
UM ESPECTROSCÓPIO SIMPLES PARA USO INDIVIDUAL*

Nilson Marcos Dias Garcia
Departamento de Física – CEFET
Hypolito Jose Kalinowski
CPG II – CEFET
Curitiba – PR

Resumo

A ausência de equipamentos de ótica nos laboratórios didáticos de Física, principalmente pelo custo e dificuldade de aquisição, tem sido um dos elementos dificultadores do desenvolvimento de atividades experimentais nesta área. Visando propor uma alternativa econômica a essa situação e usando um pedaço de CD como elemento difrator devidamente instalado em pequenas caixas plásticas de distribuição usadas em instalações elétricas, o presente artigo descreve, em detalhes, a construção de um espectroscópio, instrumento que permite visualizar e estudar a composição espectral (ou cromática) de um objeto luminoso. Descreve também como transformar o espectroscópio, que permite apenas observação das raias espectrais, num espectrômetro, que permite medir o comprimento de onda de radiações. Complementando a proposta, são feitas indicações de como lâmpadas de fácil aquisição (de neônio e argônio) podem ser utilizadas como lâmpadas espectrais para observação de raias discretas e de como podem ser realizadas as medições para se determinar o comprimento de onda da radiação observada.

Palavras chave: *Espectroscópio, espectrômetro, rede de difração, equipamento alternativo, lâmpada espectral, ótica física.*

I. Introdução

O espectroscópio é um instrumento que permite visualizar a composição espectral (ou cromática) de um objeto luminoso. Um elemento dispersivo (prisma ou rede de difração), colocado no seu interior, decompõe a luz que incide sobre a fenda de entrada, produzindo um espectro na região de saída. Se o elemento dispersivo for montado sobre um sistema giratório, permitindo selecionar um dado comprimento de

* Publicado no Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 11, n. 2, ago. 1994.

onda sobre uma fenda localizada na região de saída, torna-se possível medir a intensidade luminosa em função do comprimento de onda ou mesmo determinar comprimentos de onda, se o dispositivo for previamente calibrado.

Devido ao seu custo relativamente alto e à inexistência de produtos nacionais, o uso desse instrumento no ensino de Física fica, em geral, limitado aos cursos universitários. Para maior disseminação, já foi descrito anteriormente nesta revista⁽¹⁾ um espectroscópio para uso em atividades didáticas, realizável com materiais comuns. Esse modelo utilizava um prisma como elemento dispersivo. Atualmente, os instrumentos utilizando redes de difração são mais difundidos que os de prisma, em função da melhor dispersão oferecida pelas redes e por seu menor custo. No entanto, a obtenção de tais equipamentos para uso em escolas continua sendo bastante restrita devido ao seu preço e dificuldade de aquisição. Além disto, o uso de um aparelho desses em âmbito escolar requer a existência de fontes de luz adequadas para a demonstração ou mensuração de diversos espectros, impondo gastos e dificuldades adicionais.

Partindo de uma proposta anterior para produção de redes de difração de baixo custo para laboratórios de ensino⁽²⁾, desenvolvemos alguns modelos de espectroscópios que podem ser confeccionados até por alunos de ensino médio, permitindo seu uso em condições bastante simplificadas. Nossa idéia é aproveitar as lâmpadas de iluminação (ambiental ou pública) para demonstrar a existência de diferentes espectros, associados aos elementos utilizados naquelas lâmpadas (neônio, mercúrio, sódio), e sua diferença em relação ao espectro contínuo de uma lâmpada incandescente ou da luz solar. O elemento chave é uma rede de difração refletiva, obtida a partir do corte em um “compact disk”, conforme descrito no trabalho citado⁽²⁾.

Na confecção do aparelho, usamos caixas de distribuição de 2” x 4” ou 4” x 4”, usadas nas instalações elétricas. Os modelos preto-fosco adequam-se bem na eliminação da difusão de luz indesejada nas paredes internas e, sendo de plástico, facilitam as operações necessárias às adaptações. Aproveitando a existência de furos já existentes para a passagem da tubulação, utilizamos um desses como entrada de luz, confeccionando uma pequena fenda. Outro desses orifícios foi mantido aberto para servir como local de observação (vide Fig. 1). As demais aberturas foram cobertas com fita isolante. Uma rede de difração, obtida a partir de compact disk, com dimensões aproximadas de 2 cm x 3 cm, foi posicionada de forma a refletir a fenda de entrada na região do orifício de observação. Com algumas tentativas consegue-se um bom posicionamento, permitindo, assim, observar a decomposição espectral da luz incidente na fenda de entrada. A rede pode ser fixada com porções de massa de modelar ou então sobre pedaços de isopor cortados de forma adequada. Para fechar a caixa, usamos um plástico preto e grosso, fixado com fita isolante.

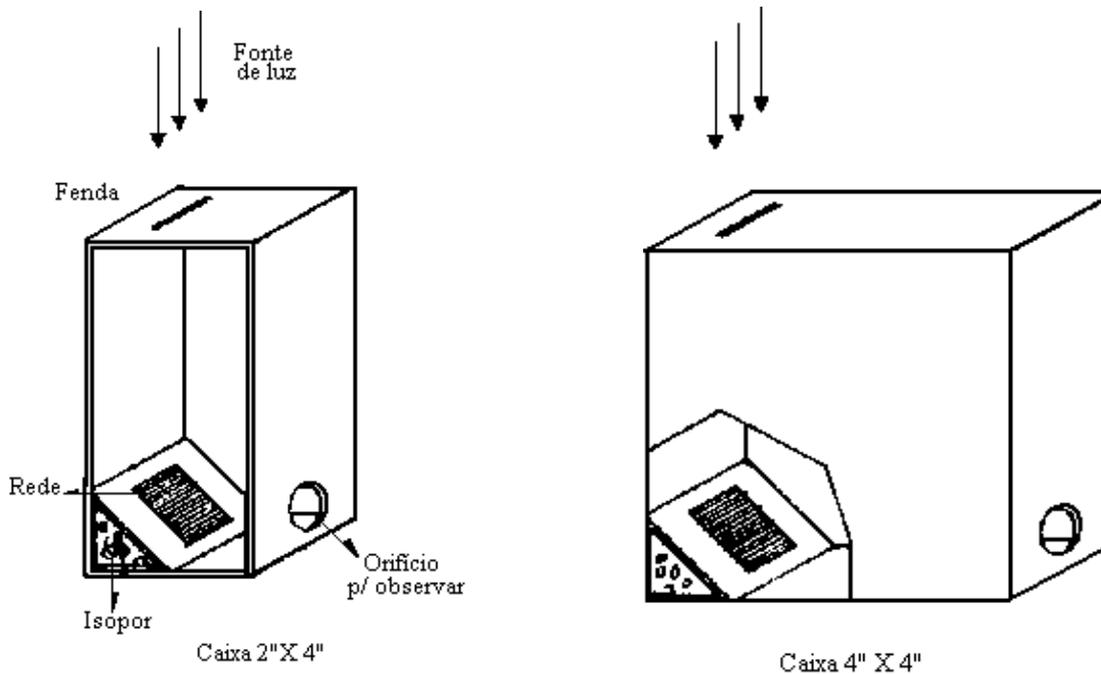


Fig. 1

O uso do aparelho é muito simples. O observador coloca-se sob a fonte de luz (Fig. 2), observando a rede enquanto posiciona a fenda de entrada em direção à fonte. Uma vez localizado o espectro, uma pequena varredura angular pode ser efetuada, girando-se um pouco o conjunto. Não tivemos dificuldade em utilizar esse aparato com as lâmpadas mencionadas anteriormente.

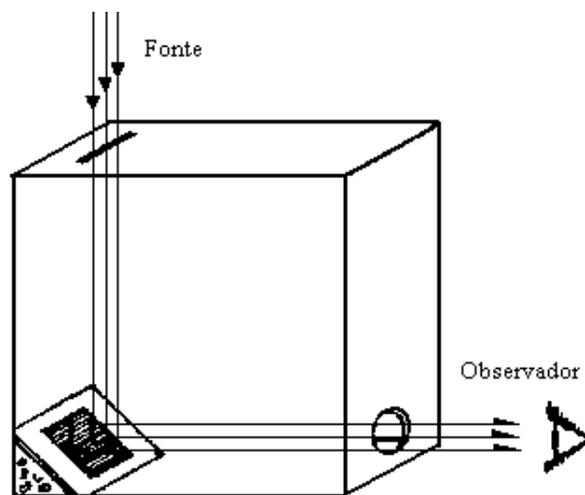


Fig. 2

Além de lâmpadas de iluminação, há outras possibilidades de fontes espectrais, simples de serem obtidas. Uma delas consiste no uso de uma lâmpada de neônio, do tipo normalmente utilizada para teste de voltagem – encontrada em qualquer loja de componentes eletrônicos. Essa lâmpada, em série com um resistor de 50

a $100\text{ k}\Omega$ (Fig. 3a), pode ser ligada a tomadas de alimentação (110 ou 220 V) e produz uma luz de coloração alaranjada. Outra possibilidade é a do uso de uma lâmpada de argônio, existente nos “starters” usados para disparo de lâmpadas fluorescentes. Retirada do “starter”, ligada em série com um resistor de valor não inferior a $100\text{ k}\Omega$, e ligada à rede elétrica, produz uma luz de coloração violeta, cujo espectro também pode ser observado. Tais lâmpadas devem ser postas sobre a fenda de entrada e ali fixadas com fita isolante (Fig. 3b), para evitar entrada de luz branca.

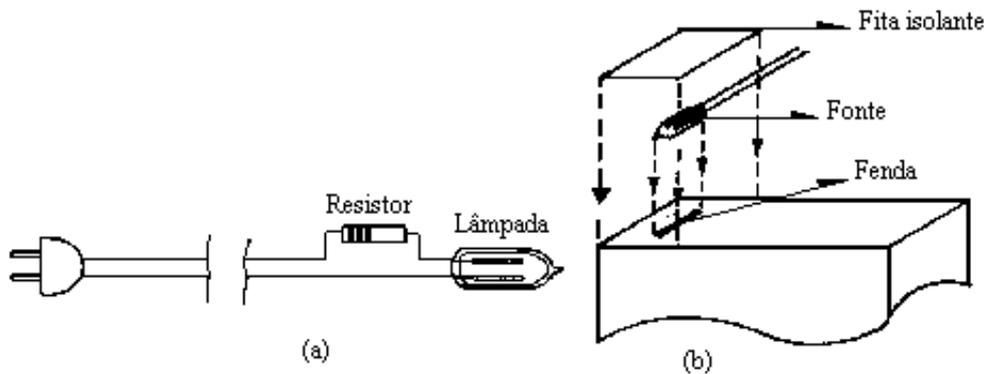


Fig. 3

Os cuidados a serem tomados na montagem do dispositivo são poucos. A fenda de entrada pode ser feita apenas colocando duas tiras de fita isolante preta, afastadas de 0,5 a 1 mm uma da outra, já fornecendo bom resultado. Maior eficiência pode ser obtida colando duas bordas de gilete com o desejado afastamento. No tocante à posição da rede, existem dois pontos a observar:

a) a rede deve ser posicionada de forma que os sulcos do CD tenham seus centros de curvatura voltados para a região de entrada de luz, a fim otimizar a visibilidade do espectro refletido;

b) a angulação deve ser tal que permita observar o espectro de segunda ordem. Isto porque a distância de observação é pequena (cerca de 10 cm) e assim consegue-se uma melhor separação espectral. O espectro de primeira ordem, nessa distância, ainda está muito comprimido para permitir uma boa observação das diferentes raias espectrais.

Como descrito nos parágrafos anteriores, o aparelho tem um custo baixo (aproximadamente US\$ 2), levando em conta que um CD pode fornecer cerca de dez redes. Sua construção pode ser feita em menos de uma hora e é bastante simples, de forma que pode ser realizada pelos próprios alunos.

Utilizando a idéia básica até agora desenvolvida e com algumas pequenas modificações, pode-se também construir um espectrômetro, dispositivo que permite, com boa aproximação, determinar o comprimento de onda de radiações. Além de ser de fácil construção e baixo custo, tal equipamento pode ser usado em salas de aula, sem necessidades de ambientes de laboratório.

A Fig. 4, abaixo, permite uma idéia do dispositivo em questão.

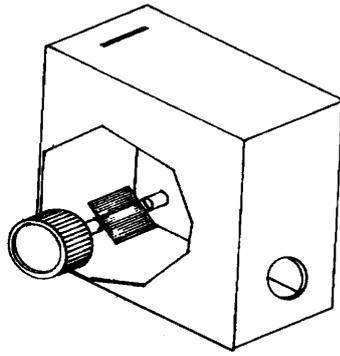
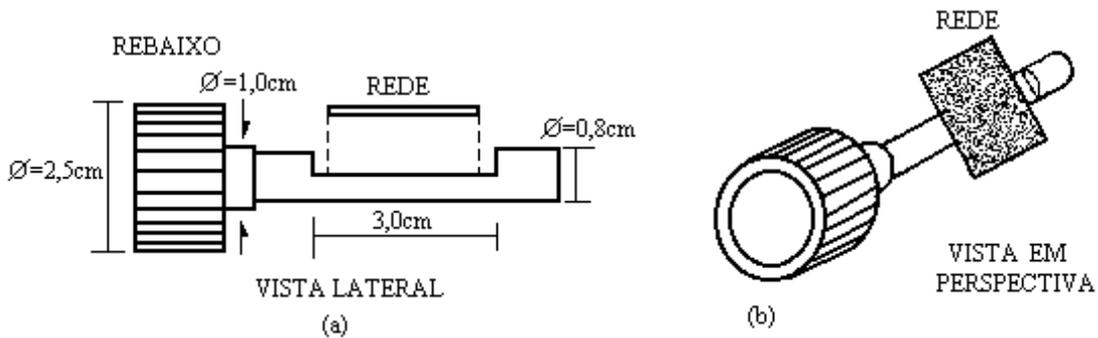


Fig. 4

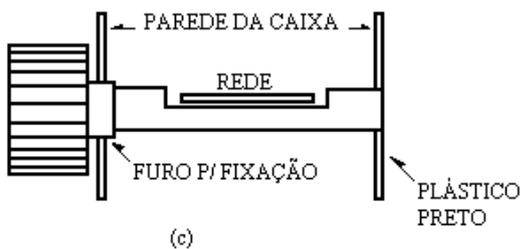
A rede não é mais fixa à caixa de distribuição, mas sim a um eixo que, ligado à caixa, pode entrar em rotação. O eixo, a fixação da rede a ele e dele na caixa podem ser entendidos através dos esquemas (e detalhes) mostrados na Fig. 5.

Associando-se um transferidor e um ponteiro ao eixo, pode-se construir um equipamento (Fig. 6) que permite determinar o ângulo de abertura de uma radiação (obtida pela difração da luz na rede) em relação a uma outra, tomada como referência. Isso quer dizer que, utilizando-se esse dispositivo e selecionando-se uma dada radiação, pode-se determinar o ângulo de abertura dessa radiação em relação à raia de ordem 0. De posse da constante da rede usada e desse ângulo de abertura, que denominamos Θ , podemos determinar o valor do comprimento de onda λ da radiação selecionada.

Detalhe do eixo e de como é colocada a rede:



Fixação do eixo à caixa:



Deve-se fazer um furo na parede da caixa de forma que seja possível a fixação do eixo. Esse furo deve ser do mesmo diâmetro que o rebaixo do eixo.

Fig. 5

Na prática, tal determinação pode ser feita na seguinte seqüência:

1. Direciona-se a fenda do dispositivo para uma fonte de luz (preferencialmente uma que seja de emissão gasosa, como vapor de sódio, vapor de mercúrio, etc.).

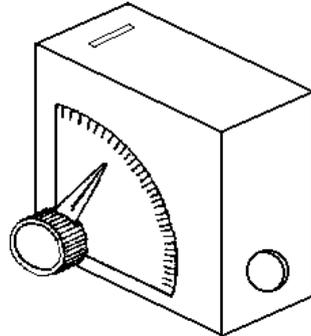
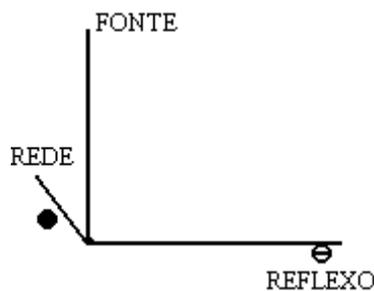
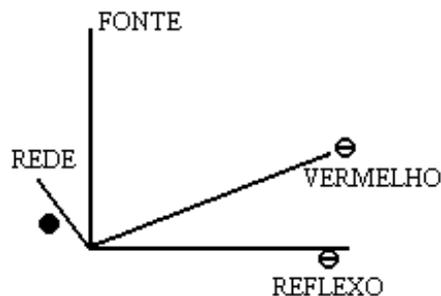


Fig. 6

2. Gira-se a rede de tal forma que a raia central (raia de ordem 0) – que corresponde ao reflexo da própria fonte – fique em uma posição facilmente observável (sugere-se usar como referência a borda da rede). Anota-se o ângulo em que isso acontece.



3. Gira-se novamente a rede, de forma que o espectro de difração da radiação da qual se deseja determinar o comprimento de onda (vermelho, por exemplo) esteja na posição anteriormente ocupada pela raia central. Anota-se o ângulo em que isso aconteceu.



4. Acha-se a diferença entre os ângulos anotados na seqüência 3 e 4. Esse é o ângulo θ .

$$\Theta = \left| \Theta_{\text{vermelho}} - \Theta_{\text{reflexo}} \right|$$

5. Determina-se o comprimento de onda da radiação selecionada substituindo-se os valores na equação

$$n \cdot \lambda = h \cdot \text{sen } \Theta$$

na qual:

$n = 1$ ou 2 , dependendo da ordem do espectro considerada;

λ = comprimento de onda da radiação selecionada;

h = constante na rede (pode-se considerar que a rede obtida de CD tenha, em média, 629 traços/mm);

Θ = ângulo de abertura entre a raia central e a radiação da qual se deseja determinar o comprimento de onda.

Dada a simplicidade e o baixo custo de produção, assim como a boa aproximação dos resultados obtidos para os valores dos comprimentos de onda, julgamos serem de grande utilidade no ensino os dispositivos descritos.

Agradecimentos

Os autores agradecem a colaboração do aluno Luiz Maurício Trevisan e dos prof. Hélio Pedro Bukta e Pedro Sérgio Baldessar (CEFET-PR) e o apoio financeiro do Subprograma de Instrumentação PADCT/CNPQ e da FAPERJ.

Referências Bibliográficas

1. FERREIRA, N. C.; PINHO A. F. J. Espectrômetro ótico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 2, n. 1, p. 31-36, 1985.
2. KALINOWSKI, H. J.; GARCIA, N. M. D. Uma alternativa econômica para redes de difração no laboratório de ensino. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 7, n. 1, p. 64-72, 1990.