

D₂ - INOVAÇÕES NOS LABORATÓRIOS DE FÍSICA GERAL NO INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS DA UFMG

GOMES, Arthur Eugênio Quintão e **ALVARES**, Beatriz Alvarenga – Instituto de Ciências Exatas da UFMG

Procura-se uma nova abordagem para os laboratórios de Física Geral com a **eliminação** dos relatórios tradicionais, introdução de provas relativas aos trabalhos feitos no laboratório e a execução de projetos.

O projeto consiste na solução, pelos **alunos**, de um problema experimental a escolha do **estudante**, a partir de uma longa relação fornecida a eles no início do semestre.

O material exigido para as experiências pode ser simples, barato e de fácil aquisição.

Esta nova abordagem foi introduzida apenas no Último semestre letivo com os alunos de Física I, pretendendo-se **extendê-la** às demais disciplinas de Física Geral, nos próximos semestres.

De maneira geral a experiência foi **satisfatória**, necessitando ainda de alguns ajustes.

Procedendo a um levantamento sobre a situação dos laboratórios de Física Geral, através de questionário aplicado a alunos e professores do IEx., percebemos uma insatisfação generalizada em relação à situação existente.

No questionário (retirado de trabalho **semelhante**, realizado pelo professor João Zanetic no IFUSP e apresentado na XXVII Reunião Anual da SBPC) se procurou levantar objetivos reais e ideais dos laboratórios de Física Geral e outros dados.

Baseando-se em resultados obtidos através destes questionários, **propusemos** algumas inovações nos trabalhos de laboratório, que estão sendo postas em prática, em caráter experimental e que passamos a descrever.

Estipulamos uma carga horária de acordo com as disponibilidades de instalações e pessoal; 20 horas-aula por semestre para as atividades dentro do **laboratório**, introduzindo também a **execução** de um pequeno projeto e a **realização** de provas.

Os pontos atribuídos às atividades de laboratório foram aumentados, passando a 30% do **total** de pontos distribuídos na disciplina.

De maneira geral as atividades de laboratório abrangem:

- Práticas com orientação
- Solução de problemas práticos
- Prova sobre as práticas

1. As práticas com orientação, semelhantes às práticas tradicionais, são executadas pelos estudantes, em grupos de três, a partir de um roteiro e de material previamente selecionado, à disposição nas mesas do laboratório. Estas práticas envolvem material muito simples, que permite fácil observação do fenômeno a ser estudado, conduzindo a resultados experimentais bastante **satisfatórios** e de obtenção rápida.

Como o **número** de trabalhos que podem ser executados é bastante reduzido (5 por semestre), procuramos selecionar assuntos que envolvem os conceitos fundamentais mais relevantes no estudo da **Física** Geral. A **preocupação** na escolha de material simples e de fácil manuseio está ligada a vários fatores: a maioria dos nossos estudantes tem o primeiro contato com laboratório na Universidade; o número muito elevado de alunos que vão manipular o mesmo equipamento; a dificuldade de verbas, para aquisição de material e sua carência no mercado. Além disso, o material mais simples permite observação mais direta do fenômeno a ser estudado, evitando que montagens complicadas e "caixas pretas" mascarem ou escondam, num primeiro contato, o fenômeno que se quer explicitar.

Sendo curto o tempo de execução da experiência, há possibilidade de aumentar o conhecimento obtido na experiência, aplicando os conceitos aprendidos a situações

mais sofisticadas, através de **demonstrações** com aparelhos mais caros, análise de dados e de experiências realizadas por cientistas, análise de filmes e *slides* que apresentam extensões do estudo.

No final de cada prática, o aluno deve fazer uma leitura suplementar, geralmente relacionada com a **prática**, e na qual **é** formulada uma série de questões.

O relatório tradicional das práticas de laboratório foi abolido, pois verificou-se que o estudante preocupava-se muito mais com a confecção formal do relatório - que **lhe** garantia a nota - esquecendo-se da experiência propriamente dita. **Além** disso, a correção dos relatórios, por demandar trabalho e tempo do professor, não era devidamente feita, e as notas eram atribuídas pela sua apresentação. Outro fato **é** que, como as práticas são feitas de acordo com o roteiro, o relatório seria em grande parte repetição das instruções ali **apresentadas**, sendo então substituído por questões a serem respondidas individualmente pelos alunos após discussão com o seu grupo e com o professor. A essa atividade não **é** atribuída a nota, **pois** estamos diante de uma situação de aprendizagem e não de **verificação**. A nota que tradicionalmente **lhe é** atribuída, foi transferida para provas sobre as práticas. Nestas provas, **são** formuladas questões para aferir a aprendizagem em todas as atividades feitas **no** laboratório.

A seguir apresentamos como ilustração o esquema de uma das práticas.

Experiência para estudo da conservação da quantidade de movimento linear:

- a) Prática com roteiro utilizando caminhos para verificação da quantidade de movimento numa explosão e **pêns** simples para estudo de colisões elásticas e **inelásticas** em uma e duas dimensões, com massas iguais e diferentes.
- b) **Extensão**: demonstração com câmaras de nuvem, análise de fotografias de **colisões** em câmara de nuvem, estudo

de trabalhos de Chadwick para determinação da massa do nêutron.

- c) Leitura suplementar de textos sobre a descoberta da Radioatividade com citações originais de H. Becquerel e Rutherford.

2. **Tentando** complementar as atividades de laboratório, introduzimos a solução de dois problemas experimentais. O primeiro é feito no laboratório, sob a supervisão do professor e um determinado problema é proposto para cada grupo. O objetivo deste trabalho é colocar o aluno num primeiro contato com uma investigação livre, preparando-o para a realização de um segundo problema de livre-escolha. Como parte desta preparação, é distribuído aos estudantes o texto "Passos intermediários na solução de um problema experimental" (trabalho apresentado na XXVII Reunião Anual da SBPC, por professores do IFUSP), que dá orientação para o encaminhamento da solução do problema e para a elaboração do relatório exigido neste trabalho. O problema experimental de livre escolha (pequeno projeto) é realizado fora do horário de suas aulas, em casa ou em uma oficina montada para este fim. Nesta oficina o aluno encontra ferramentas básicas e outros materiais que poderão ser úteis na execução do trabalho, como tubos de vidro, fios, soldas, retalhos de lata, madeira, etc. **Estamos** tentando obter pequena verba destinada à compra de outros materiais que sejam eventualmente solicitados pelos alunos e equipamentos existentes no almoxarifado dos laboratórios de Física Geral podem ser emprestados.

É sugerido aos alunos uma extensa lista de situações a serem investigadas, mas os alunos são livres para investigarem outras situações não mencionadas na lista desde que sigam a mesma linha dos trabalhos sugeridos, isto é, que seja um trabalho de investigação e não um simples exercício de construção (construir um oscilador eletrônico, ou um amplificador, ou qualquer coisa baseada em instruções de um livro ou revista, é uma atividade importante, mas não é válida dentro dos objetivos que propomos).

Os trabalhos sugeridos **envolvem, de maneira geral, a** utilização de material simples e barato e grande parte dos alunos os executam com recursos **próprios**.

Como ilustração apresentamos alguns dos trabalhos constantes da lista **sugerida** aos alunos:

- Estudar a adesão de gelo em superfícies metálicas. Problemas importantes que aparecem ao se projetar aviões e navios para operarem em regiões frias. Alguns fatores que podem ser analisados: dependência com a temperatura da adesão específica (**força/aérea**) em superfícies metálicas limpas; influência de impurezas na água que forma gelo; influência dos revestimentos (**plásticos, tinta, cera, etc.**).
- Estudar a influência da temperatura inicial da água sobre o tempo que ela gasta para se resfriar **até 0°C**.
- Estudar a velocidade média da difusão das moléculas de líquidos **coláteis** - amônia, éter, etc. - no ar.
- Estudar a deformação de uma barra sobre compressão - **flambagem** - importante no estudo de colunas, estacas, **etc.** Alguns fatores que podem ser analisados: influência das dimensões da barra, forma da seção transversal, material de que são feitas, tensão de compressão, etc.
- Na fabricação de material de embalagem (papelão) **é** comum entremear uma estrutura de forma definida entre duas folhas de **papel**. Desta maneira consegue-se obter um material relativamente **rígido** a partir de material bastante flexível. Estudar as propriedades elásticas de papelões constituídos com diferentes tipos de estruturas internas (seções de tubos, seção quadrada, **seções hexagonais, etc.**).
- Estudar a resistência de barras de concreto. Alguns fatores que podem ser analisados: **relação** cimento, **areia, brita**, tipos de areia, **granulações**, tempo de secagem, etc.
- Estudar a variação do comprimento do cabelo com a umidade. Este estudo **é** importante para a construção de **higrômetro**.
- Construir um tubo de raios **catódicos** usando um tubo de ensaio (ver projeto Harvard, **vol.5**), para determinar a razão q/m do elétron.
- Algumas substâncias de uso comum apresentam **radioativa-**

de (camisas de **lampeão**, substâncias fosforescentes). **Estudar** esta radioatividade usando filmes comuns de fotografias, filmes de raios X usados pelos **dentistas, etc (experiência** semelhante **ã** de Becquerel).

- Estudar a concentração de partículas em suspensão no ar (poeira), em diversos pontos da cidade.
3. Como já dissemos, não é atribuída nota **às** experiência com roteiro, sendo 50% dos pontos relativos **às** atividades práticas atribuídos aos problemas experimentais e 50% **ã** prova sobre as práticas.

Estas inovações nos laboratórios de Física Geral **são** ainda recentes, não **permitindo** ainda uma avaliação completa dos resultados. Entretanto, elas têm sido aceitas tanto por parte dos professores como pelos alunos. Houve grande entusiasmo por parte da maioria dos alunos na execução do problema experimental e apareceram alguns trabalhos realmente muito bons.

Naturalmente, muitas dificuldades e falhas foram observadas, tais como **limitação** do número de professores envolvidos e do tempo disponível para uma avaliação mais criteriosa dos trabalhos.