

ESTRATÉGIAS DE COLIMAÇÃO: O MÉTODO DE YURI



GUILHERME DE ALMEIDA
g.almeida@vizzavi.pt

1. Natureza do problema

Colimar um telescópio, seja qual for a sua configuração óptica, é um procedimento de aproximações sucessivas, tendo por objectivos:

- anular a coma no eixo óptico;
- garantir que a condição anterior se verifica nas posições intrafocal e extrafocal;
- fazer coincidir o centro do campo de iluminação total, no plano focal, com o centro do campo da ocular, ou do dispositivo de registo (CCD, película fotográfica, etc.).

“Anular a coma” significa proceder de modo a conseguir que a imagem de uma fonte luminosa pontual, por exemplo de uma estrela, natural ou artificial, quando ligeiramente desfocada, mostre todos os anéis de difracção concêntricos e regulares. Qualquer avaliação do estado da colimação exige que a imagem estelar seja avaliada *apenas* quando está situada no centro do campo da ocular.

A colimação de um telescópio é simples desde que só haja um único componente óptico a otimizar: corrige-se a posição e a inclinação desse componente, de modo a cumprir a condição a), utilizando em geral uma estrela, natural ou artificial. Se todos os restantes componentes ópticos do telescópio já estiverem colimados, isso garante o cumprimento dos pressupostos b) e c).

No entanto, a colimação de um sistema em que há mais de um componente a colimar pode revelar-se trabalhosa e frustrante, pois o ajuste de um componente repercute-se por vezes no ajuste dos restantes. A colimação global pode convergir para uma situação praticamente óptima, ou degradar-se até ficar fora do controlo do observador. De facto, alinhar um componente em função de outro leva muitas vezes a desalinhamentos que podem ser problemáticos, a não ser que o observador seja metódico e cuidadoso.

Seria muito desejável encontrar uma forma de colimar independentemente (e com rigor adequado) um dos componentes ópticos do telescópio, de tal modo que o utilizador só tivesse de se preocupar com a colimação do elemento ainda não colimado, fazendo-a então cuidadosamente. Ao longo deste artigo veremos como é que se pode resolver esse problema.

2. O vector de coma e as estratégias de decisão

Seja qual for o tipo de telescópio que pretendemos colimar, devemos começar sempre por identificar o “vector de coma”, ou “eixo de coma” evidenciado na Fig. 1(1), cuja direcção é a da descentragem da sombra do secundário. É *apenas nesta direcção*, e só nesta, que a imagem se deve mover pela actuação nos parafusos de colimação. Nesta figura o vector de coma está orientado arbitrariamente no sentido que aponta para a “cauda da figura de coma”. A metodologia eficaz de colimação consiste em actuar nos parafusos de colimação de modo a mover a imagem *ao longo desta*

recta [EF], no sentido conveniente. Mas note-se que, nesta mesma direcção, o “sentido conveniente” é diferente consoante estejamos a colimar o primário ou o secundário de um telescópio em que ambos os espelhos têm curvatura: Cassegrain (nas suas diversas variantes) e Maksutov-Cassegrain). É completamente inútil, nas condições desta figura 1(1), mover a imagem no sentido de C ou de D. Nos telescópios Schmidt-Cassegrain o utilizador só pode colimar o secundário.

3. Procedimentos clássicos

Vamos agora concentrar-nos nos telescópios de Cassegrain (nas suas diversas variantes), Maksutov-Cassegrain e Schmidt-Cassegrain.

No caso dos telescópios Schmidt-Cassegrain, o espelho primário é colimado permanentemente na fábrica; o secundário está centrado de origem e tudo o que o observador tem a fazer é garantir o anterior pressuposto a) da parte 1 deste artigo, actuando unicamente no espelho secundário como indicado na Fig. 1(2). Dado que o primário é colimado na origem, a colimação do secundário pode fazer-se indiferentemente quer na posição desfocada intrafocal quer na extrafocal.

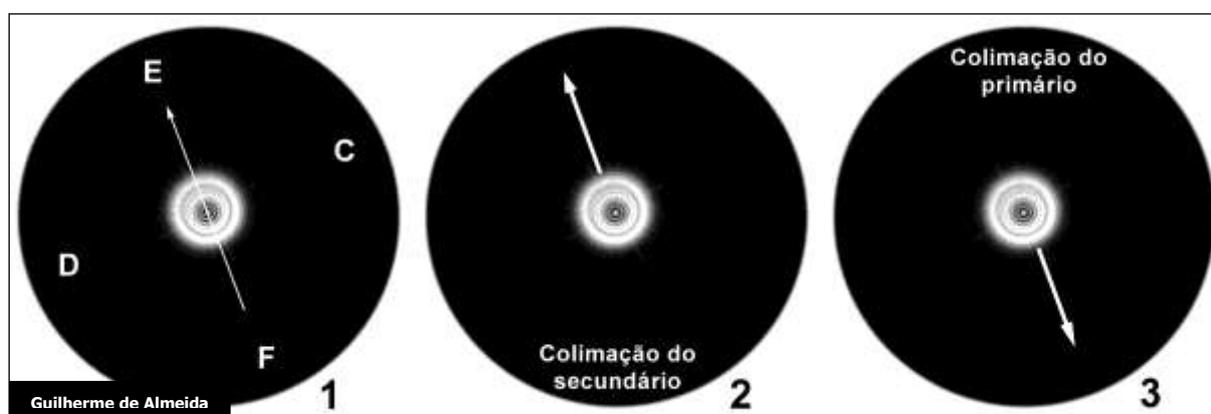


Fig. 1. Metodologia da colimação no caso de um telescópio Maksutov-Cassegrain, em que o primário e o secundário são ambos colimáveis. **1** – identificação do vector de coma: a descentragem da sombra do secundário ocorre na direcção da recta que passa por E e F, no sentido de E para F (o sentido do vector de coma foi arbitrariamente marcado apontando da “cabeça para a cauda” da figura de coma); **2** – sentido em que se deve mover a imagem (mediante os parafusos de colimação), no caso da colimação do secundário; **3** – sentido em que se deve mover a imagem (mediante os parafusos de colimação), no caso da colimação do primário. Os esquemas 1 e 2 são também aplicáveis aos telescópios Schmidt-Cassegrain.

Em geral, para um instrumento de abertura D (em milímetros), começa-se com uma amplificação D , depois $2D$ e se possível conclui-se com $3D$, com níveis de desfocagem cada vez menores até culminar, se a turbulência atmosférica for suficientemente baixa, no retoque final sobre a imagem focada, que consiste em eliminar a coma mediante ajustes no secundário que levam o primeiro anel de difracção (que rodeia o disco de Airy) a mostrar-se em toda a volta desse disco, com espessura e brilho uniformes. No caso da *imagem focada*, os parafusos de colimação do secundário devem ser rodados pequenas fracções de volta (menos de $1/8$ de volta), deslocando a imagem desta vez no sentido da fracção do anel brilhante visível (ou seja, no sentido contrário ao da parte obscurecida do anel, se este não for uniforme). No final, os parafusos devem ficar moderadamente e uniformemente apertados. Se estes requisitos se vão manter durante muito tempo ou se a colimação fina se vai desregular a curto prazo, isso já depende de considerações mecânicas fora do âmbito deste artigo.

Em muitos dos telescópios Maksutov-Cassegrain, o primário e o secundário são ambos colimáveis. Como foi referido, a colimação de um sistema em que há mais de um componente a colimar revela-se mais trabalhosa, dado que o ajuste de um componente repercute-se por vezes no ajuste dos restantes. A colimação pode convergir, para uma situação praticamente óptima, ou degradar-se até ficar fora do controlo do observador. É este o caso dos telescópios Maksutov-Cassegrain com os dois espelhos colimáveis, e também o caso dos telescópios Cassegrain nas suas diversas variantes.

De acordo com o procedimento clássico, na colimação utilizando uma estrela, começa-se por identificar a direcção do vector de coma [Fig. 1(1)] na imagem ligeiramente desfocada extrafocal. Depois, observando a imagem desfocada extrafocal, elimina-se a coma actuando nos parafusos de

colimação do secundário [Fig. 1(2)]. Em seguida observa-se a imagem desfocada intrafocal e elimina-se a coma actuando na colimação do espelho primário [Fig. 1(3)]. Repete-se este ciclo umas três ou quatro três vezes, com amplificações sucessivamente maiores e desfocagens gradualmente menores, e a colimação está feita. Neste modo de trabalhar, para cada sentido da desfocagem (seja intrafocal ou seja extrafocal) tem de se actuar *nua colimação de um dado espelho e sempre nesse*. Mas é preciso ser metódico e nunca baralhar as coisas, mexendo no primário quando deveria ser no secundário, ou vice-versa. Por exemplo, se começámos por usar a imagem intrafocal para colimar o primário, não vamos a meio da operação usar essa mesma posição intrafocal para colimar o secundário. Nesses casos afastamo-nos irremediavelmente da boa colimação pretendida, o que pode ser frustrante. Esses enganos são muito fáceis de ocorrer, por isso há que ser metuculoso (também se pode colimar o primário observando a estrela na posição extrafocal e o secundário na intrafocal, mas então tem de se *manter este critério ao longo de todo o procedimento*, sem nunca trocar a sequência de ajuste dos espelhos).

Se o primário já estiver devidamente colimado, a obtenção de uma imagem extrafocal concêntrica (recorrendo à colimação do secundário) garante que a imagem extrafocal estará também concêntrica. Isto significa que, *em presença de um primário bem colimado*, a colimação do secundário pode fazer-se indiferentemente na posição intrafocal ou na posição extrafocal.

Seria uma grande vantagem poder garantir a colimação independente de um dos componentes, para depois só termos de nos preocupar com um único componente. Havendo a certeza de que um dos elementos ópticos está muito bem colimado, torna-se tudo muito mais fácil. É esse o objectivo do presente artigo.

4. O método de Yuri

O método que se descreve seguidamente foi-me sugerido há cerca de 7 anos por Yuri Petrunin, presidente da TEC (*Technical Engineering Telescopes*). O autor (inventor) original da ideia pode não ser conhecido, mas designarei este dispositivo como "sistema de Yuri" por ter sido através de Yuri Petrunin que a ideia me chegou. Não reivindico a paternidade da ideia, nem a primazia da construção. Reclamo apenas a autoria *desta* realização prática específica, com as soluções originais que descreverei seguidamente. O único obstáculo à realização prática deste interessante dispositivo resulta apenas da dificuldade em obter o material adequado, capaz de atingir a precisão e qualidade finais requeridas. Por isso demorei muito tempo, desde que o Yuri me falou nisso até conseguir concretizar, na prática, o sistema. Indicarei como contornar essas dificuldades, para que os leitores não tenham de passar pelo mesmo.

O sistema de Yuri é um dispositivo de rotação do tubo óptico do telescópio em torno do seu eixo geométrico, para colimação rigorosa do espelho primário. Trata-se essencialmente de uma plataforma de rotação que permite alinhar espelhos primários com precisão (Fig. 2), utilizando como complemento um feixe laser.

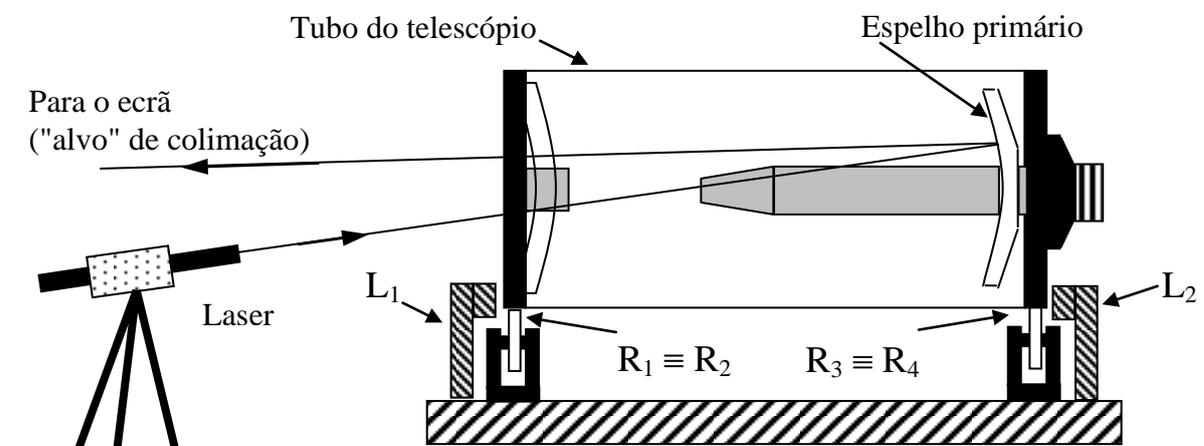


Fig. 2. Fundamento do método de Yuri. O feixe laser (vermelho) pode ser o de um vulgar ponteiro para conferências/palestras, ou um laser de colimação clássico. Guilherme de Almeida, 2007.

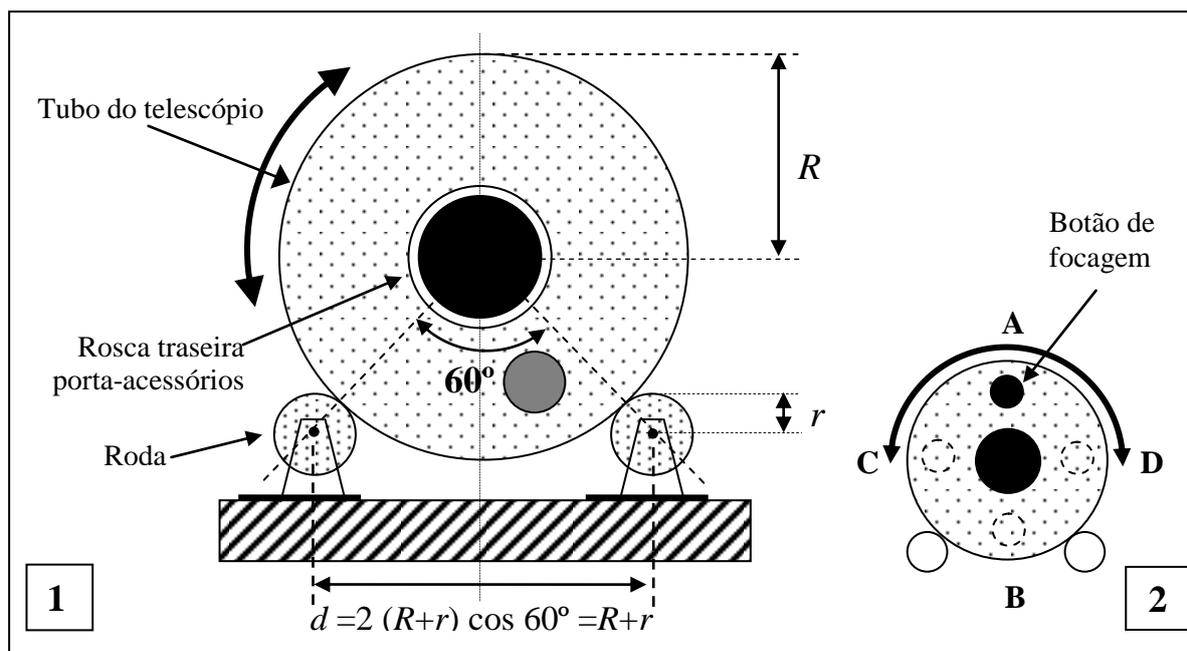


Fig. 3. Diversos aspectos a considerar na colimação do espelho primário pelo método de Yuri. Guilherme de Almeida, 2007.

Este dispositivo permite concretizar a vantagem anteriormente referida de colimar à partida um componente óptico (o espelho primário), de forma independente e rigorosa, de modo que o observador, depois disso, apenas terá de se concentrar na colimação do outro componente (o espelho secundário). Fica assim realizado o sonho do observador-colimador de telescópios.

O fundamento do método de Yuri consiste em fazer rodar o tubo do telescópio, assente em quatro rodas. Para utilizar este dispositivo, o tubo do telescópio mantém-se numa posição aproximadamente horizontal. Um laser vermelho, fixado em relação ao solo é apontado para dentro do tubo, de tal maneira que o feixe luminoso atravessa o menisco corrector, atinge o primário, reflecte-se neste, e volta a sair pelo menisco corrector, sem tocar no espelho secundário. Depois disto, o feixe atinge uma parede vertical, na qual se pode colocar um "alvo" que funcionará como mira de referência. Convém que a parede esteja pelo menos a 3 metros do primário, sendo preferível utilizar distâncias maiores da ordem de 4 a 6 metros. Fazemos então rodar o tubo, assente sobre as rodas. Se o espelho primário estiver bem colimado, o ponto luminoso manter-se-á imóvel. Se o primário, estiver descolimado, mesmo que apenas ligeiramente, o ponto luminoso descreverá uma circunferência na parede. Quanto menor for o diâmetro desta circunferência, mais próximo estaremos de ter o primário bem colimado.

A ideia é actuar nos parafusos de colimação do primário de modo a tornar cada vez menor o diâmetro desta circunferência. Para isso observa-se a posição e desvio do feixe entre duas posições do tubo separadas por rotações de 180° [Fig. 2(2)], colimando o primário de modo a mover o ponto luminoso para "o meio" das posições extremas observadas. Por isso deve corrigir-se apenas metade do erro de cada vez. Por exemplo as posições "A" e "B" corrigindo a colimação, e depois as posições "C, D" como está evidenciado na mesma figura. Quanto menos a mancha luminosa se mover na parede, melhor. O ideal seria que nem se movesse, mas é difícil detectar os deslocamentos muito pequenos (abaixo de 4mm de extremo a extremo). A sensibilidade do método é, no entanto muito grande. E, como se sabe, quando um espelho está inclinado de um ângulo θ em relação à sua posição correcta, o feixe luminoso desvia-se 2θ em relação à posição que teria se o primário estivesse bem colimado, e este ângulo 2θ determina o *raio angular* da circunferência descrita na parede (em relação ao ponto de incidência no primário). Como a parede está muito afastada do primário, um dado desvio angular traduz-se num grande desvio linear. Convém utilizar uma mira de referência como se vê do lado direito da Fig 7, para poder detectar os pequenos desvios da mancha luminosa na parede, que podem passar despercebidos numa parede lisa e sem nenhuma marca de referência.

Este método de trabalho permite alinhar o eixo óptico do primário com o eixo mecânico do tubo, tornando-os coincidentes. Ou, o que é equivalente, garantir que o plano que contém o bordo do

primário é paralelo ao plano que contém o bordo do menisco de Maksutov. Estas duas metas são equivalentes se o espelho tiver o furo central bem centrado e se não tiver erro prismático (o erro prismático é o ângulo entre o plano que contém a face traseira do espelho e o plano que contém o bordo da sua face frontal; se não houver erro prismático, a espessura marginal do espelho será igual em toda a volta). No entanto o erro prismático residual é muito baixo nas boas realizações (inferior a um minuto de arco), e a descentragem do furo central é uma pequena fracção de milímetro.

As rodas a utilizar neste dispositivo deverão ser bem centradas e “bem redondas”. Ou seja, o bordo da roda não deverá subir e descer quando ela gira (Fig. 4). Como não existem rodas perfeitas, a distância $2e$ indicada nesta figura não deverá exceder $1/8$ de milímetro. Parece que estamos a exigir muito, mas pense o leitor no que acontecerá se, no pior cenário, as duas rodas da frente tocarem no tubo estando cada uma delas na “posição alta) e as duas rodas traseiras tocarem o tubo estando na “posição baixa”. Para maior precisão, as rodas da frente devem tocar o tubo no anel frontal (que contém a célula do menisco) e as rodas de trás devem tocar no anel traseiro (que contém a célula do primário). Assim a distância entre as rodas dianteiras e as traseiras será maximizada.

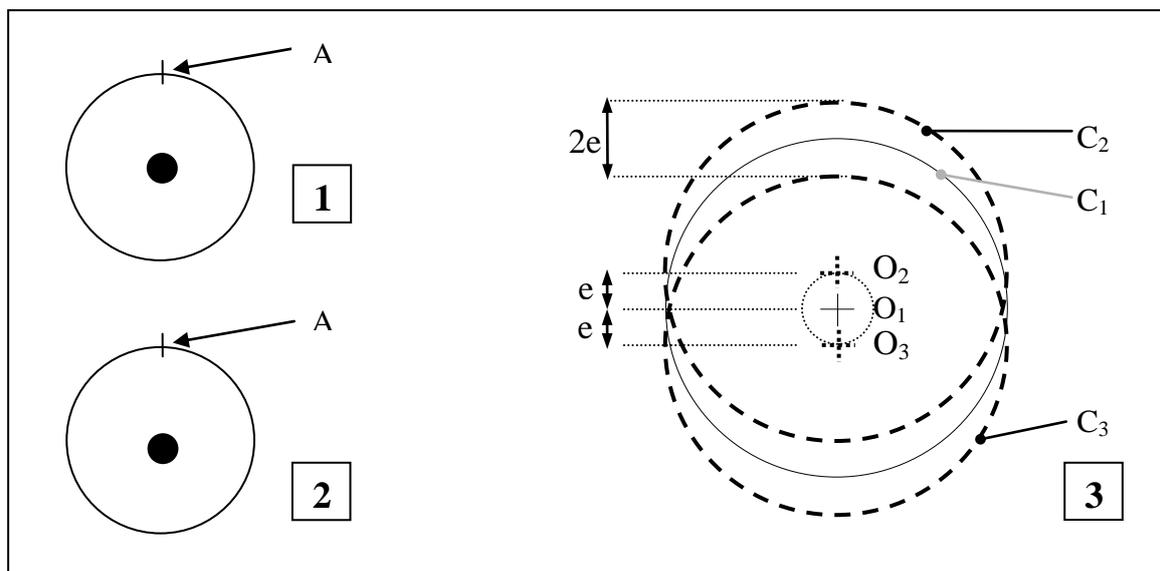


Fig. 4. Alguns aspectos ligados às características das rodas: 1 – numa roda idealmente perfeita, o centro de rotação (marcado a preto) e o centro geométrico coincidem e, por isso, o ponto A não sobe nem desce durante a rotação da roda; 2 – numa roda excêntrica, cujo eixo de rotação está desviado do centro geométrico, o ponto A sobe e desce sucessivamente enquanto a roda gira (se a roda estiver centrada, mas não for redonda, o ponto A também sobe e desce); 3 – se a roda excêntrica tiver o centro geométrico em O_1 e o centro de rotação em O_2 , ao rodar, o ponto O_2 orbita em torno de O_1 e o ponto superior da roda oscila entre duas posições extremas que distam $2e$ entre si = duas vezes a distância entre O_1 e O_2 . Quando o ponto O_2 passa pela posição superior (assinalada como O_2), o contorno da roda é C_2 . Quando o ponto O_2 passa pela posição inferior (assinalada como O_3), o contorno da roda é C_3 . Guilherme de Almeida, 2007.

5. Aspectos essenciais da construção

O sistema de Yuri, embora simples no seu princípio, pode colocar alguns desafios na sua concretização, se queremos realmente fazer uma construção com a necessária precisão. Por um lado, é preciso escolher as rodas de apoio com o diâmetro adequado, em geral entre 2 cm e 3,5 cm. O espaçamento entre as rodas não é crítico, mas convirá que marque um ângulo de cerca de 60° em relação ao eixo do tubo do telescópio (os centros das duas rodas e o centro da secção transversal do tubo definirão um triângulo aproximadamente equilátero). As rodas deverão ter excentricidade muito pequena, e por isso convém utilizar rolamentos de esferas ou rodas de plástico, de qualidade, que rodem com base em rolamentos de esferas. Utilizando rolamentos de esferas, é preciso ter dispositivos de fixação, geralmente buchas de metal torneadas à medida dos furos centrais dos rolamentos e essas buchas deverão ser, por sua vez, fixadas a suportes aparafusados numa placa horizontal que mantêm o eixo do rolamento bem fixo (estes dispositivos de fixação são muito difíceis de encontrar à venda e não são fáceis de construir com precisão).

A construção tem de ter precisão suficiente. Fazer o sistema de rodas para ficar feito e depois haver erros de 10 minutos de arco de oscilação axial, quando o tubo roda, não servirá para nada; esta precisão depende principalmente da excentricidade das rodas e da sua boa circularidade; depende ainda do facto de o tubo ser suficientemente "redondo", mas esse problema não se põe num tubo de fabrico comercial.

Há também os problemas do contacto das rodas com o tubo, pois deste contacto podem resultar danos na pintura do tubo, se as rodas forem metálicas; sem assim for, pode-se revestir a área lateral das rodas com fita-cola, numa única volta, sem sobreposição e sobretudo sem espaço significativo em falta (a espessura típica da fita-cola depende das marcas, mas mede tipicamente cerca de 0,060 mm, com excelente uniformidade).



Fig. 5. Aspecto global do dispositivo, vendo-se as rodas (cinzentas), os seus suportes (pretos), a calha em "U", as réguas de madeira (de elevação) e os limitadores axiais. Guilherme de Almeida (2007)

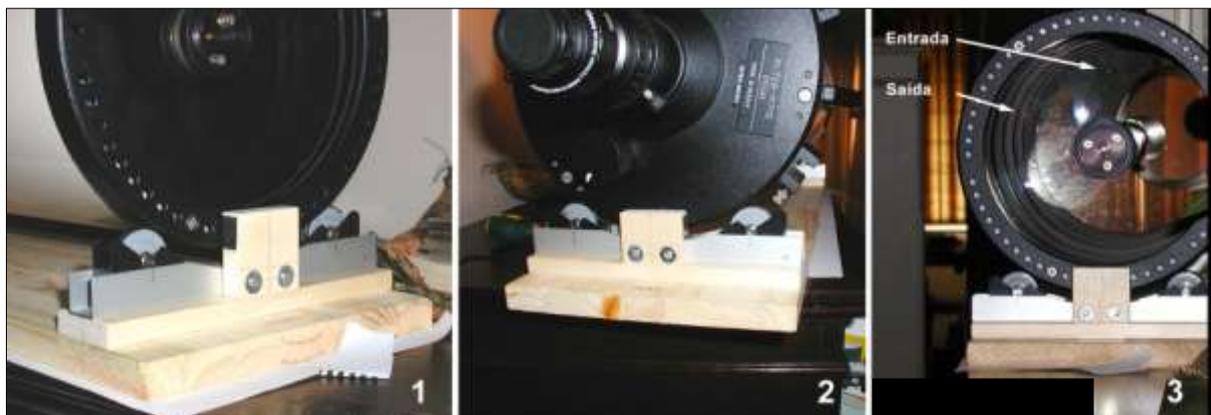


Fig. 6. Diferentes aspectos do dispositivo de colimação em acção. 1- parte frontal; 2- parte traseira; 3- entrada e saída do feixe no tubo (o ponto de incidência, no próprio espelho primário, não é visível nesta foto). Guilherme de Almeida (2007)

Precisei de procurar muito até encontrar rodas adequadas a este projecto. As rodas para deslocamento de móveis e cadeiras são muito excêntricas e estão longe de servir; os rolamentos de esferas são vendidos sem sistemas de fixação; os rolamentos de gavetas têm plástico na periferia, uma boa ideia, mas são demasiado pequenas, além de terem muita folga nos eixos. Depois de muito procurar, optei por rodas de deslizamento das placas envidraçadas de janelas de marquises, com cerca de 30 mm de diâmetro, já montadas em suportes de nylon preto (comprei-as no AKI). São de plástico duro e rodam sobre rolamentos. Nem todas são boas, por isso escolhi as melhores 4 num total de 20. Medei cuidadosamente a dupla excentricidade (o valor $2e$ atrás referido), com uma craveira (também conhecida como paquímetro) sensível a 0,01 mm. Marquei também, na periferia de cada roda, a

posição correspondente ao nível mais alto [Fig. 4(3)], de modo a poder usar as rodas "em fase", minimizando as consequências das pequenas excentricidades. Um corte oblíquo, no suporte preto das rodas, feito com "X-acto" (tirando a roda temporariamente do seu suporte) permite que o tubo não bata nas rodas. Este corte pode ser visto nas Figs. 5 e 6, do lado esquerdo.

Utilizei um "O-ring" de dimensão adequada, para funcionar como pneu, evitando assim danificar a pintura do tubo. Estes anéis têm excelente uniformidade de espessura.

Os blocos das rodas foram montados dentro de uma calha de alumínio com secção em "U", de largura adequada (20 mm medidos pelo exterior), preenchendo-se a ligeiríssima folga com espaçadores de cartolina uniformes [Fig. 6(1)]. Esta calha foi montada sobre uma régua espessa de madeira, de modo a colocar as rodas suficientemente altas para que o tubo possa dar a volta sem que a sua pega de suporte, ou o suporte do buscador constituam obstáculos a esta rotação. Há ainda que limitar o movimento longitudinal do tubo do telescópio: as quedas do tubo de cima do berço rotativo são incomodativas, nocivas e traumatizantes; por isso estes limitadores têm de ser eficazes. Na Fig 5 podem ver-se os limitadores longitudinais, dianteiro e traseiro.



Fig. 7. Diferentes aspectos do dispositivo de colimação. Guilherme de Almeida (2007).

6. Recomendações de utilização

A foto do lado direito da Fig. 7 talvez não permita a leitura do seu texto de acompanhamento. Por isso, devo dizer que o ecrã, no meu caso, foi colocado a 5,20 m do primário. A mancha do laser aparece amplificada devido à curvatura do primário. A esta distância, um erro de 5 mm (entre pontos extremos da mancha vermelha) significa um desvio angular de 0,00962 radiano, o que corresponde a 3,3 minutos de arco (3,3'), ou seja, 1,65' em relação à posição média. Isto, por sua vez, significa uma inclinação de apenas 0,83 minutos de arco no primário. Para facilitar a detecção dos pequenos deslocamentos da mancha luminosa na parede (que passam despercebidos numa parede lisa e sem referências), utilizei uma mira feita a computador numa vulgar folha A4.

Para que a mancha vermelha não apareça demasiado grande no ecrã, será conveniente não colocar o laser demasiado afastado do menisco (coloquei o laser a uma distância de cerca de 50 cm). Utilizei um vulgar "ponteiro" laser, do tipo utilizado para apresentar uma palestra, ou uma comunicação em *Powerpoint*. Este modelo de laser tem um botão de pressão, e para o manter ligado é preciso pressionar constantemente. Para manter o laser ligado, enquanto seguia os procedimentos para a colimação do primário, utilizei uma vulgaríssima mola da roupa, que pressionava o botão de ligar: uma solução simples e eficaz. O laser, depois de colocado em posição, não deverá mover-se em relação à plataforma que suporta o tubo.

O modo de utilização que se revelou mais prático consistiu em comparar as posições da pequena mancha vermelha na parede, por comparação com uma mira de referência, perante posições do tubo rodadas de 180° entre si. Essa metodologia vai ilustrada na Fig. 3(2). Tomando para referência uma

parte do tubo, por exemplo o botão de focagem, coloquei-o voltado para cima [Fig. 3 (2)A] e observei a posição da mancha luminosa sobre a mira fixada à parede. Rodando o tubo 180° [Fig. 3 (2)B] voltei a observar a posição dessa mancha, que se deslocou um pouco. Actuei nos parafusos de colimação do primário de modo a apontar a mancha para o ponto médio entre as duas posições referidas. Repeti para as posições C e D, também ilustradas na Fig.3, à direita. Repeti os procedimentos, agora com desvios muito menores. É difícil detectar desvios inferiores a cerca de 4 mm. Mas o ideal é conseguir que a mancha fique imóvel em relação à mira.

Em seguida faz-se a colimação do secundário por uma estrela, natural ou artificial. E o telescópio ficará muito bem colimado.

Note-se que é possível, logo após esta colimação do primário, fazer uma pré-colimação do secundário (a aperfeiçoar posteriormente recorrendo a uma estrela). Para isso pode inserir-se um bom laser de colimação no porta-oculares (desta vez não serve um ponteiro laser), actuando nos parafusos de colimação do secundário até garantir que o feixe reflectido pelo secundário regresse ao orifício de saída do laser. Mas deve ficar claro que este procedimento deverá ser depois confirmado mediante a observação de uma estrela, pelo método clássico, aprimorando a colimação do secundário. Mas em geral não será preciso voltar a mexer na colimação do primário, o que mostra a grande utilidade do dispositivo de Yuri.

A conformidade das dimensões do dispositivo relativamente ao telescópio a colimar determina que o dispositivo de Yuri seja construído especificamente para um dado modelo de telescópio. Raramente servirá para outros modelos, a não ser que sejam feitas alterações dimensionais. Para outros modelos, a distância entre as duas rodas da frente (e entre as duas rodas traseiras) pode ter de ser diferente. Mais importante ainda, a distância entre os pares de rodas traseiras e os pares de rodas dianteiras terá de ser forçosamente diferente, pois depende do comprimento do tubo.

7. Conclusão

O sistema de Yuri, com variantes de execução prática, foi construído em Portugal por mais alguns observadores, entre os quais Joaquim Rosa, Grom Matthies e Rui Tripa (da empresa *Perseu*). A Fig. 8 mostra algumas dessas realizações, incluindo o modelo original de Yuri Petrunin.



Fig. 8. Diferentes realizações do dispositivo de Yuri. 1- o original, utilizado na oficina de óptica da própria TEC (*Telescope Engineering Company*); 2- realização de Joaquim Rosa; 3- realização alternativa do observador norte-americano Jason Spencer, que não utiliza rodas, manipulando-se o tubo num banquinho voltado ao contrário (o encosto do tubo foi revestido com feltro, para não esfolar a pintura deste). Imagens da autoria dos respectivos autores.

Obtive excelentes resultados com este dispositivo na colimação do meu telescópio Maksutov-Cassegrain, *Intes-Micro M715 Deluxe*, de $D=180$ mm $f/15$. Quem quiser pode utilizar os meus planos sem problemas, mas não posso assumir responsabilidades pela qualidade da construção que cada um faça, nem pelo maior ou menor sucesso que consiga com este sistema.

Referências:

ALMEIDA, GUILHERME DE — *Telescópios*, Plátano Editora, Lisboa 2004.

MELHORE O SEU TELESCÓPIO MODIFIQUE A *DOVETAIL*



GUILHERME DE ALMEIDA
g.almeida@vizzavi.pt

Introdução

Este artigo aborda a realização de um melhoramento essencial nas *dovetails*, com vista a evitar a deterioração nas suas faces laterais, causada pelo aperto dos parafusos de fixação. Pode ainda evitar a queda do tubo óptico caso haja deslizamento da *dovetail* em relação à fêmea de suporte. Trata-se de um melhoramento de fácil realização requerendo apenas alguns preparativos prévios para assegurar a boa estética e a perfeição do resultado final. O melhoramento proposto pode ser aplicado tanto às *dovetails Vixen* como a outras semelhantes.

O despontar de uma inovação

Um telescópio astronómico é constituído por dois componentes básicos: o tubo do telescópio e a montagem equatorial (ou de outro tipo), que permite orientar o tubo de modo a visar o objecto observado. Associar estes dois elementos nem sempre foi tarefa fácil, sobretudo quando se pretende obter simultaneamente rapidez, eficácia e flexibilidade. Nos nossos dias existem sistemas de montagem e desmontagem rápida que tornam tal operação mais fácil e rápida do que nunca.

Até ao fim dos anos de 1980, a maior parte dos telescópios era ligada à montagem por meio de um ou dois anéis que, por sua vez, eram aparafusados ao berço plano da parte superior da montagem (o "berço" é a parte plana situada no topo do eixo de declinação). O aperto desses parafusos exigia sempre uma ferramenta (chave de parafusos ou chave de porcas sextavadas). Tal

procedimento era demorado, tornando-se aborrecido quando, no local de observação, era preciso alguma sorte e persistência para introduzir os parafusos nos furos certos, no escuro! Este método de montagem implicava que os anéis ficassem por vezes demasiado próximos entre si, método pouco eficaz no caso dos telescópios de tubo comprido. O procedimento ainda se tornava mais aborrecido se um observador pretendesse utilizar sucessivamente vários telescópios sobre a mesma montagem. Por outro lado, o equilíbrio em relação ao eixo de declinação exigia afrouxar o aperto dos anéis, avançar ou recuar o tubo do telescópio e voltar a apertar os anéis. Além de pouco prático, este sistema tinha um espaço de manobra limitado, sobretudo nos tubos curtos quando era preciso reequilibrar o tubo do telescópio após a montagem ou a desmontagem de acessórios pesados.

Os sistemas de montagem e desmontagem rápida de telescópios

No fim dos anos 80 começaram a aparecer dispositivos de montagem e desmontagem rápida dos tubos ópticos permitindo, em menos de um minuto, ligar ou separar um tubo óptico de uma dada montagem sem necessidade de qualquer ferramenta. Alguns destes sistemas foram desenvolvidos pelas marcas *Losmandy* e *Astro-physics*. A *Carl Zeiss* lançou um sistema semelhante nas suas montagens. Mas esses produtos enquadravam-se em marcas caras, numa época em que os preços do equipamento, fortemente penalizados por pesadas taxas de importação, eram inacessíveis à maioria das pessoas.

Quando a *Vixen* deixou de produzir as montagens *Super Polaris*, que ainda possuíam um berço para aparafusar anéis, e lançou a famosa *Great Polaris* (GP) e a sua versão ainda mais robusta, a *GPDx*, um dos melhoramentos então apresentados foi o sistema de encaixe e desencaixe rápido: uma barra de secção trapezoidal podia ficar solidária com o tubo do telescópio, ou aparafusada a anéis (permanentemente ligados a essa barra). Na parte superior do eixo de declinação passou a existir um encaixe fêmea com um parafuso de aperto manual que bloqueava solidamente essa barra. Em alguns casos o aperto é complementado por um segundo parafuso, menor, com a função de parafuso de segurança. Essa barra ficou conhecida na gíria como *dovetail* (termo anglo-saxónico que corresponde em português corrente ao que habitualmente se chama "encaixe em cauda de andorinha". Mas o termo, embora usado desde sempre na marcenaria, não pegou nos meios ligados às observações astronómicas. O estrangeirismo ganhou raízes e toda a gente diz simplesmente *dovetail*, como faremos neste artigo.

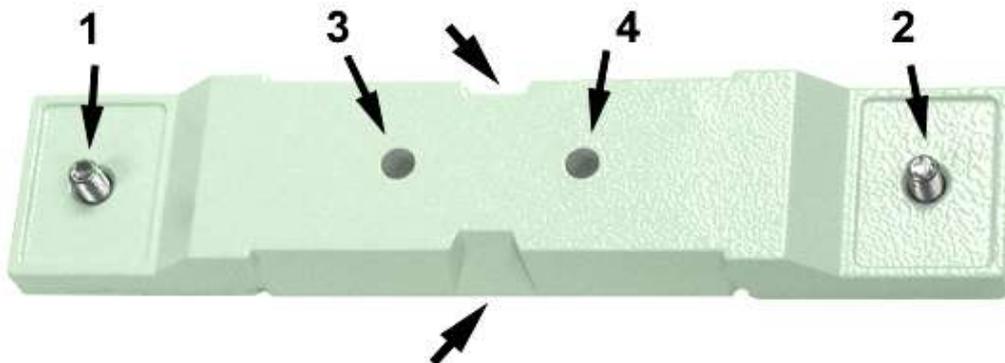


Fig. 1. A *dovetail* original *Vixen*. O estreitamento a meio da barra (setas largas) permite encaixar nele o parafuso de aperto da montagem, mas impede o deslizamento da *dovetail* para o equilíbrio em relação ao eixo de declinação (neste caso o tubo tem de deslizar nos anéis). Os parafusos 1 e 2 permitem apertar anéis e os furos 3 e 4 podem servir para fixação a blocos de montagem embutidos no tubo de alguns telescópios (adaptado de *Vixen Co*).

Entretanto outros fabricantes suprimiram o estreitamento visível na Fig. 1, permitindo assim deslizar a própria *dovetail* na montagem. O sistema *Vixen* foi adoptado por outras marcas e está presente em alguns telescópios (e montagens) *Celestron*, *Meade*, *Synta*, *Orion*, e outros clones *Vixen*. Em alguns "clones" *Vixen*, a *dovetail* é um pouco mais estreita, com 42 mm de largura, mas ainda compatível. Deste modo, os anéis de montagem podem ser aparafusados à *dovetail*, de tal modo que o tubo do telescópio pode ser fixado na montagem, ou desmontado, mantendo os anéis e a *dovetail* sempre ligados a esse tubo. Ou então a própria *dovetail* pode ser aparafusada directamente ao tubo do telescópio. Esta ideia permite montar facilmente, com rapidez, vários telescópios sucessivamente numa dada montagem (desde que todos eles possuam a *dovetail* macho), assegurando ainda uma outra forma de equilibrar o tubo relativamente ao eixo de declinação (quando a *dovetail* é

suficientemente longa): afrouxa-se o parafuso de bloqueamento e corre-se a *dovetail*, para trás ou para diante, apertando-se novamente o parafuso, sempre sem necessidade de qualquer ferramenta. Já se sabe que o equilíbrio em relação ao eixo polar é conseguido movendo adequadamente o(s) contrapeso(s) ao longo do eixo de declinação, ou ainda acrescentando ou retirando contrapesos em função do peso de cada tubo óptico. Mas esse não é o objectivo do presente artigo.

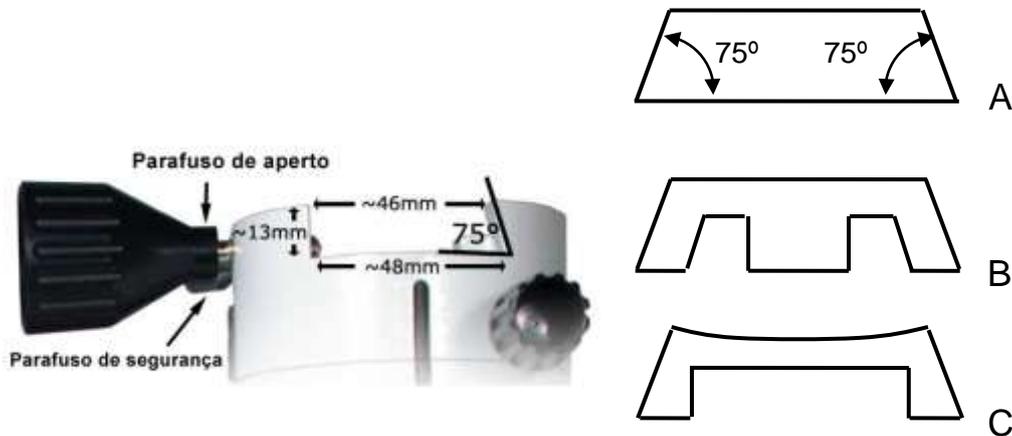


Fig. 2. Exemplo de uma fêmea do sistema *Vixen*. As partes inclinadas formam um ângulo de 75° relativamente à base. Os esquemas A, B e C representam secções transversais de diversas versões da barra (*dovetail*) produzidas por diversos fabricantes. Estas *dovetails* existem agora em diversos comprimentos até cerca de 400 mm. Foto da esquerda: adaptação de *Vixen Co.* Esquemas: Guilherme de Almeida (2007).

A rigidez transversal e torsional das *dovetails* depende do material com que são feitas (geralmente alumínio) e da forma da sua secção transversal. A Fig. 2 mostra algumas das versões existentes, representadas por A, B e C. Para telescópios muito pesados existem *dovetails* avançadas, de maior rigidez, produzidas por marcas como a *William Optics*, *Astro-physics* e outras.

Refira-se que o conceito de *dovetail* (passarei a escrever *dovetail*) teve tanto sucesso que muitos fabricantes adoptaram uma versão em miniatura para a montagem e desmontagem de buscadores.

Objectivos do melhoramento proposto

Um dos poucos inconvenientes do sistema *dovetail* traduz-se pelas pequenas mossas que o parafuso de aperto deixa nas faces laterais da *dovetail*, e há quem o aperte de uma forma excessiva, receando que a *dovetail* escorregue e o tubo do telescópio acabe por cair no chão. Como o uso do telescópio pressupõe montar nele acessórios de diferentes dimensões e pesos, a marca do parafuso de aperto faz-se umas vezes mais adiante, outras vezes mais atrás, acabando-se por ter uma fileira de pequenas mossas em uma ou em ambas as faces laterais da *dovetail*.

Já incomodado com a situação, procurei uma solução que me evitasse fazer mais mossas na *dovetail*. Também não me agradava nada a ideia de um dia a *dovetail*, eventualmente menos apertada, escorregar deixando o tubo óptico cair no chão. Esta segunda hipótese não me incomodava menos do que a primeira! Pensei então na hipótese de fixar uma régua fina de alumínio a um ou aos dois lados da *dovetail*. Os parafusos que prendessem essa régua, seriam fixados em furos roscados, abertos junto aos topos da *dovetail*. Esses mesmos parafusos, sobre anilhas espessas, criariam saliências capazes de impedir o escorregamento total da *dovetail*. A régua metálica poderia ser substituída sempre que necessário.

Num telescópio de *dovetail* móvel, o trabalho é relativamente fácil. Basta desmontar a *dovetail*, marcar com rigor as posições dos furos, fazê-los perpendicularmente às faces laterais da *dovetail*, roscá-los utilizando um macho com a medida de rosca apropriada (M3 a M4) e, por fim, fixar a régua metálica portadora de furos junto aos extremos, em conformidade com os furos feitos na *dovetail*. O trabalho pode fazer-se só de um dos lados da *dovetail* ou de ambos os lados. Num telescópio de *dovetail* fixa (e dedicada), como é o meu caso, trata-se de um salto sem rede: se algo correr mal ...

Realização

Para concretizar a minha ideia, num telescópio de dovetail fixa, tive de ultrapassar várias dificuldades que passarei a descrever. Para garantir a perpendicularidade entre os furos e as faces laterais da dovetail, tive que me assegurar de que tais faces ficavam horizontais, para poder furar na vertical. De modo a evitar as vibrações de um berbequim eléctrico, sempre agressivas para os alinhamentos ópticos, utilizei uma aparafusadora eléctrica, cuja suavidade e baixa velocidade angular (180 rpm em vazio) resolveram bem o problema.

Para garantir o rigor e a boa repetibilidade das posições dos furos, utilizei um pedaço de cantoneira de alumínio (representada por H na Fig. 3) com batente e um furo-guia, colada à face lateral da dovetail com fita-cola de dupla face, para não sair do lugar durante a furação. Essa bitola foi usada para orientar os 4 furos, dois de cada lado da dovetail, sendo colada novamente em cada local, para a realização de cada furo. A minha dovetail, do tipo "C" visível na Fig. 2, tem a face superior maquinada ao raio de curvatura do tubo e exigia que furasse 6 mm de espessura em cada furo.

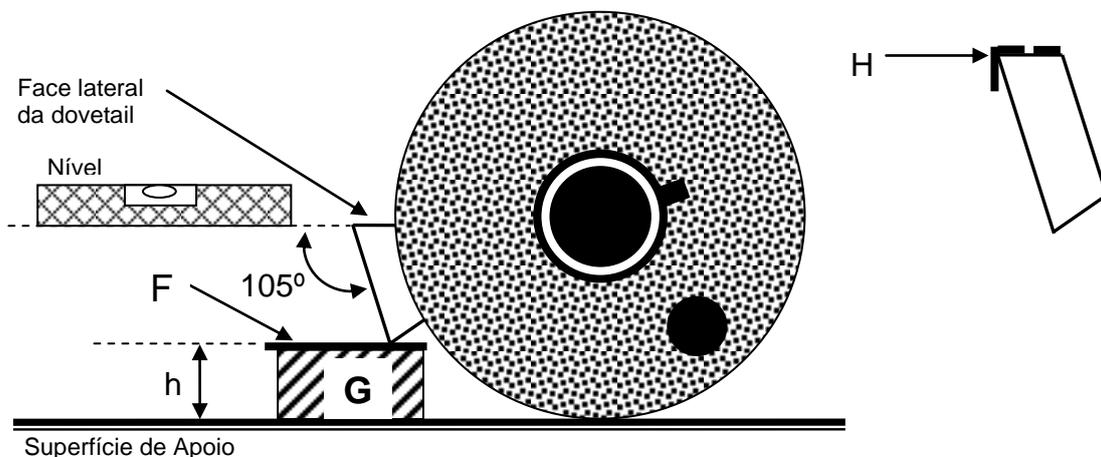


Fig. 3. Orientação rotacional do tubo do telescópio, de modo a assegurar a horizontalidade da face onde será feita a furação. O ajuste fino da altura h foi feito com folhas de papel (assinaladas com F), sobre um bloco de madeira G. Não me atrevi a fazer uma fotografia a meio da operação. Guilherme de Almeida (2007).

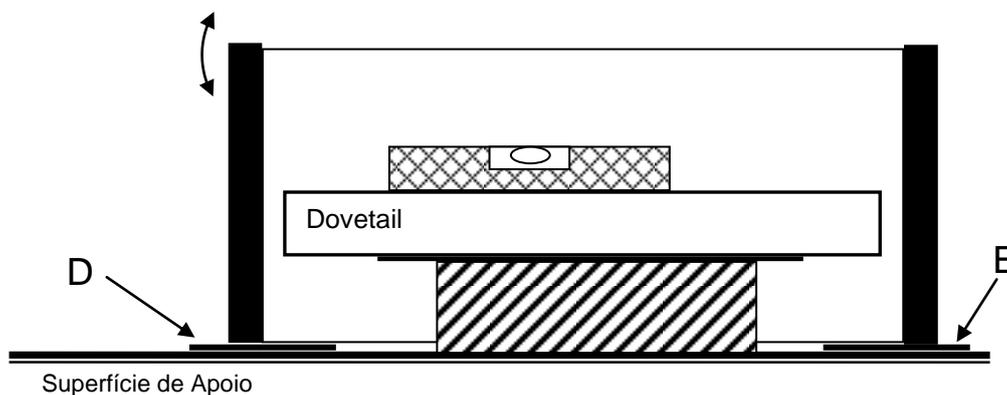


Fig. 4. Orientação do tubo do telescópio, num plano perpendicular ao da figura 3, de modo a assegurar a horizontalidade da face onde será feita a furação. O ajuste fino da horizontalidade foi desta vez concretizado pela colocação de folhas de papel em D e E, confirmando-se a horizontalidade pelo nível de bolha de ar. Guilherme de Almeida (2007).

O nível de bolha de ar (visível na Fig. 5) foi fixado à tampa com fita-cola de dupla face, com cunhas de cartolina interpostas, para garantir (por comparação com outro nível circular) que o seu plano era perpendicular ao eixo da caixa cilíndrica. As cunhas de cartolina permitiram uma boa afinação.

Dado que a dovetail é fixada ao tubo, por dentro, com 10 parafusos M3, não se justificava neste caso que os furos roscados fossem de maior dimensão. O furo foi feito com broca de 2,5 mm de acordo com as normas de abertura de roscas para um macho M3. Mas quem quiser pode fazer os furos com rosca M4 (broca de 3,5 mm).



Fig. 5. Para garantir a verticalidade dos furos utilizei um nível circular de bolha de ar, adaptado ao topo de uma caixa cilíndrica (de oculares!), que encaixava justo ao cabo da aparafusadora eléctrica (1, 2 e 4). Tive de procurar muito até arranjar uma tampa com diâmetro interno bem adaptado à aparafusadora. Em 3 mostra-se a bitola de furação. Em 5 vê-se um dos furos já roscado (M3), com "perfeição profissional". Guilherme de Almeida (2007).

A furação revelou um outro obstáculo: a bucha adaptada à aparafusadora, para fixar a broca, corria o risco de roçar na superfície pintada do tubo do telescópio, danificando-a. Foi preciso utilizar uma protecção, feita com duas camadas de cartolina (Figura 6-1). A bucha nunca tocou na cartolina, mas pude trabalhar mais descansado.

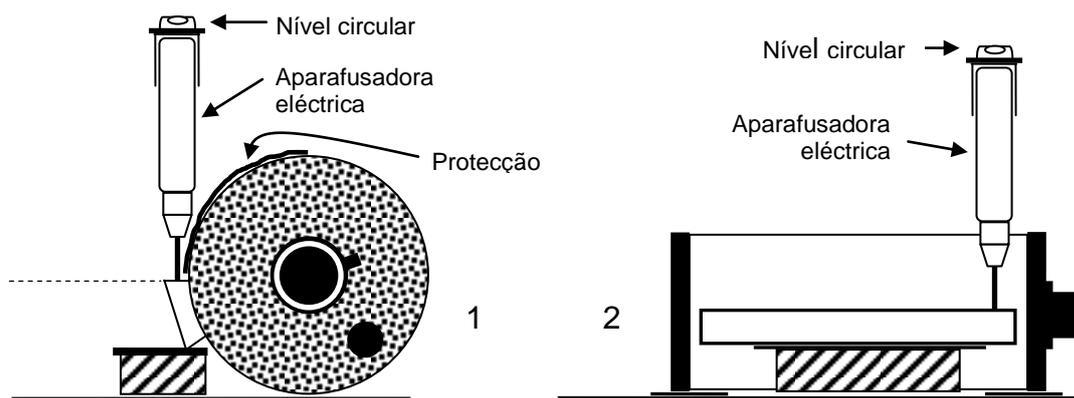


Fig. 6. A furação foi feita vigiando o nível de bolha de ar acoplado ao topo da aparafusadora. 1- vista traseira; 2- vista lateral. Como havia 6 mm a atravessar em cada furo, a furação foi interrompida algumas vezes para limpar a ponta da broca e aplicar óleo fino. O furo tem de ser feito com cuidado, para evitar inclinações que possam partir a broca. Guilherme de Almeida (2007).

No entanto, as dificuldades não ficaram por aqui. Não foi possível aplicar directamente o macho de abrir roscas no desandador de roscas: dado o pequeno comprimento do macho, as hastes do desandador iriam bater no tubo do telescópio, impedindo a rotação do macho. Este problema é visível na Fig, 7, esquema 1. Foi preciso construir expressamente uma extensão para o macho, dado que tal

acessório não existe à venda (procurei bastante). Tive de fazê-lo. A rotação do macho já é possível com este extensor (Fig. 7, esquema 2).

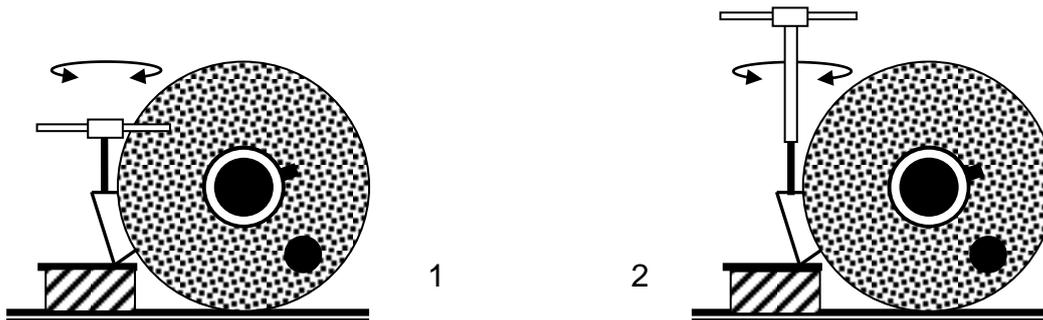


Fig.7. A rotação do macho para abertura da rosca não era possível só com o macho e o desandador (1), mas tornou-se possível com o extensor que construí expressamente para o efeito (2) Guilherme de Almeida (2007).

Para fazer o extensor do macho utilizei um troço de tubo de alumínio de pequeno diâmetro. Numa das pontas deste tubo introduzi à pressão, e com *Araldite*, um parafuso M4, de aço macio e cabeça *Allen* (cabeça sextavada interior). Depois de endurecida a cola, a cabeça cilíndrica foi limada tornando-se de secção quadrada, adaptada ao desandador de machos. A união foi reforçada com um tubo exterior envolvente, deixando apenas a cabeça (agora quadrada) à vista. Foram em seguida preparadas duas porcas M3 de latão que, batidas fortemente com o bico de uma escápula de aço de secção quadrada, nos seus furos, levaram tais furos a adquirir a forma quadrada com a dimensão para alojar a espiga quadrada do macho M3. Essas porcas foram empilhadas e coladas com *Araldite* na extremidade oposta do tubo fino de alumínio. O lado externo das porcas foi depois arredondado à lima e a união foi também reforçada com um troço de tubo envolvente, à medida, colado com a mesma cola. A figura 8 mostra diversos aspectos deste dispositivo extensor.

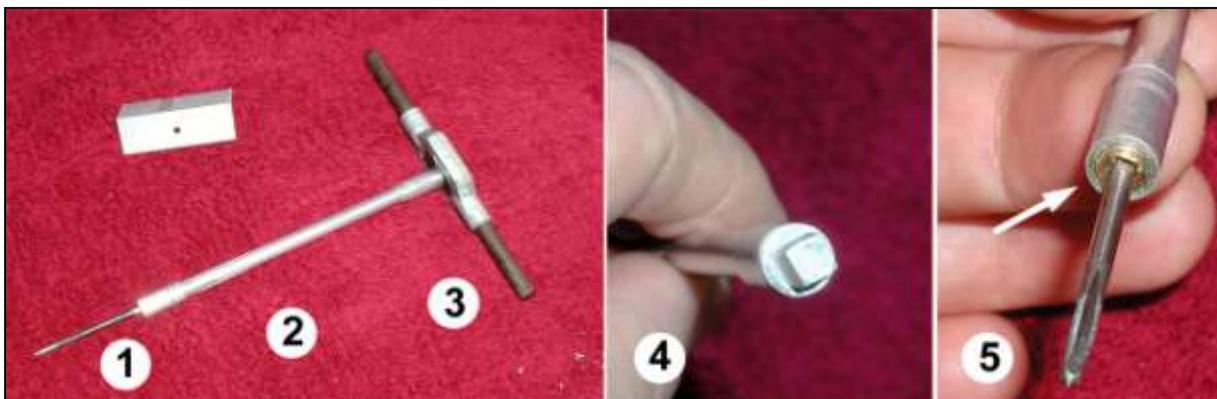


Fig.8. Diversos aspectos do extensor do macho. 1- macho M3; 2- extensor do macho; 3- desandador de machos; 4- ponta do extensor do lado do desandador; 5- ponta do extensor com macho inserido no furo quadrado (Guilherme de Almeida 2007).

Devo dizer que o extensor para a rotação do macho funcionou muitíssimo bem. Como é habitual, deve-se lubrificar a extremidade do macho e recuar um quarto de volta por cada meia volta rodada, para quebrar rebarbas no metal. Para evitar que a rosca fique larga em relação ao parafuso, só se deve utilizar o primeiro macho (o de início de rosca) e apenas até que a sua ponta sobressaia cerca de 3 mm a 4 mm do lado oposto. A régua de alumínio utilizada tem 10 mm de largura e 1,5 mm de espessura; foi cortada com 378 mm de comprimento (ficou com 11 mm a menos do que a dovetail, de cada um dos lados, dado que as extremidades da minha dovetail são cortadas de origem com inclinação, como vê na imagem de abertura deste artigo. A dovetail tinha 41 mm de largura antes de aplicar a régua. Cada um dos parafusos foi montado com uma anilha zincada larga (Fig. 9), com furo de 3 mm de diâmetro, inserida sobre um vedante de borracha de 3/8", furado (do tipo usado nas válvulas das torneiras). Esta anilha espessa de borracha cumpre suas funções importantes: 1-cria uma saliência local, para que o parafuso sirva de efectivo bloqueio ao eventual escorregamento da dovetail e à queda do tubo óptico; 2- origina uma superfície de amortecimento e protecção, se alguma vez estes parafusos baterem na montagem devido a um hipotético escorregamento da dovetail.

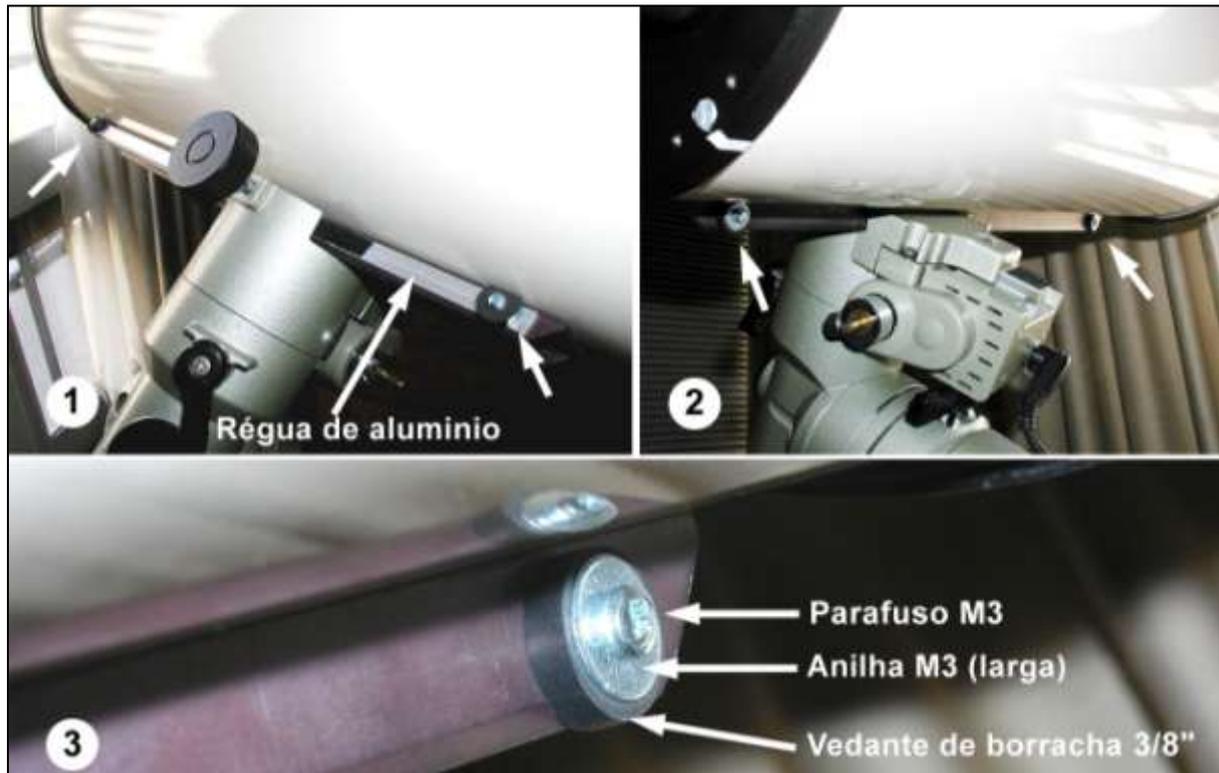


Fig.9. Diversos aspectos do sistema já montado de um dos lados da dovetail. A anilha de borracha foi descentrada para melhor visibilidade na fotografia. Neste caso só se aplicou a régua de alumínio do lado esquerdo. O telescópio fotografado é um Maksutov-Cassegrain *Intes-Micro Alter M715 Deluxe*, com 180 mm de abertura, $f/15$ (Guilherme de Almeida 2007).



Fig.10. O trabalho acabado. 1- vista lateral esquerda, vendo-se a totalidade da régua de alumínio e os parafusos já montados; 2- pormenor da régua e de um dos parafusos, junto a uma das extremidades da dovetail (Guilherme de Almeida 2007).

Conclusão

Os objectivos pretendidos foram plenamente alcançados, tanto no plano estético como na componente funcional. Os furos e as roscas apresentam aspecto profissional, como se viessem de fábrica (Fig. 5, imagem 5). Os furos saíram perfeitamente alinhados e a estética final é muito boa. Este melhoramento da dovetail traz segurança acrescida ao observador e isso é muito vantajoso: o sossego, a despreocupação, a tranquilidade e a descontração não têm preço. Farei este mesmo trabalho nas dovetails dos meus outros telescópios.

PRISMAS DE HERSCHEL E A OBSERVAÇÃO SOLAR

PEDRO RÉ

<http://www.astrosurf.com/re>

A observação da nossa estrela reveste-se de inúmeros perigos se não cumprimos regras elementares de segurança. O Sol só pode ser observado sem qualquer prejuízo irreversível para os nossos olhos se **recorrermos** ao uso de filtros adequados. A maioria dos construtores recorre ao uso de crómio ou de alumínio depositado em camadas extremamente finas de modo a atenuar a radiação na região do visível e do infravermelho próximo. Um filtro solar seguro transmite menos de 0,003% (densidade aproximada de 4,5) da luz visível (380 a 780 nm) e não mais de 0,5% (densidade aproximada de 2,3) no infravermelho próximo (780 a 1400 nm). A Figura 1 ilustra a resposta espectral de alguns filtros solares mais usados.

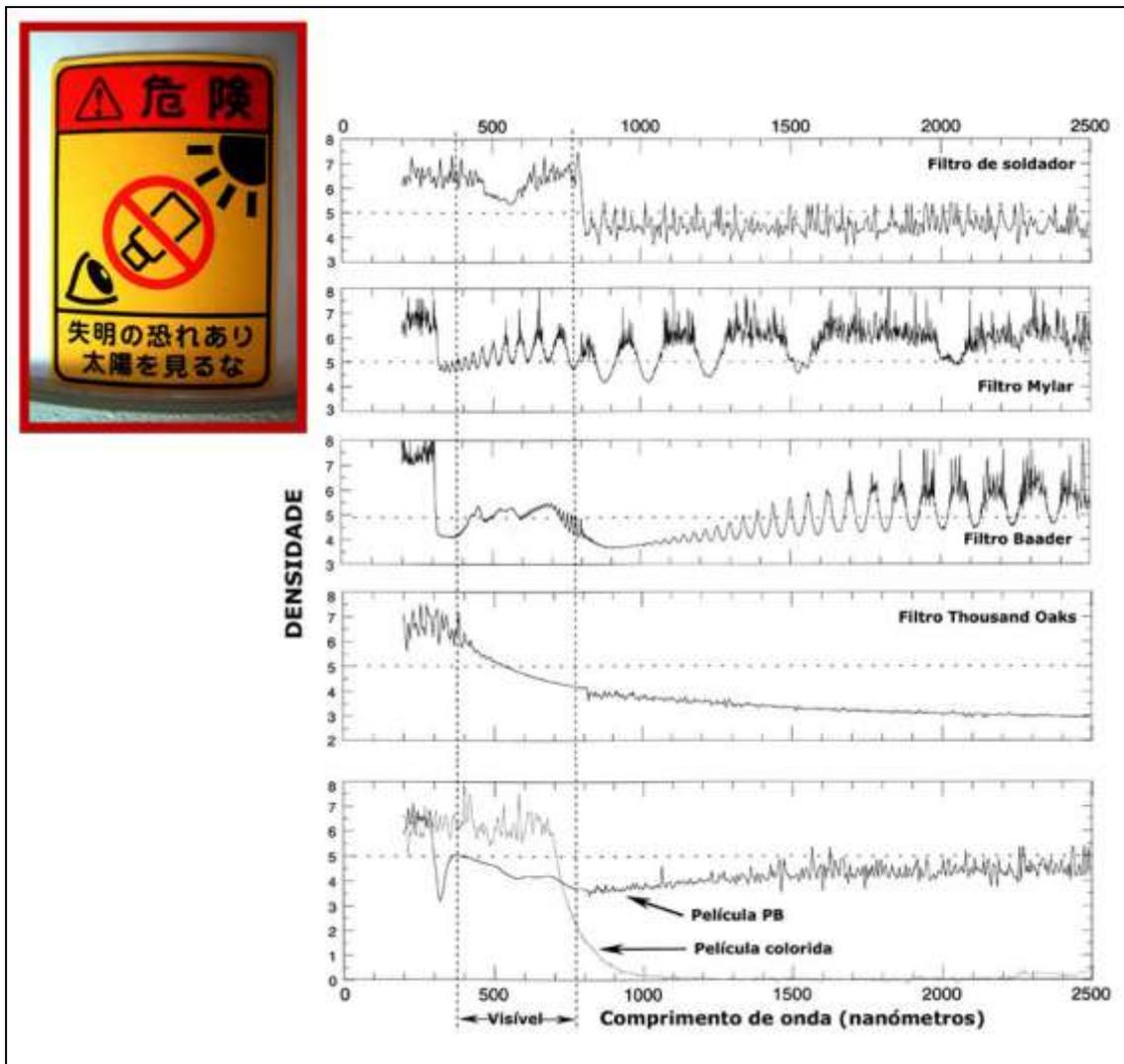


Figura 1- Níveis de transmissão de alguns filtros solares.

Os filtros seguros para observar e fotografar o Sol são bem conhecidos: (i) Filtros de soldador (Din 14); (ii) Filtros Mylar; (iii) Filtros Thousand Oaks; (iv) Filtros Baader Planetarium (Astrosolar). A utilização de películas fotográficas veladas a preto e branco ou coloridas, como filtros solares não é aconselhada. Do mesmo modo não é segura a utilização de vidros fumados, óculos de Sol (um ou vários pares), filtros fotográficos de densidade neutra, filtros polarizantes e CD-Roms.

A utilização de prismas de Herschel é um outro método de observar o Sol em total segurança. Apesar de só recentemente terem surgido no mercado diversos prismas de Herschel a sua invenção é atribuída ao astrónomo William Herschel (1738/1832). Herschel utilizou pela primeira vez estes prismas em trabalhos relacionados com o estudo do espectro solar na região do infravermelho próximo. Os prismas de Herschel têm uma forma de cunha com um ângulo próximo dos 23° que contrasta com os 90° graus de uma prisma usualmente utilizado como diagonal num telescópio refractor ou catadióptrico.

O astrónomo italiano Angelo Secchi (1818/1878) descreve os primeiros prismas de Herschel na sua obra *Le Soleil* publicada em 1875 (Figura 2). Secchi (padre jesuíta) tinha uma formação em física e matemática e foi um dos pioneiros da astrofísica (juntamente com Joseph von Fraunhofer). Realizou as primeiras observações espectroscópicas de diversas estrelas tendo proposto uma classificação composta por 4 classes espectrais distintas. Secchi tinha um interesse particular na observação solar. Desenvolveu diversos instrumentos para observação solar em particular o espectrohelioscópio. Os métodos utilizados em meados do século 19 na observação do Sol não eram os mais seguros. Neste período os astrónomos recorriam sobretudo a filtros coloridos e a diafragmas. Secchi refere estes métodos no seu livro:

(...) Herschel avait éprouvé ces inconvénients: aussi aimait-il mieux employer des verres fortment colorés, en conservant toute l'ouverture de son telescope. Il essaya plusieurs autres moyens, et en particulier des liquides diversement colorés, par exemple de l'eau mélangée d'encre; mais la chaleur produisait dans ces liquides des mouvements tumultueux, et il en resultait une grande confusion dans les images.

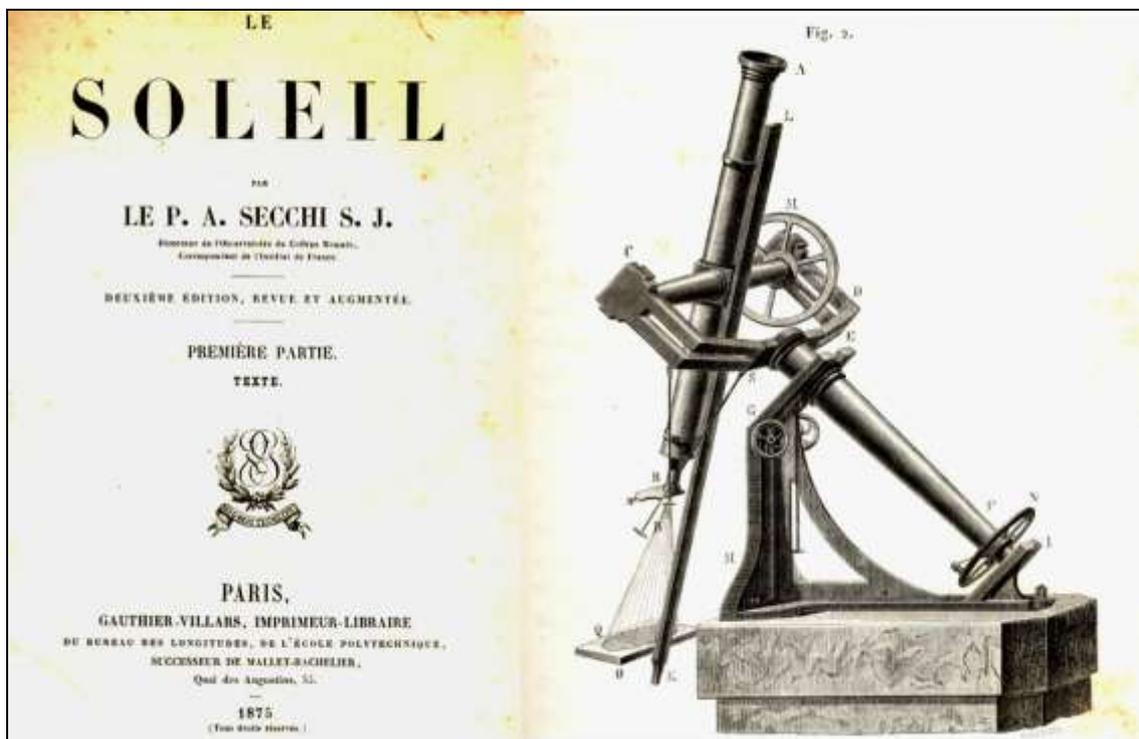


Figura 2- Secchi, P.A. (1875) *Le Soleil*. Gauthier-Villars, Paris. Página de rosto e imagem de um refractor utilizado em observação solar (por projecção directa)

A descrição original de Secchi (prismas de Herschel) é muito interessante:

(...) Un excellent moyen a été proposé par sir John Herschel. Il consiste à employer la lumière réfléchi. On a essayé de produire cette réflexion à la surface d'une lame de verre très-fortement colorée; on évitait ainsi la réflexion sur la seconde face, et par conséquent on écartait une cause de trouble dans la formation de l'image; mais alors les rayons qui ne sont pas réfléchis sont absorbés; le verre s'échauffe, se déforme et finit par se briser. Herschel a évité tous ces inconvénients en adoptant la disposition suivante: un prisme rectangulaire de cristal est disposé de manière que le rayon incident vienne se réfléchir sur son hypoténuse; les rayons qui pénètrent dans le cristal sortent perpendiculairement à la seconde face et l'on évite ainsi les réflexions intérieures que seraient gênantes. Le prisme est fixé dans une monture à claire-voie afin d'éviter l'élévation de température. Par cette disposition, l'appareil

s'échauffe très-peu et la lumière est tellement affaiblie, qu'on peut se contenter d'un verre faiblement coloré. (Figura 3).

Na mesma obra Secchi descreve ainda outros métodos similares mas menos eficientes para a observação directa do Sol sem recorrer ao uso de filtros (Figura 4).

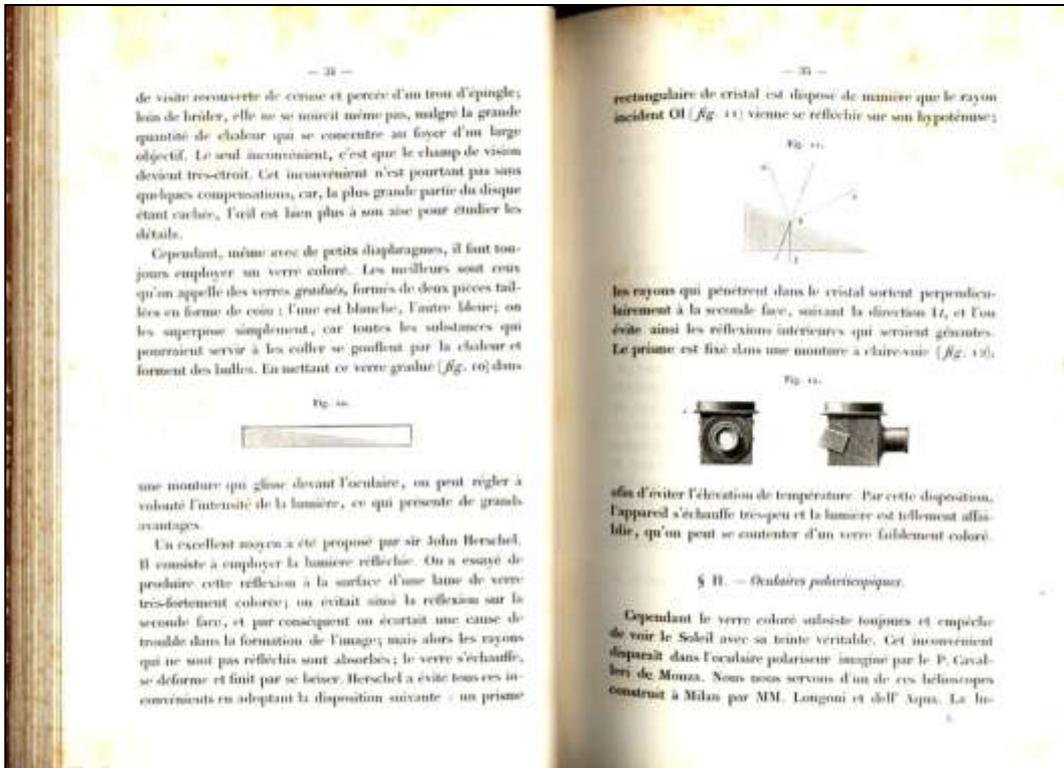


Figura 3- Descrição do prisma de Herschel. Secchi, A.P. (1875), *Le Soleil*.

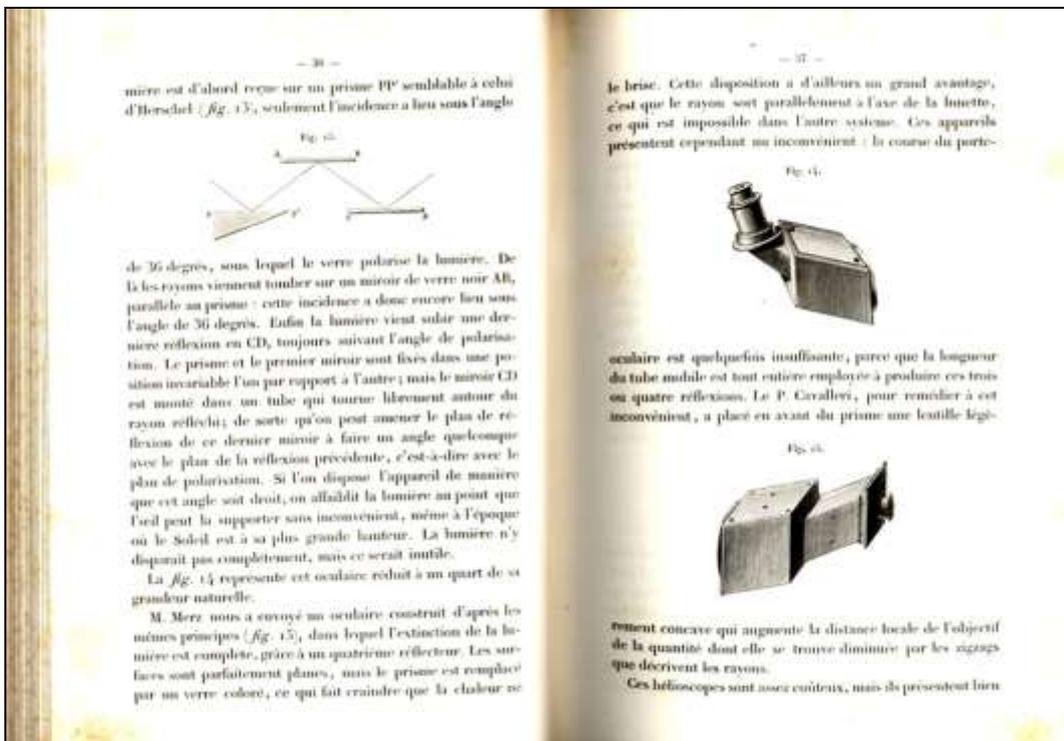


Figura 4- Descrição de algumas variantes do prisma de Herschel. Secchi, A.P. (1875), *Le Soleil*.

Os prismas de Herschel existentes actualmente são, no essencial, idênticos aos descritos por Secchi. O prisma de Herschel da Baadeer Planetarium é um bom exemplo (Figura 5). O prisma é composto por um vidro especial (Zeiss) e apresenta uma superfície reflectora com um elevado grau de correcção ($1/10 \lambda$). Reflecte unicamente 4,6 % da luz incidente (os restantes 95,6 % da luz e calor são desviados na direcção oposta de tal modo que a grande parte da radiação e calor são rejeitados) (Figura 5). O prisma de Herschel Solarvue 2 (Astro-Engineering) (Figura 6) difere unicamente no modo de rejeição térmica. Ambos são excelentes para a observação ou fotografia solar (Figura 7 e 8). As imagens produzidas têm um contraste muito superior ao que é obtido se recorremos à utilização de filtros frontais (*e.g.* Astrosolar - Baader Planetarium).

Estes prismas só devem ser usados em telescópios refractores. As radiações UV e IV são em grande parte absorvidas pelos elementos ópticos do refractor e também pelas lentes da ocular. Nunca é demais referir que não podemos usar prismas de Herschel se pretendermos observar o Sol com o auxílio de um telescópio reflector ou catadióptrico (Schmidt-Cassegrain ou Newton-Cassegrain). Nestes casos as referidas radiações não são totalmente absorvidas (a não ser que se utilizem filtros especiais) e a observação não é segura. Além disso, o calor intenso, concentrado ao nível do espelho secundário, pode contribuir para que este se descole ou fique submetido a tensões que devem ser evitadas. Os telescópios Maksutov-Cassegrain podem ser usados com alguma precaução (o aquecimento intenso já referido) uma vez que possuem um menisco côncavo-convexo que absorve as radiações prejudiciais, mas não se recomenda a sua utilização.



Figura 5- Prisma de Herschel Baader Planetarium instalado num telescópio refractor apocromático Takahashi FS128 F/8.1 (observação visual e fotográfica – DSLR Canon 350D). Pedro Ré (2007).



Figura 6- Prisma de Herschel Solarvue 2 (Astro Engineering) instalado num telescópio refractor apocromático Takahashi FS128 F/8.1 (observação visual e fotográfica – DSLR Canon 350D). Pedro Ré (2007).



Figura 7- Prismas de Herschel Solarvue 2 (esquerda) e Baader Planetarium (direita). Pedro Ré (2007).

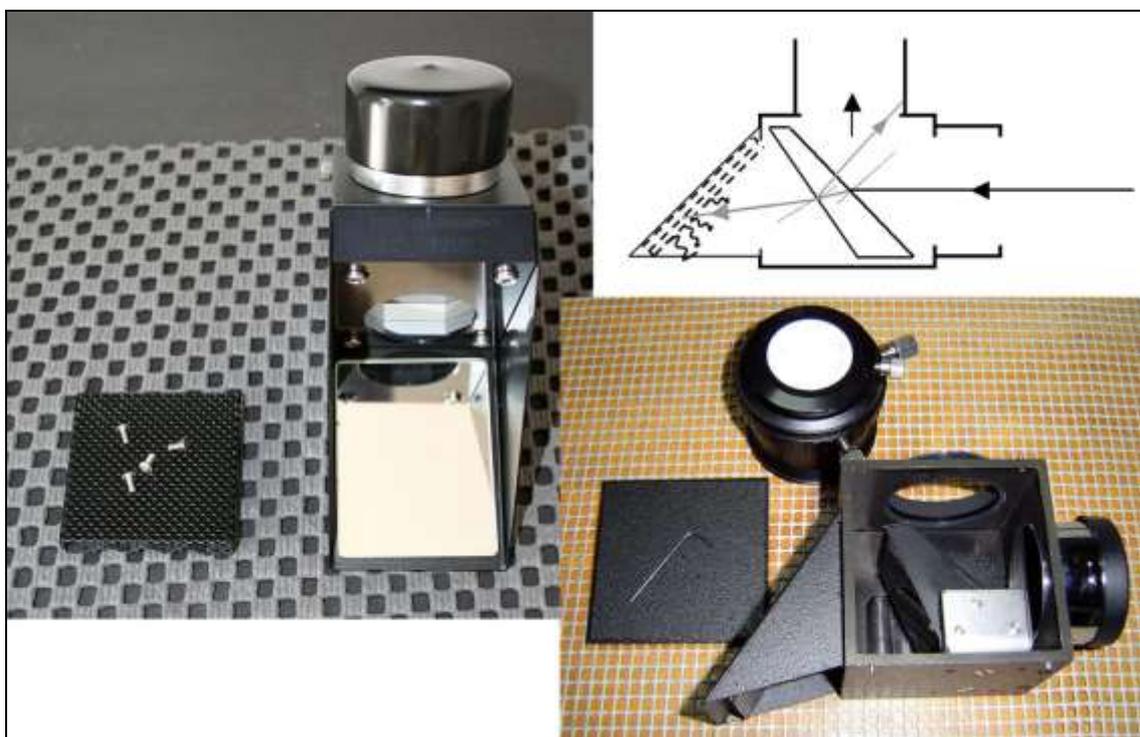


Figura 8- Constituição de dois primas de Herschel: Solarvue 2 (esquerda) e Baader Planetarium (direita). Pedro Ré (2007).

Tal com já foi anteriormente referido, o modo como é efectuada a rejeição térmica é distinto nos dois primas. No prisma Baader a luz e energia rejeitadas são simplesmente dirigidas para uma ratoeira de calor constituída por uma rede metálica perfurada. O prisma Solarvue 2 possui um espelho que redirecciona a luz para uma ratoeira idêntica. Ambos os sistemas são muito eficientes. O prisma Baader pode ser adquirido em duas versões distintas, visual e fotográfica: (i) A versão visual, tal como o nome indica é sobretudo indicada para a realização de observações visuais. Inclui além do prisma um filtro de densidade neutra (ND 3.0) e um filtro verde "Solar Continuum Filter" que produz imagens de alto contraste da fotosfera solar; (ii) A versão fotográfica inclui mais três filtros de densidade neutra (ND 1,8, ND 0,9 e ND 0,6) que podem ser usados na obtenção de fotografias solares. O filtro de densidade neutra (ND 3) 1:1000 nunca deve ser removido. A quantidade de luz reflectiva (ca. 4,6%) é demasiado elevada para que se possa observar o Sol directamente sem recorrer ao uso deste filtro. Para que se possa observar o Sol em segurança convém usar o filtro verde ou um segundo filtro de densidade neutra (eg. ND 0,9).

O prisma Solarvue além de um filtro fixo de densidade neutra (ND 3), inclui um conjunto de filtros polarizadores que permitem ajustar a intensidade luminosa. A utilização deste tipo de filtros é extremamente eficiente, permitindo (ao rodar a ocular) ter acesso a várias condições distintas de observação. Esta variação no brilho da imagem pode ser muito útil na observação de algumas estruturas da fotosfera solar (*e.g.* fáculas).

Os prismas de Herschel são sem sombra de dúvida os melhores acessórios para observação solar. O contraste das imagens é muito superior ao obtido com o auxílio de filtros frontais. Por este motivo os observadores solares experientes preferem recorrer ao uso de prismas de Herschel que não são mais do que versões melhoradas dos primeiros protótipos descritos por William Herschel e John Herschel.

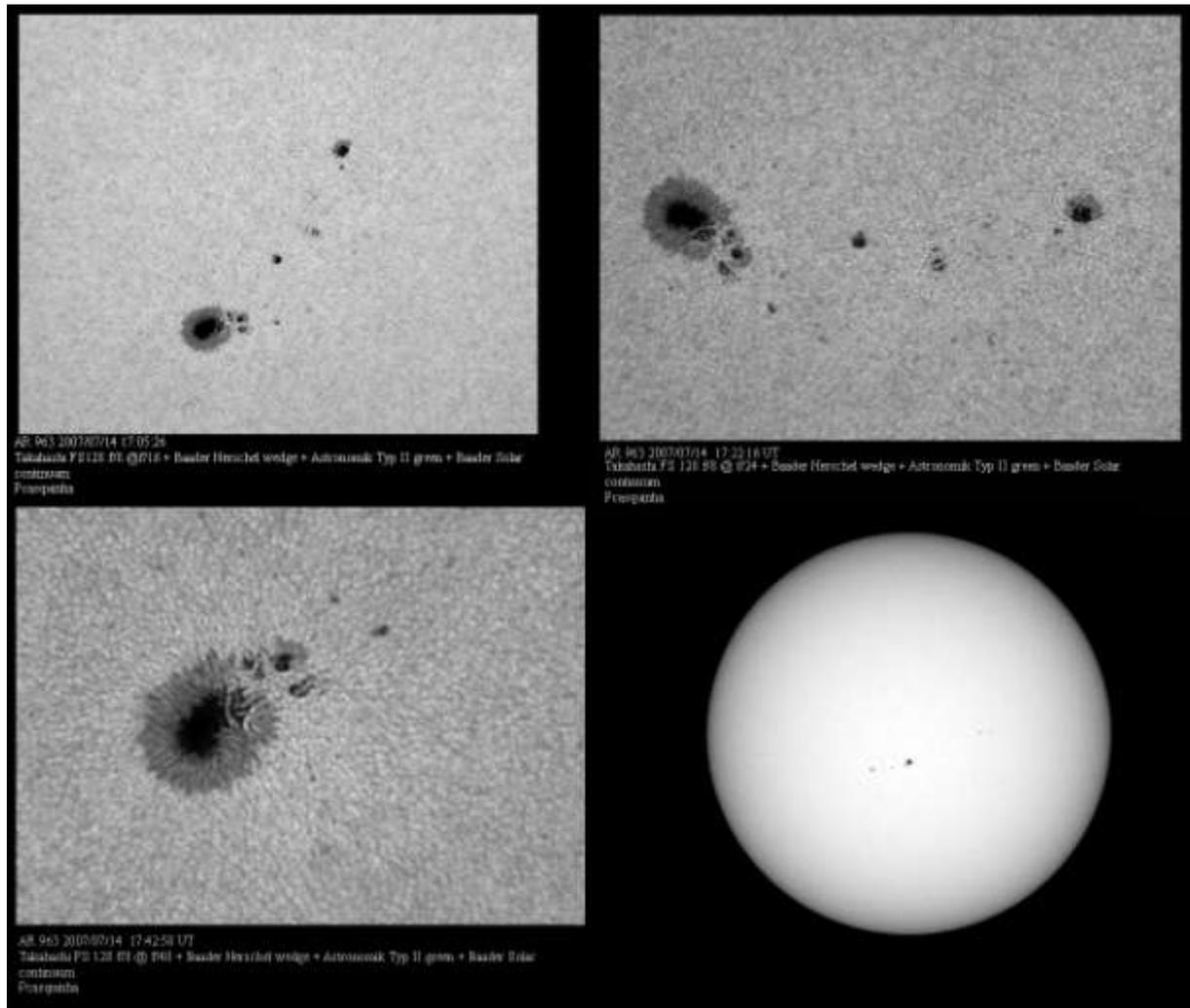


Figura 9- Imagens do Sol obtidas com o auxílio de uma luneta Takahashi FS128 F/8.1 e de um prisma de Herschel Baader Planetarium. A imagem do disco inteiro (foco principal) foi obtida pelo autor no dia 13 de Julho de 2007 (Canon 350D). As restantes imagens foram obtidas por Paulo Casquinha (Lumenera Skynix @ F/16, F/24 e F/40), em 14 de Julho de 2007.

COMO AS NOVAS CÂMARAS REFLEX ME FIZERAM RENDER AO DIGITAL

ALGUMAS DICAS PARA EXPLORAR AS OBJECTIVAS FOTOGRAFICAS EM ASTROFOTOGRAFIA

CARREIRA MARTINS

Este é um artigo despretençioso, destinado a quem, como eu, se está a lançar na astrofotografia com este tipo de câmaras.

O propósito destas linhas é, pois, o de lembrar que a objectiva fotográfica ainda é um grande meio para fotografar o céu. Certos objectos, para não falar de constelações, Via Láctea etc., "cabem" no campo de uma objectiva de distância focal média e média/grande, mas não no de um telescópio. Por exemplo a galáxia de Andrómeda fica muito bonita com uma 300 mm, com 400 mm já cabe demasiado à justa.

A *Canon* provocou uma autêntica revolução na fotografia digital com o lançamento da sua 300 D (depois 350 D e hoje 400 D).

Assim, adquiri no Verão passado uma 350 D, com a qual me estou a iniciar na astrofotografia digital. Os primeiros meses foram de preparação, *i.e.*, aquisição de um portátil, de programas específicos, de dois livros acabados de sair sobre o assunto, assim como o respectivo treino inicial. Posso dizer que me deu "água pela barba" e muitas, muitas horas de trabalho para conseguir finalmente perceber o *IRIS*.

Para além disto, ainda comprei uma webcam (já agora...), com a qual tive de aprender a trabalhar. E substituí a montagem Vixen por uma EQ6 pro e voltar a ter a trabalhadeira toda para pôr esta em estação, na coluna fixa, o que é totalmente aconselhado mesmo com go-to, como se sabe.

Irei esquematizar este artigo em três partes:

- As distâncias focais das objectivas e o respectivo campo
- As características das objectivas e sua qualidade
- Utilizar as objectivas na prática

As distâncias focais das objectivas e respectivo campo

Encontramos sempre, quando se fala em distâncias focais para as digitais formato APS-C na equivalência para 24x36 com um factor de 1.6. Ou seja, uma focal de 200 mm é igual a uma 320 mm em APS-C. Isto não significa que se no 1.º caso a imagem da Lua mede cerca de 2 mm ela passe a medir 3,2 mm no 2.º caso; a verdade é que terá o mesmo tamanho, mas, como o enquadramento diminui, temos efectivamente de fazer essas contas (o que está em causa é o campo coberto pelas objectivas com estes formatos de *chip*). Neste artigo tratarei dos enquadramentos sempre com referência ao formato APS-C das reflex digitais, mas considerando sempre a focal real das objectivas.

Ora para grandes campos (Via Láctea, conjunções, traços estelares etc.) deveremos usar, como é sabido, a objectiva com a distância focal mais curta que tivermos (15 a 20 mm será ideal).

Para fotos de constelações e outras de campo médio grande 35/50 mm é o aconselhado. No caso de partes de constelações e enxames abertos usaremos a 100 mm ou superior. A objectiva de $f=300$ mm é um pequeno telescópio que tem vastíssimas aplicações como dirão as experiências que fizemos.

Vejamos os campos angulares de 50, 100 e 300mm (1ª col.=24x36 – 2ª col = APS-C)

50 mm	27° x 40°	-	17° x 26°
100 mm	14° x 20°	-	8,5° x 13°
300 mm	4,5° x 7°	-	3° x 4,5°

As características das objectivas e sua qualidade

As objectivas que fazem parte dos *Kits* são normalmente *zooms* trans-standard (grande angular a pequena tele) pouco luminosos e de qualidade duvidosa. Exemplo disso é a 18/55 mm que vem com as *Canon* que é uma vergonha para a marca. Não tem marcas das distâncias e a parte óptica de focagem... abana!

Felizmente dei preferência a um conjunto Sigma 18/50 mm e 55/200 mm que, pese embora a qualidade não ser muito superior, têm já uma construção muito mais séria e servem perfeitamente para a fotografia geral.

Como tenho várias objectivas das minhas anteriores *Canon* de película, são essas que utilizo em astrofoto. Estas não se adaptam directamente visto que são da velha e excelente baioneta, mas com um adaptador *Hama* (a *Canon* nunca resolveu esse problema) que o nosso amigo Raimundo me arranjou, embora perdendo todas as ligações, são excelentes para o caso.

Todos sabemos que os *zooms* não só são de aberturas fracas, como o seu rendimento, devido a muitas superfícies ópticas, não chega às objectivas de focal fixa.

Uso habitualmente, para campos grandes a minha 50 mm macro da *Canon* f 1:3.5. Trata-se duma verdadeira macro cujo rendimento é excelente, ou muito bom, em todas as aberturas.

Para campos mais reduzidos é com a 50 mm normal da *Canon* f 1:1.4 com um excelente duplicador Komura. Na altura esta objectiva foi considerada a melhor 50 1.4 do mercado.

Como focal média/grande lá vai o meu *zoom Tokina* 100/300 mm de muito boa qualidade mas com o senão de ter apenas f 1:5.6. Quando me for possível comprarei uma antiga tele de cerca de 300 mm, de maior abertura.

Mesmo as boas objectivas (e até as topo de gama) não estão isentas de algum cromatismo, coma e astigmatismo. Deixarei este assunto para a terceira parte.

Cabe agora falar duma característica muito importante que é a do modo de focagem. As objectivas modernas de focagem automática, não focam na marca do infinito. Não se pode encostar o anel de distâncias para que fiquem focadas para o infinito pois são feitas para terem uma margem na focagem automática para que o auto focus trabalhe. No caso das objectivas de focagem exclusivamente manual, já não é assim. Quando se encosta o anel a objectiva fica rigorosamente focada. Ora isto é duma grande utilidade sabendo-se como é difícil focar pelo pequeno visor destas reflex. Tenho a sorte de nunca ter querido objectivas de focagem automática que já havia quando adquiri as últimas. Quem ainda não tiver objectivas destas pode tentar encontrá-las no mercado de usados, que por vezes oferece excelentes oportunidades a custos muito aceitáveis.

Utilizar as objectivas na prática

Abordaremos alguns pontos que não se referem apenas à objectiva mas também à melhor utilização do conjunto câmara/objectiva.

As objectivas já fabricadas para o formato APS-C introduzirão facilmente vinhetagem (escurecimento nos bordos e junto aos cantos), sobretudo quando utilizadas na máxima abertura. Diafragmar pelo menos um ponto, não só reduz esse problema como melhora o rendimento óptico, o que é mais uma vantagem das anteriores objectivas calculadas para o 24 x 36, mas há outros problemas a ultrapassar, como veremos seguidamente.

Se quanto ao cromatismo (que se traduz numa auréola azul nas estrelas mais brilhantes) normalmente é suficiente reduzir um diafragma. Mas no que se refere à coma e ao astigmatismo, um só diafragma não chega, as estrelas ficarão lindos cometazinhos e algumas em cruz, principalmente na periferia da imagem, Ora para minimizar este problema é imprescindível reduzir pelo menos dois diafragmas (por exemplo de $f/2.8$ para $f/5.6$, ou de $f/2$ para $f/4$, ou ainda de $f/4$ para $f/8$).

As objectivas macro como a minha, são muito bem corrigidas e a sua abertura de 3,5 já reduz muitíssimo esses defeitos. Para campos estelares, ainda reduzo meio ou um diafragma.

Na objectiva 50:1.4 passo a 2 ou mesmo 2.8 que, com o duplicador, que já dá uma ajuda, fica em 4 e 5.6 respectivamente. Com o zoom 100/300 passo a 8 pois a 11 lá se vai a luz.

Também, como sabemos todos, a fixação sólida e estável da câmara é importantíssima, tal como no uso do telescópio. Por isso, a fixação do conjunto no parafuso *Kodak* que vem nos anéis, não é aconselhável. Uma plataforma polivalente como se mostra nas fotos que acompanham este artigo, torna-se muito útil para diversos fins. Se sobre esta plataforma for fixada uma rótula de muito boa qualidade para suportar o conjunto, ainda melhor.

Para o caso de objectivas de distância focal mais longa, o apoio deverá ser em dois pontos, na câmara e na ponta da objectiva, isto com uma segunda rótula para haver possibilidade de colocar a câmara na posição desejada. Numa das fotos pode-se ver como resolvi o problema, com um pedaço de tubo em PVC onde abri uma rosca *Kodak*.

Pode-se, inclusive, manter a luneta-guia fixa e jogar com a objectiva, basta para isso procurar primeiro a estrela-guia e só depois o campo a fotografar com a objectiva.

Ainda sobre esta plataforma polivalente que até já foi objecto de um artigo anterior, sirvo-me dela mesmo para uso da luneta de 102x820 e da 80x400 como luneta guia, pois não só há um maior equilíbrio quando o eixo de declinação fica muito próximo da horizontal, como evita as flexões entre os dois pares de anéis se utilizamos a luneta guia fixada sobre a luneta principal. Isto é, para mim "ao lado do porco é melhor do que às costas".

Cabe nesta altura referir (já que estão tratadas objectivas e plataforma) uma outra utilíssima aplicação duma tele ou *zoom* longo, que é a de servirem como luneta-guia.

Vejamos o caso de fotos com as objectivas tão em moda ED e apo de 70 a 90 mm, e de distâncias focais entre 400 e 600 mm, para luneta-guia, teremos de usar ainda uma outra luneta? Pode-se efectivamente usar esta sobre um telescópio maior que fará de guia mas, a estabilidade não será suficiente se usarmos os anéis tipo buscador, visto que neste caso eles seriam aplicados na luneta fotográfica, e com anéis normais de aperto, perderíamos a possibilidade de desvio para fora do campo fotográfico, para encontrar uma boa estrela guia.

Então tomemos este exemplo – luneta 80x600 câmara no foco - focal 600 mm, aumento $600/50 = 12 \times 1.6$ (relação formato APS-C) = 19 aumentos. Se usarmos – como eu – uma objectiva de 300 mm com duplicador, já teremos a mesma distância focal, o que é aconselhado. Se num porta oculares feito duma tampa de objectiva aplicarmos uma barlow 2x, passaremos a 1200 mm; com uma ocular reticulada de 12 mm o aumento será de 100 vezes, mais do que suficiente. Ora luneta fotográfica e objectiva/guia, esta com anéis tipo buscador, que também tenho, em PVC ou com o tal tubo, ficarão lado a lado na tal plataforma,

Voltando à câmara, há também todo o interesse em usar pelo menos dois acessórios que considero quase imprescindíveis

- Comando à distância, por razões óbvias (não será necessário com um programa como o que refiro de seguida). O ideal e que até é barato, é o comando sem fios que tem um temporizador que levanta o espelho 2 s antes da abertura do obturador e, além disso, em bulb (B) o obturador só fecha com um segundo toque. Assim, voltamos à velha e útil pose T.

- Visor de ângulo (o meu tem 30 anos mas aqui a Canon não alterou nada e o encaixe é igual) Este acessório não tem alternativa para quem não sabe fazer o pino.

Ainda voltando aos problemas de focagem visto que, se não existem com objectivas de focagem exclusivamente manual, não é assim com as outras (e com o uso do telescópio). Então, no meu caso adquiri um programa desenvolvido quase exclusivamente para a Canon que é muito bom não só para auxílio na focagem como para as fotos.

No modo focagem faz a análise de cada foto. Estas vão aparecendo lado a lado no monitor do pc com os vários parâmetros que se usam, inclusive o mais rigoroso, a conhecida largura total a metade da altura máxima, (FWMH) vendo-se mesmo em diagrama o gráfico "em pico" da estrela que utilizamos para esse fim. Para isto e também quando entramos na fase das fotos, a Canon é totalmente comandada pelo teclado, não precisamos de lhe tocar mais. Alteramos o ISO, passamos de TV para Bulb, damos ordem de bloqueio do espelho e do tempo entre isso e o disparo, a duração da exposição e do intervalo entre elas etc. etc. etc.. Aconselho este programa ou outro parecido.

É claro que não me atrevo a falar aqui de *darks*, *offs* e *flats* que além de pertencerem ao campo do tratamento da imagem, e não saber o suficiente para me meter nisso, temos o excelente livro do nosso mestre Pedro Ré, (*Fotografar o Céu*, Plátano Editora, Lisboa, 2002) mas, já agora, posso referir alguns pormenores importantes no modo de aquisição a regular na câmara.

Deveremos usar sempre o RAW (verdadeiro na Canon) único que nos permitirá todos os tratamentos possíveis e que regista a imagem como ela foi vista pela óptica.

Também é aconselhável um contraste médio ou médio-baixo e definição normal. O modo de tirar ruído só é de usar quando fazemos uma foto única, ou um número muito pequeno. Como se sabe, com este comando a Canon, nas fotos de 30 s ou mais, tira outra sem abrir o obturador, que subtrai à anterior. Se estamos a fazer uma série de 30 imagens de 3 min cada, só teremos o registo feito na memória 6 min depois, o que, com acertos de guiagem, etc., irá dar muitas horas de trabalho. Neste caso deveremos fazer os nossos *darks* para depois serem utilizados na fase de pré-tratamento o que é mais eficaz. Até no *Photoshop* se podem subtrair *darks* como se sabe.



Canon 350D com zoom 100/300
SW 80/400 bx3 + bx2, como luneta-guia
(= 2400 mm e 200x)



Canon 350D na SW 80/400
Zoom 100/300/ a 300 + duplic + bx2
= 1200 mm e 100x, como luneta-guia

E resultados? Perguntarão os leitores. Eles virão a seu tempo e... cá voltarei.

Nota final – Torna-se óbvio que, as indicações quanto às objectivas se referem, naturalmente, às minhas e só serão úteis a quem tenha objectivas idênticas, ou pense vir a tê-las, o que não é de todo invulgar.



FOTOGRAFIA DO COMETA 17P/HOLMES

SOFIA TEIXEIRA, JORGE OLIVEIRA, JACINTO CASTANHO
Alunos e professor da Escola Secundária/3.ºCEB de Coruche
Thespaceaddict_esc@sapo.pt

O cometa 17P/Holmes de magnitude 2,5, na constelação de Perseu, visível de 7 em 7 anos, não convida muito à observação, pois apresenta usualmente magnitude 16 ou maior. O que levou a esta alteração de magnitude pode ter sido o choque com um asteroide ou um processo designado por Erupção, que é uma libertação de gases e poeiras do interior do cometa, fazendo aumentar o seu brilho vários milhões de vezes. Este cometa já tinha tido uma erupção em 1892, registada em Inglaterra por E. Holmes. A última erupção significativa noutra cometa aconteceu em 1973 e foi inferior a esta.

Com algumas limitações de equipamento e, também, de experiência em astrofotografia, não quisemos deixar escapar este momento histórico e de rara beleza na passagem deste cometa. Utilizámos um telescópio Sky Watcher 10', uma câmara *Deep Sky Imager* da Meade e um conjunto de filtros vermelho, verde e azul (RGB). Como não possuímos roda de filtros, tivemos de retirar a câmara do telescópio, trocar de filtro e voltar a colocá-la, procedimento que provocou rotação relativa entre as imagens. O resultado foi que cada imagem ficou rodada num ângulo diferente, pelo que foi mais complicado fazer a sua soma. Deste modo, o processamento/soma das imagens foi um processo algo moroso de, roda e desloca, aponta coordenadas, volta a deslocar, tentativa e erro, até obtermos sobreposição perfeita de duas estrelas vizinhas do cometa na fotografia.

E cá temos a imagem do 17P/Holmes, para mais tarde recordar. Daqui a 7 anos ele estará de volta, mas dificilmente o voltaremos a ver de modo tão espectacular, dado que a repetição deste processo eruptivo é muito pouco provável.

Aceitamos e agradecemos críticas e ensinamentos de todos, mas não deixamos de estar orgulhosos com este trabalho. O nosso elemento mais novo, a Sofia do 9º ano de escolaridade, fez uma astrofotografia provavelmente de beleza superior à que qualquer astrofotógrafo fez na mesma faixa etária.



Cometa 17P/Holmes, telescópio Newton 252 mm, Câmara Meade DSI, 8 segundos RGB,
Sofia Teixeira, Jorge Oliveira, Jacinto Castanho (31/Out/07)

O PRIMEIRO DAGUERREÓTIPO DE UMA ESTRELA

PEDRO RÉ

<http://www.astrosurf.com/re>

Introdução

A primeira imagem fotográfica (daguerreótipo) de uma estrela foi obtida na noite de 16 de Julho de 1850. John Adams Whipple (1822-1891) que se encontrava a trabalhar sob a orientação de William Cranch Bond realizou este primeiro daguerriótipo da estrela Vega com o auxílio do telescópio refractor de 38 cm de abertura do Observatório de Harvard (Figura 1, Figura 2).



Figura 1- William Cranch Bond (1789-1859), telescópio refractor de 38 cm de abertura e Observatório de Harvard (ca 1900).

Para obter esta imagem foi necessário realizar uma exposição de 100 s. Com a tecnologia existente na época as estrelas de 1ª magnitude necessitavam de tempos de exposição superiores a 60 s e as estrelas de 2ª magnitude por vezes não eram registadas com sucesso. Nestas primeiras tentativas ficou patente que o mecanismo de relojoaria utilizado na guiagem do refractor era adequado para observações visuais, mas revelava-se insuficientemente preciso para a realização de exposições longas.

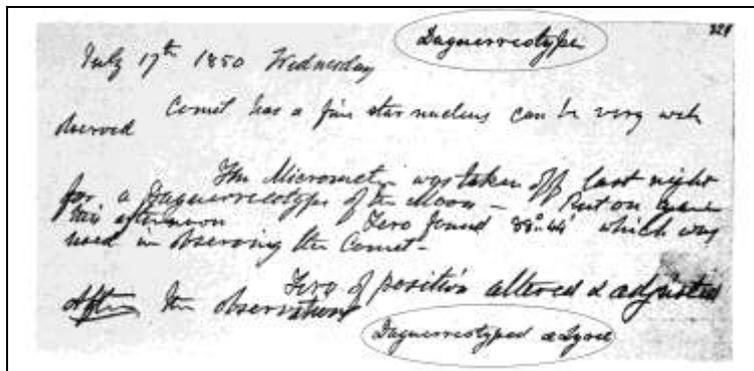


Figura 8- Registo do primeiro daguerriótipo da estrela Vega (α Lyrae), 16 de Julho de 1850.

Um pouco de história

Pouco tempo antes do anúncio público do *Daguerreótipo*¹ efectuado por François Arago (1786-1853), Louis Daguerre tentou obter sem sucesso imagens da Lua. As chapas utilizadas não registaram qualquer pormenor. Estas primeiras tentativas inspiraram Arago que tentou registar fotograficamente o espectro solar igualmente sem sucesso. Entre 1842 e 1845 foram obtidos diversos daguerreótipos do Sol. O elevado brilho intrínseco do Sol permitia ultrapassar a baixa sensibilidade das chapas utilizadas. Em algumas destas primeiras imagens

¹ Louis Jacques Mandé Daguerre (1787-1851), recorreu ao uso de uma placa de cobre exposta ao vapor de iodo que tinha por resultado a formação de uma camada de iodeto de prata. Em 1837 ao deixar uma placa guardada num armário durante a noite, Daguerre notou, na manhã seguinte, que a placa mostrava uma imagem com alguma densidade. Por meio de um cuidadoso processo de eliminação, Daguerre veio a descobrir que a revelação ocorreu devido ao mercúrio de um termómetro quebrado. Esta conclusão permitiu ao inventor obter resultados satisfatórios com apenas meia hora de exposição. Invenção de Daguerre, cuja patente foi comprada pelo governo francês e tornada pública em 19 de Agosto de 1839, produzia uma espécie de pintura em metal, o Daguerreótipo. As imagens de Daguerre eram cópias únicas do motivo retratado e não podiam ser reproduzidas. A daguerreotipia só foi progressivamente abandonada após a invenção do processo da colódio húmida em 1851.

astronómicas era possível observar o obscurecimento do limbo solar bem como manchas solares de maiores dimensões. As primeiras tentativas para fotografar um eclipse solar datam de 1842. Foi possível registar as fases parciais do eclipse mas não a fase de totalidade².

A Lua foi pela primeira vez fotografada com o refractor de 38 cm do observatório de Harvard por George Phillips Bond (1825-1865), filho de W.C. Bond, auxiliado por John Adams Whipple que efectuou uma série de imagens experimentais em 1850. As imagens lunares obtidas tinham um diâmetro de 125 mm. Estas imagens lunares foram expostas em 9 de Maio de 1950 numa das reuniões da *Royal Astronomical Society* tendo sido atribuída a Bond uma medalha de reconhecimento.

No mesmo ano (1850) o fotógrafo amador americano John William Draper (1811-1882) obteve imagens da Lua com apenas alguns segundos de exposição. Draper realizou igualmente alguns daguerreótipos do espectro solar com o auxílio de uma rede de difracção.

Com a introdução do Colódio, as exposições utilizadas para registar alguns objectos astronómicos mais brilhantes (e.g. Sol e Lua) diminuíram consideravelmente. O astrónomo amador inglês Warren De la Rue (1815-1882) obteve com sucesso imagens lunares em 1851 utilizando um telescópio reflector de 33 cm de abertura.

Lewis M. Rutherford (1816-1892) construiu em 1864 o primeiro telescópio fotográfico com o intuito de obter imagens astronómicas. As objectivas fotográficas da época eram corrigidas para os comprimentos de onda do espectro electromagnético em que o olho humano é mais sensível. As chapas fotográficas ao contrário, eram mais sensíveis na região azul do espectro, pelo que a objectiva fotográfica construída por Rutherford tinha uma correcção distinta. Realizou com este instrumento mais de 1400 astrofotografias de excelente qualidade (Figura 3).



Figura 3- Fotografia lunar obtida por Lewis M. Rutherford em 6 de Março 1865.

John Herschel (1792-1871) propôs pela primeira vez a realização de observações fotográficas do Sol. Com este objectivo a *Royal Society* de Londres construiu e instalou um ftoheliógrafo no observatório de Kew. Este instrumento idealizado por Warren de la Rue tinha uma abertura de 89 mm e projectava, com o auxílio de uma ocular, uma imagem do Sol com 100 mm de diâmetro. Utilizando este instrumento, o Sol foi fotografado diariamente entre os anos de 1858 e 1872 (Figura 4).

² As primeiras imagens fotográficas (daguerriótipos) de um eclipse solar total foram obtidas por Berkowski em Königsberg (28 de Julho de 1851). Em 1860 Warren De la Rue e Angelo Secchi fotografam as proeminências e a coroa solar durante o eclipse de 18 de Julho de 1860 em Espanha. Estas imagens registaram claramente a coroa solar e as proeminências ou protuberâncias provando que estas eram de origem solar e não lunar como se pensava na época.

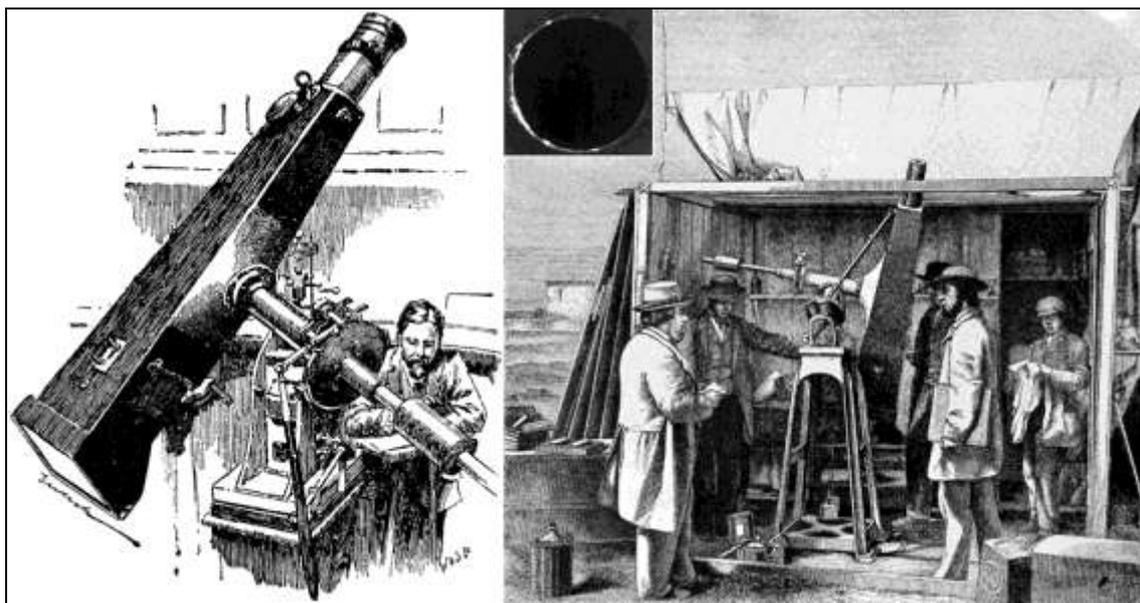


Figura 4- Warren De la Rue e o fotoheliógrafo de Kew (esquerda). Observação do eclipse total do Sol visível em Espanha, em 18 de Julho de 1860 (direita). Primeira imagem fotográfica da coroa solar e proeminências obtida durante o eclipse.

Os registos fotográficos dos trânsitos de Vénus que ocorreram em 1874 e 1882 foram a primeira tentativa de se detectar a paralaxe solar e consequentemente determinar a distância da Terra ao Sol (unidade astronómica). Inúmeras equipas de astrónomos espalhadas por diversos locais do globo observaram e registaram o fenómeno utilizando técnicas diversas (daguerreótipos, placas húmidas e placas secas). De um modo geral, os resultados obtidos não foram satisfatórios devido, sobretudo, à dificuldade em cronometrar com rigor os diversos contactos com o disco solar (efeito de "gota" provocado pela atmosfera do planeta) (Figura 5).

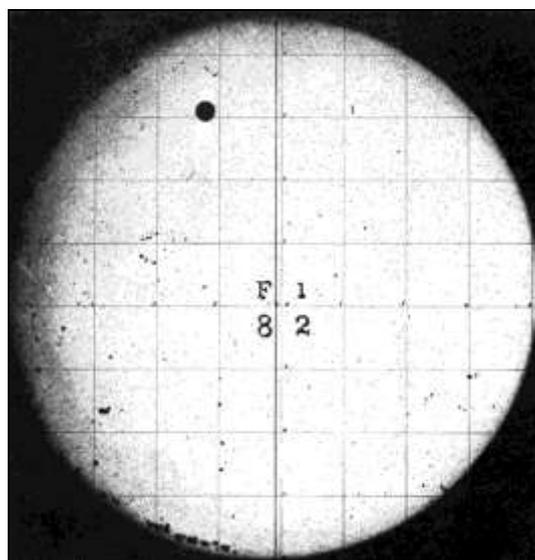


Figura 5- Fotografia do Trânsito de Vénus de 1874 (local desconhecido).

Fotografias estelares

De acordo com os registos (relatórios anuais) efectuados pelo director do observatório de Harvard (W.C. Bond) as primeiras tentativas para registar fotograficamente a superfície solar foram efectuadas em 1848. Nesse relatório pode ler-se:

"The physical condition of the sun's disc has been attended to whenever the state of the atmosphere has admitted of distinct delineation. Some experiments made with the Daguerreotype and Talbotype processes, for the purpose of obtaining impressions from the image formed by the telescope, have not been attended with complete success. The application of these processes to astronomical purposes is met by a serious difficulty in the variable refraction of the atmosphere. However, we do not despair of ultimate success, when our time and means are adequate to the requisite expenditure"

O registo seguinte data de 1850:

"The smaller equatorial has occasionally been used for Daguerreotype experiments; and it will answer a most valuable purpose when placed, as it is intended, in the dome of the new building, where, in connection with the comet-searcher, and the requisite apparatus for photographic operations, it can be used more efficiently than in its present situation".

No mesmo relatório é referida pela primeira vez a fotografia estelar com o auxílio do refractor de 38 cm:

"With the assistance of Mr Whipple, daguerreotypist, we have obtained several impressions of the star Vega (α Lyrae). We have reason to believe this to be the first successful experiment of the kind ever made, either in this country or abroad. From the facility with which these were executed, with the aid of our great equatorial, we were encouraged to hope that the way is opening for further progress. If it should prove successful when applied to stars of less brilliancy than α Lyrae, so as to give us correct pictures of double and multiple stars, the advantages would be incalculable".

Durante o ano de 1852, Whipple realizou numerosos daguerreótipos da Lua, estrelas e enxames estelares. O seguimento deficiente (movimento sideral) e a baixa sensibilidade das chapas dificultaram seriamente estas primeiras experiências. Após 1852 não são feitas quaisquer referências a registos fotográficos realizados com o refractor de 38 cm.

Com a introdução das chapas húmidas, G. P. Bond retomou, no início de 1857, as tentativas de obter imagens estelares de boa qualidade. Conseguiu, utilizando o referido refractor munido de um novo mecanismo de relojoaria, obter imagens da estrela dupla Mizar (ζ UMa) e Alcor (80 UMa) com uma exposição de 80 s. Bond refere pela primeira vez que o processo fotográfico permitia determinar com rigor a posição relativa das estrelas (astrometria). Notou igualmente que a dimensão da imagem registada era directamente proporcional ao brilho (magnitude) da estrela (fotometria estelar) (Figura 6).



Figura 6- Imagens da estrela Mizar e Alcor. Colódio húmido obtido em 8 de Maio de 1857 com o refractor de 38 cm do observatório de Harvard.

G.P. Bond mediu o ângulo de posição e a separação desta estrela dupla tendo obtido resultados consistentes e de grande qualidade. Estes primeiros resultados foram publicados na revista *Astronomische Nachrichten* em 1858 e 1859. Durante o ano de 1860 e de acordo com os registos do observatório, foram obtidos cerca de 70 daguerreótipos e 200 a 300 colódios húmidos da Lua, estrelas e planetas. Foi somente após o aparecimento das chapas secas que a fotografia astronómica foi retomada de um modo sistemático no observatório de Harvard pelos irmãos E.C. Pickering (1846-1919) e W.H. Pickering (1858-1939). O observatório iniciou em 1882 um programa de investigação que conduziu à obtenção de uma das maiores e mais bem conservadas colecções de astrofotografias que contabiliza cerca de 500 000 imagens obtidas entre os anos de 1882 e 1989.

Bibliografia

Holfleit, D. (1950). Some firsts in astronomical photography. Harvard College Observatory, Cambridge Massachusetts: 39pp.
Holfleit, D. (1950). The first stellar photograph. *Sky and Telescope*, July issue: 207-210.

WILLIAM EDWARD WILSON (1851-1908) E O OBSERVATÓRIO DE DARAMONA

PEDRO RÉ

<http://www.astrosurf.com/re>

W.E. Wilson nasceu em 1851 em Daramona (Westmeath, Irlanda). O seu interesse pela astronomia surge após a participação numa expedição para a observação de um eclipse solar quando tinha 19 anos de idade. No ano seguinte (1871) inicia a construção de um observatório em Daramona, junto à residência da família. Inicialmente o observatório foi equipado com um telescópio reflector de 30 cm de abertura (construído por Howard Grubb, Dublin). Em 1881 este instrumento foi substituído por um reflector Grubb de 60 cm de abertura. Em 1882 foi adquirida uma nova montagem equatorial, igualmente construída por H. Grubb, munida de um sistema de relojoaria eléctrica que permitia a realização de astrofotografias de longa pose (Figura 1).



Figura 1- W.E. Wilson e o observatório de Daramona (Westmeath, Irlanda).

Com o auxílio deste instrumento W.E. Wilson realizou inúmeras astrofotografias do céu profundo que são particularmente desconhecidas. As imagens obtidas rivalizam com as melhores astrofotografias obtidas na época.

É interessante comparar as astrofotografias obtidas no final do século 19 da nebulosa M 42. Henry Draper (1837-1882) conseguiu fotografar com sucesso a grande nebulosa de Oriente em 1880 utilizando um refractor de 280 mm de abertura. A exposição de 51 min revelava pela primeira vez pormenores da região central da nebulosa (Figura 2). Em 1882 Draper obtém uma imagem da mesma nebulosa com 137 min de exposição. Nesta imagem foram registadas estrelas de magnitude 14.

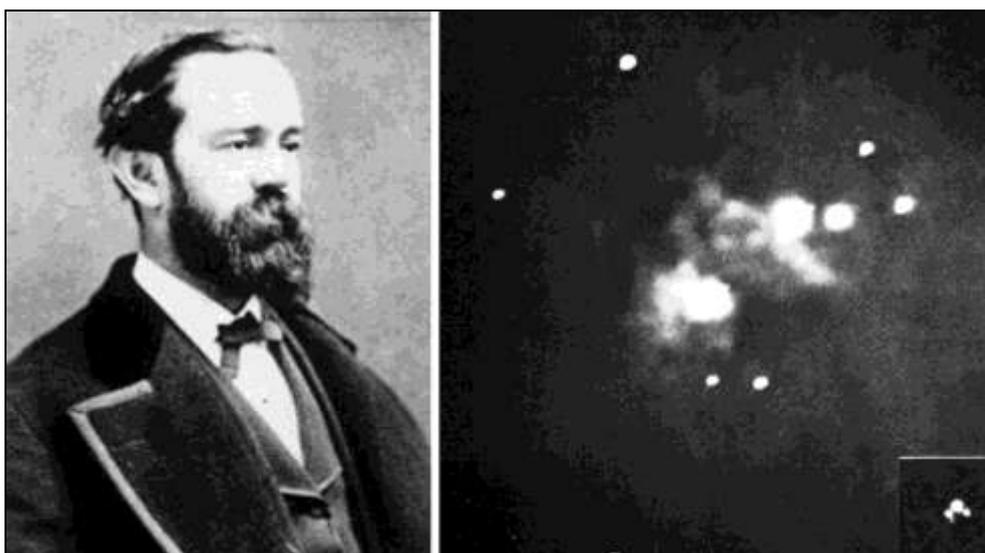


Figura 2- Fotografia da nebulosa de Oriente M 42 obtida por H. Draper (à esquerda na imagem) em 1880. Tempo de exposição 51 min.

Em Inglaterra o astrónomo amador A. A. Common (1841-1903) regista a mesma nebulosa utilizando um telescópio reflector de 910 mm de abertura e uma exposição de 60 min (Figura 3). As fotografias de Common mostram pela primeira vez mais pormenores e estrelas do que era possível observar visualmente com o mesmo

instrumento³. Um outro amador britânico, Isaac Roberts (1829-1904), realiza numerosas fotografias de enxames estelares e regista pela primeira vez as nebulosidades que envolvem as Plêiades (M 45). As imagens de I. Roberts da nebulosa M 42 revelam igualmente muitos pormenores que não era possível observar visualmente (Figura 3)⁴.

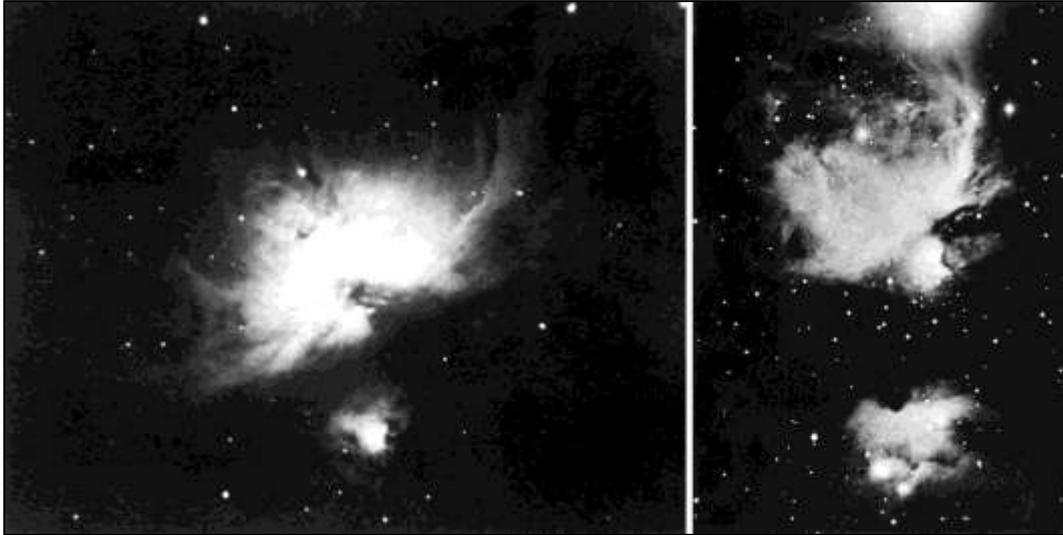


Figura 3- Fotografia da nebulosa de Oriente obtida por A. A. Common em 1883 com um tempo de exposição 60 min (esquerda). Imagem da mesma nebulosa obtida por Isaacs Roberts em 1896, 90 min de exposição (direita).

Em 1897 W.E. Wilson realiza com o auxílio do reflector Grubb de 60 cm uma astrofotografia da nebulosa M 42 que rivaliza com algumas imagens actuais (Figura 4).

Apesar de não possuir estudos superiores, W.E. Wilson efectuou numerosos trabalhos que contribuíram para o avanço da física e da astronomia. Num trabalho que publicou em 1894 em colaboração com o físico P.L. Gray, descreve algumas experiências em que compara a radiação solar com a emitida por uma fita de platina aquecida electricamente. O detector descrito é no essencial idêntico a um radiomicrometro termoeléctrico construído em 1889 por V.C. Boys (que combina um bolómetro e um galvanómetro num único instrumento de medida).

Os resultados obtidos, após correcção (6590 °C), são praticamente coincidentes com os valores actuais registados na fotosfera solar (6075 °C). Wilson efectuou igualmente medições fotométricas pioneiras. Utilizou pela primeira vez células de selénio para determinar o brilho de algumas estrelas. As primeiras experiências foram efectuadas em 1892 com o auxílio de um refractor de 23 cm de abertura tendo detectado emissões provenientes de Vénus, Júpiter e Marte. Recorrendo ao reflector de 60 cm foi possível determinar o brilho de algumas estrelas (Deneb, Vega, Arcturus, Regulus), bem como de Saturno. Estas determinações fotométricas são praticamente desconhecidas sendo raramente referidas na bibliografia. A aplicação de células de selénio em fotometria fotoeléctrica foi descoberta, de um modo independente, em 1906 por Joel Stebbins.

Wilson observou o trânsito de Vénus de 1882 com o reflector de 60 cm diafragmado a 30 cm. Recorrendo ao uso de um espectroscópio visual tentou observar o espectro descontínuo da atmosfera deste planeta sem ter obtido quaisquer resultados relevantes.

Tentou igualmente sem sucesso medir o movimento próprio de algumas estrelas que registou fotograficamente perto na nebulosa planetária M 27. As imagens obtidas por Wilson foram comparadas com medidas astrométricas realizadas por Otto Struve (Observatório de Pulkovo) com o auxílio de um refractor de 38 cm. Os valores encontrados para os movimentos próprios foram claramente sobre-estimados.

Em 1898 Wilson obteve cerca de 100 exposições por hora de uma mancha solar durante um período de quatro horas. Aparentemente estes resultados também não foram publicados.

As condições atmosféricas prevalentes no observatório de Daramona foram sempre muito desfavoráveis. De acordo com os registos conhecidos a partir de 1895 as noites sem nuvens rareavam. Em 1899 não foi possível realizar qualquer observação durante um período de mais de 6 meses.

³ A.A. Common recebeu a medalha de ouro da Royal Astronomical Society por ter realizado com sucesso as primeiras astrofotografias de longa pose da nebulosa M 42 em 1883 (37 min de tempo de exposição).

⁴ Ré, P. (2007). Isaacs Roberts (1829-1904), pioneiro da astrofotografia. *Astronomia de Amadores*, revista da Associação Portuguesa de Astrónomos Amadores, nº 32 (Setembro/Dezembro 2007).

Wilson foi eleito membro da Royal Astronomical Society em 1896 e recebeu um doutoramento “honoris causa” (Universidade de Dublin) em 1901 pelas suas contribuições para o avanço da física e astronomia. Faleceu em 1908.



Figura 4- Astrofotografias obtidas por W.E. Wilson com o reflector Grubb de 60 cm. M 42 em 1897 (esquerda), M 33 em 1998 e NGC 6992 em 1899 (direita). Tempos de exposição 90 min.

O interesse de W.E. Wilson pela astronomia e pela astrofotografia foi certamente motivado pela construção em 1845 do maior telescópio (na época) situado na Irlanda pelo Conde de Rosse (William Parsons). Este telescópio com 180 cm de abertura foi muito pouco utilizado devido sobretudo às péssimas condições climáticas (Figura 5).

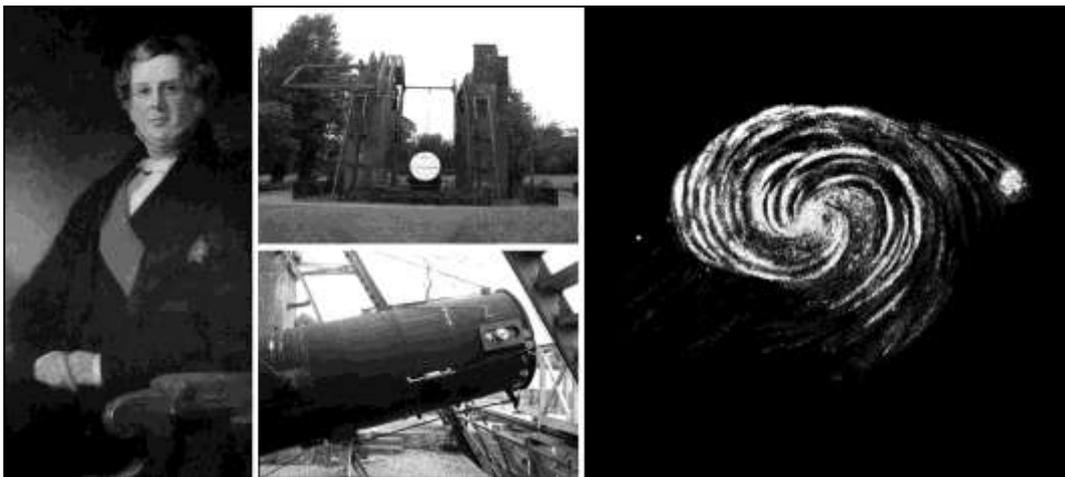


Figura 5- William Parsons (1800-1867), Conde de Rosse e o telescópio de 180 cm (“Leviathan of Parsonstown”). Esquema da estrutura espiral detectada visualmente em 1845 na nebulosa (galáxia) M 51 por W. Parsons.

Bibliografia

Warner, B. (1977). W.E. Wilson and the Daramona Observatory. *Sky and Telescope (February issue)*: 108-110.
<http://www.eaas.co.uk/news/daramona.html>