

D₃ - O LABORATÓRIO DO CURSO PERSONALIZADO DE FÍSICA 3-4 (1975) NO IFUSP

BOUÉRES, Luiz Carlos Soares; **CESAR**, Ruth de OLIVEIRA e os Monitores do C. P. I de Física 3-4 (1975)

O C.P.I. de Física 3-4 do IFUSP foi uma continuação da experiência de 1974 no 1º ano do curso básico de física. Aproximadamente 35 alunos em Física 3 e 30 alunos em Física 4 participaram do curso.

A parte prática do curso surgiu da proposta de um de nós (LCS8) cujo objetivo foi separar, didaticamente, o aprendizado de *técnicas de medidas elétricas* da realização de *experiências* de física (eletromagnetismo e física moderna).

O aprendizado de *técnicas de medidas elétricas* foi separado em dois conjuntos: técnicas em CC (corrente contínua) no 1º semestre e técnicas em CA (corrente alternada) no 2º semestre. Cada conjunto abrangendo seis técnicas de duas horas de prática e discussão cada. Não houve avaliação específica e nem obrigatoriedade de realização. O aprendizado transcorreu paralelo ao curso em si.

As *experiências* eram os passos práticos do curso e foram em número de 3 (três) para Física 3 e 4. As avaliações eram baseadas na atuação dos alunos no laboratório e em relatórios escritos individuais. O conhecimento de técnicas foi cobrado então como **pré-requisito**.

Uma apresentação do programa será feita e possivelmente uma discussão dos resultados conseguidos.

O conteúdo de **matéria** deste curso foi essencialmente idêntico ao dos cursos regulares do IFUSP e outras escolas de Física do País. A parte prática do 2º ano do curso básico de Física abrange tradicionalmente um aprendizado de certas técnicas de laboratório, principalmente de **eletri-**

cidade, a experiência de Física envolvendo o eletromagnetismo (incluindo Óptica) e rudimentos de Física moderna.

Nosso propósito neste curso (veja lista de objetivos do laboratório - Apêndice 1) foi separar didaticamente o aprendizado das *técnicas de medidas elétricas* da realização de um relativamente pequeno número de *experiências*, onde a maior ênfase foi colocada no método experimental - seu planejamento e discussão - assim como na análise dos resultados e sua correta interpretação.

O aprendizado de técnicas constitui atividade paralela à programação seriada típica do personalizado. Tendo em vista que alguns alunos já pudessem dominar certas técnicas, não houve obrigatoriedade dessa atividade. Também não houve a avaliação específica, a não ser pelo pré-requisito das experiências de uma ou mais técnicas. Foram programados dois conjuntos de seis técnicas cada um, separadas em corrente contínua (CC) e corrente alternada (CA). Apenas 4 (quatro) das seis técnicas de CA foram realizadas (guias de estudo preparados). Cada técnica foi planejada para um período de 2 (duas) horas de permanência do aluno no laboratório, podendo uma mesma técnica ser repetida se desejada.

Por seu lado as experiências constituíram a parte principal do aprendizado, onde procurou-se desenvolver mais as características conipormentais, com o espírito crítico, em situações práticas cuja base teórica necessária era de conhecimento prévio do aluno. A parte de motivação com experiências de demonstração constituiu um capítulo à parte (veja outra comunicação dos autores que trata da organização do curso como um todo).

Vamos agora apresentar um resumo do programa, dividindo-o em Física 3 e Física 4.

PROGRAMA

FÍSICA 3

A. Técnicas (CC)

AT-1. Curvas Características: Tensão x Corrente

AT-2. Multitestes e Ohmímetro: Associação Série de Resistências.

- AT-3. Resistências Internas de Medidores e Fontes: Associação Paralela de Resistências
- AT-4. Transformações de Fundo de Escala de Medidores: Shunts
- AT-5. Método da Linha de Carga: Associação Série de um Elemento Resistivo Linear com um Não-Linear
- AT-6. Ponte de Wheatstone: Um Novo Instrumento de Medida de Precisão

B. Experiências

- 1a. (Passo 3) - Movimento de Elétrons em Campos Eletrostáticos
- 2a. (Passo 8) - Balança de Corrente
- 3a. (Passo 12) - Balança Eletrostática

FÍSICA 4

A. Técnicas (CA)

- AT-I. Osciloscópio I - Medidas de Tempos, Tensões e Frequências
- AT-2. Osciloscópio II - Circuitos RC e RL
- AT-3. Osciloscópio III - Circuitos RLC Série Transitório
- AT-4. Potência Elétrica - Dissipação, Eficiência e Transferência Máxima de Energia
- AT-5. Retificação de Corrente Alternada
- AT-6. Ponte de Corrente Alternada

B. Experiências

- 1a. (Passo 4) - Ressonância Elétrica
- 2a. (Passo 8) - Efeitos Compton e Fotoelétrico
- 3a. (Passo 11) - Difração e Polarização da Luz
- 4a. (Passo 13) - Espectroscopia Óptica

GUIAS DE ESTUDO

Um guia típico de *técnica de medida elétrica* continha as seguintes partes:

1. Objetivos
2. Introdução
3. Discussão
4. Material Utilizado

5. Procedimento

6. Apêndices

Quase todos os **ítems** acima falam por si mesmos do que representam. Destacaremos somente três destes por acharmos que **em nossas** condições especiais eles merecem detalhes. Na *discussão* procuramos justificar a técnica particular e sua relação com o aprendizado teórico do aluno. O *procedimento* era elaborado com uma preocupação especial: tentava dar ao aluno condições para que ele aprendesse a técnica sem que para isso fosse fornecida uma "receita" de como atuar.

Por último os *apêndices* continham algum tipo de cálculo especial ou discussão de assuntos como: **ligações** de terra, cabos coaxiais, código de cores de resistores, etc.

Um guia típico de *experiência* compreendia as seguintes partes:

1. Objetivos
2. Discussão
3. Procedimento
4. Análise dos Dados

A *discussão* procurava descrever o modelo teórico que deveria ser utilizado na interpretação dos resultados da experiência, ou seja, que se pretendia testar.

O *procedimento* estabelecia os **pré-requisitos** de técnica, fazia uma descrição da aparelhagem disponível e uma orientação, quando **necessária**, para o ajuste da aparelhagem. Além disso procurava-se mostrar alternativas no método experimental, procurando-se criar uma base para uma discussão entre alunos e monitores no início do período de aula prática.

Por último, a *análise dos dados* dava uma orientação acerca de como tratar os dados experimentais e como apresentar os resultados e as conclusões da experiência.

Convém notar que não se exigia um procedimento padrão, procurando-se estimular a criatividade de cada aluno. Enfase foi ainda colocada na eliminação de desvios sistemáticos ou sua correta identificação e consideração na conclusão da experiência.

MATERIAL UTILIZADO

A maioria do material utilizado na parte prática do curso fazia parte do acervo do laboratório do curso tradicional. A Única exceção foi a experiência do Passo 8 de Física 4 (Efeitos Compton e Fotoelétrico) onde utilizamos equipamentos pertencentes ao Laboratório de Técnicas Experimentais de Física Nuclear.

Na maioria das experiências os alunos formaram turmas de dois durante a coleta de dados. Apesar dos casos de conflito de horário do nosso curso (Física 3), com turmas de laboratório do curso regular do Instituto, nunca houve problema sério de falta de equipamento. De fato, a nossa sequência de experiência facilitou a disponibilidade de equipamento.

AVALIAÇÕES (RELATÓRIOS)

As avaliações dos passos experimentais foram baseadas na atuação dos alunos no laboratório e em relatórios escritos individuais.

A atuação dos alunos no laboratório foi de um modo geral surpreendente, superando as nossas expectativas mais otimistas. Convém ressaltar porém que a maioria deles já vinham de um primeiro ano de curso personalizado e, portanto, mais bem preparados que a média dos alunos.

De um modo geral os alunos conseguiram realizar a parte prática das experiências no tempo alocado de 4 (quatro) horas (semanais) para sua realização. No entanto houve ocasiões (talvez cinco no semestre) em que alunos retornaram ao laboratório para refazer ou completar coleta de dados. Os relatórios eram entregues após uma ou duas semanas da data da coleta de dados e eram apreciados em classe por um monitor ou professor, com a presença do aluno. Esta avaliação durava em média 30-40 minutos e o resultado era dado de imediato. Uma Única ficha (Apêndice 2) era utilizada nas anotações da atuação do aluno no laboratório e da apreciação do relatório.

AVALIAÇÃO DO CURSO

Dois tipos de avaliações do curso foram tentadas: uma através de *questionário* preparado pela Comissão de Ensino de Graduação (CEG) do IFUSP e outra através de fichas de *apreciação de passo experimental* preparadas pelos autores deste.

O questionário da CEG teve três perguntas adicionais por nós acrescentadas (Apêndice 3). De um total de 14 alunos que responderam ao questionário, do ponto-de-vista de aproveitamento, as experiências tiveram a seguinte cotação:

- 1º lugar - Ressonância Elétrica (81)
- 2º lugar - Efeitos Compton e Fotoelétrico (61)
- 3º lugar - Movimento de elétrons em campos eletrostáticos (58)
- 4º lugar - Balança Eletrostática (52)
- 5º lugar - Balança Magnética (49)

onde os números entre parênteses representam a soma das notas atribuídas na escala 0-10 (pouco - muito). Ao interpretar tais resultados convém lembrar que o questionário foi distribuído no fim do ano, quando a memória das experiências do 1º semestre (Física 3) era mais diluída na mente dos alunos. Quanto a um curso de técnicas de medidas elétricas obrigatório no 1º ano, a maioria dos alunos foi contra a idéia argumentando que a teoria por trás da técnica seria desconhecida no 1º ano. Porém, vários concordam que um curso destes, obrigatório no 2º ano, ajudaria muito na atuação durante as experiências.

Por outro lado, dois alunos e três monitores preencheram fichas de apreciação dos passos experimentais (modelo Apêndice 4) num total de 11 fichas para as experiências de Física 4. Uma análise passo-por-passo do material de Física 3 foi feita em julho/75 por monitores e professores com a colaboração de alunos. A análise das respostas contidas nas fichas relativas aos passos de Física 4 ainda não foi realizada. Ambas as análises servirão de base a uma futura reformulação do curso completo, que pretendemos realizar.

De um modo geral os guias de laboratório foram considerados satisfatórios, sendo que a maior falha apontada foi não no conteúdo mas no exíguo tempo de leitura e preparadas experiências. O preparo de material do curso em tempo útil nem sempre foi possível.

CONCLUSÕES

A maior contribuição deste trabalho foi a identificação de duas atividades diferenciadas no laboratório do 2º ano. A implementação de atividades paralelas de técnicas, embora deficiente sob certos aspectos (ver adiante), mostrou benefícios ao aprendizado global dos alunos.

O grande insucesso do curso foi talvez o aprendizado de técnicas em termos qualitativos. Apesar dos alunos acreditarem na necessidade de tal aprendizado, devido à não-obrigatoriedade desta atividade, poucos foram aqueles que foram além da terceira técnica, em cada semestre. Tal fato, porém, não lhes prejudicou nas experiências pois estas não tinham como pré-requisito as técnicas restantes.

APÊNDICES

Apêndice 1.

Objetivos Gerais da Parte Experimental.

O objetivo terminal da parte experimental (laboratório) deste curso é: *identificar e analisar fenômenos físicos experimentais através de um contato mais aprofundado com o método científico aplicado à Física.*

Acreditamos que isto deva ser conseguido paulatinamente, isto é, segundo um processo de aprendizagem lógico - dedutivo, sujeito às limitações pedagógicas.

O laboratório deve levar o aluno a:

- a) o aprendizado de técnicas de medidas elétricas;
- b) o desenvolvimetro do cuidado e respeito para com os instrumentos de medida, tendo em vista a prevenção de acidentes ou a simples preservação dos aparelhos;
- c) compreensão das limitações do método científico através da precisão das medidas e da relativa importância das aproximações ou simplificações adotadas na construção dos modelos teóricos;
- d) análise dos resultados experimentais segundo modelos teóricos.
- e) obter conclusões da experiência.

Apêndice 2.

Ficha de Avaliação - Laboratório.

Nome do aluno: _____

Passo: _____ Experiência _____

A) Durante a experiência:

Monitor: _____ Data _____

B) Avaliação do Relatório (1a.tentativa):

Monitor: _____ Data _____ Resultado _____

C) Avaliação do Relatório (2a.tentativa):

Monitor: _____ Data _____ Resultado _____

Apêndice 3.

Questionário da C.E.G. - Perguntas Adicionais.

1. Você acha que, em geral, os objetivos específicos dos

Passos teóricos do curso de Física 3 e 4 foram atingidos (0-10)?

2. Coloque em ordem decrescente as experiências de laboratório (abaixo) dos cursos de Física 3 e 4 do ponto de vista do seu aproveitamento:

- 1) Tubo de Raios Catódicos ()
- 2) Balança Magnética ()
- 3) Balança Eletrostática ()
- 4) Ressonância Elétrica ()
- 5) Efeitos Compton e fotoelétrico ()
- 6) Difração e Polarização da Luz ()
- 7) Espectroscopia Ótica ()

3. Se um curso de Técnicas de Medidas Elétricas fosse oferecido no 1º ano do curso de Física (com frequência obrigatória), você acha que ele ajudaria muito (10) ou nada (0) na sua atuação nas experiências de Física 3 e 4?

Apêndice 4.

Ficha de Apreciação de Passo Experimental.

CURSO _____ DURAÇÃO _____ n? de passos —
Apreciação de — _____ Condição _____

A. Conteúdo do Guia:

1. Os passos teóricos anteriores fornecem condições para o entendimento ou formulação do (s) modelo(s) utilizado(s)
2. Leis e conceitos que foram declarados nos objetivos:
3. Conteúdo que acho deveria ser incluído:
4. Apêndice, anexos, etc., foram suficientes:
5. Bibliografia satisfatória:

B. Procedimento Experimental

1. Foram fornecidos elementos suficientes para o aluno chegar a um procedimento satisfatório:
2. Dificuldades apresentadas pelos alunos (pré-requisitos, técnicas):
3. Houve condições para avaliação correta dos erros:
4. Houve preocupação com a melhoria do arranjo experimental visando minimizar os erros por parte do aluno:

5. Muito ou pouco dependente na ajuda do monitor:

C. *Aparelhagem*

1. Adequada *ou* não à experiência:
2. Complicada? simplificações sugeridas:

D. *Objetivos Atingidos:*

1. Liste os objetivos que foram atingidos neste passo:
2. *Observações adicionais:*