

Tratamento Estatístico de Dados em Física Experimental (TEFE) 4300228 – Segundo Semestre de 2016

Introdução para o Exercício 2 - Atividade Experimental

Descrição do Experimento

O objetivo do segundo exercício é determinar a velocidade do som (no ar), com respectiva incerteza. Para tal, utilizaremos microfones ligados a computadores, que registrarão sons abruptos produzidos pelo professor e pelo monitor. Sabendo a disposição dos vários microfones ao longo do percurso sonoro e o intervalo de tempo entre os sons medidos por cada microfone, conseguiremos estimar a velocidade do som através de um ajuste de reta.

Uma solução simples para a medida da velocidade da luz poderia ser a determinação do tempo em que um evento sonoro abrupto e bem definido (como uma batida de palma ou a explosão de um balão de gás) é observado em dois microfones afastados de uma distância conhecida e ligados à um mesmo computador com um deles no canal direito e o outro no esquerdo da placa de som.

Porém isso não pode ser feito de maneira simples porque, infelizmente, a entrada de microfone dos computadores é, de fato, *mono*, o que não permite que o computador reconheça os sinais de dois microfones conectados a ele como sendo sinais independentes [1]. Para contornar este problema sem precisarmos construir circuitos eletrônicos auxiliares (como os proposto em [1] e [2]) nós iremos usar uma estratégia baseada na medição simultânea de eventos sonoros produzidos em locais distintos. Essas medições simultâneas serão feitas com diversos microfones colocados em posições diferentes, ligado um a cada computador. A mesma coisa pode ser feita registrando-se o som com diversos celulares.

O princípio do método é considerar que um sinal sonoro feito no tempo absoluto T_A será observado nos registros do sinal medido por um microfone i em um tempo arbitrário, t_{Ai} , que depende do tempo absoluto T_{0_i} que o microfone iniciou os registros sonoros e da distância entre A e i por:

$$t_{Ai} = T_A - T_{0_i} + \frac{d_{Ai}}{v_s}$$

onde v_s é a velocidade de propagação do som. Obviamente que não podemos garantir que dois microfones ligados à computadores distintos iniciem suas medições exatamente no mesmo tempo absoluto, de tal modo que a velocidade do som não pode ser medida apenas observando-se a diferença de tempo entre o sinal detectado em microfones ligados à computadores distintos.

Porém, considerando-se um segundo sinal sonoro, B , produzido depois de A , o intervalo de tempo entre a detecção dos sinais A e B não depende mais do tempo absoluto em que o sinal do microfone começou a ser registrado:

$$\Delta t_{ABi} = t_{Bi} - t_{Ai} = T_B - T_A + \frac{d_{Bi} - d_{Ai}}{v_s}$$

Essa expressão possibilita entender que o intervalo de tempo medido entre os eventos, Δt_{ABi} , será igual ao intervalo de tempo real entre os eventos se a posição em que ocorreram os eventos A e B (na verdade, se a distância entre a posição em que cada evento aconteceu e o microfone i for a mesma). Isso permite determinar a incerteza da medição de intervalos de tempo pelo computador medindo-se a dispersão entre os intervalos de tempo de dois eventos produzidos num mesmo local medidos em diversos microfones.

Porém, para medir a velocidade do som, é preciso que os sinais sonoros sejam produzidos em diferentes posições em relação aos microfones. Em especial, se cada microfone i estiver colocado exatamente sobre a reta que liga as posições dos eventos sonoros A e B, como ilustrado na Figura 1, a diferença entre as distâncias d_{Bi} e d_{Ai} pode ser escrita como $d_{Bi} - d_{Ai} = (x_B + x_A) - 2x_i$, o que implica que o intervalo de tempo entre os eventos A e B medido em diferentes microfones é:

$$\Delta t_{ABi} = T_B - T_A + \frac{(x_B + x_A)}{v_s} - \frac{2x_i}{v_s}$$

que pode ser escrito na forma $y = \alpha + \beta x$, com $y = \Delta t_{ABi}$, $\alpha = T_B - T_A + \frac{(x_B + x_A)}{v_s}$, e $\beta = \frac{2}{v_s}$.

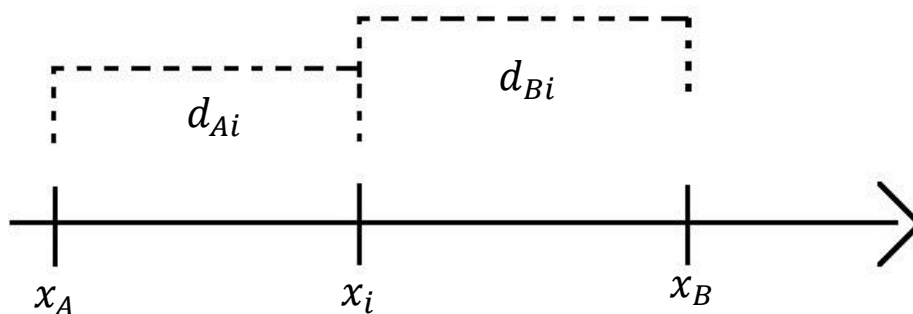


Figura 1: Posicionamento do microfone i , x_i , sobre a reta que passa entre as posições dos eventos A e B, x_A e x_B .

Proposta de arranjo para medição da velocidade do som na sala 201

Neste arranjo, dividiremos a sala em 6 grupos, compostos pelos alunos cujos computadores estão alinhados nas colunas que ligam os pontos A e B, C e D, E e F, G e H, I e J, K e L. Cada grupo terá um conjunto de dados, de tal forma que obteremos 6 estimativas para a velocidade do som.



Figura 2: Arranjo experimental. As linhas pretas ilustram as fileiras das bancadas enquanto os círculos vermelhos indicam os computadores/microfones. As letras A-L indicam as posições onde os sons serão produzidos.

Referências:

- 1) C. E. Aguiar *et al.*, *Medindo a velocidade do som com o microfone do PC*, IN: XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física (2005), disponível em <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0064-2.pdf>
- 2) V. B. Barbeto e C. R. Marzulli, *Experimento didático para determinação da velocidade de propagação do som no ar, assistido por computador*, Revista Brasileira de Ensino de Física **22(4)** (2000) 447.