

# A distância focal (1)

Guilherme de Almeida

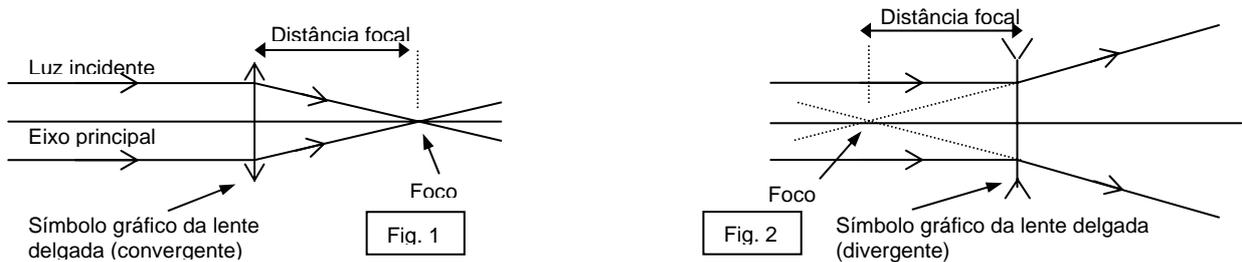
Este artigo é o primeiro de uma série dedicada ao conceito de distância focal e a várias das suas implicações. Ao longo dos vários artigos desta série iremos abordando sucessivamente, em sequência coerente, a começar pelos casos mais simples, aspectos muito relevantes para a astronomia de amadores.

A distância focal da objectiva de um telescópio refractor, ou de um reflector, é a distância focal da sua objectiva, constituída por um sistema de 2 ou 3 lentes (no primeiro caso) ou por um espelho côncavo de curvatura adequada (no segundo caso). Nos telescópios catadióptricos (Schmidt-Cassegrain e Maksutov-Cassegrain), a distância focal é a do *sistema* formado pelo espelho primário e pelo espelho secundário (a lente correctora tem uma influência insignificante na distância focal efectiva do sistema). Veremos seguidamente como se medem as distâncias focais nos diversos casos, o que nos catadióptricos (também conhecidos *como telescópios compostos*), pode constituir uma surpresa.

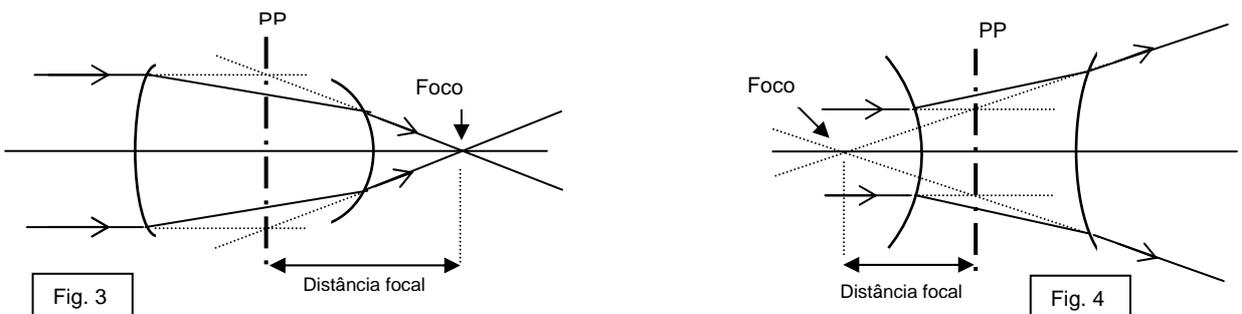
A distância focal da objectiva de um telescópio é muitas vezes chamada abreviadamente "distância focal do telescópio" e dela dependem as dimensões das imagens formadas no foco principal, assim como a relação focal ( $f/D$ ) e a amplificação obtida com uma dada ocular.

## Distância focal de uma lente

Por definição a distância focal de uma lente é a distância entre o foco e a lente (na Fig. 1. exemplifica-se para uma lente convergente e na Fig. 2 para uma lente divergente). No entanto isto só é correcto nas chamadas *lentes delgadas*, uma aproximação que inclui apenas lentes tão finas que a distância entre as suas faces é desprezável quando comparada com outras distâncias que se tenham de medir (entre um objecto e a lente ou entre uma imagem e a lente). Lentes dessas quase só existem na imaginação.



Para obter pequenas distâncias focais as lentes têm maior curvatura e são espessas; para obter imagens de qualidade é necessário associar várias lentes (lente composta). Estes dois factores contribuem para que as lentes e os sistemas ópticos sejam espessos. Nesse caso as distâncias focais medem-se relativamente ao plano principal-imagem (PP), que é um plano que podemos conceber e onde se faz todo o desvio que a lente espessa, ou o sistema óptico, imprimem aos raios luminosos que neles incidem, paralelamente ao eixo principal. Na Fig. 3 ilustra-se a distância focal para um sistema óptico convergente e na Fig. 4 para uma lente (ou um sistema óptico) divergente. Em cada uma destas duas figuras, as linhas curvas representam a primeira e a última face do sistema óptico, por exemplo de uma ocular.



## Distância focal de um espelho

O conceito de distância focal transporta-se facilmente para os espelhos, como se vê na Fig. 5 (para um espelho côncavo) e na Fig. 6 (espelho convexo).

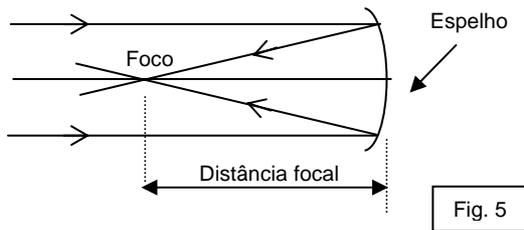


Fig. 5

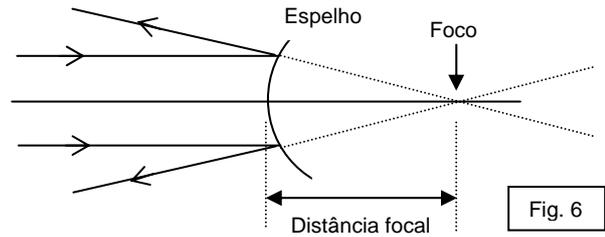


Fig. 6

## Distâncias focais e telescópios

Numa luneta ou num telescópio de Newton, a distância focal é fixa e é uma característica da objectiva: lente composta no primeiro caso; espelho côncavo, geralmente parabólico, no segundo caso. Estas distâncias focais definem-se como se refere nas figuras 1 e 5, respectivamente (o secundário plano do telescópio de Newton não modifica a distância focal do sistema). Em ambos os casos, a focagem é feita movendo a ocular, até colocar o plano focal-objecto desta a coincidir com o plano focal-imagem da objectiva. Para as pessoas normais é assim. Os míopes aproximarão um pouco mais a ocular da objectiva e os hipermétropes farão o contrário.

Nos telescópios catadióptricos o caso é bem diferente: a distância focal do espelho primário é curta (relação focal da ordem de  $f/2$  a  $f/2,5$ ), e é depois ampliada por meio do espelho secundário côncavo (hiperbólico nos Schmidt-Cassegrain e esférico nos Maksutov-Cassegrain), que funciona precisamente como uma lente de Barlow (Fig. 7), embora seja um espelho (Fig. 8). Produz-se assim um aumento da distância focal do primário, geralmente de 5 vezes, ficando a relação focal final com um valor da ordem de  $f/10$  (ou outro valor). A distância focal efectiva de um catadióptrico pode, assim, ser muito maior que o comprimento do tubo óptico. É a distância focal *efectiva* que determina as dimensões da imagem no plano focal do telescópio.

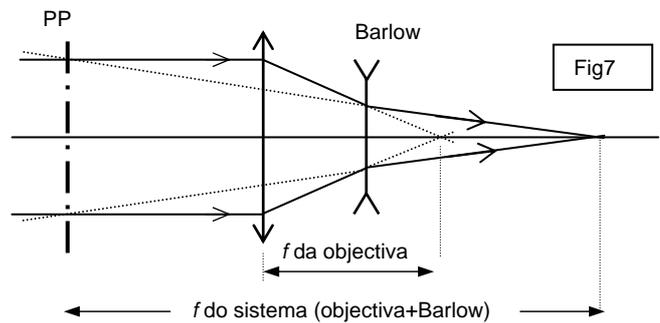


Fig7

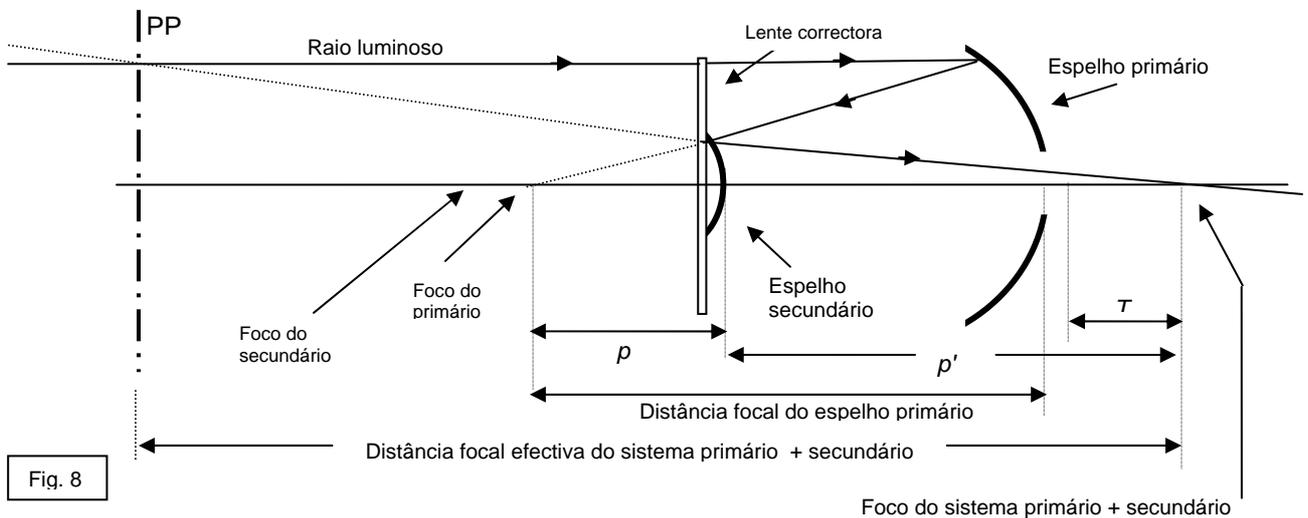


Fig. 8

O factor de amplificação do secundário é igual à razão  $p'/p$ . As distâncias  $p'$  e  $p$  são ilustradas na Fig. 8, exemplificada para o caso  $p'/p=2$  (para caber na página), embora na realidade esse factor seja da ordem de 5, como referi. Por outras palavras, a distância focal efectiva  $f$  calcula-se por meio da expressão

$$f = f_p \frac{p'}{p}, \text{ onde } f_p \text{ é a distância focal do espelho primário (esta expressão será demonstrada num próximo artigo).}$$

Nestes telescópios, a focagem faz-se movendo o espelho primário, o que faz variar a distância entre os dois espelhos e também a relação  $p'/p$ . Daí resulta que a distância focal efectiva do conjunto de dois espelhos de um catadióptrico é *variável*: a ocular fica fixa e a *distância focal do sistema* de espelhos modifica-se até trazer o foco para a posição adequada, junto à ocular.

No artigo seguinte, a publicar no próximo número de *Astronomia de Amadores*, indicarei um procedimento simples e rigoroso para determinar a *distância focal efectiva* de um telescópio catadióptrico, que varia consideravelmente quando se modifica a distância  $T$  entre o foco e a superfície traseira do tubo óptico. ■