

Sociedade Portuguesa de Física  
Olimpíadas de Física - Etapa Regional

4 de maio de 2019

Duração: 1 h 25 min

**Prova Experimental - Escalão A**

**Lentes convergentes**

Há já muito tempo que o Homem percebeu a importância de aumentar a sua capacidade de visão. Acredita-se que os primeiros óculos surgiram no século XIII, a que se seguiram os restantes instrumentos óticos, nomeadamente o telescópio usado por Galileu nas suas observações astronómicas, no século XVI. Estes instrumentos óticos têm como base as lentes, que irás estudar neste trabalho.

Uma lente convergente faz convergir num dos focos os raios luminosos que nela incidem paralelamente ao eixo principal. A figura 1 representa esquematicamente uma lente convergente ideal e a representação dos focos objeto (F) e foco imagem (F'). As distâncias destes focos ao ponto central da lente (o centro ótico, C) são as distâncias focais  $f$  e  $f'$ . A figura mostra ainda a convenção de sinais que vamos utilizar: se a luz se propagar da esquerda para a direita, as posições à esquerda do centro ótico são negativas, sendo positivas à direita do mesmo.

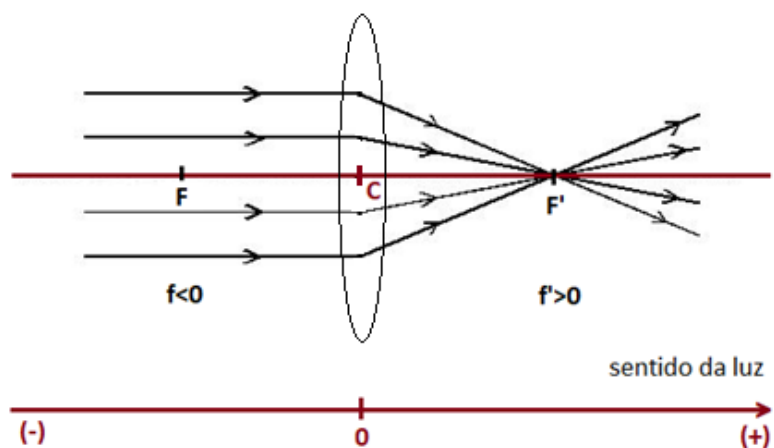


Fig.1 – Esquema de uma lente convergente, mostrando os focos da lente e o centro ótico. Em baixo está indicada a convenção de sinais para as posições do objeto e da imagem.

O foco imagem (F') é o ponto para o qual convergem os raios que incidem na superfície da lente paralelamente ao eixo principal, ou seja, onde se forma a imagem de um objeto muito distante da lente (ou no infinito!). O foco objeto (F), por sua vez, é o ponto onde, se aí colocarmos um objeto, a imagem deste formar-se-á no infinito, ou seja, os raios emergem da lente paralelos ao eixo principal. Designa-se por distância focal da lente,  $|f|=|f'|$  a distância entre o centro ótico e cada um

dos focos.

Quando a espessura da lente é muito menor que o raio de curvatura das suas superfícies esféricas e do que a sua distância focal, a lente diz-se delgada. Numa lente delgada e para raios luminosos centrais (próximos do centro ótico da lente) verifica-se que:

$$-\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f'} \quad (1)$$

A equação (1) é chamada equação dos focos conjugados, onde  $s$ ,  $s'$  e  $f'$  são, respetivamente, as posições de um objeto, da imagem que se forma desse objeto e do foco imagem, em relação ao centro da lente.

A figura 2 ilustra a construção da imagem ( $I$ ) de um objeto ( $O$ ) através de uma lente delgada. Se o objeto estiver antes do foco (a), conclui-se que a imagem se forma do outro lado da lente e pode ser focada num ecrã. Chama-se a esta imagem uma imagem real. No caso do objeto estar entre o foco e a lente (b), a imagem forma-se atrás da lente e é ampliada. Chama-se a esta imagem uma imagem virtual, que não possível focar num ecrã. Esta é a utilização mais habitual das lupas!

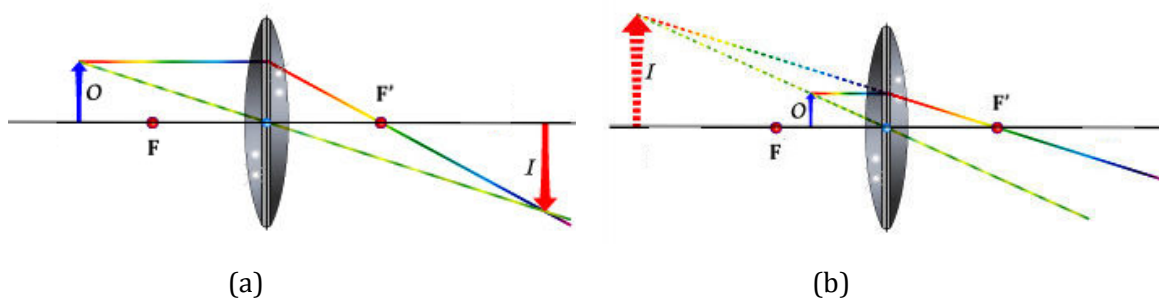


Fig.2 – Construção da imagem de uma lente convergente quando o objeto está localizado atrás do foco (a) ou entre o foco e a lente (b). A imagem em (a) é real, sendo virtual em (b).

A ampliação da imagem ( $m$ ), ou seja, o quociente entre as alturas da imagem e do objeto, pode também ser determinada a partir das posições da imagem ( $s'$ ) e do objeto ( $s$ ):

$$m = \frac{s'}{s} \quad (2)$$

Se  $m > 0$  se a imagem é direita (tem a mesma orientação do objeto) e se  $m < 0$  a imagem é invertida em relação ao objeto.

## Execução experimental

Material necessário: mesa comprida, objeto luminoso (lâmpada ligada a uma bateria), objeto distante (um prédio exterior, uma árvore ou as persianas da janela), uma lente convergente, alvo (folha de cartão com molas), fita métrica, folha de papel milimétrico

Nota: Antes de realizares qualquer medida verifica que as lentes e o alvo (folha de papel) utilizados no trabalho estão orientados perpendicularmente à direção da luz incidente.

(a) Coloca o objeto luminoso (lâmpada ligada à pilha) numa posição fixa numa das extremidades da mesa. Coloca a lente sobre a mesa e desloca o alvo de forma a obter nele a imagem do filamento da lâmpada com a maior nitidez possível. Usando a fita métrica, mede as posições do objeto (lâmpada) e da imagem formada no alvo de cartão, relativamente ao centro da lente, de modo a obter os valores de  $s$  e  $s'$ . Preenche a primeira linha da tabela seguinte, não esquecendo que os sinais devem obedecer à convenção utilizada.

$s$	$s'$	$1/s$	$1/s'$

(b) Mantendo o objeto luminoso fixo numa extremidade da mesa, escolhe três novas posições para a lente, registando as três novas posições do objeto (lâmpada) relativamente à lente e as correspondentes posições da imagem obtida no alvo. Completa a tabela.

Nota: Se a lente estiver muito perto do objeto luminoso, a imagem será produzida entre o objeto e a lente, não sendo por isso possível focá-la no alvo. Isto acontece sempre que  $|s| < |f|$ . Usando a equação dos focos conjugados na alínea (a) podes obter um valor (aproximado) para a distância focal  $|f|$ , escolhendo de seguida valores de  $|s|$  superiores.

(c) Representa graficamente, na folha de papel milimétrico, os valores obtidos para  $(1/s')$  em função de  $(1/s)$ . Traça a reta que melhor se ajuste aos pontos do gráfico tendo em conta que os desvios dos pontos experimentais que ficam acima e abaixo dessa reta devem compensar-se. A partir dos parâmetros da reta de ajuste, e com base na equação dos focos conjugados, determina a distância focal da lente.

(d) Coloca a lente e o alvo sobre mesa orientados de modo a que a luz proveniente de uma janela incida diretamente sobre a lente. Desloca o alvo até obter nele a imagem nítida de um objeto distante, visível através da janela. Compara a distância da lente ao alvo ( $s'$ ) com a distância focal da lente, determinada anteriormente.

(e) Fixa o objeto luminoso numa extremidade da mesa e coloca a lente a uma distância do objeto inferior à distância focal da lente. Olhando através da lente, em direção ao objeto, este parece estar mais próximo ou mais afastado? Justifica esse facto usando a equação dos focos conjugados para determinar a posição da imagem. A imagem é real ou virtual? Direita ou invertida? Maior ou menor que o objeto? Compara os resultados obtidos com o que esperarías, usando as equações (1) e (2).