



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I - CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO  
MATEMÁTICA

Carla Valéria Ferreira Tavares  
Marcelo Germano Gomes

## SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA NO ENSINO DE FÍSICA: EXPERIMENTOS COM ONDAS SONORAS



Campina Grande – PB  
2019

**CARLA VALÉRIA FERREIRA TAVARES**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA NO ENSINO DE  
FÍSICA: EXPERIMENTOS COM ONDAS SONORAS**

Produto educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito final à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

**Área de concentração:** Cultura Científica, Tecnologia, Informação e Comunicação.

**Orientador:** Prof. Dr. Marcelo Gomes Germano.

Aprovado em: 26/ 04 /2019.

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof. Dr. Marcelo Gomes Germano – Orientador – UEPB



---

Prof. Dra. Morgana Ligia de Farias Freire – UEPB (Examinadora interna)



---

Prof. Dr. Joseclécio Dutra Dantas – UFCG (Examinador externo)

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

T231s Tavares, Carla Valéria Ferreira.  
Sequência didática investigativa no Ensino de Física  
[manuscrito] : Experimentos com ondas sonoras / Carla Valéria  
Ferreira Tavares. - 2019.  
26 p. : il. colorido.  
Digitado.  
Dissertação (Mestrado em Profissional em Ensino de  
Ciências e Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba,  
Centro de Ciências e Tecnologia, 2019.  
"Orientação : Prof. Dr. Marcelo Gomes Germano ,  
Coordenação do Curso de Física - CCT."  
1. Atividades experimentais. 2. Sequência Didática  
Investigativa. 3. Ondas sonoras. I. Título  
21. ed. CDD 371.33

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. APRESENTAÇÃO DA (SDI).....	4
<b>2.1. Sequência Didática investigativa – Conhecimento Prévio.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2. Sequência Didática investigativa – Situação Problema.....</b>	<b>6</b>
<b>2.3. Sequência Didática investigativa – Atividade experimental demonstrativa.....</b>	<b>9</b>
<b>2.4. Sequência Didática investigativa – Questionário e folha de relato das atividades.....</b>	<b>20</b>
3. CONCLUSÃO.....	24

REFERENCIAS

## 1. INTRODUÇÃO

Este produto educacional segue o formato de uma Sequencia Didática Investigativa (SDI), sobre Ondas Sonoras a partir de atividades experimentais e tem como função “apresentar um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de aulas planejadas e analisadas previamente com a finalidade de observar situações de aprendizagem, envolvendo os conceitos previstos na pesquisa didática” PAIS et al (2002) apud CARVALHO (2013, p. 19).

Assim, essa abordagem investigativa com o uso de sequências didáticas, propôs aulas planejadas com o uso de material didáticos e interações que auxiliaram o estudante a reavaliar seus conhecimentos prévios e reiniciar novos, com ideias próprias e coerente com o conteúdo abordado.

## 2. APRESENTAÇÃO DA (SDI)

Essa sequência didática apresenta quatro atividades com proposta de auxiliar professores nos conceitos sobre os conteúdos em Ondas Sonoras com o uso de situação/problemas e atividades experimentais demonstrativas e práticas com grupos de estudantes, como também produção textual das atividades vivenciadas em sala de aula.

### 2.1 Sequência Didática investigativa – Conhecimento Prévio

Esta atividade proporciona aos estudantes, a colocarem a “mão na massa” para aprender Física, construindo e manuseando experimentos. Utilizando desse meio, a turma aprenderá um pouco sobre sons, tipos de sons, suas características, dentre outros.

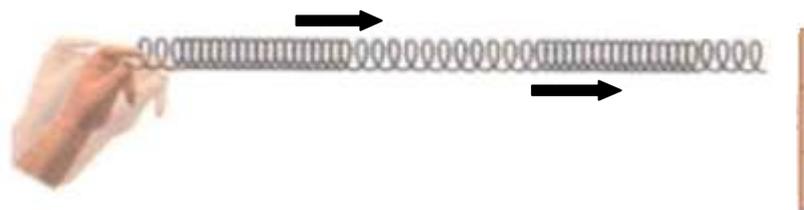
Agora, para iniciarmos, você sabe é o que é som?

---

---

- Para conhecimento, as ondas podem ser classificadas quanto à forma de propagação, em dois tipos: longitudinal e transversal.
- A. Onda Longitudinal se propaga num meio de forma que a direção de vibração coincide com a direção de propagação.

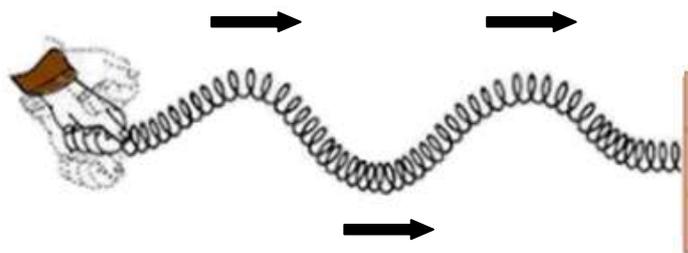
Figura 1. Propagação de uma onda longitudinal.



Fonte: <[https://www.google.com.br/ondas,g\\_1:longitudinal](https://www.google.com.br/ondas,g_1:longitudinal)>

- B. Onda Transversal se propaga de forma que a sua direção de propagação é perpendicular à direção de vibração. Por exemplo, as ondas numa corda ou numa mola.

Figura 2. Propagação de uma onda transversal.



Fonte: <[https://www.google.com.br/ondas,g\\_1transversal](https://www.google.com.br/ondas,g_1transversal)>.

A onda é dita mecânica quando só se propagar em meios materiais deformáveis ou elásticos, de forma a vibrar os pontos deste meio.

Elas se originam de uma perturbação ou distúrbio numa região e tendo o meio, propriedades elásticas, o distúrbio é transmitido sucessivamente de um ponto a outro. As partículas do meio vibram somente ao redor de sua posição de equilíbrio, sem, no entanto, se deslocar como um todo juntamente com a onda. Ela pode ser longitudinal ou transversal.

#### ❖ Procedimento da atividade (1)

Materiais e procedimento para realizar esta atividade:

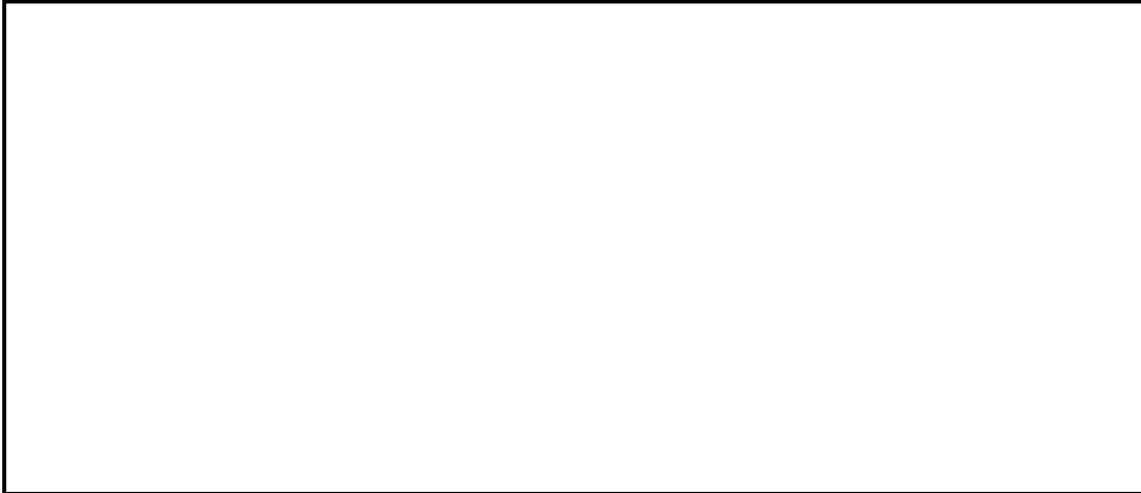
- Uma mola maluca;
- Uma corda.

**Procedimentos 1:** Em formação de equipes, segure as extremidades da mola, puxe algumas espiras, soltando-as posteriormente.

Agora, desenhe e(ou) descreva o comportamento da mola quanto às grandezas associadas às ondas formadas no manuseio da mola.

**Procedimento 2.** Ainda com sua equipe, com uma das pontas fixa da corda, balance a mesma uma vez (produzindo um pulso de onda transversal).

Desenhe e(ou) descreva o comportamento da corda sobre as grandezas associadas às ondas formadas por uma corda:



## **2.2. Sequência Didática investigativa – Situação Problema**

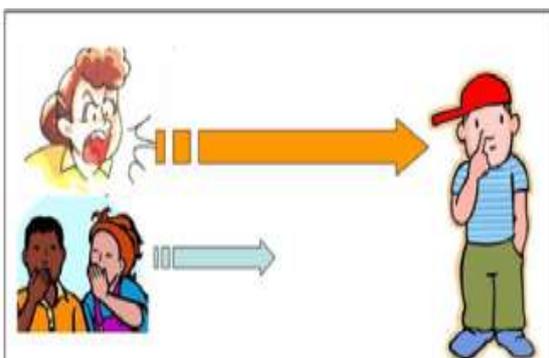
Essa sequência de ensino-aprendizagem sobre os tipos de propagação do som apresenta quatro etapas, e sua aplicação é sugerida por meio das etapas de temas abaixo:

- A propagação de sons fortes e fracos;
- A propagação do som a pequenas e grandes distâncias;
- A propagação do som em ambientes fechados e abertos.

### **❖ Etapa I: A propagação de sons fortes e fracos**

Essa primeira etapa é para investigar se um som forte viaja mais rápido do que um som fraco. A pergunta que inicia na questão (1) na (figura 3).

Figura 3. Propagação do som forte.



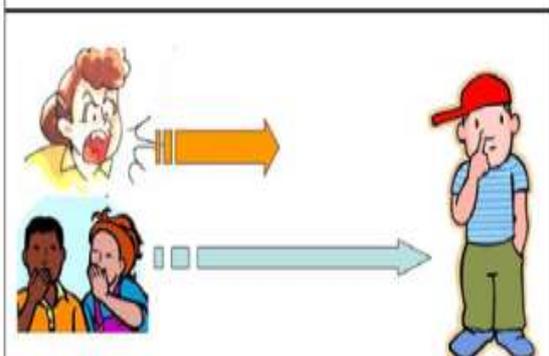
a) O som forte chega ao garoto antes do som fraco.

Justifique sua resposta:

---



---



b) O som forte chega ao garoto depois do som fraco.

Justifique sua resposta:

---



---



c) Os sons forte e fraco chegam ao mesmo tempo.

Justifique sua resposta:

---



---

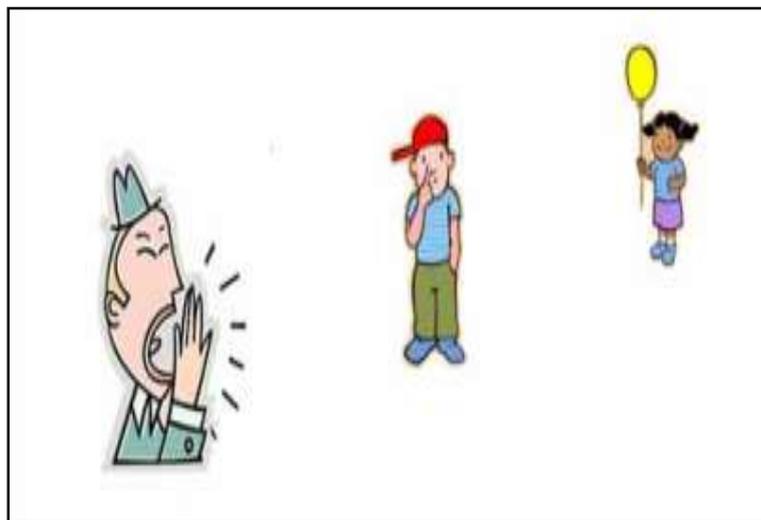
Fonte: <[www.if.utrg.br/~pet/producao\\_academica/dissertacoes/2011\\_Sergio\\_Tobias/material.pdf](http://www.if.utrg.br/~pet/producao_academica/dissertacoes/2011_Sergio_Tobias/material.pdf)>.

### ❖ Etapa II: A propagação do som a pequenas e grandes distâncias

A Etapa II investiga se o som 'vai parando' à medida que percorre distâncias cada vez maiores. A pergunta da questão (2) na (figura 4).

Questão 2. Uma pessoa dá um grito, que pode ser ouvido por um menino e uma menina. O menino está próximo da pessoa que grita, e a menina está mais distante. Das afirmativas abaixo, qual lhe parece a mais correta? Justifique sua escolha!

Figura 4. Propagação do som a grandes e pequenas distâncias.



Fonte: <[www.if.ufrj.br/~pef/producao\\_academica/dissertacoes/2011\\_Sergio\\_Tobias/material\\_instrucional.pdf](http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2011_Sergio_Tobias/material_instrucional.pdf)>.

- Quando o som do grito passar pela menina, ele terá velocidade maior do que quando passou pelo menino.
- Quando o som do grito passar pela menina, ele terá velocidade menor do que quando passou pelo menino.
- Quando o som do grito passar pela menina, ele terá a mesma velocidade que quando passou pelo menino.

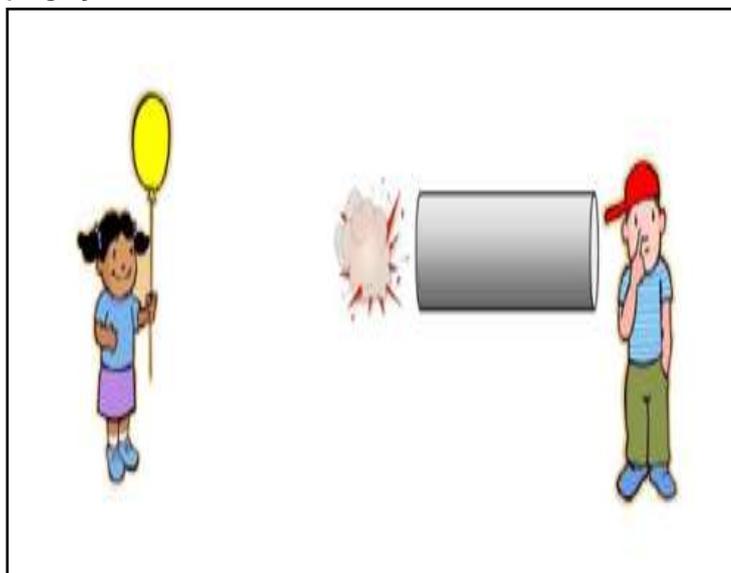
### ❖ Etapa III: A propagação do som em ambientes fechados e abertos

Na unidade III investigamos se o som se propaga com a mesma

velocidade em um tubo e no ar livre. A pergunta inicial na questão (3) na (figura 5) abaixo.

Questão 3. Uma pequena explosão pode ser ouvida por um menino e uma menina. As duas crianças estão à mesma distância do ponto onde ocorre a explosão, mas o som tem que passar por um tubo para chegar ao menino. Das afirmativas abaixo, qual lhe parece a mais correta?

Figura 5. Propagação do som em ambientes abertos ou fechados.



Fonte: <[www.if.ufrj.br/~pef/producao\\_academica/dissertacoes/2011\\_Sergio\\_Tobias/material\\_instrucional.pdf](http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2011_Sergio_Tobias/material_instrucional.pdf)>.

- a) O menino ouvirá o som da explosão da menina.
- b) O menino ouvirá o som da explosão depois da menina.
- c) O menino ouvirá o som da explosão ao mesmo tempo em que a menina.

### 2.3. Sequência Didática investigativa – Atividade experimental demonstrativa

#### ❖ Atividade Experimental Demonstrativa (2)

##### 1. Descrição do experimento

Esta atividade exige uma montagem trabalhosa, mas, é possível fazê-la com o auxílio do seu professor. Veja a figura abaixo e a descrição do experimento a seguir:

Figura 6. Demonstração do experimento sobre ondas estacionárias.



Fonte: Tavares (2018).

**Procedimento 1.** A fonte é um alto-falante, de 12cm de diâmetro, que vibra quando conectado a um transformador ligado à rede elétrica e ao alto-falante. Na parte central, convexa, do alto-falante uma haste com um furo em cima e soldada embaixo a uma base côncava que se encaixa na parte central convexa do alto-falante.

Figura 7. Alto-falante com a haste.



Fonte: Tavares (2018).

**Procedimento 2.** Nas extremidades de uma base de madeira de cerca de 10 cm por 1,0 m, é fixada duas pequenas barras verticais com um orifício na parte superior. Junto a uma dessas barras é fixada o alto-falante. Fixar um fio (pode ser cordonê branco grosso – elástico) à barra vertical junto ao alto-falante. Esse fio passa pelo orifício da haste do alto-falante e pelo orifício da outra

barra. Mas atenção! Não é possível prender esse fio diretamente na haste do alto-falante. Todos esses orifícios devem estar à mesma altura.

Figura 8. Barras fixadas no alto-falante.



Fonte: Tavares (2018).

**Procedimento 3.** Na extremidade oposta ao alto-falante, fixar uma roldana por onde passa esse fio; nessa extremidade vão ser penduradas cargas ( $C$ ) que, por meio do seu peso, vão exercer a tração de módulo  $F$  no fio. Para obter trações de módulos diferentes, basta optar por pendurar um pequeno balde de plástico, por exemplo —, onde seja possível colocar água ou areia para se obter a carga que for necessária.

Figura 9. Fio anexado a roldana.



Fonte: Tavares (2018).

**Procedimento 4.** O experimental é simples. Liga-se o transformador à rede elétrica: o alto-falante vai começar a vibrar, fazendo a haste vibrar verticalmente. Essa vibração é a frequência excitadora comunicada ao fio — chamada de  $f_e$ .

Figura 10. Fonte ligada, demonstração do fio vibrando.



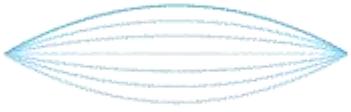
Fonte: Tavares (2018).

**Procedimento 5.** Nesse caso, ela tem valor constante  $f_e = 60$  Hz, que é a frequência da rede elétrica (frequência universal) onde o transformador está ligado. Na sequência, deve-se variar a carga pendurada no fio para variar a tração nele exercida e, desse modo, variar as velocidades e os comprimentos de onda das ondas que se propagam no fio.

Quando o comprimento de onda ( $\lambda n$ ) assume valores múltiplos inteiros ou fracionários do comprimento, ( $l$ ) do fio, aparecem às correspondentes configurações de ondas estacionárias.

**Procedimento 6.** Abaixo a representação parcial da tabela com os valores de  $n$  e os correspondentes valores de  $\lambda n$  em função de ( $l$ ).

Figura 11. Representação parcial da tabela com os valores de  $n$ .

Configuração	$n$	$\lambda_n$
	1	$2\ell$
	2	$\ell$
	3	$\frac{2\ell}{3}$
	4	$\frac{\ell}{2}$

Fonte: Tavares (2018)

Se a tração no fio for tal que o número de ventres seja  $n_3$ , aparecerão três ventres na configuração de ondas estacionárias correspondente ao comprimento de onda:

$$\lambda_3 = \frac{2\ell}{3} \ell \quad \text{Eq. (1)}$$

**Procedimento 7.** A frequência da onda estacionária é sempre a mesma (60 Hz) fornecida pelo alto-falante, mas a velocidade e o comprimento de onda variam porque o peso da carga varia e, por consequência, a tração exercida sobre o fio.

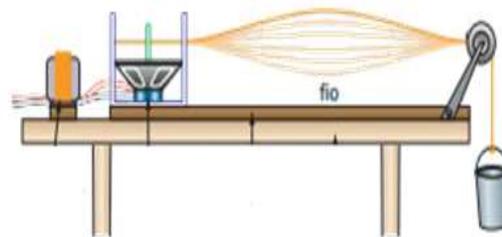
É importante destacar que a *ordem em que se observam as configurações de ondas estacionárias é invertida em relação à ordem em que elas aparecem na tabela*, isto é, as configurações que se observam primeiro são as de maior número de ventres, depois estes diminuem até aparecer o modo fundamental, com um único ventre.

Isso acontece em geral porque as medidas começam com as cargas menores e, é aumentada gradativamente, o que significa aumentar gradativamente a tração no fio. Como a frequência e a densidade linear do fio são constantes, o módulo  $F$  da tração, é obtido por meio da expressão das frequências naturais de uma corda, que é inversamente proporcional a  $n_2$ .

$$f_n = \frac{n}{2\ell} \cdot \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

Eq. (2)

Figura 12. Demonstração de uma onda estacionária.



Fonte: <http://souexatas.blogspot.com/2015/12/compreendendo-fisica-alberto-gaspar-vol.html>

No sistema representado na figura, o fio pode vibrar entre duas extremidades separadas pela distância,  $\ell = 0,70$  m, com uma frequência vibratória de 60Hz.

De acordo com o experimento sobre ressonância, observe e determine:

- O comprimento de onda das ondas componentes observadas no experimento;
- Represente graficamente a frequência de onda produzida no experimento, indique o: sentido e velocidade, a amplitude, o comprimento da onda, os ventres e os nós.
- As frequências naturais de oscilação dessa corda quando submetida a uma tração de módulo igual a 200 N; massa de  $\Delta m = 120$ g. (transformada em Kg/m, a nova massa  $\mu$  será de 0,12Kg/m).

Para  $n = 1$ ,

Para  $n = 2$ ,

Para  $n = 3$

### ❖ Atividade Experimental em Grupos (3)

#### 2. Descrição do experimento (A harpa de ar)

Apesar de chamada harpa de ar devido ao aspecto final da sua montagem (figura 1), esta demonstração é, na verdade, uma espécie de órgão com tubos que “tocam sozinhos” — pode-se dizer que esses tubos emitem som continuamente, pois reforçam o som ambiente, que sempre existe. No entanto, para que você possa ouvi-los, é preciso colocar a orelha junto à extremidade (em geral a inferior) de cada tubo; portanto, nesse instrumento musical só é possível ouvir um som ou nota musical de cada vez.

Figura 13: Harpa de ar.



Fonte: Tavares (2018).

Sendo assim, um tubo aberto em uma ou em ambas as extremidades é um filtro sonoro que só reforça as frequências naturais de oscilação dos sons do ambiente com as quais entra em ressonância.

No caso de um tubo de comprimento, aberto nas duas extremidades, as frequências das ondas estacionárias nele são chamadas de frequências naturais, ( $f_n$ ) em que  $n = 1, 2, 3, 4, \dots$ , onde a velocidade equivale ao som no ar.

Conclui-se então que, se um tubo não tiver furos, a frequência fundamental do som por ele reforçado (correspondente a  $n = 1$ ) é única e

determinada pelo seu comprimento. Mesmo havendo o reforço de outras frequências (correspondentes a  $n = 2, 3, 4$ , etc.), prevalece o som da frequência fundamental, porque sua intensidade é bem maior.

#### ❖ Procedimentos para a montagem da Harpa de Ar

**Procedimento 1.** Para construir o instrumento musical, é preciso, de início, escolher quantas e quais notas musicais queremos que sejam ouvidas, pois para cada nota será preciso um tubo de determinado comprimento.

**Procedimento 2.** A tabela abaixo esta representada com as notas musicas de uma oitava da escala cromática em valores decimais, com dois algarismos significativos.

Figura 14: Tabela com as frequências das notas musicais.

Nota	dó	dó#	ré	ré#	mi	fá	fá#	sol	sol#	lá	lá#	si	dó
f(Hz)	260	280	290	310	330	350	370	390	420	440	470	490	520

Fonte: <http://souexatas.blogspot.com/2015/12/compreendendo-fisica-alberto-gaspar-vol.html>

**Procedimento 3.** Após a escolha das notas musicais, calcule o comprimento dos tubos correspondentes às notas desejadas utilizando a expressão:

$$L = \frac{v}{2f} \quad \text{Eq. (3)}$$

1. De acordo com a tabela de notas musicais do procedimento (2), calcule o comprimento dos tubos, utilizando a equação de frequências estacionais descrita no procedimento (3).



2. Cerrar o cano de PVC de acordo com o  $L$  calculado que irá representar a nota musical escolhida.

Figura 15: Tubo de cano PVC cerrado.



Fonte: Tavares (2018).

3. Para essa etapa acoplar-se um Joelho à extremidade inferior de cada tubo para facilitar a audição do som. Veja a figura:

Figura16: Tubo de cano PVC com joelho.



Fonte: Tavares (2018).

**Procedimento 4.** Cada tubo passa a ter, então, uma extremidade curva que também deve ser considerada na medida do comprimento, pois o comprimento deve ser medido de abertura a abertura.

Figura17: Tubo de cano PVC acoplado



Fonte: Tavares (2018)

**Procedimento 5.** Construídos os tubos, basta fixá-los em um suporte ou cavalete vertical ou ligeiramente inclinado com a abertura inferior a uma altura conveniente para serem ouvidos, o que deve ser determinado pelo local onde será colocado e o público ao qual se destina.

Figura18: Fixando os tubos de cano PVC no suporte.



Fonte: Tavares (2018)

**Procedimento 6.** Agora, é marcar em cada tubo a nota musical correspondente, mas é importante ressaltar que esse é apenas um valor de referência, pois, como vimos na tabela anterior, essa nota depende da frequência, que, por sua vez, depende da velocidade do ar, que varia com a temperatura ambiente.

#### ❖ Hora de colocar o experimento em prática

1. Agora, leve a Harpa de Ar para um local sem barulho dentro do espaço escolar, fixe a harpa, se certifique que esta bem fixa e encoste o ouvido na abertura da extremidade inferior e descreva o que você o escutou durante o evento.

---

---

---

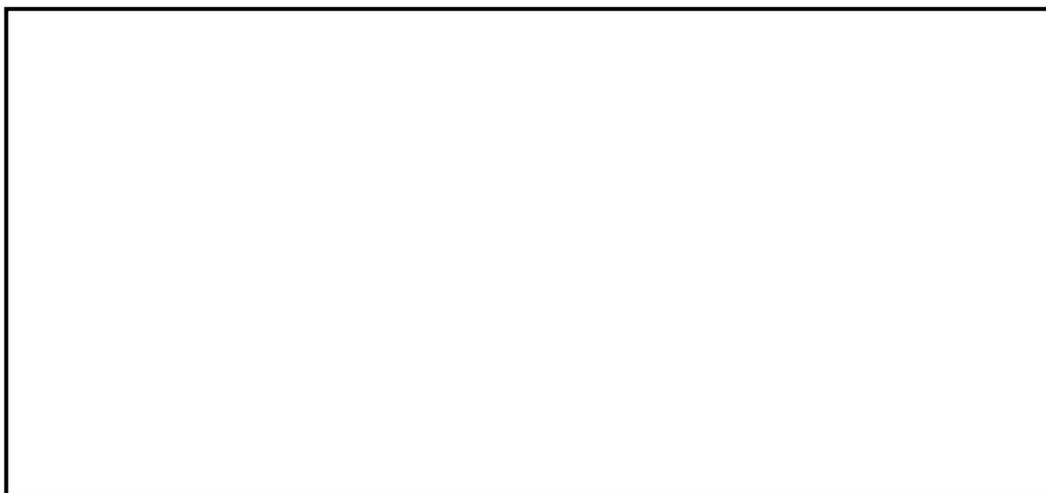
2. Agora, leve a Harpa de Ar para um local com mais barulho dentro do espaço escolar, fixe a harpa novamente, certifique que esta bem fixa e encoste novamente o ouvido na abertura da extremidade inferior e descreva o que você o escutou durante a ação.

---

---

---

3. Agora, desenhe ou descreva o comportamento da onda sonora em tubos com as extremidades abertas.



#### **2.4. Sequência Didática investigativa – Questionário e folha de relato das atividades**

Avaliação da Pesquisa sobre “ONDAS SONORAS: UMA EXPERIÊNCIA DE ENSINO A PARTIR DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS”

Esta etapa destina-se para a averiguação dos pontos positivos e/ou negativos da aplicação das aulas com o uso dos experimentos sobre Ondas Sonoras, e tem como objetivo interesse instrumental de avaliação do produto. Responda o que você achou de participar das atividades com o uso de experimentos

1. Esta aplicação do conteúdo de Ondas Sonoras e atividades práticas foram desenvolvidas com o objetivo de tornar mais claros dos conceitos básicos de ondulatória. Você acha que aprendeu mais com ele do que se tivesse tido aulas tradicionais?

a) Sim	
b) Não	

Justifique sua resposta!

---



---

2. Neste tipo de atividade, você teve a oportunidade de ir ao laboratório para investigar mais a fundo o funcionamento do experimento sobre Ondas Estacionárias em Cordas Vibrantes: Ressonância e a Velocidade do Som em Tubos Sonoros. Você acha que essa prática te ajudou a compreender melhor os conceitos de ondulatória durante as atividades desenvolvidos em sala de aula?

a) Sim	
b) Não	

Justifique sua resposta!

---



---

3. Em uma escala de 1 a 5, como você avalia a relevância do conteúdo trabalhado nesse nessas aulas para sua formação acadêmica?

	1	2	3	4	5	
Nenhuma relevância	<input type="radio"/>	Bastante relevância				

4. Em uma escala de 1 a 5, como você avalia a qualidade do material textual (listas de exercícios, textos didáticos e roteiros experimentais) produzido/utilizado nesta pesquisa?

	1	2	3	4	5	
Material de péssima qualidade, com diversos erros.	<input type="radio"/>	Material de boa qualidade, com textos bem explicativos e de excelente compreensão.				

5. Em uma escala de 1 a 5, como você avalia a qualidade do material

produzido para a prática experimental? Isso inclui: roteiro pré-experimental, roteiro experimental sobre Ondas Estacionárias em Cordas Vibrantes: Ressonância e a Velocidade do Som em Tubos Sonoros.

	1	2	3	4	5	
Material de péssima qualidade, que dificultou a prática experimental.	<input type="radio"/>	Material de boa qualidade, com textos bem explicativos, que tornou a prática experimental bastante relevante.				

6. Em uma escala de 1 a 5, como você avalia o tempo e as discussões sobre os dados experimentais que você produziu no relatório da atividade experimental?

	1	2	3	4	5	
Tempo insuficiente, com discussões inúteis e confusas	<input type="radio"/>	Tempo satisfatório, com discussões relevantes e bem solucionáveis				

7. Em uma escala de 1 a 5, como você avalia as atividades como um todo?

	1	2	3	4	5	
Atividades péssimas, mal elaboradas, com metodologia que o professor não deveria usar.	<input type="radio"/>	Proposta de Atividades excelentes, gostei muito mais do que as aulas tradicionais, o professor deveria usar esse método com mais frequência.				

8. Em uma escala de 1 a 5, como você avalia a regência da professora durante as aulas sobre o conteúdo abordado?

	1	2	3	4	5	
Péssima regência não entendeu nada do conteúdo que a professora abordou em sala.	<input type="radio"/>	Muito boa as aulas, com excelentes explicações.				

### Folha de relato

Folha de relato sobre as atividades durante a aplicação dos conteúdos de Ondas Sonoras.

Agora, elabore um relato, descrevendo as atividades desenvolvidas, desde a apresentação da teoria de Ondas Sonoras, até o desenvolvimento das atividades experimentais. Você também pode representar o relatório em forma de desenho explicativo e expressões matemáticas. Dê uma conclusão ao seu relatório.

### 3. CONCLUSÃO

Por fim, apresentamos o produto educacional em formato de uma sequência didática, que teve como foco o ensino dos conceitos de ondas sonoras por meio do ensino por investigação, com o sentido de promover a produção de argumentos em sala de aula e como também justificar a sua importância para a aprendizagem da Física.

## REFERÊNCIAS

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativa. IN: Carvalho, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por Investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo, Cengage Learning. 2013.

PAIS, L. C. Didática da Matemática: uma análise da influência francesa. Belo Horizonte: Autêntica, 2002. SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. **Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

