

Como construir uma estrela artificial

Guilherme de Almeida

Os melhores objectos para testar a boa qualidade óptica de um telescópio, ou a sua correcta colimação, são as estrelas. No entanto, é raro que as condições propícias se verifiquem. Neste artigo mostra-se como construir uma estrela artificial plenamente eficaz e muito útil, com meios simples e poucos custos.

1. Características e vantagens de uma estrela artificial

Um telescópio pode *parecer* bom ao observar, de dia, pormenores de uma paisagem distante, ou a matrícula de um automóvel afastado. Porém, nas observações de planetas ou de estrelas duplas esse mesmo instrumento de observação pode acabar por revelar a sua fraca qualidade, ou o deficiente alinhamento dos seus componentes ópticos (má colimação).

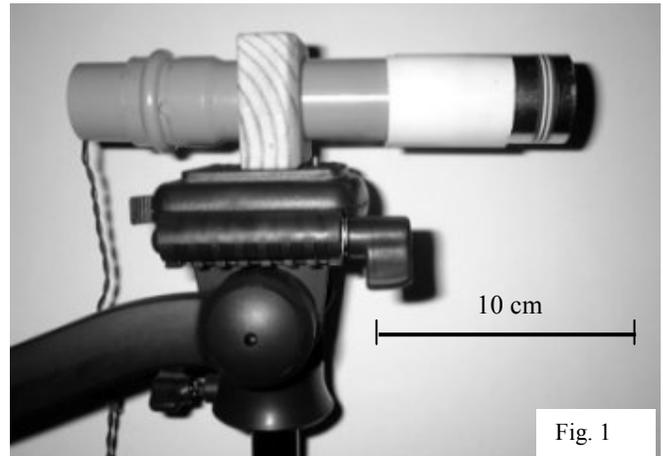
Para testar ou colimar um telescópio, utilizando estrelas, é necessário esperar que seja noite. Muitas noites são tempestuosas, de chuva ou com céu nublado. E quando, finalmente, temos uma noite de céu desimpedido, é raro que a atmosfera terrestre esteja suficientemente calma para que as imagens estelares sejam irrepreensíveis, permitindo *usar* as estrelas (naturais) como objectos de teste. Entre as noites de céu limpo, talvez menos de uma em vinte proporcione níveis de turbulência suficientemente baixos para esses requisitos.

Uma estrela artificial liberta o utilizador destas limitações. Pode ser usada de dia ou de noite, não é preciso que o local esteja completamente escuro e, se a estrela artificial e o telescópio estiverem *ambos* no interior do mesmo edifício, não há turbulência que prejudique as nossas apreciações.

Uma estrela artificial é essencialmente uma fonte luminosa de dimensões diminutas, materializada por um orifício muito pequeno, bem iluminado pela parte posterior. Para ser útil, uma estrela artificial deverá ter, vista à distância a que nos encontramos dela, um diâmetro aparente menor que o poder separador (pelo critério de Rayleigh) do telescópio que se quer testar ou colimar. Por outras palavras, à distância a que nos encontramos dela, o *diâmetro* aparente da estrela artificial não deve ser superior ao raio (angular) do disco de Airy característico da abertura do telescópio utilizado. Para a luz amarelo-esverdeada de comprimento de onda 550 nm (para a qual o olho humano é mais sensível), esse raio R é dado, em segundos de arco, pela expressão simples

$$R = \frac{140}{D},$$

onde D é a abertura do telescópio (diâmetro útil da objectiva), em milímetros, e o 140 é um valor aproximado, suficientemente rigoroso para os nossos propósitos (o valor mais rigoroso, 138,4, não é aqui necessário). Como referência, devo dizer que, à distância de 100 m do observador, um orifício de 0,485 mm de diâmetro apresenta o diâmetro aparente de 1 segundo de arco. Para uso geral pode-se usar uma equação simples que relaciona o diâmetro da estrela artificial, y (em mm) com a distância entre a estrela e a objectiva do telescópio, d , (em mm) e o diâmetro



aparente δ (em segundos de arco) apresentado pela referida estrela, a essa distância d :

$$y = 0,00485 \delta d$$

Para *testar* o telescópio, a estrela artificial deverá ser colocada a uma distância do telescópio não inferior a 25 distâncias focais (de modo a evitar que o telescópio exiba aberração de esfericidade apenas resultante da excessiva proximidade do alvo). Para *colimar* o telescópio, basta uma distância superior a cerca de 12 distâncias focais. Num telescópio típico, cuja objectiva tenha a distância focal de 2 metros, teremos respectivamente 50 m e 24 m, valores possíveis de conseguir em espaços interiores de escolas e muitos edifícios públicos. Com telescópios de distância focal ainda menor bastará um corredor relativamente comprido. Para conseguir a focagem pode ser necessário prolongar o tubo porta-oculares, utilizando, por exemplo, o tubo de uma velha lente de Barlow, de onde se retirou a óptica.

Na eventualidade de não ser possível dispor de um espaço *interior* suficientemente amplo, pode-se utilizar, de noite, um quintal, ou espaços mais amplos (mas já haverá um pouco de turbulência), tendo o cuidado de zelar para que o terreno entre o telescópio e a estrela artificial tenha vegetação rasteira (para minimizar as turbulências resultantes do solo aquecido).

2. Construção

Um cálculo rápido mostra-nos que os furos a fazer deverão ser muito pequenos (geralmente menos de 0,5 mm). É claro que se pode sempre usar um furo com o dobro do diâmetro, colocado duas vezes mais longe do telescópio, ou com o triplo do diâmetro e colocado ao triplo da distância (o diâmetro *aparente* será o mesmo).

O processo clássico para fazer furos de diâmetro minúsculo (muito menor que o das brocas mais finas que se podem comprar), é ilustrado na Fig. 2.

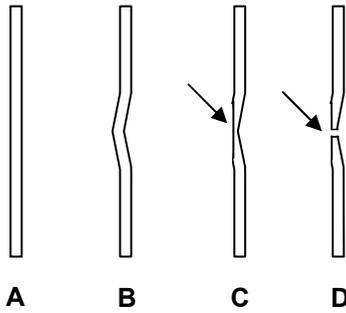


Fig. 2

Com um martelo bate-se num prego mal afiado, assente sobre uma chapa de alumínio (A) com cerca de 0,5 mm de espessura (esta espessura está muito exagerada na figura). Obtém-se o aspecto (B). Depois lima-se com cuidado e lixa-se a parte saliente (C), até quase eliminar o “alto”. Nestas condições a espessura na parte central da chapa já é bastante reduzida e o furo faz-se facilmente com uma agulha de costura, rodando-a enquanto se empurra. Introduzindo a agulha mais ou menos profundamente pode-se regular o diâmetro do furo. Pode ser necessário fazer dois ou três furos até obter um que seja utilizável.

O diâmetro do orifício O pode estimar-se com uma lupa e uma régua graduada, ou medir-se com um projector de slides, medindo primeiro o diâmetro da projecção e dividindo-o depois pelo quociente da distância da objectiva ao ecrã pela distância focal da objectiva do projector. Utilizei um furo feito deste modo, e para o iluminar escolhi uma lâmpada de 12 V 5 W, exactamente do tipo utilizado nas luzes de mínimos dos automóveis. A lâmpada funciona com uma tensão de 12 V que se pode obter com uma pequena bateria portátil e é, portanto, independente da tensão da rede doméstica (potência absorvida: 5 W).

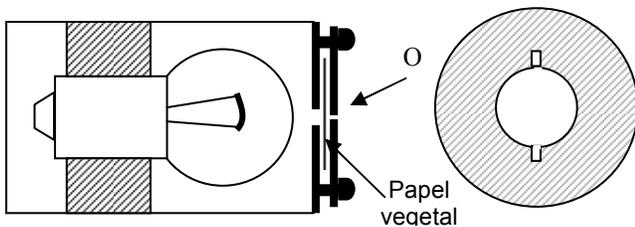


Fig. 3

A Fig. 3 mostra a unidade de iluminação, com o orifício indicado por O. A chapa com o orifício está sobre outra com um furo maior, de cerca de 4 mm de diâmetro e entre as duas foi colocado um pedaço de papel vegetal (“papel engenheiro”) para difundir e uniformizar a luz. À direita vê-se uma peça de madeira, feita de modo a servir como casquilho para a lâmpada. Os dois sulcos diametralmente opostos destinam-se a acolher as saliências do suporte da lâmpada. Para minimizar custos e componentes, os fios de ligação foram directamente soldados à lâmpada (o aspecto exterior vê-se na Fig. 7).

Para a construção da estrutura utilizei um tubo de PVC cinzento, para canalizações, com 32 mm de diâmetro

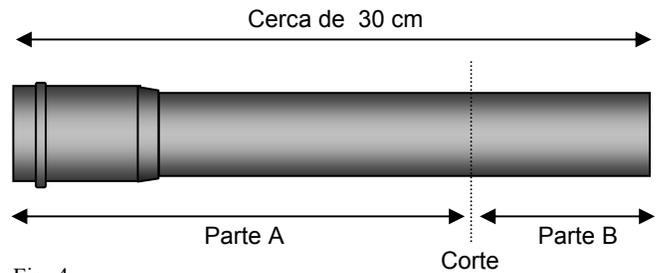


Fig. 4

exterior e cerca de 30 cm de comprimento (Fig. 4). Este tubo foi cortado de modo que a parte B, que serviu para albergar a lâmpada e o orifício, ficou com 5 cm de comprimento; a parte A ficou com 12,8 cm e a parte restante não foi utilizada.

É difícil fazer bons furos com menos de 0,3 mm de diâmetro. Porém, existe a possibilidade de reduzir *ópticamente* o diâmetro da estrela artificial (Fig. 5) podendo-se assim obter diâmetros extremamente pequenos para a estrela artificial, sem necessidade de fazer furos muito finos. Utilizei essa técnica, que consiste em projectar o furo iluminado, recorrendo a uma ocular colocada em posição invertida (o lado da ocular onde estaria o olho do observador é o que fica voltado para o orifício iluminado). O factor de redução óptica é, n , calcula-se pela expressão

$$n = \frac{p}{f} - 1,$$

onde f é a distância focal da ocular (geralmente marcada na própria ocular) e p é a distância desde o orifício O até ao ponto médio da espessura de vidro da ocular. Utilizei uma ocular de Plössl de 10 mm de distância focal, a 110 mm do orifício O (portanto $n=10$). Como o orifício O tem 0,5 mm de diâmetro, a estrela artificial ficou com $0,5/10=0,05$ mm de diâmetro (a imagem reduzida da fonte forma-se em O', visível na Fig. 6). Cada pessoa, no entanto, poderá utilizar orifícios O de outro diâmetro, oculares de outra distância focal e poderá até optar por comprimentos para a “parte A” do tubo (fig. 4) de acordo com as suas preferências ou com os materiais disponíveis. O que interessa é que, depois de tudo isso, incluindo ainda a redução do orifício obtida por meio da ocular, o diâmetro *aparente* da estrela artificial, à distância a que é observada, não exceda o que se refere na primeira fórmula apresentada neste artigo (mas pode ser igual).

A Fig. 6 mostra um corte da estrela artificial completa, cujo comprimento total (ocular incluída) é de 19,4 cm, o que corresponde sensivelmente à dimensões de um buscador de tamanho médio. Para facilitar a montagem da estrela artificial nos locais de utilização, preparou-se um quadro rectangular de madeira com 6 cm×5 cm×2,2 cm, através do qual se fez um furo de 32 mm de diâmetro, de modo a suportar toda a estrutura. Do lado de baixo (que tem 6 cm de comprimento) incrustou-se com cola de dois componentes (tipo Araldite) uma porca de latão com rosca de ¼ de polegada (Fig. 8). Assim preparada, a estrela artificial monta-se comodamente num vulgar tripé fotográfico, podendo-se regular facilmente a sua altura e orientação (Fig. 1). Para evitar o sobreaquecimento foram feitos furos de arejamento, visíveis nas Figs. 7 e 8.

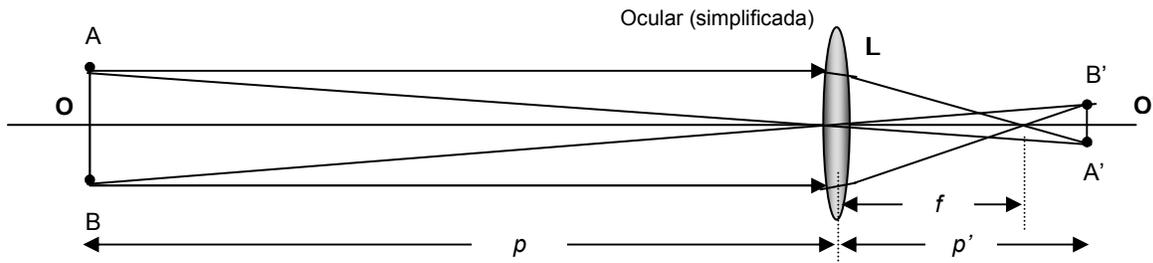


Fig. 5.- A partir do orifício O, bem iluminado (de diâmetro \overline{AB}), a ocular L forma a imagem reduzida O' (diâmetro $\overline{A'B'} = \gamma$), localizada um pouco além do diafragma de campo dessa ocular (Fig. 6). É esta imagem reduzida do orifício O que será a nossa estrela artificial.

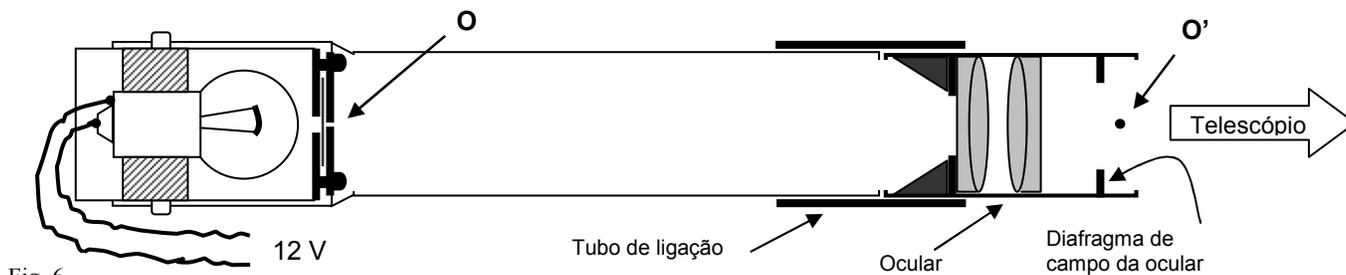


Fig. 6

3. Resultados práticos

A estrela artificial assim construída apresenta, à distância de 30 m, um diâmetro aparente de 0,34 segundos de arco, valor bastante inferior ao máximo admissível que seria, pela equação $R=140/D$ (anteriormente referida), 0,93" para um telescópio de 150 mm de diâmetro e 0,7" para um de 200 mm. Isto mostra que o furo O podia, com esta ocular, ser dimensionado com um diâmetro maior (até 0,7 mm), o que permitiria dispor de uma estrela mais brilhante. Mudando a ocular utilizada, é possível fazer variar o diâmetro aparente da estrela artificial, dentro de limites apreciáveis, sem necessidade de modificar o diâmetro do orifício O (embora isso também seja obviamente possível). Para distâncias suficientemente grandes entre a estrela artificial e o telescópio pode-se até prescindir do sistema de redução óptica (com a ocular) e usar directamente apenas o orifício O.



Fig. 7

Utilizando, no telescópio, uma ocular associada a uma boa lente de Barlow, a figura teórica de difracção (Fig. 9), idêntica à de uma estrela, será bem observada, se o telescópio estiver bem colimado e se for de boa qualidade óptica. Será preciso utilizar uma amplificação de 2x a 3x por cada milímetro de abertura instrumental.

Os custos de construção da estrela artificial são modestos, pois a ocular (o componente mais caro) é uma peça que os leitores já possuem e que pode sempre regressar ao telescópio.



Fig. 8



Fig. 9.- Figura de difracção típica, observável com um telescópio com 33% de obstrução (amplificação de cerca de 2,4x por milímetro de abertura). Num telescópio sem obstrução (refractor), o primeiro anel de difracção é mais tênue.

A colimação e teste de telescópios daria para encher várias páginas e sai claramente do âmbito deste artigo. O leitor interessado pode obter informação adicional sobre essas matérias na obra "*Star Testing Astronomical Telescopes*", de H. R. Suiter (Editora Willmann-Bell). No site de Thierry Legault (www.club-internet.fr/perso/legault) podem obter-se informações úteis sobre colimação de telescópios Schmidt-Cassegrain e outros.

Guilherme de Almeida

(As fotografias correspondentes às figuras 1, 7 e 8 e à capa são da autoria de *Pedro Ré*, a quem agradeço desde já a disponibilidade para fotografar o meu protótipo experimental).