

Contribuição do “Experimento Eletivo” no Planejamento Didático de Experimentos das Disciplinas de Física Experimental do Primeiro Ano do Bacharelado no IFUSP

Paulo R. Pascholati¹, Zwinglio O. Guimarães-Filho¹, Ewa W. Cybulska¹, Carla C. Guimarães¹, Márcia A. Rizzutto¹, Ruy M. Castro², Diogo B. Tridapalli¹, Ricardo F. Barbosa¹, Leila T. Thieghi¹, Graziela Neves¹

¹Instituto de Física da Universidade de São Paulo - SP

²Universidade de Taubaté - SP

Viscosidade

O experimento *Viscosidade* aborda a situação em que a força de resistência de um fluido atua sobre um corpo dificulta o seu movimento. A experiência consiste em estudar o efeito do aumento do diâmetro das esferas nas suas velocidades limites quando as estas são abandonadas na superfície de um tubo cilíndrico contendo óleo lubrificante automotivo.

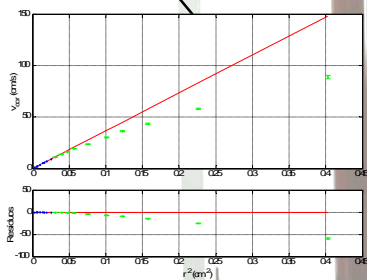
Os resultados experimentais obtidos nos experimentos regulares não permitiam identificar com facilidade o limite de validade da aproximação da Lei de Stokes.

Obj.: Verificar o limite de validade da aproximação de Stokes.

2 Eletivos: Obj.: Continuar o eletivo anterior e testar modelos existentes para a força de resistência aos resultados experimentais na região em que a lei de Stokes não é mais válida.

Experimento em ambiente com temperatura controlada.

Novos cuidados: Distância de queda das esferas marcado por dois lasers paralelos. Maior número de cronometristas. Uso de esferas com diâmetros diferentes.



Gráficos dos resultados obtidos experimentalmente das velocidades limite corrigidas para as esferas abandonadas em um tubo de óleo lubrificante em função do seu r^2 .

Determinou-se o intervalo de validade para o modelo de escoamento laminar (Lei de Stokes).

Resultados dos eletivos: Percebeu-se que nenhuma das relações funcionais eram adequada para descrever, frente às incertezas obtidas, a força sobre a esfera na região de transição entre o escoamento laminar e o escoamento turbulento.

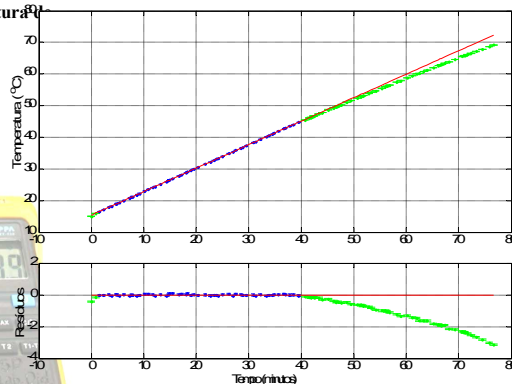
Calorimetria

O experimento *Calorimetria* utiliza uma garrafa térmica de aço inoxidável adaptada. A proposta era determinar a capacidade térmica do calorímetro bem como o calor específico da água contida neste. Os resultados experimentais apresentavam incertezas muito grandes. Para se diminuir as incertezas seria necessário aumentar o número de amostras de água, aumentando o tempo dedicado as medições.

Eletivo: Estudar o calorímetro em outras situações e em condições mais controladas com medições de temperatura durante um intervalo de tempo maior e alcançando valores maiores de temperatura de aquecimento da água.

Concluiu-se que o calorímetro só pode ser considerado um sistema isolado em um intervalo de temperatura de cerca de 15° C em torno da temperatura ambiente.

A proposta do experimento calorimetria na disciplina foi modificada: o objetivo passa a ser a determinação experimental da região onde o calorímetro pode ser considerado um sistema termicamente isolado frente às incertezas experimentais obtidas.



Resultados obtidos segundo a nova proposta do experimento calorimetria.

Bibliografia:

[1] Horodynski-Matsushigue, L.B. et al., “Um Experimento Oportivo como Avaliação de Aprendizagem em um Curso Introdutório de Laboratório de Física”, in Atas do XIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Janeiro de 1999, Brasília.

[2] Amaral, S.F.V. et al., “Planejamento de Atividades Experimentais: é possível obter dados de qualidade sem grandes investimentos”, in Atas do XIV Simpósio Nacional de Ensino de Física, Janeiro de 2001, Natal

[3] Scherrer, T.M. e Guimarães-Filho, Z. O. “Estudando a perda de energia de uma garrafa térmica”, in Atas do XIV Simpósio Nacional de Ensino de Física, Janeiro de 2001, Natal

[4] Tridapalli, D. B. et al., “Transdutores: nem sempre o que se mede é o que se objetivava medir”, in Atas do XIV Simpósio Nacional de Ensino de Física, Janeiro de 1999, Natal

O Experimento Eletivo introduzido na disciplina de Física Experimental II do Instituto de Física da Universidade de São Paulo – IFUSP [1] desde o segundo semestre de 1998 mostrou-se uma atividade importante para o aprendizado dos alunos.

O objetivo inicial foi o de estimular o aluno a colocar em prática, de forma autônoma, os conhecimentos sobre metodologia de tomada e análise de dados, conhecimento estes adquiridos nos dois semestres de Física Experimental I e II. As contribuições dadas pelos alunos através dos projetos nos permitiram identificar mudanças na evolução e na profundidade dos experimentos que eram realizados na disciplina.

De um modo geral o Experimento Eletivo tem-se mostrado uma boa ferramenta no desenvolvimento da criatividade experimental dos alunos possibilitando-lhe aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso em novas situações, aprimorando seu espírito crítico e clareza de pensamento quando na confrontação entre modelos físicos e os resultados experimentais obtidos.

Por outro lado, superando nossas expectativas, os resultados obtidos em alguns experimentos eletivos nos permitiram alterar o programa das disciplinas. Como exemplos podemos citar os experimentos:

Viscosidade^[2] que resultou na adequação do procedimento experimental para melhorar a percepção do limite de validade do modelo empregado;

Pêndulo de Torção - os resultados de dois eletivos nos levaram a alterar a proposta do experimento da disciplina praticamente com o mesmo equipamento;

Calorimetria^[3] - os eletivos nos forneceram elementos para mudar o enfoque do experimento da disciplina, que passou a ser a investigação da limitação da adequação de hipóteses;

Velocidade do Som^[4] - o eletivo permitiu a melhor compreensão do fenômeno, mostrando que ele não era corretamente descrito pelo modelo proposto.

Pêndulo de Torção

O experimento *Pêndulo de Torção* consiste de um disco suspenso por um fio de aço que gira em torno do seu eixo de simetria. A relação esperada entre amplitude máxima de oscilação e o tempo é uma exponencial (linearizada através de um gráfico monolog).

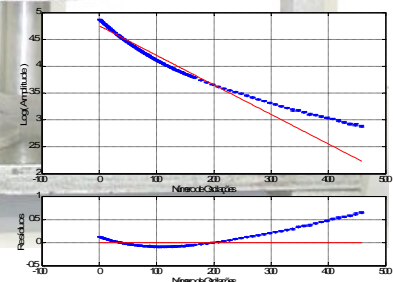
Mediu-se a amplitude de cada oscilação durante um intervalo de tempo maior do que utilizado realizado inicialmente na aula de laboratório.

2 Eletivos: Utilizando o mesmo aparato, acrescido de discos com furo central fixos sobre o pêndulo, estudou-se a relação entre o período de oscilação e o momento de inércia do pêndulo.

Resultado do primeiro eletivo: Os dados mostraram que a amplitude máxima de oscilação não segue o modelo de uma exponencial amortecida por um torque $\tau = -b\omega$ (b sendo a velocidade angular do disco e b uma constante que depende das dimensões e do meio no qual o disco está oscilando).

Sugestão dos eletivos: A associação deste dois eletivos permitiu a construção de um novo experimento de laboratório com basicamente o mesmo arranjo experimental onde se estuda a dependência do momento de inércia de um corpo em relação a sua forma (discos com furo central de faces planas e não planas), sendo o momento de inércia determinado através de sua relação com o período do pêndulo.

Gráfico dos resultados experimentais do Pêndulo e função ajustada segundo o modelo utilizado na disciplina.



Velocidade do Som

O experimento *Velocidade do som* é realizado com um gerador de ondas senoidais cujo sinal é introduzido em um alto falante colocado em frente à extremidade aberta de um tubo dotado, do lado oposto, de um êmbolo que permite a variação do comprimento livre do mesmo. No bocal da extremidade aberta se encontra um microfone de eletreto que é sensível à intensidade da onda de pressão da onda sonora no local. Variando o comprimento livre do êmbolo é possível obter a ressonância das ondas sonoras no tubo utilizando-se de um osciloscópio para visualização do sinal proveniente do microfone.

Eletivo: No experimento de ressonância em um tubo ao invés de serem medidos apenas as posições dos máximos foram medidas as amplitudes do sinal detectado pelo microfone em função do comprimento do tubo.

Os dados obtidos mostraram que os mínimos não se encontram equidistantes dos máximos adjacentes como seria o esperado pelo modelo.

Conclusão: Os fenômenos observados foram provocados pelo fato do microfone medir a intensidade da onda de pressão e não a intensidade sonora. Foi desenvolvido um programa de computador para calcular a intensidade detectada pelo microfone em função do comprimento do tubo e assim foi possível reproduzir o comportamento dos dados obtidos.

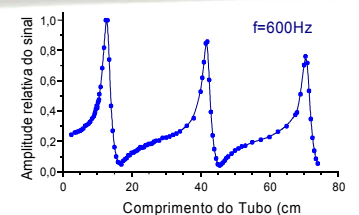


Gráfico obtido no experimento eletivo de velocidade do som