

Um Tubo de Ressonância Alternativo para o Ensino de Ondas Sonoras Estacionárias

A Resonance tube alternative for
teaching standing waves

Fábio Ramos da Silva

Instituto Federal do Paraná, Câmpus Foz do Iguaçu

fabio.silva@ifpr.edu.br

Meire Stéffani Brito Século

Universidade Federal de Mato Grosso

meire@fisica.ufmt.br

Resumo

Este artigo apresenta a produção de um artefato feito com materiais alternativos, que objetiva auxiliar o ensino dos conteúdos ligados às ondas estacionárias. Acredita-se que este seja um assunto bastante abstrato e, neste caso, a existência de atividades experimentais ou demonstrativas seria de grande valia para o ensino e o aprendizado. Originalmente esse artefato fora elaborado durante o ano de 2012, e integrou uma atividade experimental com alunos do ensino médio de uma escola pública da cidade de Cuiabá, Mato Grosso.

Palavras-chave

Ressonância, Ondas Estacionárias, Material Alternativo

Abstract

This paper presents the production of an artifact made with alternative materials that aims to assist the teaching of content related to standing waves. Standing waves is a subject abstract and in this case, the existence of experimental or demonstration activities would be of great value for the teaching and learning. Originally this artifact was developed during 2012 and was part of an experimental activity with high school students of a public school in the city of Cuiabá, Mato Grosso.

Key words

Ressonance, Standing Waves, Alternative Materials

Introdução

É consenso entre pesquisadores e educadores em Ciências que a presença de atividades experimentais e investigativas colabora para enriquecer o aprendizado e ensino científico. Também é de acordo que as atividades de ensino nesta área costumam privilegiar aulas teóricas, enfatizando as relações lógicas e quantitativas entre os diversos assuntos. Inúmeros pesquisadores têm-se interrogado quanto ao papel da experimentação no ensino e dos fatores que fazem com que um experimento tenha impacto positivo na aprendizagem dos alunos.

Laburú (2006) discute a relação entre a motivação em aprender e as atividades experimentais. O autor destaca que os experimentos podem ter uma baixa ou alta capacidade para a motivação dos aprendizes. Os de baixa capacidade seriam aqueles que têm como atrativo apenas a curiosidade inicial, um efeito bizarro, captam a atenção momentânea e não tem muita influência sobre aprendizagens futuras. Já os de alta capacidade de motivação são experimentos que além de cativantes, propiciam medições, análises, extrapolações, colaborando com o desenvolvimento da aprendizagem.

Uma discussão correlata à questão da motivação dos aprendizes é o entendimento da natureza e da importância da experimentação para o ensino, Séré e Coelho (2003) defendem que os experimentos permitem o enlace entre o mundo das teorias, o mundo natural, os materiais e as linguagens, ou seja, a experimentação favorece a multiplicidades de saberes e a transposição de saberes e habilidades.

Embora se reconheça a importância da experimentação, a sua implementação esbarra em uma série de dificuldades. Pena e Filho (2009) discorrem sobre esse assunto com uma metapesquisa, ou seja, uma investigação sobre publicações relacionadas ao tema. Nela os autores encontram como maiores entraves a carência de pesquisas sobre a aprendizagem num ambiente experimental, a falta de formação dos professores para a experimentação e as condições materiais precárias.

Acreditamos que a atividade experimental apresentada neste relato contribui para as discussões sobre o papel da experimentação no ensino, e que possui um alto potencial para motivar os aluno (Laburú, 2006), pois permite a interação com o equipamento, assim como a coleta e análise de dados.

Neste sentido, apresentamos no presente trabalho uma prática de laboratório dedicada ao estudo de ondas estacionárias. Acreditamos que essa prática pode colaborar para o ensino e aprendizado do tema, sobretudo pela possibilidade de manipulação do instrumento e a possibilidade de obtenção de dados.

O tubo de ressonância alternativo que será apresentado e discutido a seguir fez parte de uma atividade com alunos do ensino médio na cidade de Cuiabá, Mato Grosso, apresentando um resultado positivo em relação ao envolvimento dos alunos.

Fundamentação teórica

Ondas Mecânicas

O estudo das ondas mecânicas, que são aquelas que necessitam de um meio material para a sua transmissão, como o ar ou a água, por exemplo, é o fundamento para o entendimento de diversos fenômenos como o som, ondas marítimas, vibrações em corpos, ondas sísmicas e muitos outros.

Uma onda mecânica é uma perturbação que se desloca através de um material denominado de meio. À medida que a onda se propaga através do mesmo, as partículas que constituem o meio sofrem deslocamentos de diversas espécies, dependendo da natureza da onda (SEARS; ZEMANSKY, 2009). Como ilustração, podemos pensar numa onda em uma corda: os elementos da corda tendem a descer e a subir num movimento periódico. No caso do som, as partículas do ar tendem a oscilar entre duas posições no mesmo sentido da propagação.

Ondas Sonoras

As ondas sonoras são ondas mecânicas. As ondas mecânicas necessitam de um meio material para se propagar, que no caso sonoro é o ar. Todos os fenômenos sonoros são produzidos por meio de vibrações de corpos materiais: ao falar, as nossas cordas vocais vibram fazendo com que o ar existente ao redor das cordas também vibre, essa agitação se transmite de molécula a molécula do ar até alcançar os nossos ouvidos. Desse modo, se produz os sons. Um processo semelhante ocorre com as cordas de um violão ou de um piano. Todos os fenômenos acústicos são produzidos através da vibração de corpos, porém, o ouvido humano não consegue captar todos, somente aqueles que se encontram na faixa cuja frequência que está compreendida entre 20 Hz e 20 000 Hz.

Ondas Estacionárias

São ondas resultantes da superposição de duas ondas de mesma frequência, amplitude, comprimento de onda, direção, mas com sentidos opostos. Um exemplo clássico de onda estacionária é uma corda que está a vibrar, tendo uma de suas extremidades fixa. Com uma fonte faz-se a extremidade solta vibrar com movimentos verticais periódicos, produzindo-se perturbações regulares que se propagam transversalmente pela corda (HALLIDAY; RESNICK, 2008).

Ao atingirem a extremidade fixa, elas se refletem, retornando com sentido de deslocamento contrário. Dessa forma, as perturbações se superpõem às outras que estão chegando ao anteparo, originando o fenômeno das ondas estacionárias. Uma onda estacionária se caracteriza pela amplitude variável de ponto a ponto, isto é, há pontos da corda que não se movimentam (amplitude nula), chamados nós (ou nodos), e pontos que vibram com amplitude máxima, chamados ventres. A figura 1 ilustra os nós e os ventres.

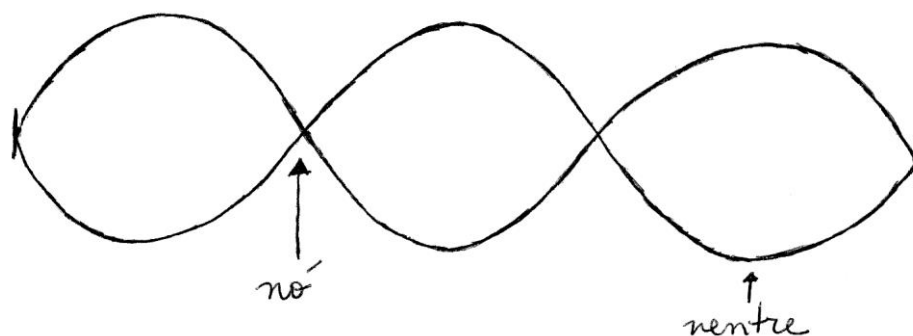


Figura 01: Representação da formação do nó (amplitude nula da onda) e os ventres (amplitude máxima da onda)
Fonte: os autores, 2014.

As ondas estacionárias são comuns em instrumentos musicais de sopro, consistindo em tubos com as duas extremidades abertas ou com uma extremidade aberta e outra fechada, assim como em instrumentos de cordas, que se assemelham a um tubo com as duas extremidades abertas. O aparato apresentado a seguir representa um tubo fechado, podendo ser comparado em analogia com a vibração de uma corda de violão, por exemplo.

Procedimentos

Construção do tubo de ressonância

Materiais utilizados: um funil feito a partir da extremidade superior de uma garrafa PET (em formato de cone), tampas de garrafa PET, fita isolante, isopor, um tubo cilíndrico de acrílico e balão de festa de aniversário.

Montagem: Para a construção do aparato utilizamos um tubo acrílico transparente de 62 centímetros de comprimento, adquirido em uma loja de material de construção, vendido originalmente como um suporte para toalhas. Uma das extremidades do mesmo foi vedada com uma tampa de garrafa PET e fita isolante. Na outra extremidade, fixamos o funil feito de garrafa PET envolto por um balão de festa cortado. Inserimos no interior do tubo pequenos pedaços de isopor. Esses pedaços são pequenas estruturas que formam as placas de isopor. A figura 2 apresenta um esboço do aparato.

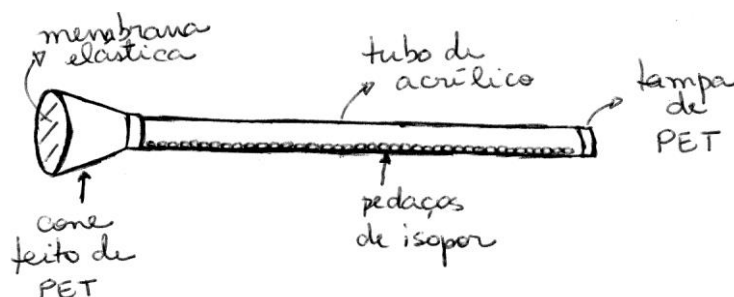


Figura 2: representação do experimento. Fonte: os autores, 2014.

Desenvolvimento

A atividade de ensino consistiu na manipulação do experimento de forma a produzir ondas estacionárias em seu interior, permitindo a realização de medidas de comprimento de onda e cálculos de frequência. Para isso os alunos deveriam gritar nas proximidades da membrana elástica, produzindo assim deslocamentos dos pedaços de isopor. A figura 3 apresenta uma fotografia do aparato.



Figura 03: o tubo ressonância utilizado. Fonte: os autores, 2014.

A distância entre duas cristas de ondas, ou em outras palavras, entre duas intensidades máximas de sua amplitude é conhecida como comprimento de onda (λ), na verdade, a distância entre quaisquer duas repetições de onda é um comprimento de onda. Isso é válido pra uma onda progressiva, ou seja, não estacionária. No caso das ondas estacionárias, como há uma combinação de duas ondas, a distância entre as duas cristas equivale a meio comprimento de onda ($\lambda/2$).

Na interação com o instrumento o aluno deve gritar nas proximidades da membrana elástica. Como consequência formam-se ondas estacionárias no interior do tubo, a amplitude da onda estacionária tende a deslocar os pedaços de isopor ao longo do tubo, criando espaços sem estes pedaços. Como a distância entre os espaços vazios é $\lambda/2$ (meio comprimento de onda – que é a distância entre dois ventres numa onda estacionária), é possível medir o comprimento das ondas produzidas. Utilizando a equação $v = \lambda \cdot f$, onde (v) é a velocidade da onda, (λ) é o comprimento de onda e (f) é a frequência da onda é possível calcular as frequências das mesmas. A figura 04 representa o fenômeno no interior do tubo.

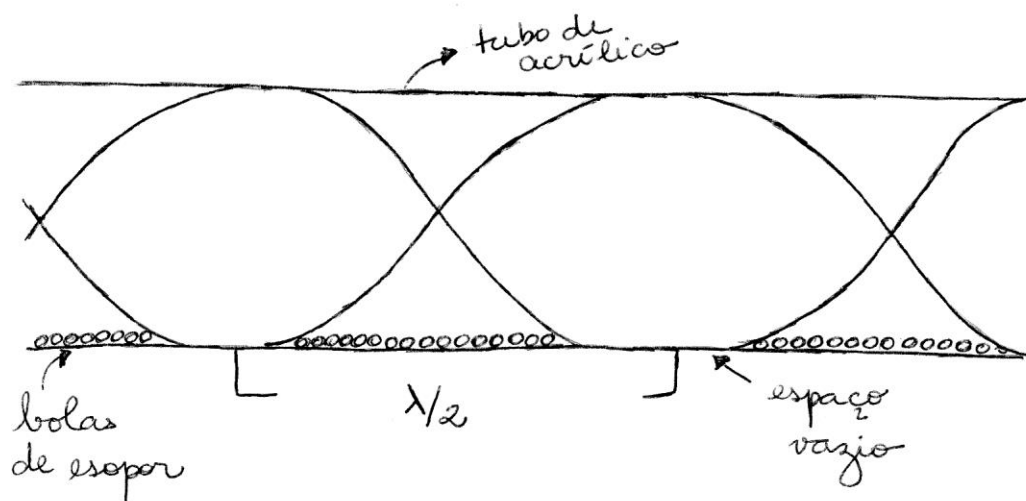


Figura 04: representação de uma onda estacionária transversal. Fonte: os autores, 2014.

Na verdade o som é uma onda longitudinal, que transmite variações de pressão no ar, e o esquema acima representa uma onda transversal numa corda. Porém devido a dificuldade em representar ondas longitudinais optamos por essa representação. Assim, é necessário discutir essa questão com os alunos durante a atividade.

Considerações finais

Este experimento tem como objetivo principal o estudo das ondas estacionárias como, por exemplo, é a relação entre frequência e comprimento de onda. Pode-se discutir também as diferenças de timbre entre as pessoas, particularmente entre os meninos e as meninas, além das variações que ocorrem durante o desenvolvimento humano. Nesse sentido, a voz humana constitui-se como uma espécie de identidade.

A maior dificuldade encontrada na realização da atividade foi fazer com que os alunos produzissem um grito aproximadamente constante nas proximidades da membrana. Deve-se ter paciência com os aprendizes, pois é necessário um pouco de prática para tal. Outro problema são as membranas elásticas que tem de ser constantemente trocadas, pois rapidamente se deterioram.

Quando da aplicação da atividade, observamos que houve grande envolvimento dos alunos, existe um componente lúdico e também lhes foi exigido uma coleta cuidadosa dos dados e análise dos mesmos. Acreditamos que esta seja uma atividade profícua, e que colabora com o aprendizado em Física, sobretudo no assunto de oscilações.

Agradecimentos

Agradecemos ao apoio financeiro da CAPES por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência, PIBID; ao professor Dr. Marcos César Danhoni Neves, da Universidade Estadual de Maringá, pela sugestão da atividade, no longínquo ano de 2003, e aos árbitros do XX SNEF e do Arqmudi pelas contribuições ao manuscrito.

Referências

HALLIDAY, D.; RESNICK, R. **Fundamentos de Física**: gravitação, ondas e termodinâmica. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

LABURÚ, C. E. Fundamentos para um experimento cativante. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 23, n.3, p. 383-405, 2006.

PENA, F. L. A.; FILHO, A. R. Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de Física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicados em periódicos nacionais da área (1971- 2006). **Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências**, São Paulo, v.9, n.1, 2009.

SÉRÉ, M. G.; NUNES, A. D. O papel da experimentação no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 20, n.1, p. 30-42, 2003.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física II**: Termodinâmica e Ondas. São Paulo: Pearson, 2008.