
LABORATÓRIO CASEIRO: OBSERVANDO ESPECTROS LUMINOSOS - ESPECTROSCÓPIO PORTÁTIL⁺*

Francisco Catelli

Simone Pezzini

Depto de Física e Química – Universidade de Caxias do Sul

Caxias do Sul – RS

Resumo

Descreve-se a obtenção de uma rede de difração por transmissão a partir de um CD gravável, e o seu uso na confecção de um espectroscópio portátil. Algumas aplicações qualitativas são comentadas.

Palavras-chave: *Ensino de Física, Física Moderna, espectroscópio portátil.*

Abstract

This work describes the attainment of a transmission grating from a record able compact disc, and its use in the confection of a portable spectroscopy. Some qualitative applications are commented.

Keywords: *Physics teaching, Modern Physics, portable spectroscopy.*

I. Introdução

A natureza da luz sempre intrigou a todos os que se dedicaram a seu estudo. Compreendê-la equivaleria a ter acesso à grande parte dos segredos do mundo, se ele for olhado do ponto de vista da ciência. Neste trabalho, propomos a construção de um

⁺ Home Laboratory: Observing light spectra – portable spectroscopy

^{*} *Recebido: setembro de 2001.
Aceito: junho de 2002.*

dispositivo que decompõe a luz branca, e para tal, usamos como elemento dispersor um CD, o qual se comporta como uma rede de difraçãoⁱ. O professor de Física do Ensino Médio poderá utilizar este dispositivo de várias formas, a mais simples consiste em apenas sugerir aos estudantes o estudo das cores do espectro visível, sem entrar em detalhes a respeito de sua decomposição. Nesse caso, será interessante pelo menos mencionar que essas cores podem ser explicadas através de um processo de interferência da luz, diferente, portanto, dos prismas, para os quais vale o fenômeno da dispersão. Um estudo mais detalhado pode ser iniciado por uma atividade, na qual as regiões de interferência construtiva e destrutiva são determinadas graficamente, através do uso de ondas desenhadas em tiras perfuradas, obtidas das bordas de formulários contínuos de impressoras matriciaisⁱⁱ. Na seção “Usando o espectroscópio”, é descrita a visualização das linhas de emissão do vapor de mercúrio das lâmpadas fluorescentes. Esta é uma boa ocasião para um estudo introdutório do modelo atômico de Bohrⁱⁱⁱ, caso haja tempo disponível e o professor julgue interessante fazê-lo.

O espectroscópio que descrevemos a seguir não é novidade: trata-se de uma caixa (por exemplo, uma caixa de pasta de dente); em uma das tampas há uma fenda estreita, e na outra, uma rede de difração. Aqui é que aparece a novidade: redes de difração não são objetos comuns nos laboratórios das escolas de Ensino Médio. Vários trabalhos foram publicados, nos quais CDs são improvisados (aliás, com ótimos resultados) como redes de difração^{iv}, mas são redes que funcionam por reflexão, o que impede que construamos nosso espectroscópio. Portanto, podemos fazer um CD funcionar como uma rede de difração por transmissão.

II. "Construindo" a rede de difração

Descobrimos por acaso que, ao retirar um adesivo autocolante fixado a um CD gravável de computador, este removeu a película de proteção onde é impressa a marca do fabricante. O CD ficou praticamente transparente, restando apenas uma fina película esverdeada (às vezes, azulada). Ao olhar através do CD para uma lâmpada fluorescente, por exemplo, notamos várias ordens de um belo espectro colorido: tínhamos descoberto como fabricar nossas redes! Então, a receita pode ser a seguinte: cubra a superfície de um CD gravável (o lado onde está impressa a marca do fabricante) com fita adesiva. Corte-o em oito pedaços iguais, como se fosse uma pizza, com uma serra de cortar metais, que tem dentes bastante pequenos, o que facilita a operação de corte. De posse dos pedaços, simplesmente descole a fita adesiva, e você terá sua rede de difração; na verdade, oito delas. Importante: evite tocar com os dedos a superfície do CD depois que foi descolada a fita adesiva, pois a camada que difrata a luz sai com facilidade, o que deteriorará a rede de difração. Vale lembrar que os CDs mais claros fornecem redes de difração melhores, pois absorvem menos na faixa do vermelho. É claro que o CD pode ser transformado em rede sem cortá-lo, mas para fabricar nosso espectroscópio é melhor um pedaço de tamanho menor, como você verá a seguir.

III. Construindo o espectroscópio

De posse de uma caixa de creme dental ou outra caixa similar (as dimensões abaixo foram dadas apenas como exemplo), corte (com uma tesoura ou estilete) uma janela de uns 3 cm por 4 cm na "tampa" A, e, na tampa B, faça uma janela de 1 cm por 3,5 cm.

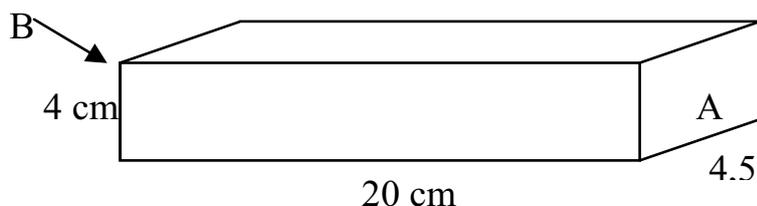


Fig.1- Dimensões aproximadas da caixa (por exemplo, uma caixa de creme dental).

Na janela maior ("tampa" A), cole a rede de difração de CD, de acordo com a posição indicada na Fig.2. A colagem pode ser feita com fita isolante preta, de modo a evitar que a luz possa entrar na caixa, a não ser através da rede de difração.

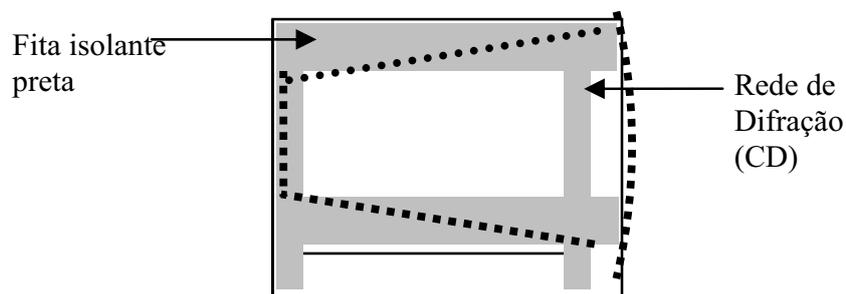


Fig.2- Montagem da rede na "tampa" A.

Na janela menor ("tampa" B), através de duas tiras de fita isolante, faça uma fenda de menos de 1mm de largura, sobre a área da janela menor.

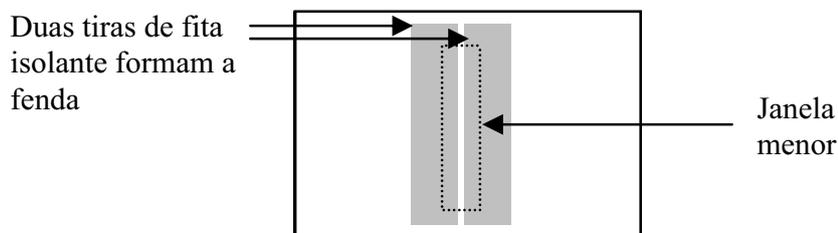


Fig. 3- Construindo a fenda na janela menor (tampa B). A largura da fenda deverá ser o mais uniforme possível e, no máximo, de 1 mm.

IV. Usando o espectroscópio

O espectroscópio poderá ser usado para analisar as mais diversas fontes de luz (velas, lâmpadas comuns, anúncios luminosos, telas de TV ou de computador, e muitas outras). Descrevemos, a título de exemplo, uma aplicação especialmente simples e interessante: a análise da luz das lâmpadas fluorescentes. Aponte a fenda estreita para uma lâmpada fluorescente, e olhe através da janela na qual você colocou o pedaço de CD, como indicado na Fig.4.

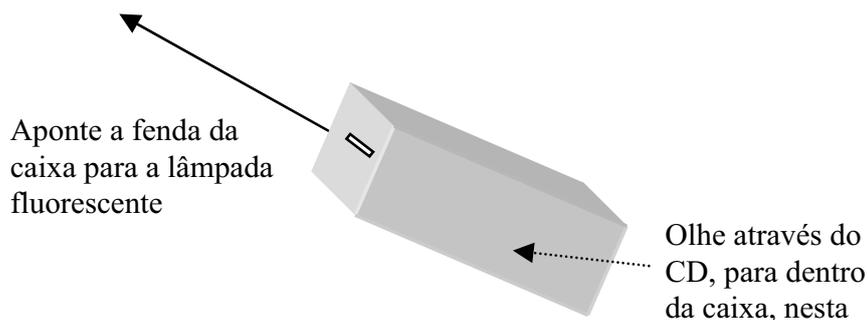


Fig.4- Fazendo observações com o espectroscópio portátil. Note que a fenda da caixa deve estar paralela à lâmpada fluorescente.

Por sobre o fundo colorido (no qual aparecem todas as cores do espectro visível), algumas linhas (violeta, verde e amarelo) se destacam. Estas linhas ("raias") nada mais são que "cópias" da fenda estreita, cada uma correspondendo a uma frequência ou cor, ou comprimento de onda específicos. Como explicar este "destaque" que algumas cores têm?^v Se a lâmpada fluorescente não possuísse o revestimento interno branco, não veríamos o fundo contínuo de cores, veríamos apenas "cópias" da fenda (iluminada pela lâmpada), em violeta, verde, amarelo^{vi}. (Lâmpadas fluorescentes sem o revestimento branco são disponíveis comercialmente, e são usadas em armadilhas para insetos, bastante comuns em açougues. Vista a olho nu, a luz tem um tom violeta intenso. Experimente levar seu espectroscópio portátil a um açougue, e olhe a armadilha de insetos através dele.

V. Espectros de absorção do Sol

Se você apontar seu espectroscópio para o céu sem nuvens (NUNCA APONTE DIRETAMENTE PARA O SOL, pois você poderá ter lesões oculares irreversíveis), talvez você consiga notar, no espectro colorido, algumas linhas transversais escuras. Trata-se de um espectro de absorção: são as "linhas de Fraunhofer"; e essa absorção ocorre devido à presença de determinados gases na atmosfera do Sol. Aliás, você já pensou como é que os físicos conseguem saber, por exemplo, a composição química de uma estrela? A única coisa da estrela à qual temos

acesso é a sua luz, e é através dela, olhando-a decomposta por uma rede de difração, que é possível saber sua composição química e muitas outras informações.

VI. Outras investigações

A rede de difração feita com CD permitirá muitas explorações desse fascinante mundo da luz e da Física Moderna. Você pode projetar espectros^{vii} muito bonitos com um retroprojeto, analisar o espectro de reflexão de objetos coloridos^{viii} (roupas, papéis, pinturas de paredes, etc.), observar e estudar espectros de absorção de filtros e líquidos, e muito mais. Vamos em frente?

ⁱ Não é nosso objetivo aqui descrever o que são redes de difração. Por enquanto, basta saber que se trata de dispositivos que introduzem, na luz que neles incide, diferenças de caminho óptico que dependem do comprimento de onda (cor). Assim, se a luz incidente é, por exemplo, branca, a luz transmitida (ou refletida, conforme a rede) será decomposta em suas cores componentes. Para mais detalhes, veja, por exemplo, capítulo 41, em especial seção 41.7 e seguintes, páginas 102-110 de Fundamentos de Física, v. 4, de HALLIDAY, RESNICK E WALKER. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1995 (4ª edição). Uma abordagem introdutória ao assunto é feita também em MÁXIMO, A. e ALVARENGA, B. "Física", v. único, São Paulo: Scipione, 1997, páginas 642 e seguintes.

ⁱⁱ CHANDLER, D. "Simulate interference ...while supplies last." The Physics Teacher, v. 39, setembro de 2001, p. 362-363. Podemos fornecer aos interessados, por e-mail (Fcatelli@ucs.br ou Spezzini@ucs.br), uma tradução livre deste artigo.

ⁱⁱⁱ As referências sobre o átomo de Bohr são abundantes na literatura. Consulte, por exemplo, TIPLER, P., "Física", v. 3, seção 37-2 (São Paulo: Ao Livro Técnico, quarta edição, 1999).

^{iv} A fabricação de um espectroscópio que utiliza um CD como rede de difração por reflexão foi objeto de artigo *Um espectroscópio simples para uso individual*, publicado por GARCIA, N. M. D., Caderno Catarinense de Ensino de Física, v.11, n. 2, p.134-140, agosto, 1994. O uso de CDs como redes de difração também é discutido em GARCIA, N. M .D. e KALINOWSKI, H. J., *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, e também no artigo publicado por CATELLI, F., *Demonstre em aula: Projeção de Espectros com um CD e Retroprojeto*, Caderno Catarinense de Ensino de Física, v.16, n.1, p123-126, 1999.

^v Porque só algumas cores se destacam? No caso citado acima, a luz é emitida pelo vapor de mercúrio presente no interior da lâmpada e excitado através de uma descarga elétrica. Niels Bohr elaborou um modelo teórico para o hidrogênio, cujo átomo é composto, como sabemos, de um próton e de um elétron. Este último só poderia estar em algumas "órbitas" permitidas em torno do próton, o núcleo. E quando o elétron "pulsasse" de uma órbita para outra de menos energia, ocorreria a emissão de um fóton de luz. Apenas os saltos entre órbitas permitidas são possíveis, e a energia do fóton só poderá ter alguns valores: $E = nhf$, no qual E é a energia do fóton; h , a cons-

tante de Planck; f , a frequência e n , um número inteiro. Apenas alguns valores de energia são permitidos para o fóton, e, conseqüentemente, só há algumas frequências que correspondem a essas energias. A cada frequência do fóton corresponde uma cor, e então, apenas algumas cores serão visíveis, ou “permitidas”. As cores que se destacam ao olhar a lâmpada fluorescente são devidas aos “saltos” de energia permitidos para o vapor de mercúrio, tal como acontece com o hidrogênio. Para mais detalhes, veja a referência iii.

^{vi} Os autores podem enviar aos interessados, por e-mail, um texto no qual é detalhada a medida do comprimento de onda na faixa do visível das raias do mercúrio – ele é o responsável pelo espectro discreto observado nas lâmpadas fluorescentes sem o revestimento branco. Para esta medida, é necessária uma lâmpada fluorescente (idealmente sem revestimento interno, também conhecida no comércio por lâmpada germicida), uma rede de CD, trena e fita isolante.

^{vii} Veja os artigos de BURMAN, G. A. *Overhead Spectroscopy*, The Physics Teacher, p. 470, outubro, 1991. Ver também, no mesmo número, SADLER, P. *Projecting Spectra for Classroom Investigations*, p. 423-427. Uma descrição sumária (em português) da projeção de espectros com CD com redes de transmissão pode ser encontrada no artigo publicado por CATELLI, F. *Demonstre em aula: Projeção de Espectros com um CD e Retroprojektor*, Caderno Catarinense de Ensino de Física, v.16, n.1, p123-126, 1999.

^{viii} Para isso, ilumine o objeto a analisar com uma “tira” estreita de luz em uma sala escura, e analise a luz através da rede de difração colocada próxima ao seu olho. Uma excelente fonte de luz para isso é o retroprojektor, sobre o qual é colocado um papelão opaco; neste é recortada uma tira de aproximadamente 0,5 cm por 20 cm, a qual é focalizada no objeto a ser observado.