

*S. M. Arruda*  
*D. O. Toghinho Filho*  
Depto. de Física – UEL  
Londrina – PR

## **I. Introdução**

Um bom laboratório de Física Moderna desempenha, no ensino de Física, funções muito importantes, entre as quais poderíamos citar duas:

- Ajudar na compreensão dos conceitos das teorias da Física Moderna, principalmente os relacionados com a estrutura atômica e a natureza da radiação;
- Introduzir o aluno em técnicas experimentais mais sofisticadas.

Entretanto, para a maioria das Universidades brasileiras, a montagem de um bom laboratório de Física Moderna tem se tornado cada vez mais difícil devido ao alto custo dos equipamentos, o que acarreta uma séria deficiência nos físicos graduados por essas instituições.

Procurando resolver em parte esse problema, temos trabalhado na montagem de um “Laboratório Caseiro de Física Moderna” com equipamentos de baixo custo, alguns deles podendo ser facilmente conseguidos como doação. Excetuando-se os experimentos sobre os espectros do mercúrio e do sódio, cujas linhas podem ser medidas com precisão razoável (de 2 a 5 % de erro), os outros experimentos aqui relatados são demonstrativos e, por isso, mais indicados à escola secundária. Entretanto, na ausência de um laboratório bem equipado, eles podem ser usados no 3º grau como complemento às aulas teóricas.

O objetivo principal deste artigo é apenas apontar para a possibilidade de se trabalhar com materiais de baixo custo em uma área em que os equipamentos são, em

---

<sup>1</sup> Publicado no Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 8, n. 3, dez. 1991.

<sup>2</sup> Trabalho apresentado na II Conferencia Interamericana sobre Educación en Física, Caracas, 1991.

geral, caros. Mais detalhes sobre a construção de alguns dos equipamentos e dispositivos utilizados podem ser encontrados nas referências.

## II. Relação dos experimentos e descrição dos equipamentos

### II.a Bobina de Tesla

A bobina de Tesla é um equipamento que produz tensões alternadas da ordem de dezenas de quilovolts com frequências na faixa de MHz. Em Física Moderna, o equipamento pode ser usado em experimentos com descarga em gases rarefeitos, ionização do ar, produção de ozônio e propagação de ondas eletromagnéticas. Experiências demonstrativas interessantes, como simulação de relâmpagos, efeito corona, etc., também podem ser realizadas. Temos dois protótipos, um fechado (LABURÚ; ARRUDA, 1991) e outro aberto (ARRUDA et al., 1991). A Fig. 1 mostra o esquema elétrico da bobina,

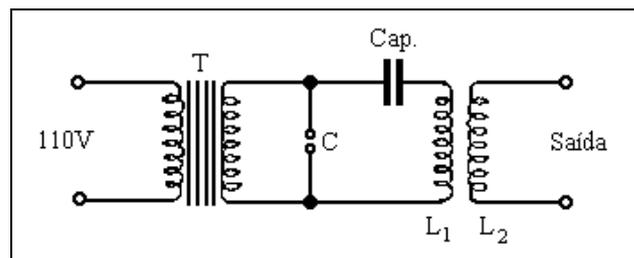


Fig. 1- Bobina de Tesla

no qual,

T = transformador de 16kV, 30 mA;

C = centelhador (duas pontas próximas);

Cap = capacitor de placas paralelas (feito com placas de vidro);

L1 = indutor primário de poucas voltas (feito com fio grosso);

L2 = indutor secundário de cerca de 800 voltas (feito com fio fino).

Especificações sobre os elementos do circuito, detalhes sobre sua construção e os perigos na utilização do equipamento (alta-tensão, produção de ozônio, etc.) são fornecidos em Laburú e Arruda (1991).

## II.b Redes de difração e espectroscópio com disco-laser

Redes são equipamentos indispensáveis em um laboratório de Física Moderna, sendo, entretanto, de difícil fabricação. Uma idéia interessante é a utilização do disco-laser (compact-disk) para a produção de redes de reflexão (KALINOWSKI; GARCIA, 1990) e também espectroscópios (KALINOWSKI; GARCIA, 1991).

As redes produzidas com os disco-laser são de qualidade razoável, possuem cerca de 625 linhas/mm e podem ser perfeitamente utilizadas na observação de espectros atômicos.

## II.c Experimentos com lâmpada comercial de vapor de mercúrio

As lâmpadas de vapor de mercúrio e de sódio são muito utilizadas na iluminação pública. Com elas, diversas experiências interessantes podem ser realizadas. As lâmpadas, os dispositivos necessários para ligá-las (soquetes, reatores, ignitores e capacitores) e as instruções podem ser conseguidos nas Companhias de Iluminação Pública como doação, o que torna o custo desses experimentos próximos de zero.

Pelo menos três tipos de experiências de Física Moderna podem ser realizados com a lâmpada de mercúrio:

### 1. O espectro de mercúrio

A lâmpada de Hg possui, em seu interior, um pequeno tubo de quartzo (T) contendo o gás de mercúrio submetido a uma tensão elevada (da ordem de algumas centenas de volts). Envolvendo esse tubo há um bulbo de vidro (B), conforme indicado na Fig. 2.

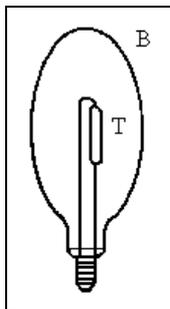


Fig. 2- Lâmpada de Mercúrio

Em funcionamento, o tubo interno emite no visível o espectro característico do Hg e também algumas linhas no ultravioleta, que são barradas pelo bulbo externo.

Dispondo de uma rede e algumas lentes pode-se fazer a projeção do espectro do mercúrio e medir o comprimento de onda das linhas.

Para evitar a luminosidade excessiva, a lâmpada deve ser colocada dentro de uma caixa. Para esse experimento são preferíveis as lâmpadas de baixa potência (125W).

## 2. O efeito fotoelétrico

Com o bulbo externo quebrado, a lâmpada de Hg torna-se uma boa fonte de radiação ultravioleta e pode ser usada para a demonstração do efeito fotoelétrico, conforme é mostrado na Fig. 3.

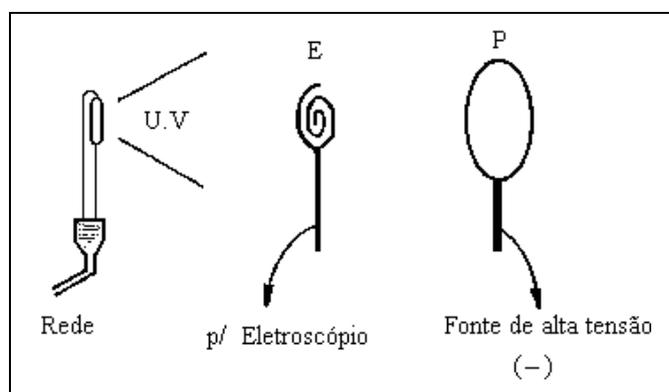


Fig. 3- Efeito fotoelétrico

A radiação incide sobre a placa de zinco, P, previamente polida e ligada ao terminal negativo de uma fonte de alta-tensão (da ordem de kV). Devido à radiação, elétrons são ejetados de P e capturados pelo fio em espiral E ligado a um eletroscópio sensível carregado. O efeito pode ser observado pela descarga do eletroscópio. Deve-se usar, de preferência, lâmpadas de maior potência (400 W).

## 3. Penetração e proteção do ultravioleta (UV)

Interpondo-se folhas de plástico, papel e placas de vidro de diversas espessuras entre o tubo T e a placa de zinco da Fig. 3, ou afastando-se a lâmpada do sistema de detecção, pode-se estudar qualitativamente a penetração e/ou a proteção do UV no ar e outros materiais. Como a radiação UV pode causar danos à retina e mesmo à pele, com essa experiência é possível também demonstrar os perigos da lâmpada de Hg e como fazer a proteção do UV. (Aliás freqüentemente tais lâmpadas são encontradas nos

postes com o bulbo externo quebrado. Isso pode ser percebido de longe pela sua coloração mais azulada.)

#### **Precauções:**

Na utilização da lâmpada de mercúrio nos experimentos em que a radiação ultravioleta está presente (o bulbo externo está quebrado), não se deve olhar diretamente para a lâmpada ou expor demasiadamente partes do corpo (mãos, braços) à radiação. Evite também a observação direta da radiação refletida. A lâmpada deve ser colocada dentro de um recipiente fechado – uma caixa ou tubo de vidro, por exemplo – possuindo uma abertura que possibilite a passagem da radiação.

#### **4. Experimentos com a lâmpada comercial de vapor de sódio**

O principal experimento realizado com essa lâmpada é o do espectro do sódio. A lâmpada de Na, entretanto, possui um filamento interno que emite um espectro contínuo ao fundo. Além disso, após o aquecimento da lâmpada, começa a surgir uma faixa estreita escura na região do amarelo, com o que é possível discutir o fenômeno de absorção (ARRUDA; TOGINHO F., 1991).

### **III. Referências Bibliográficas**

1. ARRUDA, S. M.; TOGINHO F., D. O. Experimentos a baixo custo em Física Moderna: o espectro do sódio e a experiência histórica de Kirchoff. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 9, 1991. **Resumos...** p. 24.
2. ARRUDA, S. M.; LABURU, C. E.; TOGINHO F., D. O.; SAITO, H. Bobina de Tesla: altas tensões no laboratório didático. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 9, 1991. **Resumos...** p. 71.
3. KALINOWSKI, H. J.; DIAS GARCIA, N. M. 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.
4. KALINOWSKI, H. J.; DIAS GARCIA, N. M. Espectroscópio de reflexão para ensino no segundo grau. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 9, 1991. **Resumos...** p. 32.
5. LABURU, C. E.; ARRUDA, S. M. A construção de uma bobina de Tesla para uso em demonstrações na sala de aula. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 8, n. 1, p. 64-75, 1991.