

# —23—

## Os instrumentos

### ópticos

Associando-se espelhos,  
lentes e prismas,  
constroem-se os vários  
instrumentos ópticos.

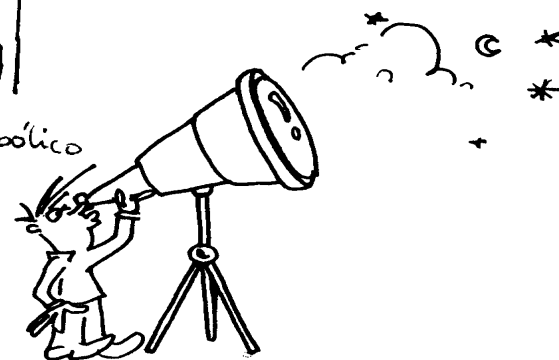
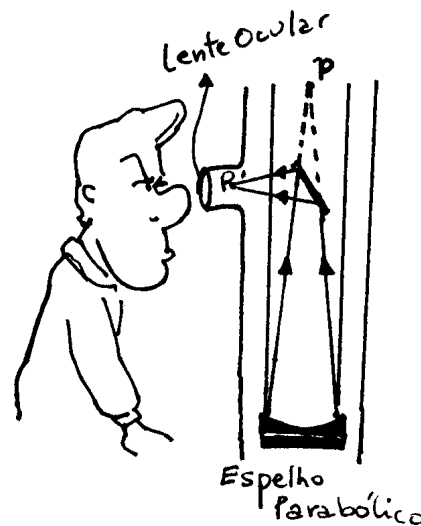
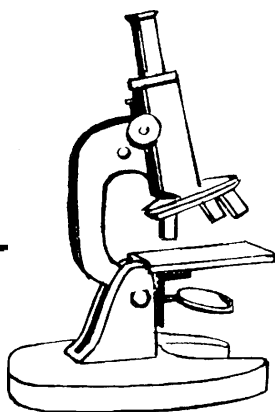
O olho humano normal sempre é capaz de perceber e focalizar um certo campo de visão, dentro do qual se inserem vários objetos. Porém, para focalizarmos um objeto próximo, tudo aquilo que está distante perde a nitidez.

Em nosso campo de visão sempre existirão objetos que se encontram a diferentes distâncias de nossos olhos. Se alguns objetos estiverem muito afastados, como a Lua e as estrelas, poderemos focalizá-los, mas seus detalhes não serão percebidos.

Por outro lado, se o objeto estiver próximo mas for muito pequeno, como um inseto, muitos detalhes serão perdidos.

A associação conveniente de lentes a um olho de visão normal (ou corrigida) pode permitir que vejamos detalhes que a olho nu não seria possível, por esses objetos estarem muito distantes ou por serem muito pequenos.

Para que um olho normal possa observar tais detalhes, é necessário ampliar a imagem do objeto, o que pode ser conseguido com o uso de determinados instrumentos ópticos, como lupa, microscópio, retroprojetor, projetores de filme e de *slide*, luneta, telescópio, binóculo...



### Instrumentos de observação

Lunetas, telescópios e binóculos são alguns dos instrumentos que nos auxiliam a enxergar detalhes de objetos distantes, como as montanhas, a Lua, as estrelas e muitos outros.

Se quisermos observar em detalhes objetos pequenos, como um inseto, recorreremos a outros instrumentos, como a lupa e o microscópio, cuja função é ampliar a imagem de objetos que se encontram próximos.

Esses instrumentos ópticos são constituídos basicamente pela associação de uma ou mais lentes. A **lupa** - também denominada **microscópio simples** - é constituída de uma única lente esférica convergente.



Uma lente convergente - a lupa

Quanto maior for o aumento desejado, menor deve ser sua distância focal. A lente só se comportará como lupa quando o objeto estiver colocado numa distância inferior à sua distância focal.

Apesar dessa ampliação, a lupa não serve para a observação de objetos muito pequenos como células e bactérias, pois nesses casos se faz necessário um aumento muito grande.

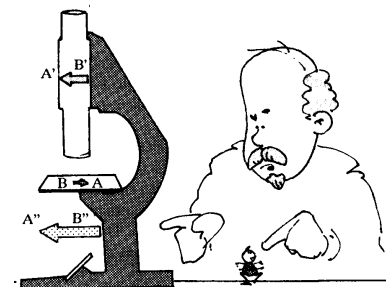
A solução é associarmos duas ou mais lentes convergentes, como no **microscópio composto**.

Uma lente de distância focal da ordem de milímetros - denominada objetiva (próxima ao objeto) - é associada a uma segunda lente - denominada ocular (próxima ao olho) - que funciona como lupa.

Em relação à primeira lente (objetiva), o objeto encontra-se posicionado entre uma e duas distâncias focais, o que permite a formação de uma imagem invertida e maior.

Essa primeira imagem deve estar posicionada dentro da distância focal da lente ocular, para que esta última funcione como uma lupa, cujo objeto é a imagem obtida com a objetiva.

A imagem final fornecida pela lente ocular será maior ainda e invertida em relação ao objeto.



Um microscópio composto - para ver coisas muito pequenas

Os **projetores** de filmes e *slides*, assim como os retroprojetores também têm a função de fornecer uma imagem maior que o objeto.

Nos projetores isso é conseguido colocando-se entre o filme e a tela onde a imagem será projetada uma lente convergente.

Nesses instrumentos, o filme (objeto), além de bem iluminado, deve estar um pouco além da distância focal da lente, para que a imagem formada seja real e maior, tornando possível sua projeção na tela.

Dessa forma, a lente não funciona como uma lupa, pois nesse caso a imagem obtida, apesar de ainda maior, seria virtual, inviabilizando a projeção.

Como a imagem formada é invertida, o filme/*slide* é colocado invertido no projetor, para obtermos uma imagem final direita.

A **luneta astronômica** é constituída de duas lentes convergentes, uma objetiva e uma ocular, sendo a primeira de grande distância focal - da ordem de decímetros e até metros -, e a segunda com distância focal menor - da ordem de centímetros.

O fato de o objeto estar muito distante faz com que a imagem formada pela lente objetiva fique posicionada na sua distância focal, comportando-se como objeto para a lente ocular.

Deste modo, o comprimento do tubo do instrumento corresponde aproximadamente à soma das distâncias focais das lentes objetiva e ocular.

A lente ocular pode funcionar de duas formas: como uma lupa, fornecendo uma imagem final virtual, invertida em relação ao objeto e mais próxima, quando observamos diretamente os astros; ou como a lente de um projetor, fornecendo uma imagem real, que pode ser projetada, como é realizada na observação indireta do Sol num anteparo.

A **luneta astronômica** não é adequada para a observação de objetos na Terra, pois a imagem final formada por esse instrumento é invertida em relação ao objeto.

As **lunetas terrestres** são adaptadas para fornecer uma imagem final direita.

Podem ser feitas várias adaptações. Na luneta de Galileu, essa inversão é obtida usando-se como ocular uma lente divergente, e como objetiva uma lente convergente.

Essas lentes localizam-se uma em cada extremidade de um tubo, cujo comprimento depende das características e da necessidade de a imagem final estar localizada no ponto próximo do observador.

Nas lunetas, a dimensão das imagens formadas nas lentes depende de suas distâncias focais.

Quanto maior a distância focal da objetiva, maior a imagem por ela formada.

Com relação à ocular, quanto menor sua distância focal, maior o tamanho da imagem final, pois mais próxima da lente a imagem-objeto deverá estar posicionada.

O **telescópio** também é parecido com a luneta astronômica. É constituído por duas lentes convergentes, sendo a objetiva de grande distância focal, e a ocular de pequena distância focal.

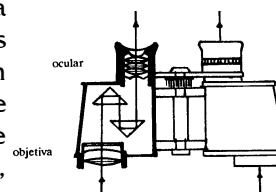
Ele recebe o nome de telescópio de refração e é construído de forma que possa trabalhar com diversas oculares, de diferentes distâncias focais, e ser ajustado para vários aumentos.

As características das lentes objetiva e ocular determinam o aumento de que é capaz um telescópio refrator.

Esse aumento possui limitações relacionadas ao tamanho do tubo necessário para acomodar as lentes e também aos fenômenos de difração e de aberrações cromática e esférica.

O **binóculo** é um instrumento que pode ser construído a partir de duas lunetas terrestres do tipo Galileu.

Esse instrumento proporciona a sensação de profundidade, pois ao olharmos para um objeto com os dois olhos, cada olho fornece a mesma imagem vista de ângulos ligeiramente diferentes, que ao ser interpretada pelo cérebro nos dá a sensação de uma imagem tridimensional.



A ampliação obtida com esse tipo de binóculo é menor se comparada com a obtida por um binóculo construído a partir de lunetas astronômicas.

Neste caso a imagem fica invertida, e por isso são utilizados dois prismas de reflexão total para cada luneta, de forma que a imagem fique direita.

A disposição desses prismas permite também que o comprimento do instrumento seja reduzido.

## Questões

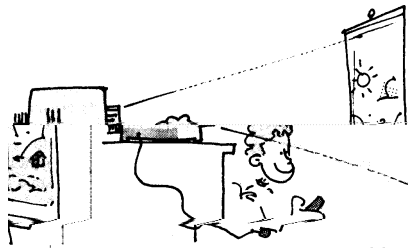
No **retroprojektor**, a associação de lentes convergentes e um espelho plano também fornece uma imagem ampliada do objeto, que neste caso é um texto ou uma figura impressa num tipo de plástico, conhecido como transparência.

A luz, posicionada na base do instrumento, atravessa a figura a ser projetada e incide numa lente convergente, que forma no espelho plano uma imagem maior do que o objeto.

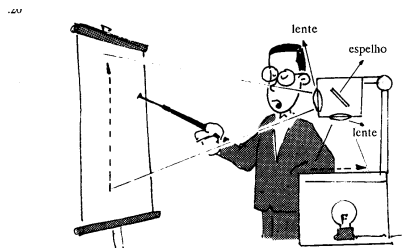
O espelho reflete essa imagem, que servirá de objeto para uma segunda lente convergente colocada em ângulo reto. Essa segunda lente forma na tela uma imagem final direita e maior que o objeto.

Nesse instrumento as imagens formadas pelas duas lentes também deverão ser reais, pois a primeira imagem será objeto para a segunda lente, enquanto essa imagem final deverá ser real para tornar possível sua projeção.

Dessa forma, tanto a imagem-objeto como a final deverão estar posicionadas fora da distância focal das lentes.



Um projetor de slides



Num retroprojektor o espelho plano faz a diferença

1) O tamanho da imagem obtida por uma luneta é maior do que o tamanho do objeto? Justifique.

2) A lupa é uma lente de faces convexas geralmente usada como "lente de aumento". Usando uma lente desse tipo, é possível queimar pedaços de madeira seca ou de papel quando nela incidem os raios de Sol. Como se explica esse fato?

3) Um microscópio caseiro foi construído com duas lentes convergentes de distâncias focais iguais a 1 cm (objetiva) e 3 cm (ocular). De um objeto situado a 1,2 cm da objetiva, o instrumento fornece uma imagem virtual localizada a 25 cm da ocular. Determine:

a) o aumento linear transversal fornecido pela objetiva e pela ocular;

b) o aumento linear transversal do microscópio;

c) a distância entre as duas lentes.

4) Uma luneta astronômica simples é constituída por duas lentes convergentes com distâncias focais de 60 cm (objetiva) e 1,5 cm (ocular). A imagem de um astro, observada através desse instrumento, forma-se a 43,5 cm da ocular. Determine:

a) o comprimento do tubo que constitui a luneta;

b) o aumento linear transversal fornecido pela luneta.