Vou corrigir rapidamente. Não há motivos para excesso de orientações pois não haverá mais estudos por parte de vocês neste semestre.

**ESTUDO DA VELOCIDADE DO SOM NA PROPAGAÇÃO DE ONDAS ESTACIONÁRIAS E ANÁLISE DA FREQUÊNCIA DE BATIMENTOS A PARTIR DO NÚMERO DE BATIDAS EM UM INTERVALO DE TEMPO**

Estavam indo bem. Não teve a conclusão (??)

Nota 8,5

**Felipe de Oliveira Lima Gabriel Guidi Cardoso**

**Gabriel Lacerda Soares Gabriel Nascimento Rangel**

**Lucas Sales R. de Oliveira**

**Resumo:** Este artigo apresenta uma comparação entre dois comportamentos estudados na interferência de ondas sonoras. Primeiramente calculou-se a velocidade do som no ar a partir da relação para ondas estacionárias em um tubo com uma extremidade fechada, onde o comprimento de onda foi encontrado pela distância entre os anti nós na onda resultante, onde a intensidade do som é maior. As velocidades obtidas corresponderam com o esperado, fornecendo valores muito próximos de 340,29 m/s, que é a velocidade do som no vácuo no nível do mar. No experimento de batimentos, mediu-se a quantidade de batimentos em um intervalo de tempo cronometrado, assim, com esses dados, foi possível encontrar a frequência dos batimentos, que é dada pela diferença entre as frequências utilizadas que eram previamente conhecidas.

**Palavras-chave:** Ondas Estacionárias, Batimentos, Frequência de Oscilação.

.

**Introdução**

**Parte 1 – Ondas Estacionárias**

O estudo de ondas é de extrema importância no desenvolvimento da tecnologia atual. É devido a seu caráter oscilatório que tecnologias como o rádio, televisão, transmissão de dados por satélite e o forno microondas puderam ser inventados.

No estudo da propagação de ondas, a ressonância de uma onda é observada quando há uma interferência de ondas periódicas com frequências, comprimentos de onda e amplitudes iguais se propagando em sentidos contrários. O principal caso de ocorrência desse evento é quando a própria onda reflete em uma superfície e retorna na mesma direção da propagação inicial, criando uma estrutura de ressonância conhecida como onda estacionária.

Suponhamos um tubo com uma de suas extremidades fechadas e uma onda sonora que se propaga por dentro deste. Para determinados comprimentos do tubo, teremos um evento onde a onda sonora irá refletir na extremidade fechada e retornará em uma estrutura de ressonância, que apresentará um vale (ou anti nó) coincidindo com a extremidade aberta. Neste ponto, se um observador está posicionado com o ouvido perto da extremidade aberta, este irá ouvir um som com maior intensidade do que se o tubo tivesse um comprimento diferente.

A Figura 1 apresenta a relação entre o comprimento do tubo () utilizado com relação ao comprimento de onda (λ).

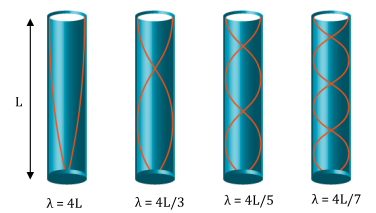


Figura 1 – Relação entre o comprimento da onda em ressonância com o comprimento do tubo

A relação para que este fenômeno ocorra é: deve ser um múltiplo ímpar de . Assim, pode-se escrever uma relação no formato:

É possível ainda relacionar a distância entre dois vales utilizando o comprimento do tubo e o comprimento da onda sonora. Para encontrar esse resultado, pode-se observar a relação entre dois vales próximos, como .

Com isso, o objetivo desta parte do experimento é a realização de uma comparação entre um resultado teórico e experimental para o comportamento de uma onda sonora em uma situação de onda estacionária.

**Parte 2 – Batimentos**

É o fenômeno que ocorre quando duas ondas acústicas de frequências parecidas se superpõem, fazendo um aumento e uma diminuição constante da intensidade Sonora (interferências construtivas e destrutivas, respectivamente). Quanto menor a diferença entre as duas frequências, maior será o ritmo das batidas, até que elas se sobreponham totalmente e produzam um som sem variação da intensidade (as frequências se tornam iguais).

A presença do comportamento de batimentos é fundamental quando o objetivo de um estudo é igualar duas ondas de frequências inicialmente distintas, esse tipo de aplicação fica explícito principalmente quando se realiza a afinação de instrumentos musicais.

A frequência de uma batida depende somente da diferença entre as frequências que estão interferindo entre si. Assim, temos que:

A Figura 2 apresenta o comportamento de duas ondas com frequências diferentes e como a interferência de ambas cria momentos onde não há som (interferência destrutiva) e onde as ondas se somam e propagam um som com maior intensidade que as ondas originais (interferência construtiva).

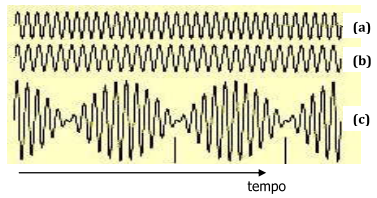


Figura 2 – Interferência entre duas ondas de frequências distintas (a) e (b), gerando um padrão de batimentos (c)

Assim, o objetivo deste artigo, também inclui a comparação entre a diferença teórica entre as frequências utilizadas e o resultado experimental obtido quando se utiliza o número de batimentos em um intervalo de tempo.

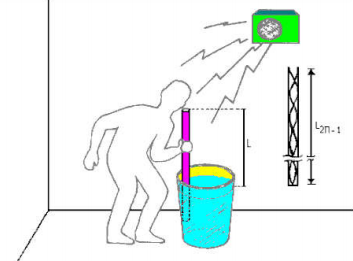
**Procedimento Experimental:**

Os materiais necessários para realização deste experimento são:

* Régua milimetrada;
* Programa gerador de frequências de áudio;
* Computador com caixas de som;
* 40 cm de um cano de 32 mm (tubo de PVC);
* Balde ou tubo de água com altura de 40 cm;
* Crônometro.

**Parte 1 – Ondas Estacionárias**

Com o balde ou tubo cheios de água, deve-se ligar o programa gerador de frequência e escolher uma frequência para ser analisada. Assim que o som começar a ser emitido, deve-se introduzir uma extremidade do cano lentamente dentro do tubo e se posicionar com o ouvido próximo a extremidade aberta. A Figura 3 apresenta a esquematização do experimento.



­­­Figura 3 – Posicionamento do observador e do equipamento utilizado no experimento de ondas estacionárias.

Deve-se então, adotar um ponto de referência para o balde (recomenda-se utilizar a extremidade superior do mesmo). O ouvinte, posicionado como descrito anteriormente, deve fazer marcações no cano para os pontos onde ouvir o som com maior intensidade. Esta distância entre os dois pontos, chamada na introdução de deve ser medida para que se possa comparar os resultados experimentais e teóricos.

A Tabela 1 apresenta as relações dos dados obtidos.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |
| 141 | 138 | - | 139 | 1 | 1200 |
| 114 | 102 | 104 | 107 | 4 | 1600 |
| 78 | 86 | 78 | 81 | 3 | 2000 |
| 65 | 76 | - | 70 | 5 | 2400 |

Tabela 1 – Distância aparente entre dois vales na estrutura de ondas estacionárias para as frequências utilizadas

Onde são as medidas de comprimento do tubo onde se percebeu as maiores intensidades da onda estacionária, é a média das distâncias para cada frequência, é a variação estatística das medidas realizadas e é a frequência da onda.

**Parte 2 – Batimentos**

Para esta etapa do experimento, devemos utilizar o programa gerador de frequências de áudio, de modo que tenhamos duas caixas de som, e cada uma reproduza uma frequência diferente.

A Tabela 2 representa os intervalos de tempo medidos, relacionados ao número de batidas e frequências diferentes utilizadas.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Frequências () | Tempo () | Número de Batidas |
| 200 e 201 |  | 15 |
| 200 e 202 |  | 15 |
| 200 e 203 |  | 15 |
| 500 e 501 |  | 15 |
| 500 e 502 |  | 15 |
| 500 e 503 |  | 15 |

Tabela 2 – Tempo medido para determinado número de batidas para as determinadas frequências reproduzidas

Cada tempo da tabela representa o tempo total para o número total de batidas.

**Resultados e Conclusões:**

A relação que buscada na Parte 1 (Ondas Estacionárias) é a comparação entre as velocidades obtidas para a propagação em diferentes frequências. A medida que se aumenta a frequência, consequentemente, temos um comprimento de onda menor, a equação que relaciona os comprimento entre dois anti nós e as frequências fornece os resultados teóricos apresentados na Tabela 2.

Tendo o conhecimento prévio de que a velocidade do som no ar no nível do mar é de aproximadamente 340,29 m/s, pode-se comparar os dados experimentais com os teóricos. Essa comparação será realizada calculando-se um valor D que é o quociente entre a velocidade teórica do som e as velocidades obtidas experimentalmente.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | Δ |  |
| 139 | 1 | 1200 | 334,8 | 4 | 1,01 |
| 107 | 4 | 1600 | 10¹ |  | 0,99 |
| 81 | 3 | 2000 |  |  | 1,05 |
| 70 | 5 | 2400 |  |  | 1,01 |

Tabela 3 – Velocidades do som calculadas a partir dos dados experimentais coletados

Como observado, o termo D está muito próximo de 1, assim, as relações dos dados obtidos concordam com a teoria e o experimento representa dados satisfatórios.

Para a segunda parte do experimento, calcula-se a divisão do número de batimentos pelo tempo medido. Esse resultado fornece a frequência em Hertz para cada batimento. Os dados obtidos estão apresentados na Tabela 4.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Frequências () | Tempo () | Número de Batidas (N) | Tempo de cada batida(s) | Frequências Calculadas |
| 200 e 201 |  | 15 | 1,002 |  |
| 200 e 202 |  | 15 | 0,503 |  |
| 200 e 203 |  | 15 | 0,335 |  |
| 500 e 501 |  | 15 | 1,004 |  |
| 500 e 502 |  | 15 | 0,498 |  |
| 500 e 503 |  | 15 | 0,335 |  |

A partir das frequências calculadas, pode-se realizar uma comparação através do resultado teórico. Pela teoria, a frequência dos batimentos é a diferença entre as frequências utilizadas, assim, temos que para as frequências esperadas foram:

Fica claro que os resultados experimentais corroboram com os dados teóricos, o que apresenta um resultado satisfatório para o experimento proposto.