

**B<sub>3</sub> - PROJETO DE UM LABORATÓRIO PARA ENSINO DE ÓTICA**  
SCHIEL, D. - Instituto de Física e Química de São Carlos - USP -  
FINEP

Um protótipo de laboratório de ótica está sendo desenvolvido em São Carlos dentro do Plano de Construção Nacional de Equipamento Didático. O conjunto permite adaptação aos mais diversos cursos superiores que formem profissionais aos quais é necessário um conhecimento de Ótica. Está sendo construído material básico que permitirá a montagem tanto de experiências de ótica geométrica (banco ótico, suportes, lentes e acessórios) como de Ótica física (lâmpadas espectrais, espectroscópico, interferômetros e outros).

Está em desenvolvimento em São Carlos, em cooperação com o Ministério da Educação, um conjunto para o ensino experimental de Ótica.

O conjunto proposto poderá ser incluído em cursos básicos de Física, Ciências Exatas e Engenharia. A Ótica Física permite ainda uma abordagem experimental às bases da Física Moderna. O equipamento a ser construído vem, assim, de encontro à necessidade crescente de uma melhoria de nosso ensino superior, principalmente do ensino experimental, a qual, sem a construção nacional de equipamento didático-científico de alto nível, implicaria numa necessidade de importação de equipamento cada vez maior.

### **ORIENTAÇÃO DIDÁTICA**

O conjunto apresentado permite a realização de um número muito grande de experiências, sendo que as experiências em estudo são apenas uma seleta do que é possível obter. Isso é uma consequência da matéria, que, com relativamente poucos componentes, permite experiências extensas conforme combinamos esses componentes. De acordo com os objetivos dos cursos em que o módulo seria usado, ele permitirá que toda a matéria seja dada de maneira mais superficial ou mais profunda. Será dada uma orientação sobre

quais experiências são mais importantes conceitualmente e quais poderiam ser eventualmente abandonadas em função do curso (Física, Química, Engenharia, etc).

Dividimos as experiências em quatro grandes grupos:

- a) Ótica Geométrica
- b) Aplicação da Ótica Geométrica
- c) Ótica Física
- d) Aplicação da Ótica Física

O conjunto todo poderá ser aplicado em cursos cuja duração varia de 1 a 3 semestres. O grupo a - *Ótica Geométrica* - visa dar uma revisão de conceitos que devem ser vistos no curso secundário.

### LISTA DE MATERIAL

A lista de material a ser construído compreende os seguintes itens

#### 1) Material mecânico:

bancos Óticos, suportes, fonte de luz, interferômetros e outros componentes básicos. Alguns protótipos já prontos estão em exposição neste simpósio;

#### 2) Vidraria:

lentes, espelhos, prismas, tubos de Geissler, lâminas  $\lambda/2$ ,  $\lambda/6$ , superfícies Óticas, etc. Apesar de modesto equipamento, nossa vidraria permitiu obter uma superfície com tolerância de  $\lambda/5$ ;

#### 3) Material e montagens: redes de difração, fontes elétricas, anteparos e outros.

Ítems de material já produzido e comercializado no Brasil serão adquiridos no mercado.

### CUSTO E ASPECTOS CONSTRUTIVOS

O estudo do custo da produção fará parte do próprio projeto. Toda a atenção será dada para minimizar o custo, sem que isto venha a comprometer a qualidade do material.

Procuraremos fazer com que o material do conjunto tenha o mais alto padrão possível, próprio a um nível universitário, e pretendemos que os componentes do conjunto

possam ser usados também como equipamento de pesquisa. Está sendo dada ênfase especial à padronização, tanto interna ao conjunto, quanto em relação a material existente em muitos laboratórios, seguindo de perto as dimensões básicas do material Ótico mais comum no mercado internacional, (exemplo: dimensões de trilhos Óticos, suportes, pinos, etc.).

## **LISTA DE EXPERIENCIAS**

As seguintes experiências foram escolhidas em um primeiro estudo: reflexão da luz em espelhos, refração da luz, placas planas, prismas, espelhos esféricos côncavos e convexos, espelhos: aberrações, coma, cáustica, lentes convexas, lentes côncavas, defeitos em lentes, fotometria-I, fotometria-II, luminotécnica, telescópio refletor de Newton, telescópio refrator e luneta de Galileu, microscópio, método de Tüpler-Foucault, lentes grossas, determinação do índice de refração com lente ou espelho esférico, fontes luminosas - espectroscopia, biprisma de Fresnel, anéis de Newton, filmes finos, dispositivo interferométrico de Pohl, difração de uma fenda, fendas de Young, difração numa borda, rede de difração, placa zonal, polarização da luz, lei de Malus, elipsometria, demonstrações sobre luz polarizada, atividade Ótica, interferômetro de Michelson, interferômetro de Fabry-Perrot.

## **COMENTÁRIOS**

### 1) Inclusão eventual de um laser:

na lista de material e nas experiências, não incluímos o laser como fonte. Esta fonte, apesar de não ser essencial, facilita muito a iniciação às experiências de interferência, além de ter larga aplicação específica. Não acreditamos ser recomendável substituir totalmente, nas experiências de interferometria, a fonte de luz por um laser, visto que na aplicação destas experiências muitas vezes queremos analisar uma fonte de luz real, quando então devemos ser capazes de montar uma experiência de interferometria em condições não tão favoráveis.

A montagem de um **protótipo** de laser que **possa** ser industrializado, quer uma série de estudos e contactos que estão em andamento. Construiremos o laboratório de modo que o laser possa ser incluído opcionalmente. Se optarmos pela inclusão dessa fonte, proporemos algumas experiências específicas de aplicação do **laser**, como **holografia** e experiências sobre batimento Ótico.

2) Inclusão eventual de um monocromador:

embora experiências de espectroscopia possam ser feitas com o **goniômetro** previsto, pode ser interessante mostrar as facilidades que um monocromador um pouco mais sofisticado oferece, principalmente se trabalhar com luz pulsada e técnica de *lock-in*. Embora a construção de um protótipo de monocromador não nos ofereça dificuldades, acreditamos que talvez elas possam surgir na industrialização, principalmente devido ao custo. Também esta inclusão, assim como as práticas específicas deste instrumento, serão discutidas durante o desenvolvimento do módulo.

3) Escolha do modelo de interferômetro de Fabry-Perrot:

este interferômetro exige mecânica de alta precisão. Se chegarmos à conclusão que as dificuldades de **construção** ultrapassem as possibilidades de industrialização, incluiremos um Etalon de Fabry-Perrot ou então um **interferômetro** de Fabry-Perrot com espelhos esféricos **confo-**cais.

4) Efeito Zeeman:

uma aplicação muito ilustrativa do interferômetro de Fabry-Perrot é a medida do Efeito Zeeman. Este exige um **eletro-ímã** que fornece um campo magnético 10 KG num gap com espaço suficiente para passar um tubo de Geissler. Como a inclusão de um eletro-ímã desse porte foge um pouco à construção de um conjunto de Ótica, estão sendo estudadas alternativas para este sistema.

## TEXTOS

A parte mais difícil na **elaboração** do conjunto será

provavelmente a confecção dos textos e instruções. O texto deverá dar a base teórica (elementar) sobre ondas eletromagnéticas e as bases da física atômica. Além disso, deverá fornecer as instruções completas sobre a montagem das experiências. Queremos ainda fornecer algumas indicações sobre a construção própria, artesanal, de material de ótica, visto que esta exige um investimento material relativamente pequeno, sendo, por outro lado, altamente motivadora.