a obtenção do título de licenciado em  
Física.

Aprovada em: 09/10/2024.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. João Eduardo Fernandes Ramos (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Diana Patrícia Gomes de Almeida (Examinadora Interna)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>o</sup>. Me. Vagno Higino da Silva (Examinador Externo)  
SEE/PE

Dedico este trabalho a todos os familiares, professores, amigos e àqueles que contribuíram de alguma maneira para que esse momento chegasse. A Deus toda honra, glória e gratidão por me permitir viver tudo isso.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos os meus professores por todo conhecimento ensinado, por toda paciência e apoio, a todos os familiares e, em especial, a minha avó Luciene que sempre me apoiou, me incentivou e tornou tudo isso possível, sempre sendo a principal incentivadora de todos os meus projetos, sonhos e aspirações.

Os agradecimentos vão ainda aos meus amigos de curso, que me mostraram que juntos podemos chegar mais longe, aos meus colegas e amigos do convívio musical e ao meu professor de música maestro Me. Vagno Higino e a todas políticas públicas que fizeram com que fosse possível minha permanência na Universidade.

Por fim, dedicatória final ao meu primogênito Miguel, fator motivador para a conclusão do curso e por sempre buscar um futuro melhor, tendo em mente ser uma inspiração para o mesmo.

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo propor uma sequência didática a partir de instrumentos musicais de sopro, para as aulas de acústica do ensino médio. A proposta surge a partir de uma inquietação do autor, que desde seu tempo de ensino médio presenciou aulas pacatas, tradicionais e com o jeito mecânico de ser exposta. Foi a partir dessa brecha que esse trabalho tomou forma, aliando o “ser músico” do autor com o “ser docente”, tendo em vista que dinâmicas desse cunho traria aulas mais participativas e diferentes do que foi presenciado em seu ensino médio. A proposta é dividida em quatro encontros, cada um deles com a duração padrão de aula (50 minutos) que parte desde a apresentação da proposta até a criação de um instrumento musical pelos discentes, fazendo com que tenham na aula não somente a idealização de conceitos físicos, mas sim a criação de um instrumento que foi objeto de discussão em aulas anteriores. Por fim, este momento serviria ainda como momento avaliativo, ao qual o professor poderia fazer a análise de toda sequência aplicada, por meio da explicação discente dos fenômenos com o instrumento criado, ou em partes do próprio conteúdo, trabalhando não somente a física, mas a artes e áreas correlatas. Assim, os discentes poderão ver que a física não é somente cálculos, fórmulas aplicações pouco dinâmicas, mas sim uma área que envolve diversas áreas dos saberes e que tem diversas formas de ser explorada.

Palavras-chave: Ensino de física; instrumento musical; acústica.

## **ABSTRACT**

This work aims to propose a didactic sequence based on wind musical instruments, for high school acoustics classes. The proposal arises from the author's concerns, who since his time in high school have witnessed calm, traditional classes with a mechanical way of being offered. It was from this gap that this work took shape, combining the author's "being a musician" with "being a teacher", considering that dynamics of this nature would bring more participatory and different classes from what was witnessed in his high school. The proposal is divided into four meetings, each with the standard class duration (50 minutes) that starts from the presentation of the proposal to the creation of a musical instrument by the students, meaning that in the class they will not only have the idealization of concepts physics, but rather the creation of an instrument that was the subject of discussion in previous classes. Finally, this moment would also serve as an evaluative moment, in which the teacher could analyze the entire applied sequence, through the student's explanation of the phenomena with the instrument created, or in parts of the content itself, working not only on physics, but also on arts and related areas. Thus, students will be able to see that physics is not just calculations, formulas and applications that are not very dynamic, but rather an area that involves different areas of knowledge and that has different ways of being explored.

Keywords: Teaching of physics; musical instrument; acoustics.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>ALGUNS MATERIAIS JÁ PUBLICADOS .....</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>HISTÓRIA E APRESENTAÇÃO DOS INSTRUMENTOS .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1</b>	<b>O SAXOFONE TENOR .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2</b>	<b>A flauta transversal .....</b>	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>A FÍSICA DAS ONDAS, DO SOM E DOS TUBOS SONOROS ....</b>	<b>22</b>
<b>4.1</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DAS ONDAS E DO SOM .....</b>	<b>22</b>
<b>4.2</b>	<b>Ondas sonoras .....</b>	<b>25</b>
<b>4.3</b>	<b>TUBOS SONOROS .....</b>	<b>27</b>
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>29</b>
<b>6</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>31</b>
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>34</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>35</b>
	<b>APÊNDICE A – FLAUTA TRANSVERSAL DE PVC .....</b>	<b>37</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O estudo das ciências da natureza é de grande importância na vida acadêmica e na formação cidadã, tendo uma grande contribuição da Física como exemplo. Tendo o intuito de descrever fenômenos da natureza, tal como as frequências sonoras, a óptica e outros, é de extrema importância seu estudo de forma a interessar os discentes. Mesmo diante disso, entretanto, o seu ensino vem quase sempre acompanhado de aulas expositivas, aplicação de fórmulas e resolução de problemas apenas, ou seja, ensino de forma mecânica, como assim descreve Moreira (2018) o que causa desinteresse nos alunos.

Para além disso, ainda segundo Moreira (2018), o ensino de Física, além de pautado de forma tradicional, mecânica e voltada apenas para aprovação em vestibulares e provas externas, pouco ver o ensino por meio da interdisciplina, que teria como um bem maior o fator de associar a Física a demais áreas do conhecimento bem como trazer à vista a idealização de conhecimentos prévios pelo corpo discente que estudará a Física.

É nesse sentido que desde o início desse novo século que o ensino mecânico da Física vem sendo motivo de debate, sendo possível ver sua menção desde os antigos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) que deixa bem explícito que:

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. Isso implica, também, a introdução à linguagem própria da Física, que faz uso de conceitos e terminologia bem definidos, além de suas formas de expressão que envolvem, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas. Ao mesmo tempo, a Física deve vir a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnada de contribuições culturais, econômicas e sociais, que vêm resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por elas sendo impulsionado (BRASIL, 2002, p. 59)

E indo em caminho oposto a essa ideia de apresentar a física como algo mais cotidiano que ver-se que o ensino prático da física vem se tornando cada vez mais desafiador e escasso. Em concomitante, muito tem-se estudado sobre o fator que diz respeito ao interesse discente acerca da disciplina de Física que podem ser justificados pela ausência de práticas que proporcionem a integração do discente ao

estudo, a falta de uma formação adequada do docente e também a falta de uma formação continuada.

E foi sob essa visão que este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) surgiu como ideia na mente do autor desde o seu primeiro período do curso em Licenciatura em Física na Universidade Federal de Pernambuco no Centro Acadêmico do Agreste (UFPE-CAA), porque não era compreensivo para o mesmo como inúmeras curiosidades, aplicações e conteúdo não eram tão aceitos no ensino médio.

Além disso, com o passar do tempo na graduação, por sempre gostar de música e ser músico, o autor passou a afunilar cada vez mais sua área de interesse, que sempre tinha como produto final o ensino por meio da música ou apoiado de alguma maneira a instrumentos e/ou ferramentas musicais. Diante disso, surgiu a ideia de buscar compreender como estava o ensino de ondulatória, mais precisamente a parte de acústica no ensino médio, buscando saber todas as metodologias abordadas, avaliação discente e grau de satisfação propondo uma Sequência Didática (SD) como produto final deste trabalho a fim de contribuir com o ensino de acústica.

E foi por meio dessa inquietação que surgiu a ideia central deste trabalho, que tem como objetivo a produção de uma sequência didática apoiada nos três momentos pedagógicos, onde será feito o uso de instrumentos musicais como ferramentas auxiliaadoras para o processo de ensino e aprendizagem no ensino médio, sendo apenas uma das diversas maneiras de abordagem dinâmica e interdisciplinar da temática.

Nessa perspectiva, neste Trabalho de Conclusão de Curso será mostrado, em forma de capítulos toda a organização, de modo que no primeiro capítulo de um total de sete, teremos essa breve introdução e principais descrições necessárias ao curso do trabalho.

No segundo capítulo teremos o que os materiais já publicados - como TCC, artigos, resumos e resumos expandidos, já trazem sobre o tema anteriormente mencionado, suas conclusões e o que pode sugerir acerca do ensino de acústica por meio de instrumentos musicais de sopro (saxofones, clarinetes, flautas, trompetes etc) e se podem ou não contribuir para um ensino mais prazeroso e interdisciplinar.

No terceiro capítulo será para a parte de fato deste TCC que já virá com a apresentação dos instrumentos musicais usados nessa pesquisa bem como suas principais características, história, aplicações no dia a dia, como de fato pode contribuir para o ensino e o aprendizado discente e suas principais curiosidades, sempre buscando mostrar as principais características do conteúdo por meio deles.

Para além disso, no quarto capítulo, a descrição física dos fenômenos por trás do tema buscando mostrar toda parte teórica, que diz respeito a ondas e um pouco de acústica, associando-a a trabalhos já publicados e suas diferentes formas de visualização no dia a dia.

No quinto capítulo, uma sugestão de um plano de aula como intervenção por meio de uma metodologia (produção de uma proposta de sequência didática) pautada nos três momentos pedagógicos, onde poderia ser dividido o trabalho em quatro encontros, aula de 50 minutos cada, que poderia ser, nessa ordem, apresentado o tema por meio de conhecimentos do dia a dia (uso dos instrumentos musicais), conteúdos essenciais para o estudo de acústica, o que podemos de fato ensinar partindo dessa ideia e por fim, a resolução de problemas práticos sobre o eixo de estudo, que ficaria restrito a ondas sonoras, características do som e tubos vibrantes, tendo como ideia principal o intuito de ensinar de forma mais interessante o conteúdo de acústica.

Já nos resultados, sexto capítulo, a apresentação da produção deste trabalho, ou seja, a apresentação da sequência didática produzida com a finalidade de auxiliar os docentes na maneira de abordagem do conteúdo.

Por fim, no sétimo capítulo, será apresentado um resumo geral que irá seguir para as considerações finais.

## 2 ALGUNS MATERIAS JÁ PUBLICADOS

O estudo mecanizado da Física é algo que vem desmotivando os discentes ao longo do tempo porque a mesma vem perdendo o ideal de ser algo interdisciplinar, inovador e próximo da realidade cotidiana de todos os discentes, chegando cada vez mais próximo de ser apenas uma disciplina voltada para a repetição de fórmulas para avaliações internas e externas.

É diante desse contexto atual que mais aulas que tenha como objetivo interdisciplina da Física com a música trariam um aprendizado mais significativo, principalmente do que diz respeito à base conceitual (ROEDERER, 2002; ROSSING, 1990), mostrando que essa dualidade entre Física e Música é importantíssima para exploração de conceitos físicos (HINRICHSEN, 2012).

Moreira (2018) afirma que falta professores de física nas escolas, e os que tem são forçados à prática docente centrada em si, pautada – quando muito, na mecânica clássica e volta apenas para vestibulares, deixando de lado toda e qualquer chance de uma real aprendizagem significativa é mais um fator contribuinte para essa narrativa. Ainda segundo ele, esta é uma das principais causas da desmotivação discente, chegando ao extremo que é a afirmação de ódio à disciplina de física.

Continua ele afirmando que o baixo salário, falta de uma formação continuada e condições desfavoráveis de trabalho corroboram diretamente para uma aula mais tradicional, desmotivadora e que pouco tende a interessar os estudantes, estendendo-se – portanto, para a área de física, que já chegou a ter seis aulas semanais e hoje está em apenas duas.

Concomitantemente, a parte de ondas – geralmente ensinada no 2º ano do ensino médio básico, encontra bastante dificuldade, por seguirem o tradicionalismo não somente na questão das aulas expositivas, mas também por ser conteúdo abordado somente no final do ano letivo, o que causa uma maior falta de interesse, por ter vários estudantes já aprovados e também por ter o fator pesador de ser no final do ano letivo e do ano de modo geral.

Isso vai de encontro ao que defende Snyders (1994) que já vinha falando sobre como a alegria, seja por meio de música, uma interdisciplina e/ou outras formas de proporcionar isso, é a dimensão essencial da prática de ensinar sendo

que é preciso que haja estímulos e recompensas ao esforço discente o que se torna totalmente desafiador e escasso para o atual cenário, onde até o próprio docente encontra-se desmotivado e saturado com todo ano letivo.

Moreira (2018) afirma que o ensino de física já teve contribuição de grandes professores, pesquisadores e estudiosos avulsos que buscaram a ideia de ensino interdisciplinar e palpável aos discentes mas, entretanto, atualmente encontra-se em crise.

Ainda nesse viés, é possível destacar que a prática institucional do ensinar para vestibular e provas externas vem sendo criticada há muito tempo como já citado por Finkel (2009), onde faz críticas ao centralismo no docente; e na educação bancária citada por Freire (2007) que traz consigo inúmeros desfavores para os discentes a ponto de ter como produto final a insatisfação com a disciplina de física, chegando a simplesmente não aceitarem ela como importante por ser tratada exclusivamente dessa maneira.

Voltando um pouco mais no tempo (sob a legislação vigente à época), mostrando que a prática do ensino tradicional sempre foi um dos pilares negativos do ensino de física e em especial da parte de acústica, é possível perceber que visões acerca de um modelo interessante de ensino vem desde o final do século passado pois desde lá a ideia é a de que o ensino deve possibilitar “que o aluno desenvolva competências que lhe permitam compreender o mundo e atuar como indivíduo e como cidadão, utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica” (Brasil, 1998, p. 32).

Não deixar que os estudantes tenham a criatividade acerca do tema de acústica, por meio de experimentação e ideias práticas e priorizar o estudo voltado às equações e cálculos propiciam, quase que sempre, bons resultados nas avaliações qualitativas (Peduzzi, 1997). Entretanto, em grande parte das vezes, isso só garante que haja a aprovação do ano letivo e mostra que quando há o início do novo ano letivo ou simplesmente de novos conteúdos os estudantes se quer conseguem lembrar do anterior.

Para Rosa e Rosa (2012, p. 1): “O sistema educacional brasileiro, em particular o ensino de Ciências (Física), encontra-se em vias de colapso, deixando clara a inviabilidade de continuar privilegiando a transmissão dos saberes e o acúmulo de informações que a escola privilegiou”.

Em linhas gerais, desde muito antes do tempo atual o ensino de física, em especial da acústica, foi fator desafiador para o docente. Hora esse desafio se dava por falta de recursos facilitadores, hora se dava por desmotivação profissional por baixo salário, dupla ou tripla jornada de trabalho, hora por dificuldades no que se tratava da formação e capacitação do profissional para ensinar física ou do seu baixo domínio com o campo da música e mais recente pela baixa quantidade de aulas ofertadas aos estudantes.

É certo que desafios dessa magnitude tendem a se perpetuar, sendo necessário intervenções que tenham com finalidade a melhoria no processo de ensino e aprendizagem e que busque o protagonismo discente, a fim de ter como parte importante desse processo e assim buscar uma aprendizagem real, significativa e relevante para a formação cidadã.

### 3 HISTÓRIA E APRESENTAÇÃO DOS INSTRUMENTOS

Apesar da existência de diversos instrumentos e de modalidades diversas (cordas, percussão, sopro entre outros), o uso de instrumentos de sopros é de grande popularidade na atualidade, principalmente quando tratamos do jazz, do frevo, do coco, da ciranda e da música popular brasileira e isso fica ainda mais evidente quando trazemos para o cenário nordestino, onde tem uma grande leva de bandas populares que tem como composição o famoso trio de metais que é composto, em sua grande maioria, por um saxofone tenor, um trompete em si bemol e um trombone em dó. Ainda é de grande importância fazer menção à cultura caruaruense, que tem enraizada em sua essência os instrumentos de madeiras como as flautas doces e pífanos onde este tem grande semelhança com um tubo sonoro fechado em uma de suas extremidades, instrumento importante para o ensino de um dos eixos da acústica e fácil de ser criado.

É certo que os instrumentos são diversos, bem como suas aplicações. Apesar disso, por situarmos na região nordeste do Brasil e ter grande influência dos instrumentos acima mencionado, destacaremos apenas alguns desses a fim de trazer os memos como a finalidade da proposta deste trabalho.

#### 3.1 O SAXOFONE TENOR

Assim como demais instrumentos musicais presente no cotidiano, o saxofone não foge à regra e chegou a partir da derivação de um instrumento já existente, ficando muito bem consolidado, dentre vários motivos, por ter uma excelente sonoridade e ser esteticamente bonito para a maioria dos povos, além de ser um dos que mais se assemelha a nossa voz o que fez com que logo caísse na boca do povo e se tronasse uma febre, sendo um dos instrumentos mais desejados por aqueles que buscam aprender um instrumento de sopro.

Todo mérito a esse grande feito deve-se ao seu idealizador, o construtor Antoine Joseph Sax (Adolph Sax), que teve a ideia de sua criação a partir do teste de fazer um clarone de metal, seguindo a regra quanto à derivação de outro instrumento, e teve como marco de aparição orquestral o dia 01 de dezembro de

1844, com a obra “Opera Laster King of Judá” (O Último Rei de Judá) no conservatório de Paris (CHAUTEMPS; KIENTZY; LONDEIX, 1990, p 16, 29, MORITZ 2003, p 15; CAPISTRANO, 2008, p. 4; FALHEIROS, 2012 apud Góis 2016).

Ao ser entrevistado sobre sua mais nova contribuição para a sociedade, afirmou que:

Melhor do que qualquer outro instrumento, o saxofone é capaz de modificar seu som a fim de lhes dar as qualidades convenientes, e de lhe conservar a igualdade perfeita em toda a sua construção. Eu o fiz em cobre e em forma de cone parabólico. O saxofone tem boquilha com palheta simples como embocadura, uma digitação próxima à da flauta e à do clarinete, e podemos, se quisermos, colocar-lhes todas as digitações possíveis (CHAUTEMPS; KIENTZY; LONDEIX, 1990, p 18; FALHEIROS, 2012; MORTTZ, 2003 p14).

A partir disso, é possível perceber que a divisão de cada parte do sax é algo mais simplificada que alguns outros instrumentos comumente vistos, sendo possível mencionar que é composto por: tudel (figura 1), boquilha, protetor de boquilha e abraçadeira (figura 2), palheta e o corpo do instrumento. (figura 3)



Figura 1 - – Tudel de Saxofone Tenor.

Fonte: O autor.



Figura 2 - Boquilhas, abraçadeiras, palhetas de madeira e cobre boquilha

Fonte: O autor.



Figura 3 - Corpo do Saxofone Tenor.

Fonte: O autor.

A extensão do saxofone tenor é de Sib<sup>2</sup>-Fá<sup>5</sup> (lê-se: si bemol 2 a fá 5, nessa ordem) tendo, respectivamente, a nota mais grave e a mais aguda. Segue abaixo uma tabela com a oitava central de notas, indicando seu número, frequência, período e comprimento de onda, mas tendo em mente que esses valores tem um alto grau de precisão por se tratar de um teclado eletrônico totalmente afinado.

TABELA 1 – Nota, frequência, período e comprimento de onda.

Nº	Nota	Frequência (Hz)	Período (s)	Comprimento de Onda (m)
48	C 3	261.625519	0.003822	1.314856
49	C# 3	277.182648	0.003608	1.241059
50	D 3	293.664734	0.003405	1.171404
51	D# 3	311.126984	0.003214	1.105658
52	E 3	329.627533	0.003034	1.043602
53	F 3	349.228241	0.002863	0.985029
54	F# 3	369.994385	0.002703	0.929744
55	G 3	391.995392	0.002551	0.877561
56	G# 3	415.304688	0.002408	0.828308
57	A 3	440.	0.002273	0.781818
58	A# 3	466.163788	0.002145	0.737938
59	B 3	493.883301	0.002025	0.696521

Fonte: <http://www2.eca.usp.br/prof/iazzetta/tutor/acustica/introducao/tabela1.html>

Para o saxofone tenor é válido mencionar que se faz a leitura uma nota acima e que, por não ser totalmente afinado em todas – por motivos adversos como palhetas, músicos, temperatura do metal e afins, os valores de frequência, período e comprimento serão próximos dos mencionados na tabela 1.

É de suma importância mencionar a aplicação do saxofone nas diversas bandas populares do Brasil e do mundo além, claro, de sua grande importância no frevo – modalidade popular que nasceu nas ruas de Recife ou Olinda. Não se sabe ao certo onde foi seu “nascimento”, mas seu ritmo fervente deu origem ao que conhecemos hoje como frevo (Spok 2004).

O destaque e a popularização do sax nesse estilo musical vem em uma das suas modalidades: o frevo ventania. Esta modalidade traz consigo uma execução mais difícil, mais detalhada e com um traço marcante dos instrumentos de palhetas, com grande menção ao saxofone (Spok 2004), tendo como uma música exemplo dessa modalidade o frevo “mexe com tudo” do maestro Levino Ferreira.

Marco como a sua contribuição ao frevo fez com que o instrumento se tornasse ainda mais popular em Pernambuco e, de maneira geral, essencial no

cenário do frevo que hoje é possível ouvir tanto no âmbito nacional quanto internacional.

### 3.2 A flauta transversal

Originada da flauta transversal alemã do século XII, a flauta transversal mais recente, ou como é classificada, renascentista, tem seu ápice de popularidade entre os séculos XVI e XVII. Sua construção é peculiar e, assim como outros instrumentos da base das madeiras, como violão por exemplo, seu material de construção já vem de forma derivativa, afim de aproveitar o que já tinha feito e dado certo. O seu criador, ou melhor, o inventor de um novo sistema para a flauta – através de um registro de passagem que também pode ser visto nos saxofones, Theobald Boehm teve essa ideia no ano de 1832 (FERREIRA, R. B. et al. Flautas transversais Renascentistas: ...madeiras brasileiras. Per Musi, Belo Horizonte, n.31, 2015, p. 108-122).

Apesar dos eventos anteriormente mencionados, a flauta transversal tem sua história datada desde muito antes, com estimativa de 35 a 40 mil anos atrás, com sua aparição na caverna de Hohle Fels, Suábia, Alemamhã com a curiosidade de que as primeiras construções eram de ossos (Ciência hoje on-line 2009 apud).

Sua composição é bem simples, composta apenas por três partes, sendo elas o bocal (figura 4), o corpo e o pé (figuras 5 e 6, respectivamente). As figuras representativas seguem abaixo.



Figura 4 - Bocal da flauta transversal.

Fonte: O autor.



Figura 5 - Corpo da flauta transversal.

Fonte: O autor.



Figura 6 - Pé da flauta transversal.

Fonte: O autor.

A extensão do flauta transversal é de três oitavas completas, indo de C4 a C6 (lê-se: dó 4 a dó 6, nessa ordem) tendo, respectivamente, a nota mais grave e a mais aguda. Vale ressaltar que algumas flautas mais novas e com novos recursos permitem que seja tocada a nota Si<sup>3</sup>.

Um instrumento muito semelhante a uma flauta transversal é o pífano, instrumento característico do nordeste brasileiro e bem enraizado na cultura

Pernambucana, com grande representatividade cultural em Caruaru – PE. Sua construção pode ser de diversos materiais que vai desde materiais mais incomuns ao dia a dia como caule de mamoeira, taboca e taquara até algo mais simples como o cano pvc (GASPAR, Lúcia 2009).

Sua construção (um tubo sonoro fechado em uma de suas extremidades) muito se assemelha a uma flauta e pode existir em diferenças tonalidades que dependerá de seu comprimento. A extensão do instrumento se dá nos tamanhos de 40cm, 50cm, 65cm e 70cm. Ainda como característica é possível destacar que possui seis orifícios e em regra não possuem chaves.

## 4 A FÍSICA DAS ONDAS, DO SOM E DOS TUBOS

O início do estudo do som remonta desde os tempos antigos, sendo que um dos primeiros trabalhos que diz respeito ao estudo do mesmo, data de algo mais recente que o evento anteriormente mencionado.

Pitágoras ao fazer seu estudo com o uso de cordas observou que havia uma estrita relação entre o comprimento da mesma e sua frequência – fenômeno que ainda não tinha essa nomenclatura, de modo que sempre que reduzida à metade, o comprimento de onda diminuía na mesma proporção, o que ocasionava o aumento em duas vezes de sua frequência.

Foi tendo como base esse estudo que novos acerca dos fenômenos sonoros começaram a ser estudados e foi cada vez mais fascinando estudiosos das épocas seguintes ao matemático.

Com o primeiro estudo datado do século IV a.C, novos estudos e associações foram surgindo, como a ideia de associação de frequência, por Marin Mersenne, a ideia de ressonância por Galileu, da não propagação do som no vácuo através de mecanismo criados por Torricelli e a ideia de um som grave e agudo com mesma velocidade de propagação, por Gassend.

Apesar de todo esse tempo passado, a fascinação pelo estudo das ondas transcorreu até os dias atuais, sendo que grandes feitos no que diz respeito à ondulatória e à acústica tiveram grande incremento nas últimas décadas com as contribuições de Hertz com experimentos de eletricidade e ondas eletromagnéticas, Maxwell, Faraday, Stokes e vários outros (NEPOMUCENO, 1977).

É a partir dessa introdução acerca do som que faremos, nos eixos seguintes, a modelização matemática, bem como definições conceituais dos eixos de ondas sonoras, características das ondas e do som e tubos sonoros.

### 4.1 CARACTERÍSTICAS DAS ONDAS E DO SOM

Munido de toda informação passada no eixo anterior, é possível começar a falar das características do som e, de modo geral, das características de uma onda. Ao longo das décadas, como vimos na introdução desse capítulo, novas descobertas foram surgindo acerca do estudo das ondas e com essas descobertas

foi possível o surgimento de elementos como a altura, intensidade, timbre, picos, vales, amplitude, frequência e comprimento de onda desse fenômeno de modo que será detalhado a partir de agora.

A amplitude (A), nada mais é do que a altura máxima que essa onda poderá alcançar, de modo que seus pontos mais altos são denominados de cristas e seus pontos mais baixos de vales. No S.I sua unidade está em metros (m).

Já no que diz respeito à velocidade propagação (V), esta será sua velocidade no meio, que está definida no S.I em metros por segundos (m/s). Para calcularmos a velocidade podemos usar a seguinte equação 1:

$$v = \lambda \cdot f \quad \text{Eq. 1}$$

Em muitos trabalhos é possível notar explicação desse eixo por meio de uma corda e por isso, quando se fala em interdisciplina entre física e música é bastante usado violão, por exemplo. Segundo Young e Freedman (2015), a velocidade de propagação de uma onda é uma das suas características principais. Ainda segundo eles “as velocidades de muitos tipos de ondas mecânicas possuem expressões matemáticas basicamente iguais à expressão de velocidade da onda em uma corda” (YOUNG E FREEDMAN, 2015, p. 124).

Para além dessas duas características da onda, ainda é possível observarmos a frequência (f), definida como número de oscilações por segundo. No S.I a unidade é o Hertz (Hz). Para calcularmos a frequência podemos usar a seguinte equação:

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{Eq. 2}$$

Por fim, no que diz respeito às características das ondas, temos o comprimento de onda ( $\lambda$ ) que é o espaço que a onda percorre para completar uma oscilação. Esse comprimento pode ser encontrado entre dois picos ou dois vales.

Para fins de visualização de tudo que foi demonstrado até o presente momento, a figura 7 traz a visualização e uma maior compreensão de localização de cada elemento.

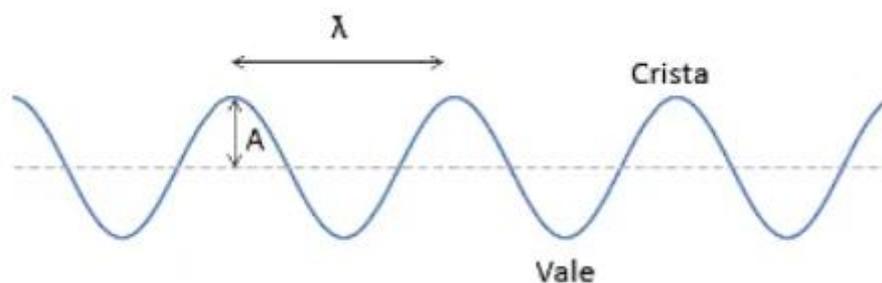


Figura 7 - Características de uma onda.

. Fonte: <https://www.todamateria.com.br/ondas/>

Mas até agora só falamos de fato das características gerais das ondas, e o que temos quando diz respeito às características do som? Veremos que será possível identificarmos:

A altura: diz respeito à sua frequência porque apresentará as mesmas muito elevadas, ou seja, quanto maior a frequência maior será a altura desse som. Corriqueiramente temos esse conceito confundido com a intensidade. A altura tem como características essenciais as ideias de que nas frequências altas estarão situados os sons mais altos/agudos e para as baixas frequências os sons mais baixos/graves. Importante mencionar que, segundo Young e Freedman (2015), o ouvido humano é sensível aos sons com frequências entre 20 e 20000 Hz, que correspondem ao chamado intervalo audível. Os sons de frequência acima de 20000 Hz são chamados ultrassons e os sons abaixo de 20 Hz são os infrassons.

Além disso, vem a ideia de intensidade, fenômeno que fará a descrição da quantidade de energia que a onda sonora transmite. Por sua vez, esse eixo associa-se com a intensidade sonora, de modo que quanto maior a amplitude, maior será a intensidade. Essa unidade do som é medida em decibel. Podemos calcular a intensidade a partir de:

$$I = \frac{\Delta E}{A \cdot \Delta T} \text{ Eq. 3}$$

Para Young e Freedman, a intensidade é “a taxa média de tempo em que a energia é transportada pela onda, por unidade de área, sobre uma superfície perpendicular à direção de propagação” (YOUNG E FREEDMAN, 2015, p. 131).

Por fim, fechando as características do som, temos o timbre, elemento que pode ser trabalhado de diferentes maneiras, como por exemplo com o uso de diferentes instrumentos musicais executando a mesma nota. De modo breve, o timbre nada mais é do que o modo de vibração da onda sonora que foi, de maneira mais encorpada, explicado por Nussenzveig (2002), como sendo as diferentes proporções em que são emitidos esses tons harmônicos definem o timbre do som.

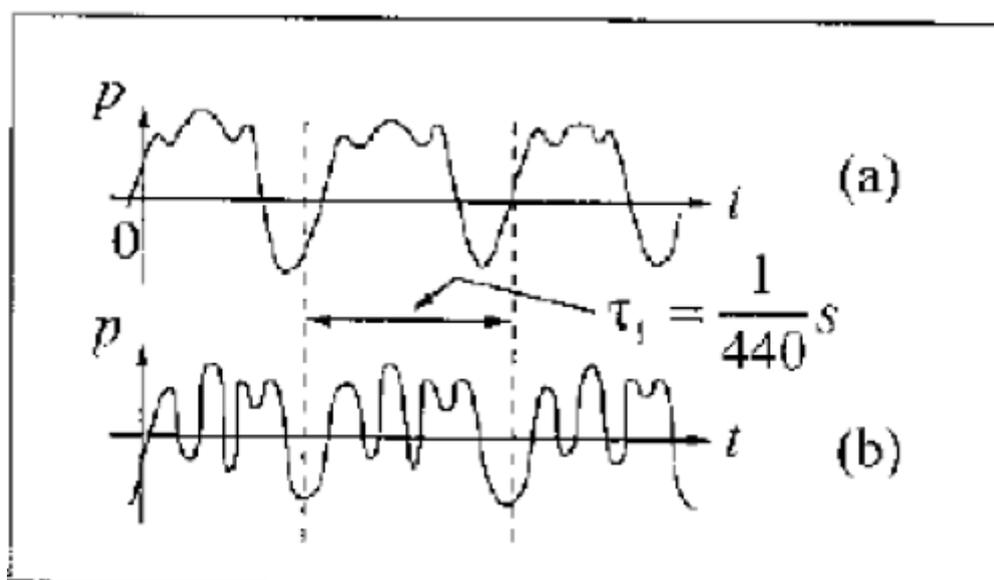


Figura 8 – Diferentes timbres sonoros

Fonte: Nussenzveig (2002)

## 4.2 Ondas sonoras

O início do estudo é possível a partir da visualização de que todo aquele movimento que oscile para frente e para trás, para cima e para baixo, para dentro e para fora estará vibrando de modo que é um evento que ocorre tanto no espaço quanto no tempo, ou seja, isso constitui uma onda. De modo mais objetivo, ondas sonoras são ondas mecânicas que precisam de um meio sólido para sua propagação mais eficiente e se propagam tridimensionalmente e de maneira longitudinal.

Indo além com uma definição mais abrangente, uma onda poderá ser adotado como uma vibração periódica de alguma grandeza física que se propaga tanto em

um meio material quanto no vácuo, com a importante observação de ser uma transferência de energia, mas não de matéria.

Existem tipos de ondas, podendo ela ser eletromagnética ou mecânica. Para aquele, temos que há uma componente elétrica e outra magnética onde tem como principal característica a propagação sem depender de um meio material, ou seja, poderá ser propagada até mesmo no vácuo, sendo caracterizada como uma onda de caráter transversal – sua direção de propagação é perpendicular à direção de vibração.

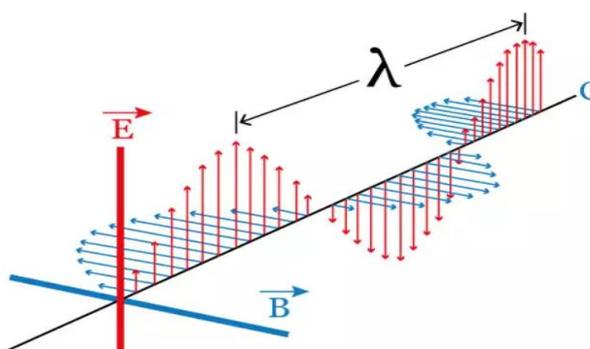


Figura 9 – Onda Eletromagnética

Fonte: <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/fisica/ondas-eletromagneticas>

Em contrapartida, as ondas mecânicas – de caráter longitudinal (em regra), ou seja, a que tem como característica de que cada ponto do meio material se propaga na mesma direção da propagação da onda, como as ondas sonoras – por exemplo, tem o funcionamento um pouco diferente porque, além de precisar de um meio material para se propagar, este interferirá diretamente na maneira de sua propagação.



Figura 10 – Onda mecânica longitudinal

Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/ondas-mecanicas.htm>

Apesar disso, ainda sim é possível observamos a existência de ondas mecânicas e transversais, a exemplo de uma onda na superfície da água, que tem a características da junção das ondas anteriormente mencionadas. Podemos observar esse fenômeno através das cordas do violão e calcular através da equação a seguir:

$$\mu = \frac{m}{L} \quad \text{Eq. 4}$$

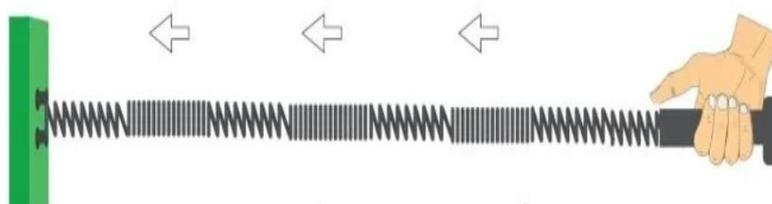


Figura 11 – Onda mecânica transversal

Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/ondas-mecanicas.htm>

A equação 4 é para cálculo de densidade linear, definida como Kg/m no Sistema Internacional (S.I.). Para além disso, a velocidade de propagação de um pulso, que dependerá da densidade linear, poderá ser definida por:

$$v = \sqrt{\frac{Ft}{\mu}} \quad \text{Eq. 5}$$

Sendo possível concluir que quanto maior a força de tensão da corda, maior será sua velocidade de propagação da onda na mesma.

#### 4.3 TUBOS SONOROS

Apesar do estudo das ondas e características das ondas sonoras poder ser feito com instrumentos de cordas, como violão e afins, é muito possível o estudo por meio de instrumentos de sopro, como saxofone (que neste trabalho vem com a finalidade explicar as características das ondas e do som) e também a flauta transversal, que nada mais é do que um tubo sonoro fechado em uma de suas

extremidades. Para este último, o objetivo será de fazer diferenças entre timbre principalmente e estudar de fato o eixo de tubos sonoros.

Vale ressaltar que temos dois tipos de tubos: os fechados e os abertos, de modo que será objeto do nosso estudo e também da nossa oficina o tudo fechado.

Apesar disso, veja que, de maneira generalista, temos que os tubos sonoros serão basicamente uma coluna de ar onde são produzidas ondas estacionárias longitudinais, ou seja, são as ondas oriundas da superposição de pressão que são geradas em uma extremidade com as refletidas na outra. Segundo Young e Freedman:

“Existem pontos particulares, chamados de nós, que nunca se movem. No meio de dois nós consecutivos existe um ponto chamado ventre, no qual a amplitude do movimento é máxima. Como o padrão da onda não parece se mover ao longo da corda, ela é chamada onda estacionária.” (YOUNG E FREEDMAN, 2015, p.135).

Nos tubos sonoros fechados teremos a ideia fundamental como sendo as frequências naturais sempre serão múltiplos ímpares da relação  $\frac{v}{4l}$  (Young e Freedman 2015). Observe a equação 6:

$$f = i \cdot \frac{v}{4L} \text{ Eq. 6}$$

Logo, para:  $i$ , teremos a frequência fundamental, para  $i=3$  o terceiro harmônico, para  $i=5$  o quinto harmônico e assim por diante. Importante lembrar que tubos fechados não produzem harmônico de ordem par.

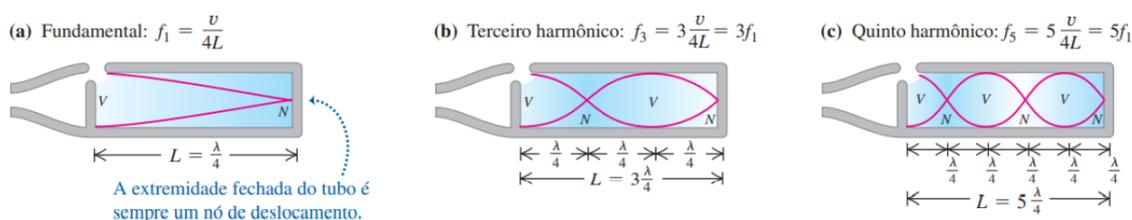


Figura 12 – Harmônicos em tubos sonoros fechados em uma de suas extremidades

Fonte: Young e Freedman (2015)

## 5 METODOLOGIA

De caráter qualitativo, essa pesquisa vem com a finalidade de mostrar uma das diversas formas de dinâmicas voltadas para o ensino da acústica e com a ideia de produção de uma sequência didática, ou melhor, da proposta da mesma que tem como finalidade sua inserção no ensino médio público e demais modalidades de ensino que se encaixar a mesma.

Com apoio dessa sequência didática, que nada mais é do que um material que auxiliará docentes por meio de passos sequenciais ou simplesmente etapas a serem seguidas para que tenham assim um maior aproveitamento dos estudantes; os docentes formados, docentes em formação e todos que precisarem da mesma poderá buscar sua aplicação para levar para a sala de aula uma aula mais didática, interdisciplinar e que tem como finalidade o maior interesse discente.

O professor poderá usar de uma oficina para confeccionar uma flauta transversal, ou seja, um tubo sonoro fechado em uma de suas extremidades e com isso estará fazendo o uso da música, da física e da arte da construção do aluno.

Além disso, fazer a coleta de dados por meio de questionamentos, sobre tubos sonoros e como funciona a parte de propagação dentro deles. Buscar associar com instrumentos correlatos trará aos estudantes um universo ainda maior de possibilidades.

Por meio do saxofone é possível associar a diversos fenômenos como altura, timbre e intensidade e buscar mostrar essa diferença entre instrumentos musicais diferentes como a flauta e o saxofone ou o pífano e o saxofone. A História do sax e sua contribuição para a música popular, o jazz e o frevo fazem com que os estudantes se sintam familiarizados com os instrumentos e passará a ver neles todos os fenômenos estudados e demonstrado por meio dele em sala.

Como a entrada em vigor do novo ensino médio, esta metodologia ficou limitada a quatro encontro apenas e cada um com a duração de uma aula de 50 minutos cada, onde será desenvolvido todo o estudo em cima dos três momentos pedagógicos. A divisão dos encontros encontra-se na tabela 2, onde foi possível fazer a menção adequada para cada um desses momentos e quais objetivos pretendem ser alcançados.

Atendo a SD da tabela 2, é possível perceber a divisão em etapas, onde foi feito o uso do modelo de Giordan, fazendo as devidas adaptações para esta finalidade. Na primeira coluna é possível observar o número dos encontros. Esta coluna é de extrema importância para situar o docente em relação à divisão dos eixos temáticos e buscar um maior planejamento para possíveis imprevistos.

Na segunda coluna está presente o(s) objetivo(s) geral, que segundo Giordan “representam metas do processo de ensino-aprendizagem passíveis de serem atingidas mediante desenvolvimento da situação de ensino proposta (SD)”. A importância dessa coluna é grande, porque através dela o docente poderá escolher quais os melhores caminhos ou os caminhos que julgar mais adequados conforme a realidade para percorres.

Ainda nesse viés, a definição da terceira coluna, os objetivos específicos, auxiliar diretamente o êxito de alcançar os objetivos gerais, porque aqui serão dados pequenos objetivos para que alcance assim o objetivo maior (geral). Será aqui que o docente terá a visão micro do conteúdo para chegar ao resultado macro.

Por fim, nessa adaptação feita, a dinâmica. Ela diz muito e será por meio dela que será possível o alcance do micro resultado e do macro resultado que tanto almejamos. Aqui o professor usará da prática dos três momentos pedagógicos para assim conseguir desenvolver todo o trabalho planejado neste material.

## 6 RESULTADOS

Como resultado final desta pesquisa temos a tabela 2, que mostra como produto final uma sequência didática elaborada com base nos três momentos pedagógico e usa como ferramentas auxiliares para o processo de ensino e de aprendizagem os instrumentos musicais de sopro, limitando-se ao saxofone tenor e à flauta transversal, mas nada impede que possa ser usado para mais instrumentos da mesma modalidade.

TABELA 2 – QUADRO DE DIVISÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Encontros	Objetivo Geral	Objetivo Específico	Dinâmica
Primeiro encontro	Apresentar a proposta aos estudantes;  Debate inicial e expectativa discente; Formação de grupos;  Avaliação diagnóstica.	Interação entre docente e discente para fazer um levantamento de conhecimento prévio sobre o conteúdo.	1ª aula: Problematização – Apresentando o conteúdo a partir de uma realidade já conhecida que será por meio da música com o auxílio de um saxofone e uma flauta transversal.
Segundo encontro	Fundamentação teórica do conteúdo com aula para mostrar os conceitos anteriores à acústica.  Ideia de criação de um instrumento musical;  Distribuição do material de apoio para a realização da	Fazer uma revisão de conhecimentos essenciais para o estudo de acústica.	2ª aula: Modelização – Conteúdos que poderiam ser ensinados a partir da problematização;  Mostrar a importância desse conhecimento e expandir para chegar ao conteúdo foco.

	atividade.		
Terceiro encontro	Apresentação dos instrumentos criados;  Discussão sobre a fundamentação teórica apresentada;  Introdução ao estudo da acústica: breve apresentação dos temas.	Identificar as dificuldades dos estudantes sobre os eixos da acústica;  Buscar ver o grau de familiaridade com o tema.	3ª aula: Modelização: Introdução – Estudo inicial dos conceitos.
Quarto encontro	O estudo da acústica:  Imersão teórica abordando os eixos do conteúdo;  Uso do instrumento criado para explicação de eixos do tópico e comparando – o com outro instrumento musical para fazer a demonstração dos conceitos físicos;  Avaliação diagnóstica.	Resolução de atividades de maneira dinâmica, por meio de debates;  Observação de domínio do conteúdo e sua relação com o instrumento musical confeccionado.	4ª aula: Contextualização – Estudo de casos corriqueiros, palpável, sobre o conteúdo em questão.

Atendendo desde o público do ensino fundamental, a aplicação de uma atividade que de fato faça os estudantes aplicarem os conhecimentos será de grande valia, visto que a ideia do estudante como protagonista e criando tudo aquilo que foi visto de maneira teórica é algo que há tempo vem sendo defendido e estudado onde, segundo Oliveira et al (2010), desenvolver atividades experimentais, com a colaboração do aluno, poderá abrir novos espaços para um ensino de cooperação e a participação direta na aprendizagem construindo um processo que

busca legitimizar um conhecimento científico inovador que irá valorizar a colaboração efetiva do alunado.

É atendendo a essa linha de pensamento que se faz muito necessário mostrar a importância na base para a melhor absorção e desenvolvimento das atividades propostas nessa proposta de SD. Conceitos essenciais como o de timbre, altura, intensidade e frequência são de suma importância, mesmo sabendo que serão vistas no desenvolver das atividades. Para além disso, o intuitivo dos estudantes por meio de aplicações do dia a dia e ideias correlatas são essenciais para o progresso da atividade.

Nessa perspectiva e partindo para a parte final, os materiais que serão utilizados para a criação de um instrumento musical do tipo tubo sonoro fechado será um cano de PVC de 1/2 polegada com comprimento total de 33 centímetros, régua, lápis para marcação e material adequado para abertura dos orifícios de digitação.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não há dúvidas de como a física é importante não somente enquanto conteúdo em si, mas também para o básico: a formação cidadã. Apesar de seu grau de importância para que torne possível a compreensão de fenômenos essenciais e presentes no dia a dia, sua aplicação na educação básica vem quase sempre acompanhada de aulas convencionais, ou seja, aquelas aulas voltadas para aplicação de fórmulas e resolução de exercícios, trazendo, nesse caso aulas pouco dinâmica, pouco interdisciplinar e que busca pouco ou quase nada a exploração do dia a dia discente.

Foi pensando nessa problemática que se arrasta por anos que este trabalho veio com a finalidade da propositura de uma sequência didática em um dos inúmeros eixos de estudo da física, trazendo ferramentas e instrumentos musicais que são capazes de ensinar o conteúdo de maneira mais prazerosa, didática e interdisciplinas mostrando ainda a aplicação prática de coisas que antes só mostradas por meio de cálculos, aplicações, repetições e mais repetições que quase sempre estiveram/estão associadas ao treinamento por repetição para vestibulares, provas internas e externas.

Para a aplicação deste material foi proposto uma sequência didática com três encontros, divididos de maneira uniforme e seguindo o tempo normal de uma aula na educação básica pernambucana, sendo que a avaliação estaria no último momento da mesma, onde seria analisados fatores físico, interdisciplinar, oralidade e demais requisitos para a formação cidadã.

Por fim, mostrar que é possível o ensino por meio de mecanismos além de uma lousa e quadro, sendo que há uma gama de materiais para isso. Para este trabalho, o uso de um saxofone tenor e uma flauta transversal para o aprendizado do conteúdo, terminando com a criação de um instrumento musical capaz de ser tocado e também usado para a explicação de do conteúdo em debate.

## REFERÊNCIAS

- Blog multisol, flauta transversal: tudo que você precisa saber  
<https://blog.multisol.com.br/flauta-transversal-tudo-o-que-voce-precisa-saber/>  
acessado em 22/03/2024.
- Camillo, Roberto. ARTICULAÇÃO ENTRE MATEMÁTICA, MÚSICA E FÍSICA. UNINOVE, São Paulo, 2008.
- Caroline Machado Canto. Instrumentos Musicais: Contextualizando o Ensino de Acústica. Araraguá, 2022.
- Ciência hoje: flauta pré-histórica <https://cienciahoje.org.br/flauta-pre-historica/>  
acessado em 17/04/2024
- FERREIRA, R. B. et al. Flautas Transversais Renascentistas: ... madeiras brasileiras. *Per Musi*, Belo Horizonte, n.31, 2015, p.108-122.
- FÍSICA AULA POR AULA VOLUME 2, São Paulo: FTD, 2016
- Giordan, INSTRUMENTO PARA CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DE SEQUÊNCIAS
- GOTO, M. Física e Música em Consonância. *Rev. Bras. Ens. Fis.* v.31. n.2. p. 2307.1-2307.8. 2009
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos de física. 9.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v.2.
- Iazzetta, tabelas de frequência, períodos e comprimentos de ondas  
<http://www2.eca.usp.br/prof/iazzetta/tutor/acustica/introducao/tabela1.html>  
acessado em 22/03/2024.
- João Carlos Leal Cavalcante, Fabrício Ribeiro Bueno, Cristiano Aparecido da Costa, Ronni Geraldo Gomes de Amorim. FÍSICA E MÚSICA: UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR. *Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, 2011.
- L.P. Vieira<sup>1</sup>, D.F. Amaral<sup>2</sup>, V.O.M. Lara. Ondas sonoras estacionárias em um tubo: análise de problemas e sugestões, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, março 2014.
- Marcello Ferreira, João Vítor da Silva Rocha, Olavo Leopoldino da Silva Filho . Sequência didática para o ensino de Acústica. *Physicae Organum*, v. 5, n. 1, p. 27-38, Brasília, 2019.
- Moreira, Marco: Uma análise crítica do ensino de Física, ensino de ciência, 2018
- RAMALHO, F.; NICOLAU, G.; TOLEDO, P. Os Fundamentos da Física 2. São Paulo: Moderna, 1997.

Silva Katyucha. O ensino do saxofone popular na graduação em música da UFPB: estratégias e processos didáticos-pedagógicos, novembro 2016.

skaraboto, Juliana. Uma proposta de sequência didática para o estudo da acústica no ensino médio. Campo mourão, 2021

TIPLER, P. A., Física Para Cientistas e Engenheiros. v. 3. Rio de Janeiro: LTC, 1995.

TÓPICOS DE FÍSICA - Volume 2. São Paulo: M. Esther Nejm, 2021.

## APÊNDICE – A

## FLAUTA DE PVC



Diâmetro do cano de PVC: 20 mm ou 1/2 polegada.

Comprimento total da flauta: 33 cm.

Ao aumentar o furo, o som fica mais agudo.