



EXPERIMENTO EM TUBO SONORO: APRENDENDO A USAR O SWEEP GEN COM O TUBO DE KUNDT

EXPERIMENT IN TUBE NOISE: APPLICATION OF A GUIDE FOR EASY KUNDT TUBE USE

Luiz Fernando Ferreira dos Santos

[lf_santos001@yahoo.com.br]

Alexandre Lopes de Oliveira

[alexandre.oliveira@ifrrj.edu.br]

Instituto Federal Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências - PROPEC

RESUMO

O artigo esclarece detalhes da utilização de um software livre usado com um experimento que foi parte de uma aula integrante de uma sequência de aulas sobre acústica. A experimentação foi o centro do trabalho nestas aulas de física. A temática acústica foi encadeada através de um conjunto de quatro aulas. Na segunda aula desta sequência de aulas de acústica foi realizada uma experimentação com tubo sonoro chamado de tubo de Kundt. A atividade tinha finalidade de mostrar a formação dos harmônicos em um tubo sonoro fechado nas duas extremidades para os alunos. A geração das ondas estacionárias ocorreu através de um alto-falante conectado ao tubo sonoro. O software analisado no artigo é o Sweep Gen. Ele é um *software* livre que é usado para gerar pulsos de ondas sonoras. A aula com experimento foi aplicada em uma das intervenções de uma pesquisa sobre ensino de ciências numa turma de terceiro ano do ensino médio. Os alunos trabalharam com o experimento em uma atividade que deveriam extrair dados do software e da observação do fenômeno gerado no tubo. Através da observação alunos mediram o comprimento de onda. Com os dados os alunos poderiam calcular a velocidade do som dentro do tubo. Utilizou-se partes de roteiros experimentais de outras pesquisas adaptados para atividade descrita no artigo. Buscou-se neste artigo criar um roteiro de uso do *software* para auxiliar o trabalho do professor e dos alunos. O roteiro focou no detalhamento das funções do programa e como seriam usadas na atividade proposta. Também foi enfatizado o esclarecimento de pontos ainda não tratados em outras pesquisas que usaram o Sweep Gen com experimentos de acústica. Os alunos aprenderam a fazer toda programação do *Sweep Gen*, configurando detalhes como tipo de onda, frequência e intensidade sonora da onda. Com os resultados, percebeu-se que a atividade contribui para o entendimento dos conceitos físicos sobre onda e acústica almejados na aula sobre ondas estacionárias em tubo sonoro. Estes conceitos perfazem o conjunto determinado para a sequência de aulas sobre acústica.

PALAVRAS-CHAVE: Tubo de Kundt, Acústica, Ensino de física.

ABSTRACT

The article clarifies details of the use of free software applied to an experiment that was part of an integrated class of a sequence of classes on acoustics. Experimentation was the focus of the activities in those physics classes. The acoustics theme was chained by means of a set of four classes. In the second of those classes an experiment was carried out with a sound tube called the Kundt tube. The activity was intended to show students the formation of harmonics in a sound tube closed at both ends. The generation of stationary waves was provided by a loudspeaker connected to the tube. The software analyzed in the article is a free one, Sweep Gen, which is used to generate pulses of sound waves. The experimentation class was given as one of the interventions of a research on science teaching for third graders of senior high school. The students worked with the experiment in an activity that meant to extract data from the software and to provide observation of the phenomenon generated in the tube. After the observation, the students measured the wavelength. With the data the students could calculate the speed of sound inside the tube. We used parts of experimental scripts from other researches which were adapted to the activity described. This article aimed to create a script to the use of the software to support pedagogical actions in the classroom. The script focused on detailing the program's functions and on how they could be used in the proposed activity. It was also emphasized the clarification of points not yet dealt with in other surveys that used the Sweep Gen for acoustics experiments. The students learned how to make all Sweep Gen programming, setting up details such as wave type, frequency and sound intensity. With the results, it was noticed that the activity contributed to the understanding of the physics concepts about waves and acoustics object of the sequence of acoustics classes.

KEYWORDS: Kundt's tube, Acoustics, Physics education

INTRODUÇÃO

O professor, ao utilizar atividades experimentais como recurso educacional, se vale de uma ferramenta que pode dar uma contribuição importante a fim de melhorar os processos de ensino e aprendizagem, tornando-os atrativos. Proporcionar um ensino de física atrativo, de fato, levará o aluno a estar mais preparado ao fim do seu ciclo escolar no ensino médio. Esse aluno terá um entendimento da sociedade e do cotidiano no qual ele se insere, percebendo as contribuições da física para a elaboração do mundo em que se vive (SÉRÉ e COELHO, 2003).

Sendo assim, existe uma preocupação em ensinar a física, buscando a formação de um cidadão, capaz de pensar criticamente a respeito de assuntos de variadas temáticas relevantes para si e para outrem (BRASIL, 1999). Esta formação para ocorrer, precisa ser embasada naquilo que o aluno já traz consigo e com ele percebe o mundo e as suas transformações ao seu redor, isto é, à inserção desse ao mundo contemporâneo.

A aprendizagem de novos conceitos, deve relacionar-se com os conceitos existentes na sua estrutura cognitiva, e assim servirão de ancoragem para os outros.

Esses conceitos, presentes na estrutura cognitiva do aluno, recebem na perspectiva Ausubeliana, o nome de subsunçor (AUSUBEL, 2000). Para a perfeita conexão dos processos, precisa-se ter a garantia de que os conhecimentos prévios foram diferenciados e reagrupados por meio de uma consolidação desta aprendizagem, que lançará mão de ferramentas apropriadas para esta verificação (MOREIRA, 2011).

Na literatura da área de ensino de física, existem alguns trabalhos de pesquisas que abordaram o tema ondas sonoras e fizeram um recorte específico no assunto tubos sonoros. Estes trabalhos tiveram aspectos distintos, mas usaram a experimentação no ensino como ponto de convergência em suas abordagens. No trabalho de Saab *et al.* (2003), verifica-se uma discussão sobre como se obter a velocidade do som, utilizando um experimento de tubo sonoro. O experimento chamado de tubo de Kundt, foi realizado com materiais de baixo custo, com a finalidade de coletar dados, para se obter a velocidade de propagação do som e visualizar as ondas sonoras. No trabalho de Vieira *et al.* (2014), houve uma ampla discussão sobre as abordagens em livros didáticos das atividades teóricas e práticas envolvendo ondas sonoras. Foram feitas sugestões de atividades práticas em tubos fechados, para exemplificar situações que geram dúvidas nos alunos durante o processo de ensino do conteúdo ondas e acústica.

Os trabalhos anteriores exploraram formas de se obter a velocidade do som em tubos sonoros, criaram mecanismos para visualizar essas ondas, discutiram pontos controversos como a linguagem usada nos livros textos em seus exercícios e até na fala dos professores. Entretanto existe espaço ainda, conforme os trabalhos citados, para melhoria das atividades propostas. Para tal, propôs-se usar um experimento com tubos sonoros.

No presente trabalho, desenvolveu-se um roteiro para uso com um aparato experimental conhecido e já citado nas obras anteriores, o tubo de Kundt. A proposta do presente trabalho foi desenvolver um roteiro para essa atividade, no qual um programa muito usado em situações anteriores, foi melhor explorado com um passo-a-passo detalhado para esta aplicação. A aplicação do experimento ocorreu em uma turma de ensino médio. Foi possível coletar dados para obter a velocidade do som, usando os mesmos modelos matemáticos proposto por Saab *et al.* (2003), e ainda propondo correções de abordagens conceituais em determinadas situações apontadas em Vieira *et al.* (2014).

Ao longo da seção 2, estão apresentados alguns detalhes da confecção do tubo de Kundt e configuração adotada no aplicativo gerador de ondas sonoras, o *Sweep Gen*¹.

As descrições da aplicação estão apresentadas na seção 2.2. Nas atividades realizadas, abordou-se o passo a passo da utilização do *software* para gerar ondas sonoras dentro do tubo. Foi possível obter o comprimento de onda sonora. Efetuou-se o cálculo da velocidade do som na vizinhança do tubo através de uma equação que relaciona a velocidade com a temperatura. Com os valores calculados da velocidade do som dentro e fora do tubo, permitiu-se fazer uma comparação e identificar divergências nos valores calculados e medidos, e assim aventar uma causa desse ocorrido.

¹ O aplicativo pode ser baixado gratuitamente em <http://www.satsignal.eu/software/audio.html>.

Os resultados obtidos são apresentados e discutidos na seção 3 e na seção 4 apresentamos as considerações finais.

DESENVOLVIMENTO DO EXPERIMENTO DO TUBO DE KUNDT

A montagem experimental de um tubo de Kundt é útil para o ensino de acústica. Com este aparato deseja-se que os alunos sejam capazes de trabalhar com elementos básicos da física ondulatória, tais como comprimento de onda, frequência e velocidade de propagação do som.

MONTAGEM DO TUBO

O experimento é composto de um tubo transparente ligado a um alto-falante e um aplicativo computacional que irá fornecer as frequências sonoras em determinado índice de intensidades sonora.

Foi utilizado um tubo de acrílico transparente de 120,0 cm de comprimento, 8,0 cm de diâmetro e com 0,3 cm de espessura. Nas duas extremidades foram colocados plástico para melhorar (pode ser um pedaço de sacola de PVC) a vedação e minimizar dissipação do som dentro tubo. Numa das extremidades foi acoplado um alto-falante da marca JBL SELENIUM modelo D250X com 100,0 Watts em RMS². O tubo deve ser colocado sobre dois suportes de mesma altura para evitar desnivelamento.

Dentro do tubo foi colocado um material leve que pudesse ser deslocado com a energia sonora gerada pelo alto-falante. Foram testados alguns materiais disponíveis à época, tais como farinha de trigo, açúcar e grão de isopor. O material escolhido foi grão de isopor, por sua leveza, uma porção desse material precisa ser bem distribuído por todo tubo antes de se fazer as medidas. Após ligar o alto-falante e executar uma medição, o tubo precisa ser manejado e os grãos de isopor redistribuídos para executar nova medida. Isto porque há eletrização gerada pelo atrito entre os grãos do isopor e esses se atraem formando pequenos aglomerados indesejáveis.

O alto-falante é conectado à um aplicativo computacional que controla a frequência e intensidade sonora. Recomenda-se que antes de realizar a montagem, teste o alto-falante, ligando-o ao aplicativo computacional, ou simplesmente tocando uma música, com o objetivo de perceber a pressão exercida pelo dispositivo e a intensidade das ondas sonoras.

² Abreviatura do inglês para *root square mean* no português significa raiz da média do quadrado. O RMS é uma equação que informa o valor eficaz dado para uma função senoidal <http://www.techtudo.com.br/dicas-e-tutoriais/noticia/2014/04/elevada-potencia-em-watts-rms-nao-quer-dizer-volume-alto-entenda.html> acessado em 26 de Abril 2016.



Figura 1: O tubo de Kundt.

Na figura 1 pode-se ver o tubo sendo posicionado para realizar atividade. Utilização do aplicativo para gerar as frequências e intensidade sonoras

Para gerar sinais sonoros dentro do tubo, optou-se por usar o aplicativo *Sweep Gen*, que é gratuito e de simples configuração. A versão utilizada foi a 3.6.2.32. O aplicativo disponibiliza tutoriais na sua página para *download*.

Na figura 2 está exposta a tela principal do programa com todos os detalhes de configuração.

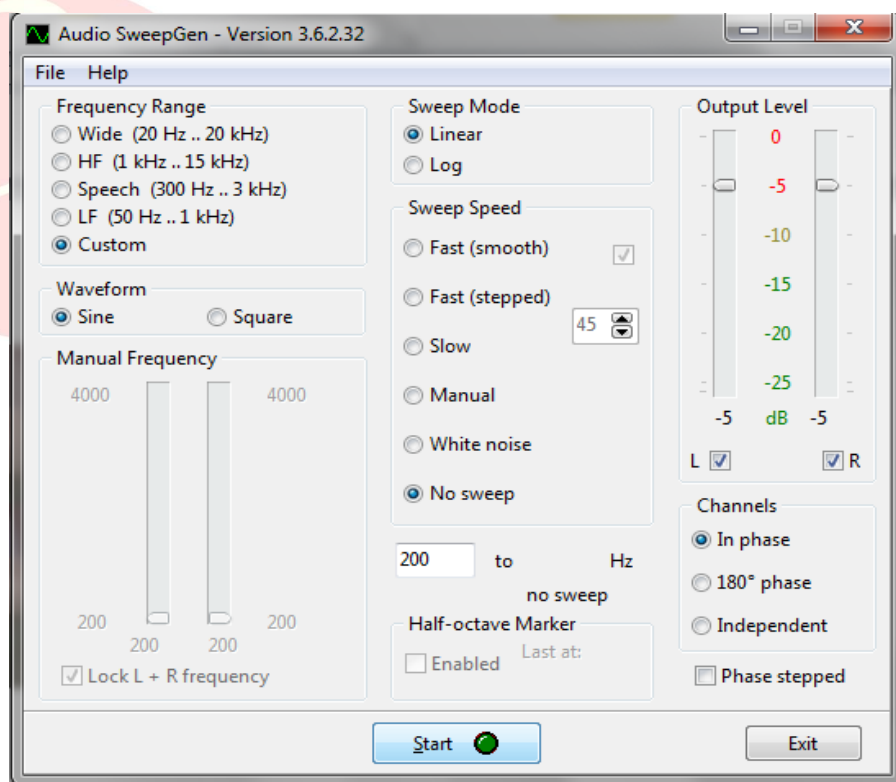


Figura 2: Tela principal do programa *Sweep Gen*, versão 3.6.2.32 (com as configurações iniciais selecionadas essa atividade).

Na parte superior à esquerda da figura 2, pode-se observar a opção *File* (Arquivo), que permite fechar o aplicativo. Ao lado, tem-se ainda o botão *Help*, com

duas opções: (i) *Register*, permitindo o cadastro no canal do criador da versão do programa para receber atualizações e informações sobre o aplicativo via e-mail. (ii) A opção *About* oferece as informações sobre o criador desta versão do programa.

Na coluna de comandos do lado direito, ver figura 2, a opção "*Frequency Range*" (faixa de frequência), funciona como um ajuste dos limites inferior e superior que irá aparecer na opção *Manual Frequency*. Essa função tem os valores de frequência exposto, sendo possível selecioná-los manualmente dentro do limite escolhido. Ainda é possível selecionar nessa função se o sinal irá sair em dois alto-falantes ou em apenas um. Ainda nessa coluna de comandos, tem-se a opção *Waveform* que indica se o sinal será uma onda senoidal ou quadrada.

Na coluna de comandos central, ver figura 2, pode-se escolher por meio da opção *Sweep Mode*, se a função geradora da onda será do tipo linear ou logarítmica. A função *Sweep Speed*, controla o intervalo de tempo entre a emissão de uma onda e outra usando de valores pré-selecionados, indo do menor intervalo para o maior. Cada intervalo de tempo recebe um nome, sendo o *Fast (smooth)* que é a opção com pulso de menor intervalo com variações suaves entre cada ciclo já o *Fast (stepped)* tem variações mais curtas no ciclo, o *Slow* terá um período mais alongado, *White noise* é chamado ruído branco de frequência única, *manual* permite variações de todos parâmetros manualmente de período e frequência e *No sweep* é a opção onde pulso é contínuo sem variação de tempo. É possível fazer a seleção de forma manual dos valores limite de frequências que aparecem no "*Manual Frequency*".

Abaixo dos espaços para digitar os limites das frequências vê-se a função *Half-octave Marker* que é uma função para usar apenas parte do ciclo do sinal. Essa não está disponível na versão do aplicativo utilizado.

Na coluna à direita, ver figura 2, a função *Output Level* indica o nível de intensidade sonora emitida em unidades de decibéis (dB). Apesar de não ser necessário para o presente caso, essa função também permite gerar níveis de intensidade sonora distintos para cada alto-falante. Abaixo da função *Output level*, verifica-se a função *Channels* que indica como é emitido o sinal, a saber: todos em fase (*In phase*), em defasagem de 180° graus (180° *phase*), de forma independente (*Independent*) a cada emissão ou ainda sobrepor a fase seguinte a anterior (*phase stepped*).

Na barra inferior, ver figura 2, com as configurações feitas, basta apertar botão "*Start*" inicia a emissão de sons. Depois, só aguardar os grãos de isopor se estabilizarem e variar a frequência até se formar o harmônico esperado. Após estabilização dos grãos de isopor dentro do tubo, pode-se observar a formação dos harmônicos. O número de anti-nós indica qual o harmônico presente.

SOBRE A APLICAÇÃO DA ATIVIDADE, RESULTADOS E DISCUSSÕES

A instituição onde se aplicou a atividade fica na cidade do Rio de Janeiro, em um bairro classificado como de classe média da zona oeste da cidade e com uma população pequena em relação aos bairros circunvizinhos. A escola é privada e considerada de pequeno porte, pois tem cerca de 250 alunos matriculados desde a educação infantil ao ensino médio, funcionando em dois turnos. O tema acústica, para essa escola, no ensino médio, surge no terceiro ano. Portanto, o trabalho foi

EXPERIMENTO EM TUBO SONORO

desenvolvido em uma turma dessa série, com 21 alunos que frequentavam regularmente. A atividade pretendida foi planejada para duas aulas de 50 min cada, em dias distintos.

As atividades experimentais com a turma se iniciaram com a apresentação de um vídeo com cerca de 9 minutos. O vídeo foi elaborado pelo professor com um experimento chamado máquina de onda. A finalidade do vídeo foi introduzir os conceitos centrais de ondas mecânicas, tais como comprimento de onda, frequência e velocidade de uma onda, para que mais a frente estes conceitos fossem melhor trabalhados na atividade do tubo de Kundt. Após exibição do vídeo os alunos preencheram um questionário que serviu de diagnóstico daquela atividade.

A seguir, separou-se a turma perfazendo grupos com quatro alunos para realizar a o segundo momento. Esse segundo momento foi à realização do experimento do tubo de Kundt. Por conta do tempo limitado, foi elaborado e distribuído roteiros a título de orientação para a montagem. As configurações iniciais feitas pelos alunos no aplicativo *Sweep Gen* antes de ligar o alto-falante foram as seguintes:

- *Frequency Range* em *Custom* e os limites para as frequências 20 Hz a 1100 Hz.
- *Manual Frequency* em 0 Hz, *Sweep Mode* em *linear* e o *Sweep Speed* em *No Sweep*.
- O *Output Level* fixo em 5 dB, o suficiente para identificar a onda e o harmônico em questão.
- Deve-se deixar sempre em fase os sinais para evitar efeitos da superposição do sinal que não se deseja observar neste caso específico.

Após os alunos selecionarem essas configurações, ligaram o aplicativo (*Start*) e moveram o cursor do "*Manual frequency*" lentamente. Ao formar os acúmulos de isopor característicos do estado fundamental deve anotar a frequência e tentar medir comprimento da onda. Essa etapa de medida recomenda-se ser feita duas vezes, para tal deve desligar programa abrir uma das extremidades do tubo e reposicionar os grãos de isopor. Na figura 3, pode-se verificar como ficam os grãos de isopor dentro do tubo no estado fundamental da onda, encontrado com a frequência de 201 Hz.



Figura 3. Imagens do tubo com a onda no seu estado fundamental, encontrado com a frequência de 201 Hz.

Deve-se repetir todo processo após reposicionar o isopor dentro do tubo, para identificar o primeiro harmônico. Na figura 4 pode-se visualizar o tubo com os grãos de isopor com primeiro harmônico, encontrado com a frequência de 397 Hz.



Figura 4: Imagem do tubo com a onda no seu primeiro harmônico com 397 Hz.

Na figura 5 tem-se uma sequência de imagens no qual as setas vermelhas indicam os antinós (o número de antinós indicam qual o harmônico, por exemplo, para 1 antinó, tem-se o modo fundamental, para o 2, tem-se primeiro e assim por diante) seguido da imagem do tubo, se pode ver nos desenhos que ilustram a imagem do harmônico presente.

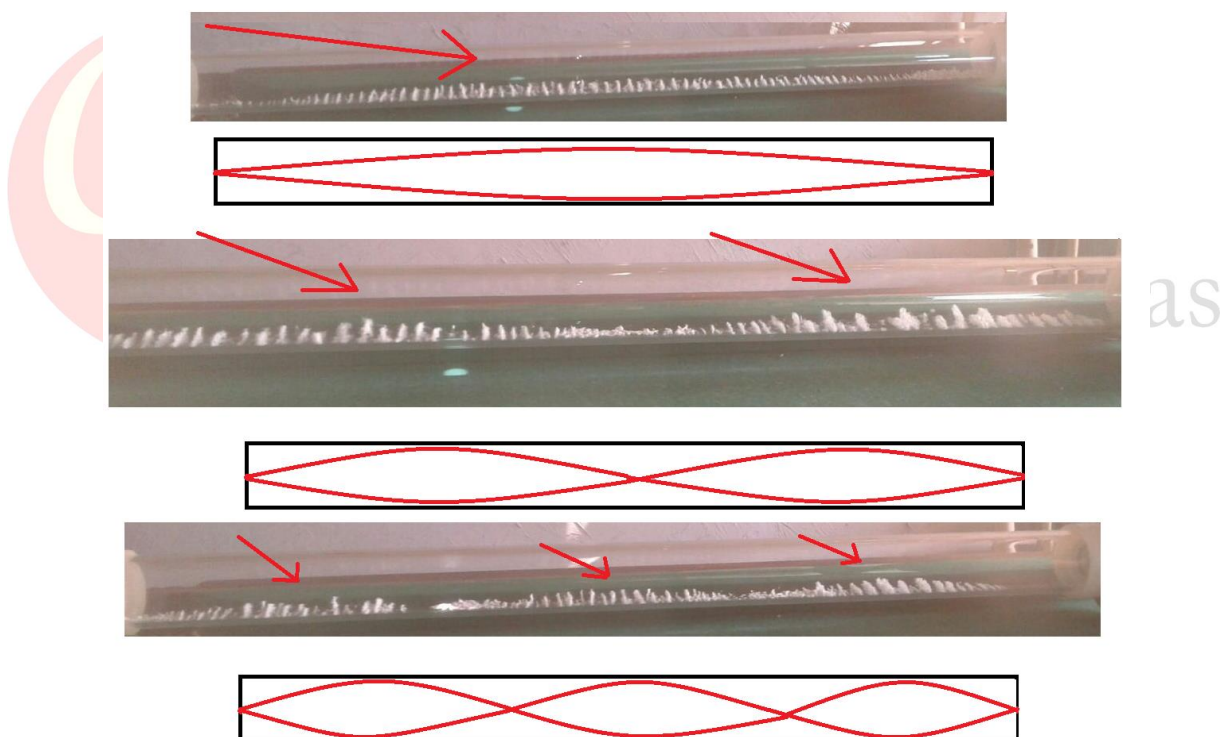


Figura 5: Imagem do tubo com destaque para as regiões que representam os antinós da onda harmônica. Do modo fundamental ao segundo harmônico de cima para baixo.

Todos os alunos repetiram o processo de medição do comprimento de onda em dois harmônicos diferentes, duas vezes para cada harmônico. Sendo assim, cada grupo efetuou, pelo menos, quatro medidas.

Para descobrir a velocidade de propagação do som no ar pela temperatura, e dentro do tubo, os alunos realizaram as atividades nesta ordem:

Primeiro os alunos deveriam identificar qual o ponto mais central do pulso da onda. Em seguida eles mediriam a distância entre esse ponto central e o início do pulso. Escolheu-se o modo fundamental ($n = 1$) e o primeiro harmônico ($n = 2$) para os alunos realizarem as medidas. Essa escolha se deu por que eram situações de melhor configuração com maior estabilidade do isopor dentro do tubo. Desta forma, era mais fácil determinar o comprimento de onda. Esta medida fornecia a quarta parte do comprimento de onda. Depois eles iriam multiplicar por quatro aquele valor e assim teriam o comprimento daquela onda. A seguir tem-se a sequência de cálculos necessários para obter a velocidade do som dentro do tubo:

Na figura 6 tem-se uma representação esquemática do tubo e a formação da onda no seu interior. Usa-se a distância entre dois pontos consecutivos (D) que recebem o nome de nó e isto representa:

$$D = \lambda/2, \quad (1)$$

sendo λ , o comprimento de onda no interior do tubo. Utiliza-se agora a equação aplicada a qualquer tipo de onda

$$v = \lambda \cdot f, \quad (2)$$

em que v é a velocidade de propagação da onda e f , a frequência de oscilação da onda. Substituindo a equação 1 na equação 2 se obtêm

$$v = 2Df. \quad (3)$$

Para calcular a velocidade do som com base na temperatura, foi utilizada a equação

$$v = 20,04\sqrt{T}. \quad (4)$$

Pode-se então comparar os dois valores da velocidade do som, um calculado pela equação 3 e o outro pela equação 4.

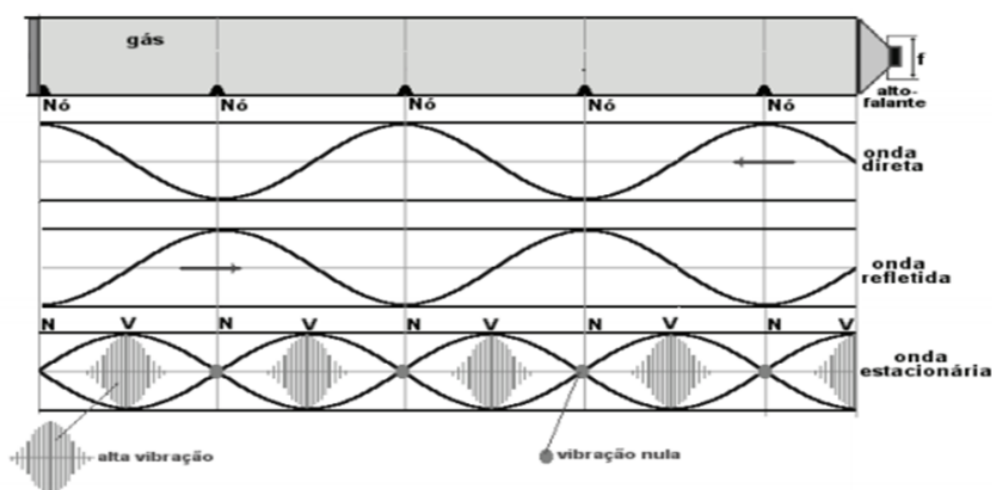


Figura 6: Tubo de Kundt: representação das ondas estacionárias (SAAB *et al.*, 2003) Fonte:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/download/6397/5923>.

Dentro do tubo de acrílico, como representado na figura 5, haverá um material leve para ser deslocado pela energia da onda sonora. Os pontos chamados de nó (N),

são pontos onde terá vibração praticamente nula e os pontos chamados de ventres (V), são de vibração máxima. Neste trabalho sugere-se utilizar isopor dentro do tubo, pois é um material bem leve, capaz de formar um padrão de desenho compatível com a onda estacionária presentes no tubo. O tubo de acrílico deve ser fechado nas duas extremidades, sendo que em uma das extremidades está o alto-falante (VIEIRA *et al.*, 2014). Se for conhecido o valor do comprimento medido no tubo (d) e o valor da velocidade de propagação do som (v), pode-se utilizando

$$f = (n \cdot v) / 2d \quad (5)$$

determinar a frequência e depois retornando na equação 2, o comprimento de onda. Na equação 5, n é o número de ventre presente no tubo. Nas tabelas de 01 à 04, observa-se as medidas realizadas por cada grupo, sendo quatro medidas para cada. Os valores calculados da velocidade do som nas tabelas foram obtidos usando a equação 3:

Tabela 01. Medidas do primeiro grupo de alunos

GRUPO 1			
Número de Onda (n)	Frequência (f)	Valor entre dois nós (D)	Velocidade de propagação do som (v)
1	201 Hz	0,720 m	289,72 m/s
1	201 Hz	0,708 m	284,616 m/s
2	397 Hz	0,377 m	299,338 m/s
2	397 Hz	0,380 m	301,72 m/s

Este grupo de alunos mediu no início, o valor de 21°C (294 K), de temperatura e pela equação 4 encontrou o valor de 343,61 m/s.

Tabela 02. Medidas do segundo grupo de alunos

GRUPO 2			
Número de Onda (n)	Frequência (f)	Valor entre dois nós (D)	Velocidade de propagação do som (v)
1	200 Hz	0,710 m	284,00 m/s
1	200 Hz	0,728 m	291,20 m/s
2	397 Hz	0,378 m	300,13 m/s

EXPERIMENTO EM TUBO SONORO

2	397 Hz	0,390 m	309,66 m/s
---	--------	---------	------------

O segundo grupo de alunos mediu o valor de 21°C (294 K) de temperatura e encontrou o valor de 343,61 m/s.

Tabela 03. Medidas do terceiro grupo de alunos

GRUPO 3			
Número de Onda (n)	Frequência (f)	Valor entre dois nós (D)	Velocidade de propagação do som (v)
1	205 Hz	0,720 m	295,20 m/s
1	205 Hz	0,708 m	290,28 m/s
2	400 Hz	0,377 m	301,60 m/s
2	400 Hz	0,380 m	304,00 m/s

O terceiro grupo de alunos mediu o valor de 23°C (296 K) de temperatura e encontrou o valor de 344,78 m/s.

Tabela 04. Medidas do quarto grupo de alunos

GRUPO 4			
Número de Onda (n)	Frequência (f)	Valor entre dois nós (D)	Velocidade de propagação do som (v)
1	200 Hz	0,710 m	284,00 m/s
1	200 Hz	0,728 m	291,20 m/s
2	397 Hz	0,385 m	305,69 m/s
2	397 Hz	0,390 m	309,66 m/s

O quarto grupo de alunos mediu o valor de 23°C (296 K) de temperatura e encontrou o valor de 344,78 m/s.

Após as medidas da experiência, os alunos entregaram os valores medidos e calculados para a velocidade do som no ar e no tubo. O aspecto mais destacado foi o fato de que a velocidade do som não ser igual no ar e dentro do tubo. Para estimular a discussão entre os alunos, provocações em forma de perguntas foram propostas. O professor perguntou aos alunos quais seriam as possíveis causas dos valores serem diferentes. O professor fez outros questionamentos sobre a temperatura dentro do tubo e a forma de medir as distâncias entre os nós. Haveria maneiras de melhorar as medidas? Será

que haveria perdas de energia do alto-falante que afetem o valor da velocidade do som? A quantidade de isopor e o tipo do material influenciaram no resultado? Todos estes aspectos os alunos deveriam levar em conta para tecer seus comentários no seu relatório e tentar elaborar uma resposta para os motivos das diferenças ocorridas?

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade foi realizada em um tempo curto de 50 minutos. Os alunos se interessaram bastante pelo manuseio do equipamento e por trabalhar os conceitos de acústica na prática. Os alunos não perceberam facilmente o porquê dos valores da velocidade do som calculado pelo comprimento de onda e pela temperatura ficarem diferentes. Depois eles começaram a perceber que fatores ligados a propagação do som dentro do tubo, o material usado e como a medida foi feita interferiram no resultado encontrado. Para que ocorressem as coletas de dados de todos os grupos dentro do tempo, o professor precisou intervir juntamente com ajuda de um monitor. Isso acarretou em não poder dar oportunidade de todos de cada grupo realizassem todas as tarefas rigorosamente, revezando as atividades, errando e refazendo os processos de coleta. A atividade serviu para mostrar que uma aula de 50 minutos para sua realização é pouco tempo de execução. Os alunos ainda não estão adaptados para realizar uma coleta de dados em uma aula experimental, a partir dos dados coletados analisar o fenômeno usando os cálculos dos vários parâmetros e em seguida formem sua crítica baseados nesses cálculos. No caso dessa turma de terceira série, as avaliações posteriores sobre acústica demonstraram uma evolução dos conhecimentos adquiridos e consolidados, mostrando que a contribuição das práticas, das atividades em vídeos e dinâmicas feitas nas aulas anteriores foi de grande valia na sua formação científica.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. 1. ed. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000. 217p.
- BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 1999.
- MOREIRA, Marco Antônio **Aprendizagem Significativa**. 3. ed. São Paulo: LF Livraria da Física, 2011. 179p.
- SÉRÉ, Marie Geneviève; COELHO, Suzana Maria; Nunes, António. Dias. O papel da experimentação no ensino da física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 20, n. 1, Abril, 2003.
- SAAB, Sergio da Costa; CÁSSARO, Fabio Augusto Meira; BRINATTI, Andre Mauricio. Laboratório caseiro: tubo de ensaio adaptado como tubo de kundt para medir a velocidade do som no ar. **Caderno Brasileira de Ensino de Física**, v. 20, n. 1, Abril, 2003.
- VIEIRA, Leonardo Pereira; AMARAL, Dayanne Fernandes; LARA, Vitor de Oliveira Moraes. Ondas sonoras estacionárias em tubo: Análise de problemas e sugestões. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 1, 1504, 2014.