

# Revisitando os prismas caseiros: Uma atividade experimental no estudo da refração da luz



.....

**Diogo Soga**

Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil  
E-mail: diogosp@usp.br

**Doris Kohatsu**

Instituto Federal de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

**Mikiya Muramatsu**

Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

.....

## Introdução

Uma das experiências científicas mais famosas é a decomposição da luz do sol com um prisma, realizada por Isaac Newton [1-4] em 1672. A decomposição da luz no arco-íris era um fenômeno físico conhecido. Embora Descartes (1637) e Boyle (1664) tenham realizado o experimento com o prisma [1, 3] antes de Newton, eles observaram somente uma mancha de luz branca e colorida nas extremidades. Newton obteve sucesso utilizando poucos recursos: um prisma, a luz do sol, e uma sala bem escura. Newton fez um orifício numa tábua da janela, da ordem de um centímetro, por onde entrava um feixe de luz solar que incidia sobre um prisma de vidro. Na parede oposta, a 5,5 m do prisma, observou uma faixa oblonga colorida, efeito da luz solar refratada pelo prisma [5]. Em experimentos subsequentes, utilizando dois prismas, realizou a recomposição das luzes coloridas formando novamente a luz branca, demonstrando assim que a luz branca é uma mistura de luzes de todas as cores. Inicialmente, Newton identificou apenas cinco cores no espectro da luz solar branca – violeta, azul, verde, amarelo e vermelho. Fazendo analogia com as sete notas da escala musical [6], Newton nomeou sete cores – violeta, anil, azul, verde, amarelo, alaranjado e vermelho. Newton publicou sua teoria das cores em 1672, no *Philosophical Transactions*, quando tinha apenas 23 anos, e mais tarde, em 1704, no livro *Óptica*.

Esse experimento é repetido em aulas durante o estudo da refração [4, 7-12]

como uma atividade prática interessante para demonstrar a dependência da refração com cor da luz, isto é, a luz refrata em ângulos diferentes para cada comprimento de onda da luz, o que leva à decomposição da luz branca. Além desse experimento, outros experimentos [13-16] ilustram os fenômenos físicos de óptica em sala de aula. Essas atividades são construídas para incrementar o interesse dos alunos pelo estudo das ciências.

Neste trabalho revisitamos as propostas de construção de prismas caseiros e usamos um prisma de acrílico comercial para comparação. Também propomos a construção de prismas com materiais mais baratos e de formato mais prático.

Na próxima seção vamos discutir o fenômeno da refração [17], em seguida apresentamos os diversos prismas, bem como os nossos modelos propostos, as fontes de luz utilizadas nos experimentos, onde apresentamos alternativas à luz do sol, e, por último, os experimentos com os prismas e os seus resultados.

## Refração

Tanto no arco-íris como no experimento do prisma, a luz solar branca é separada nas suas componentes devido ao fenômeno da refração. Mas o que é a refração da luz? Você já olhou um lápis dentro de um copo de água? Parece que ele está quebrado. O lápis quebrou dentro da água ou a imagem do lápis que você vê está diferente? A luz que sai do lápis e chega nos seus olhos atravessa a água e o vidro. Quando a luz muda o meio por onde caminha, sua velocidade de propagação muda. Esse fenômeno os físicos chamam de refração. A aparente quebra do lápis, então, aconteceu

**Uma das experiências científicas mais famosas é a decomposição da luz do sol com um prisma, realizada por Isaac Newton em 1672. Neste trabalho revisitamos as propostas de construção de prismas caseiros e usamos um prisma de acrílico comercial para comparação**

O trabalho apresenta uma revisão dos prismas caseiros usados em experimentos de dispersão da luz branca, similares ao experimento realizado por Isaac Newton, publicado em 1672, usando um prisma de vidro. Também apresenta um novo modelo que é construído usando plástico transparente de embalagens ou da capa de CD/DVD, ao invés de usar lâminas de vidro. Além disso, apresenta um estudo que indica novas fontes de luz ao invés da luz do sol e as condições propícias que melhoram a visualização do espectro visível da luz, utilizando materiais de fácil acesso

por uma mudança de direção do caminho inicial da luz, consequência da mudança da velocidade da luz ao mudar de meios (Fig. 1).

Os gregos antigos [18] já observavam um desvio no caminho da luz quando ela mudava do ar para a água. Claudius Ptolemais, em 140 A.D., encontrou uma relação entre os ângulos da luz no ar e na água. Cerca de quinze séculos depois, em 1621, o matemático e astrônomo holandês Willebrord Snell, descobriu a relação matemática entre esses ângulos. René Descartes descobriu a mesma relação a partir de seus estudos teóricos, publicados em 1637. A lei da refração, ou lei de Snell-Descartes [17], pode ser escrita como:  $n_1 \cdot \sin\theta_1 = n_2 \cdot \sin\theta_2$ . O índice de refração ( $n$ ) da luz indica quantas vezes a velocidade da luz ( $v$ ) diminui ao passar do vácuo para um meio qualquer. Matematicamente, o índice de refração é dado pela razão entre a velocidade da luz no vácuo ( $c$ ) e a velocidade da luz no meio ( $v$ ),  $n = c/v$ .

A luz é uma onda eletromagnética [17] que pode ser caracterizada por um comprimento de onda. A região da luz visível pode ser descrita pelas cores: violeta, azul, verde, amarelo, laranja e vermelho. No entanto, a cor só é percebida quando a luz interage com o olho humano, de modo que o reconhecimento das cores depende da sensibilidade de cada indivíduo. Cada cor pode ser associada a um valor de comprimento de onda. O índice de refração da luz depende do comprimento de onda, como vemos na Tabela 1. A cor azul tem maior refringência, caminha com menor velocidade e se desvia mais do caminho inicial. No outro extremo temos a cor vermelha, com menor refringência, desviando-se menos. No caso de termos dois raios de luz de cores diferentes movendo-se paralelamente, ao mu-

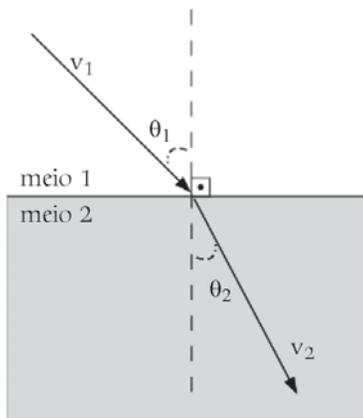


Figura 1: Refração de um raio de luz entre os meios 1 e 2, o índice de refração do meio 2 é maior do que o do meio 1.

Tabela 1: Valores de índice de refração do vidro comum para algumas cores. Extraído da Ref. [19].

Cor aproximada	Comprimento de onda no vácuo (nm)	Índice de refração
Vermelho	660	1,520
Laranja	610	1,522
Amarelo	580	1,523
Verde	550	1,526
Azul	470	1,531
Violeta	410	1,538

dar de meio a refração ocorrerá nos dois raios, sendo que cada um mudará de direção de forma diferente. Assim, deixarão de percorrer o caminho paralelamente e a separação entre eles será maior, ou menor, quanto maior for a distância percorrida após a refração. Observando-se na Tabela 1 os valores dos índices de refração da luz do vidro comum para cada cor, vemos que a diferença de refringência de uma cor para outra é da ordem de centésimos – a diferença entre os índices de refração do violeta e do vermelho é de apenas 0,018.

Então, para preparar uma demonstração eficiente da refração da luz branca, deve-se ter um recipiente transparente e longo contendo um material de índice de refração maior que o do ar e transparente, iluminado por uma luz branca e intensa. Após a luz sair do recipiente, ela deve incidir sobre um anteparo, com as cores separadas, para formar o padrão de refração (vide Fig. 2). Vemos que o padrão é formado por faixas contíguas de várias cores. Do lado esquerdo temos a cor vermelha e do lado direito temos a cor azul. Entre eles temos laranja, amarelo, verde e outras tonalidades intermediárias. Esse padrão é chamado de dispersão da luz branca.

### Prismas

Na literatura e na internet são encontradas propostas de experimentos para demonstrar a refração da luz branca. Geralmente, é utilizado um prisma de vidro ou de acrílico [20, 21], produtos comerciais. Também são descritos outros experimentos que usam os prismas caseiros [22-26].

Apresentamos oito tipos de prismas, descritos de forma reduzida na Tabela 2. Na construção dos prismas caseiros foi utilizada a cola epóxi de secagem rápida (bicomponente).

O primeiro tipo é um produto comercial. O prisma de acrílico, AcB, (vide Fig. 3a) é um bloco de acrílico com perfil no formato de um triângulo equilátero (vide Fig. 3b). Cada face tem lado de 33 mm e altura mínima de 42 mm, chegando até 58 mm. O prisma utilizado tem o topo chanfrado.

Na Fig. 4, vemos um raio de luz branca, incidindo no prisma pelo lado esquerdo, que sofre refração na interface ar-acrílico, depois percorre o interior do prisma até atingir a segunda interface, e sofre a segunda refração na interface acrílico-ar. Por último, a luz refratada incide sobre um anteparo onde irá formar o padrão de refração (Fig. 2).

A caixa plástica [23] (CxA) tem forma retangular (Fig. 5.a), é de plástico rígido e transparente, de dimensões 75 mm × 140 mm × altura 50 mm. O material não deve distorcer a imagem vista através dela. Inclinaamos a caixa (Fig. 5.b) e colocamos água até atingir a borda. Iluminamos a caixa de cima para baixo e a luz refratada nela forma um padrão no piso.

O segundo tipo utiliza uma bandeja de plástico [12, 22, 26], BJA, (ou tigela) e um espelho plano (vide Fig.6.a); colocamos água sem encher, posicionamos o espelho plano apoiado na borda, parte do espelho para fora e outra dentro d'água. As dimensões da bandeja utilizada são: 115 mm × 155 mm × altura 55 mm. As dimensões do espelho são 90 mm ×

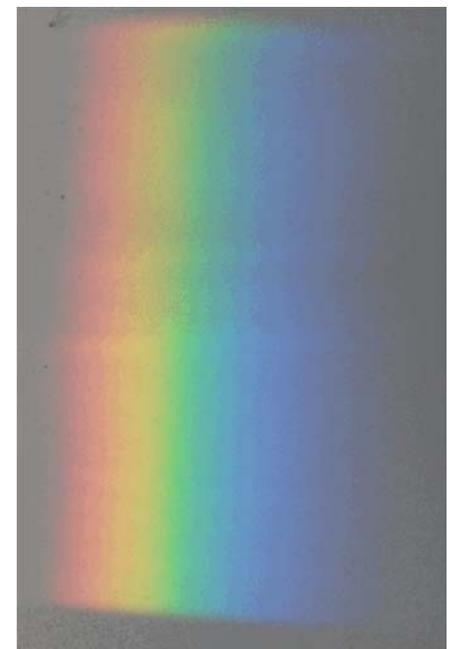


Figura 2: Padrão de refração de luz branca.

Tabela 2: Descrição dos prismas utilizados.

Código	Material	Dimensões (mm)	Conteúdo
AcB	acrílico	lado: 33, e altura mínima de 42 até 58.	acrílico
BjA	bandeja e espelho plano	bandeja: 115 × 155 × altura 55; espelho: 90 × 80.	água
CdFp	capa CD/DVD	lado: 20 × 50, base: 30 × 40.	água
CdFg	capa CD/DVD	lado: 30 × 50, base: 30 × 40.	água
CxA	caixa plástica	75 × 140 x altura 50	água
EbA	plástico de embalagem	lado: 55 × 70, base: 66 × 76.	água
EbF	plástico de embalagem	lado: 30 × 50; base: 30 × 40.	água
VdA	vidro	lado: 45 × 70, base: 60 × 70.	água

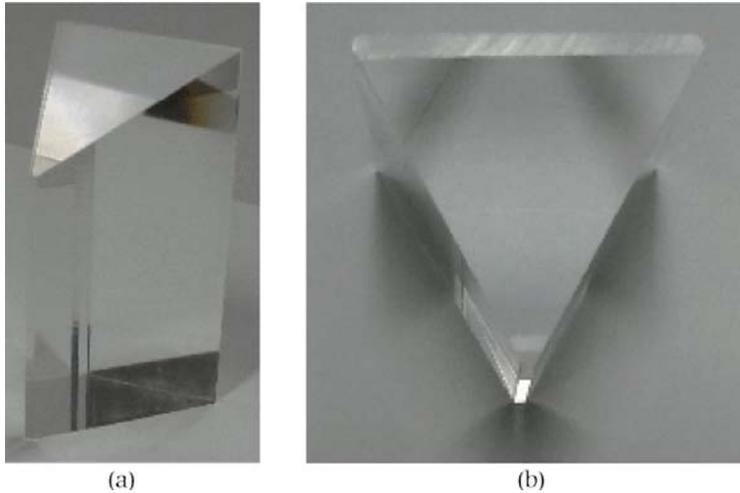


Figura 3: Prisma de acrílico (AcB). (a) Vista total. (b) Perfil do prisma.

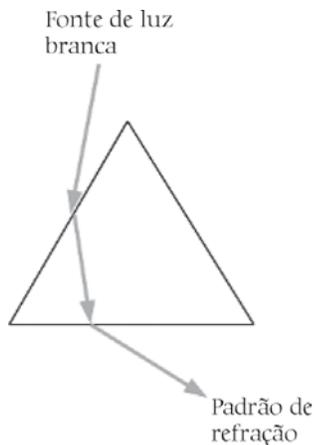


Figura 4: Raio de luz percorrendo um prisma com perfil de triângulo equilátero.

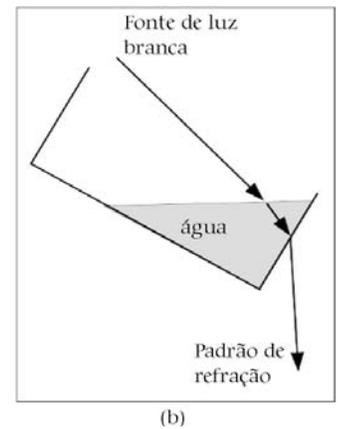
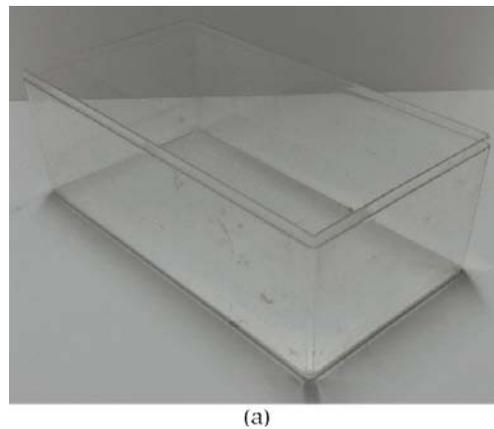
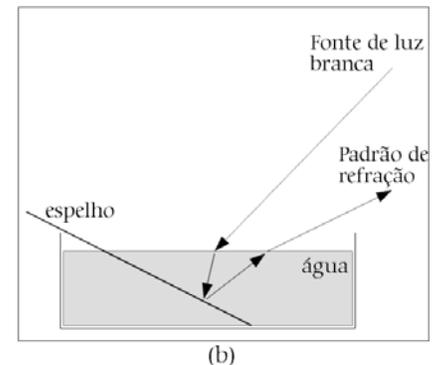
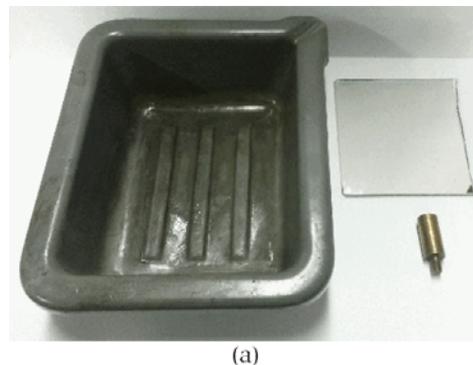


Figura 5: Caixa de plástico transparente (CxA). (a) Imagem da caixa. (b) Esquema da refração.

Figura 6: Prisma composto por bacia e espelho (BjA). (a) Bacia com um espelho plano e uma peça metálica. (b) Esquema da refração.



80 mm. Também utilizamos uma peça metálica para apoiar o espelho dentro da bandeja, senão o espelho deslizava e ficava totalmente submerso. O raio de luz branca incide na água (vide Fig. 6.b), sofre a refração na interface ar-água, prossegue até o espelho, reflete, sobe até a interface água-ar onde refrata, depois incide em um anteparo onde forma o padrão de refração.

O prisma de vidro (VdA) [24, 25] foi construído com três placas de vidro (cada uma com 45 mm × 70 mm), coladas pelas laterais formando um triângulo equilátero (Fig. 7). Adicionamos uma base de plástico de cor preta, 60 mm × 70 mm de plástico rígido (capa de CD/DVD). O prisma foi preenchido com água até a altura perto da borda superior.

Agora apresentamos alguns modelos de prisma que utilizam materiais diferentes e mais simples do que a lâmina de vidro. Os materiais são plásticos de três tipos: plástico transparente de embalagens (vide Fig. 8.a); plástico preto e transparente de capa de CD/DVD (vide Fig. 8.b)

A partir desses materiais são cortadas as peças que formarão os prismas cujas bases têm formato de triângulo equilátero, eles são formados por três placas iguais mais uma base, no caso do prisma aberto (EbA), e em alguns outros casos, por base e tampa, os prismas fechados

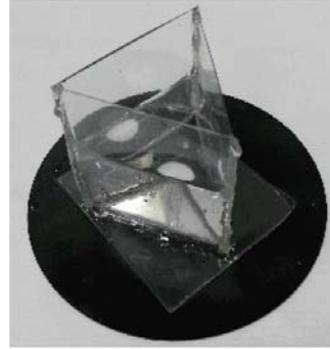


Figura 7: Prisma de vidro (VdA).

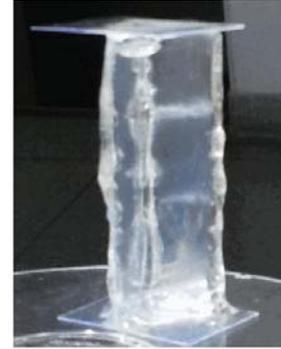
(CdFp, CdFg, EbF). Todos seguem o funcionamento descrito no esquema descrito na Fig. 4. Para unir as peças foi utilizado um adesivo epóxi bicomponente e de secagem rápida (10 min), após a mistura dos componentes. Os prismas foram preenchidos com água.

Em geral, o plástico de embalagem é mais macio do que o plástico de capa de CD/DVD, e pode ser cortado por uma tesoura. A capa de CD/DVD deve ser cortada com um estilete cuidadosamente. As peças de plástico preto são mais macias do que as de plástico transparente então são mais fáceis de cortar, enquanto as capas transparentes requerem mais cuidado para não quebrar (vide Anexo A). O plástico preto pode ser usado na base por onde não passa luz.

Com o plástico de embalagem, foram construídos dois prismas, cada um com três lâminas de plástico transparente para formar as laterais, que foram coladas em formato de um triângulo equilátero. O maior e aberto (EbA, Fig. 9.a) tem os lados com a medida de 55 mm × 70 mm com a base de 66 mm × 76 mm. Como esse ma-



(a)



(b)

Figura 9: Prismas feitos de plástico de embalagem e preenchidos com água. (a) Prisma aberto (EbA). (b) Prisma fechado (EbF).

terial é muito flexível, colamos tudo sobre um disco de plástico preto mais rígido e depois colocamos água. O segundo prisma de plástico de embalagem (EbF, Fig. 9.b) tem lado de 30 mm × 50 mm e a base e o topo de 30 mm × 40 mm. Antes de colar o topo, esse prisma foi preenchido com água. A presença de algumas bolhas de ar não afeta os experimentos.

Com o plástico de capa de CD/DVD foram construídos dois prismas, cada um constituído por três lâminas de plástico transparente, mais uma base e um topo (para fechar completamente). Após colados os lados, temos um prisma triangular equilátero. A base é colada, e após secar, o prisma é preenchido com água. Em seguida é colada a tampa. O menor (CdFp) tem três peças de 20 × 50 mm de lado e base/tampa de 30 mm × 40 mm. De formato semelhante, temos o prisma CdFg que tem 30 × 50 mm de lado e base/tampa de 30 mm × 40 mm. Seguimos o mesmo procedimento de construção. Todos têm aparência semelhante ao prisma EbF (vide Fig. 9.b)

### Iluminação

O experimento utiliza uma fonte de luz branca que ilumina o prisma (Fig. 4).

A luz refratada é projetada sobre um anteparo (parede ou folha de papel) em local sombreado, isto é, não recebe luz direta da fonte de luz. No anteparo, veremos a decomposição da luz branca, o padrão de refração da luz (Fig. 2).

As fontes de luz branca podem ser:

- O Sol;
- Uma lanterna de LED, utilizamos uma lanterna com 6 LED (Fig. 10);
- Uma lâmpada dicroica, com rosca padrão E27 (Fig. 11).

A luz do Sol é a ideal, porque os raios de luz são paralelos, ou seja, é colimada, condição para se obter o padrão de refração. Quando possível, utilizar a luz solar que entra por alguma janela, pois é preciso ter uma sombra para projetar o padrão de refração.

As outras alternativas também necessitam de uma região com sombra. Não é preciso a escuridão total. A luz que entra pela janela ou porta não pode ser mais intensa que a da fonte de luz utilizada.

A lanterna de LED é portátil e pode usar pilhas ou uma bateria recarregável. Uma alternativa melhor do que a lanterna é usar um abajur com uma lâmpada dicroica. Em geral essa opção ilumina mais que uma lanterna, porém a lâmpada dicroica com rosca E27 não é fácil de encontrar no comércio e é mais cara que uma lanterna de LED.

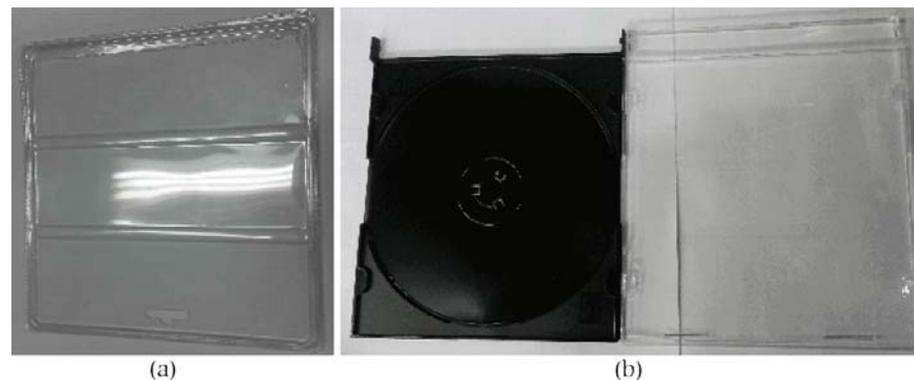


Figura 8: Materiais plásticos utilizados. (a) Plástico transparente de embalagens (b) Plástico de capa de CD/DVD, preto e transparente.



Figura 10: Lanterna de 6 LED.

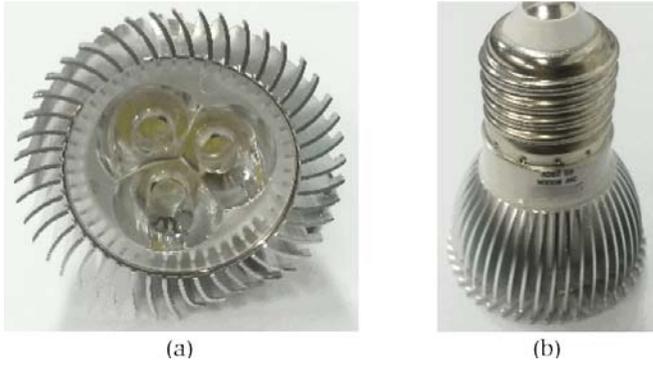


Figura 11: Lâmpada dicroica. (a) Frente. (b) Lateral.

### Experimentos

Basicamente os experimentos consistem em observar a formação do padrão de refração da luz branca, após um feixe de luz branca atravessar o prisma e sofrer a refração.

Montamos o prisma BJA (Fig. 6) no chão abaixo de uma janela iluminada pela luz do Sol. O padrão de refração aparece

projetado na parede, também abaixo da janela, vide Fig. 12.a. O padrão de refração registrado (Fig. 12.b) foi em um momento de intensidade mais tênue da luz, pois a intensidade da luz do Sol estava saturando a câmera. É preciso ajustar a inclinação do espelho para que o padrão seja projetado na parede. Esse experimento depende também do ângulo de incidência da luz do Sol pela janela.

Montamos o prisma CxA (Fig. 5) na beirada de uma janela iluminada pela luz do Sol. O padrão de refração aparece projetado no chão, vide Fig. 13.a, o círculo vermelho marca a posição do padrão de refração. O padrão (Fig. 13.b) apareceu em uma região de sombra das molduras da janela, no centro do padrão aparece uma região branca que é a sobreposição de vários padrões de refração que se com-

binam formando a cor branca. Quando a região de iluminação é limitada com uma folha de papel o padrão torna-se como o da Fig. 12.b. Para entender melhor isso, esquematizamos a soma de alguns padrões de cores [6] na Tabela 3. As quatro primeiras linhas representam um padrão espectral com 4 cores (Az, Vd, Am, Vm), cada um deslocado da linha acima, referente às diferenças de desvio para diferentes raios de luz. A última linha expressa a soma das cores das linhas anteriores devido à sobreposição de espectros.

A caixa de plástico utilizada era a embalagem de um produto. Verificamos que não é fácil comprar uma caixa nova, mesmo que seja a embalagem de algum produto. Outra dificuldade é manter a caixa inclinada e projetar o padrão de refração em alguma área sombreada.

Não conseguimos obter o padrão de refração quando colocamos o prisma VdA diretamente sob a luz do Sol. O prisma VdA é aberto, logo não é possível incliná-lo facilmente para ajustar ao ângulo de incidência da luz e conseguir projetar o padrão em região de sombra. Usamos um espelho plano (Fig. 14.a) para projetar um feixe de luz na parede, e colocando o prisma no caminho obtivemos o padrão (vide Fig. 14.b). O mesmo ocorreu com o prisma EbA.

Na Fig. 15 temos o esquema da luz ao atravessar os prismas de água, consideramos que a espessura das paredes seja

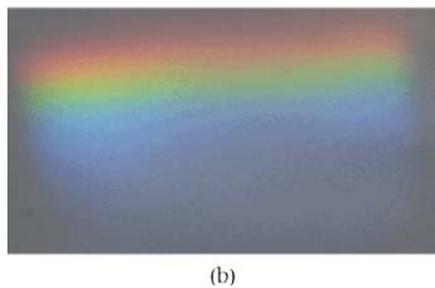


Figura 12: Experimento com o prisma BJA sob a luz do Sol. (a) O experimento. (b) O padrão de refração projetado na parede.

Tabela 3: Tabela com a soma de padrões de cores [6]. Legenda: Az = azul, Vd = verde, Am = amarelo, Vm = vermelho, Ci = ciano, Br = branco e Lr = laranja.

Az	Vd	Am	Vm				
	Az	Vd	Am	Vm			
		Az	Vd	Am	Vm		
			Az	Vd	Am	Vm	
				Az	Vd	Am	Vm
Az	Ci	Br	Br	Br	Am	Lr	Vm

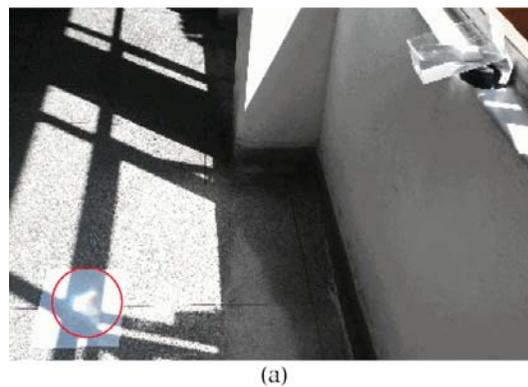
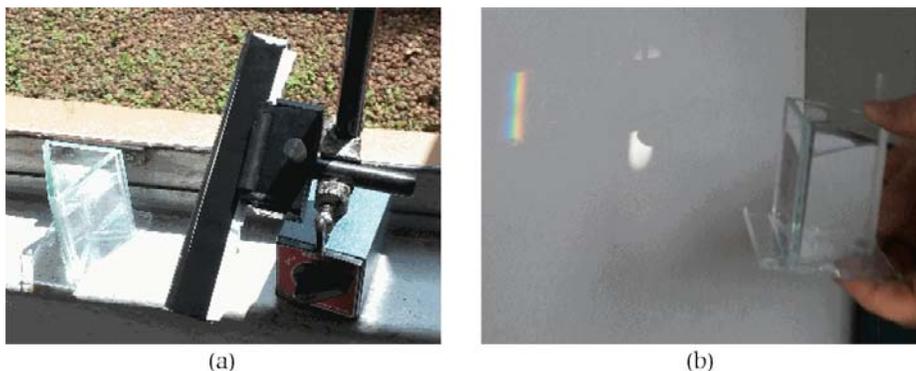


Figura 13: Experimento com CxA sob a luz do Sol. (a) Imagem do experimento. (b) O padrão de refração, dentro do círculo vermelho em (a).



de luz paralelos. O Sol está tão longe da Terra que temos essa condição naturalmente. Além disso, para obtermos um pa-

Figura 14: Experimento com VdA sob a luz do Sol. (a) O prisma e o espelho em um suporte. (b) O prisma com o padrão de refração.

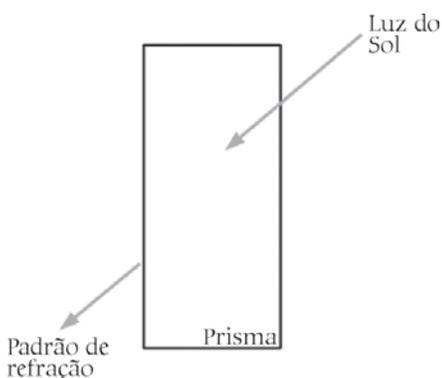


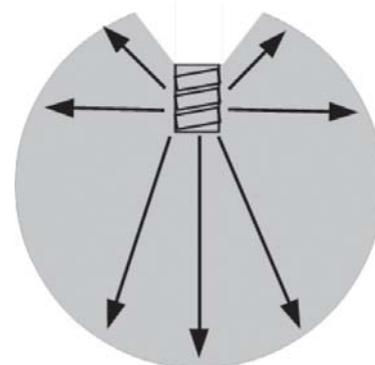
Figura 15: Esquema de iluminação do prisma, visto de perfil, com luz do Sol.

pequena e qualquer efeito causado por elas pode ser desprezado. A luz incide por uma das faces e sai pela outra face, caminhando de cima para baixo. Acreditamos que seja necessário haver uma altura mínima para isso ocorrer. Os prismas abertos não são adequados pois não permitem direcionar facilmente as faces do prisma na direção da luz do Sol. Com isso, não é tão fácil projetar o padrão de refração em local de sombra.

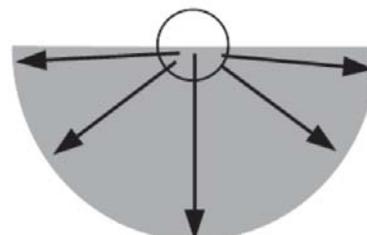
Na Fig. 16 temos as imagens dos experimentos com os prismas AcB, EbF e CdFp. Orientamos os prismas para que a

luz incidisse perto de uma quina. A luz atravessa o prisma e sai pela face oposta à quina, perto de outra quina, o que maximiza o percurso dentro do prisma e favorece a dispersão da luz. Nas fotos temos o padrão de refração projetado em folha de papel. O padrão gerado pelo prisma EbF (Fig. 16.b) é distorcido e não vemos as cores facilmente, vide o círculo vermelho na foto. No caso dos prismas AcB e CdFp (Figs. 16.a e 16.b) obtemos padrões diferentes, vemos o padrão mais nítido e as cores do padrão. Os três prismas podem ser inclinados, o que facilita projetar o padrão em região de sombra perto da janela. O tamanho dos prismas favorece o manuseio e o transporte.

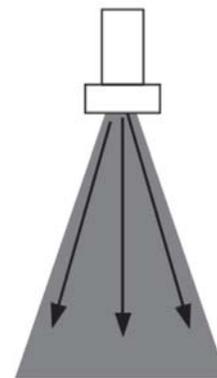
Tentamos utilizar as lâmpadas fluorescente (Fig. 17.a) e de LED (Fig. 17.b), mas a luz é espalhada por uma região grande, logo a intensidade da luz é baixa. O feixe de luz da lanterna de LED ou da lâmpada dicroica geralmente é direcionado (Fig. 17.c), isto é, os raios de luz não se espalham para os lados nem para trás. Logo, a intensidade na região iluminada é maior. Porém, os raios de luz não são paralelos entre si, isto é, não estão colimados. Se tivermos uma distância grande entre a fonte de luz e o prisma (FP, vide Fig. 18), podemos considerar que temos os raios



(a)



(b)



(c)

Figura 17: Esquema de iluminação de fontes de luz, as setas indicam os raios de luz. (a) Lâmpada fluorescente. (b) Lâmpada de LED. (c) Lanterna.

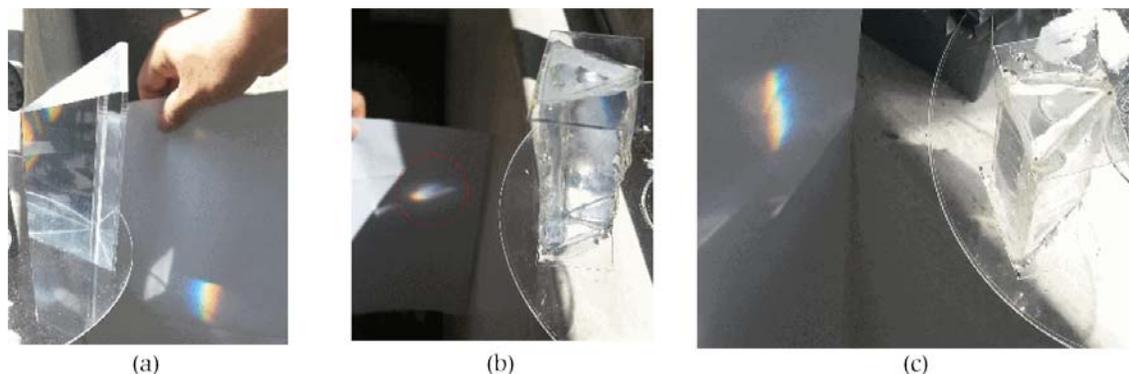


Figura 16: Fotos dos prismas de acrílico e plástico sob a luz do Sol. (a) Prisma AcB. (b) Prisma EbF. (c) Prisma CdFp.

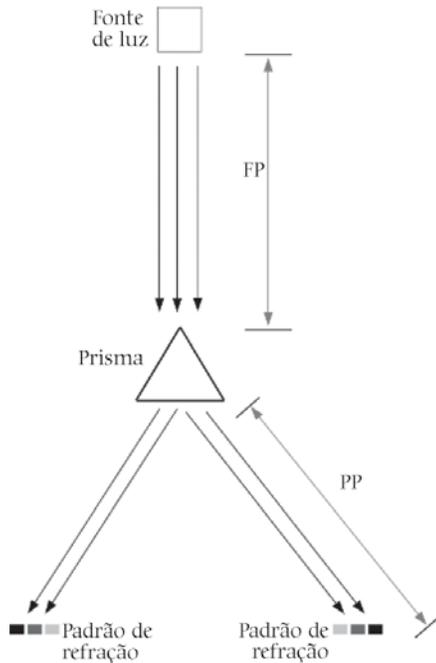


Figura 18: Esquema de iluminação de um prisma com uma lanterna ou uma lâmpada dicróica. FP é a distância da fonte de luz ao prisma. PP é a distância do prisma ao padrão de refração.

drão de refração precisamos de uma distância grande entre o prisma e a superfície onde é projetado o padrão (vide PP). Não apresentamos resultados com a lâmpada dicróica, apenas os resultados com a lanterna de LED, porque se funciona com a lanterna de LED, os resultados serão melhores com a lâmpada dicróica.

O local utilizado para os experimentos abaixo foi uma sala com luzes apagadas com incidência de luz externa pelas janelas sem cortinas ou persianas. A luz do dia entrava pelas janelas.

Ao iluminar o prisma AcB com a lanterna de LED (Fig. 19.a), obtemos o padrão de refração projetado sobre uma parede (Fig. 19.b). Usamos os valores  $FP = 1,30\text{ m}$  e  $PP = 1,90\text{ m}$ . Porém, o prisma com perfil triangular gera dois padrões de refração (Fig. 18), um para cada lado. Mas não havia espaço suficiente ao valor de PP para o outro lado. Na Fig. 20.a temos o prisma AcB visto do lado esquerdo, ao fundo e à direita, o padrão de refração (Fig. 20.b). Neste caso o padrão não está formado completamente, note que no centro está um azul bem claro, ao contrário do que aparece na Fig. 19.b. O padrão da Fig. 19.b está invertido em relação ao padrão da Fig. 20.b, no primeiro, a cor azul está à direita enquanto na segunda está à esquerda, como podemos ver na Fig. 18. O padrão depende da direção de saída do prisma, para a esquerda ou



(a)



(b)

Figura 19: Prisma de AcB iluminado por uma lanterna de LED. (a) O prisma e o padrão de refração ao fundo do lado direito. (b) O padrão de refração projetado.



(a)



(b)

Figura 20: Prisma AcB iluminado por lanterna de LED visto por outro lado. (a) Prisma e o padrão de refração do lado esquerdo. (b) Padrão de refração.

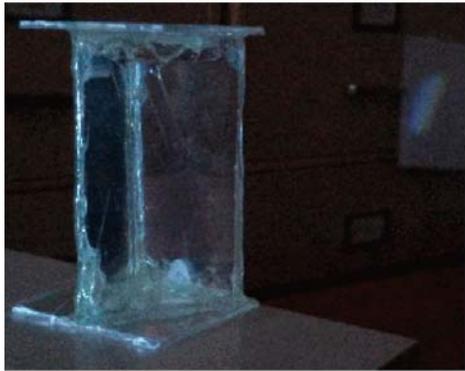


(a)



(b)

Figura 21: Prisma Cdfg iluminado por lanterna de LED. (a) O prisma e o padrão de refração ao fundo, do lado esquerdo. (b) O padrão de refração.



(a)



(b)

Figura 22: Prisma CdFg iluminado pela lanterna de LED. (a) O prisma e o padrão de refração à direita na imagem. (b) O padrão de refração.

para a direita.

Ao iluminar o prisma CdFg com a lanterna de LED (Fig. 21.a) obtemos o padrão de refração projetado sobre uma parede (Fig. 21.b). Usamos os valores  $FP = 1,30$  m e  $PP = 1,90$  m. Porém, o prisma gera dois padrões de refração (Fig. 18). Na Fig. 22.a temos o prisma CdFg visto do lado esquerdo, ao fundo e à direita, o padrão de refração (Fig. 22.b). Neste caso o padrão não está formado

completamente, note que no centro está a cor azul bem claro, ao contrário do que aparece na Fig. 21.b.

Os experimentos usando os prismas AcB e CdFg são mais simples, tanto com a luz do Sol quanto com a lanterna de LED, e apresentam bons resultados. Os experimentos com a lanterna de LED são adequados na falta de luz do Sol.

Concluindo, vimos que a construção do prisma CdFg é uma alternativa à im-

possibilidade de comprar um prisma AcB. Além disso, a construção do prisma caseiro pode constituir-se como um passo dentro de uma atividade prática no processo de aprendizado do aluno. Os materiais utilizados neste trabalho podem ser adquiridos no comércio, não constituindo um empecilho, exceto a lâmpada dicróica, que é encontrada apenas em lojas especializadas em iluminação. A portabilidade do prisma e da lanterna é outro ponto favorável a essa alternativa.

Reforçamos algumas observações que ajudarão a obter o padrão de refração:

- A onda luminosa incidente deve ser paralela ou colimada, condição natural da luz solar. Com as fontes artificiais chega-se a essa condição afastando a lanterna ou lâmpada;
- Incidir a onda luminosa pelo vértice do prisma, como mostramos no desenho da Fig. 18;
- Posicionar o anteparo o mais longe possível do prisma;
- Aumentar o caminho percorrido pela luz aumenta a separação angular entre as faixas coloridas.

### Anexo A – Corte de Material

O corte de alguns materiais exige cuidados, como a capa de CD/DVD que é rígida. As bordas das capas dificultam o corte da placa, vide Fig. 23.a.

Primeiro é preciso retirar as bordas da capa. Usando um estilete, faça um corte perto de cada borda, no início suavemente para marcar a trajetória, depois repasse o estilete algumas vezes com mais força sobre os primeiros cortes. Depois faça cortes profundos em alguns

pontos nas bordas para ajudar a quebrar, perto dos cortes internos. Repita o procedimento na outra face da capa.

Force as bordas para que quebrem nos cortes feitos com o estilete. Segurando cada lado ao longo dos cortes, o material deve quebrar seguindo os cortes. O resultado deve ser parecido com o da Fig. 23.b. Nem sempre o procedimento funciona plenamente, veja que aparecem alguns trincos, e as bordas podem ter pontas e/ou ficarem

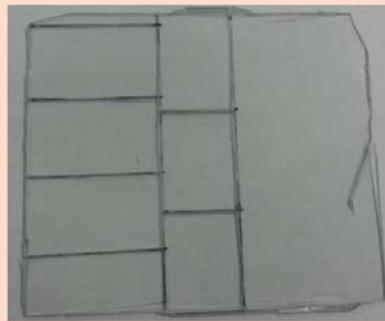
ásperas.

Sem as bordas, marque nos plásticos as peças nas medidas necessárias. Novamente passe o estilete suavemente para começar a marcar a placa. Depois, passe o estilete forçando. Repita no outro lado da tampa. Nas bordas, faça cortes profundos.

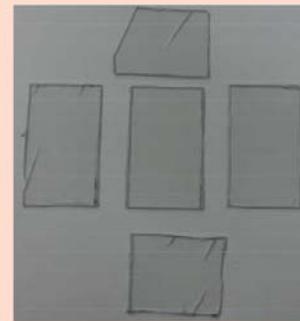
Quebre as peças soltando-as da placa (Fig. 23.c). Retire as pontas e alise as bordas com o estilete. Agora estão prontas para a montagem do prisma.



(a)



(b)



(c)

Figura 23: Corte da capa de CD/DVD. (a) Capa inteira. (b) Bordas removidas, desenho das peças com os cortes feitos. (c) As peças soltas.

## Referências

- [1] M. Rival, *Os Grandes Experimentos Científicos* (Ed. Jorge Zahar, Rio de Janeiro, 1997).
- [2] A.C. Raicik, L.O.Q. Peduzzi e J.A.P. Angotti, *Física na Escola* **15**, 24 (2017).
- [3] J.F.M. Rocha, *Eletr magnetismo e Ótica* (EDUFBA, Salvador, 2002).
- [4] F. Sears & M. Zemansky, *Física IV* (Ed. Pearson Education do Brasil, São Paulo, 2004), 10ª ed.
- [5] R. Crease, *Os Dez Mais Belos Experimentos Científicos* (Zahar, Rio de Janeiro, 2006).
- [6] I. Newton, *Óptica* (Ed. da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996).
- [7] P. Tipler, *Física* (Ed. LTC, Rio de Janeiro, 2000), 4ª ed.
- [8] <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=33330>, acessado em 28/5/2018.
- [9] <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=28379>, acessado em 25/5/2018.
- [10] [http://www.feiradeciencias.com.br/sala02/02\\_PC\\_03.asp](http://www.feiradeciencias.com.br/sala02/02_PC_03.asp), acessado em 25/5/2018.
- [11] <http://www.if.usp.br/gref/optica/optica2.pdf>, acessado em 24/4/2018.
- [12] R. Axt, *Caderno Catarinense de Ensino de Física* **7**, 225 (1990).
- [13] D. Soga, S.P. Toledo e M. Muramatsu, *Física na Escola* **15**, 45 (2017).
- [14] D. Soga, R.D. Paiva Jr., M.H. Ueno-Guimarães e M. Muramatsu, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **39**, e4506 (2017).
- [15] R.S.A. Omelczuck, D. Soga e M. Muramatsu, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **39**, e3602 (2017).
- [16] A. Campos, W.B. de Sousa e T.N. Souza, *Física na Escola* **15**, 41 (2017).
- [17] E. Hecht, *Óptica* (Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2002), 2ª ed.
- [18] R.P. Feynman, R. Leighton e M. Sands, *Lições de Física de Feynman. Vol. 1: Edição Fefinitiva* (Ed. Bookman, Porto Alegre, 2008).
- [19] J. Cutnell, *Física*, v. 2 (Ed. LTC, Rio de Janeiro, 2006)
- [20] <https://www.youtube.com/watch?v=zUZqSkWWgkw>, acessado em 25/5/2018.
- [21] <https://www.youtube.com/watch?v=d8v4aMf2UIYE>, acessado em 25/5/2018.
- [22] <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/opt11.htm>, acessado em 1/3/2018
- [23] [http://optifisis.blogspot.com.br/2012/07/experimento-en-clase\\_27.html](http://optifisis.blogspot.com.br/2012/07/experimento-en-clase_27.html), acessado em 23/2/2018.
- [24] <https://www.youtube.com/watch?v=BBmyHZ1Q5p0>, acessado em 8/5/2018.
- [25] <https://www.youtube.com/watch?v=2u8m12s2iEY>, acessado em 8/5/2018.
- [26] <https://www.youtube.com/watch?v=0d61oLH5rvA>, acessado em 4/5/2018.