

O QUE ERA A ESTRELA DE BELÉM?

DESDE QUE KEPLER PROCUROU UMA EXPLICAÇÃO ASTRONÓMICA PARA O QUE OS MAGOS TERÃO VISTO NO CÉU, QUE OS ASTRÓNOMOS TÊM ESTUDADO O PROBLEMA.

NUNO CRATO ¹
ncrato@iseg.utl.pt

Na Bíblia, há apenas uma referência ao episódio da famosa Estrela de Belém, que terá guiado os reis magos até ao Menino Jesus. Aparece no Evangelho de Mateus (2:1–16): «Tendo, pois, nascido Jesus em Belém de Judá, no tempo do rei Herodes, eis que uns magos chegaram do Oriente a Jerusalém, dizendo: Onde está o rei dos judeus, porque nós vimos a sua estrela no Oriente, e viemos adorá-lo.» O rei Herodes terá ficado apreensivo, pois sabia-se pouco amado pelo seu povo e temia que a nova despertasse um movimento libertador entre os que esperavam a chegada do Messias. Terá dito aos magos para procurarem o menino e regressarem com as novas. «Eles, tendo ouvido as palavras do rei, partiram; e eis que a estrela que tinham visto no Oriente, ia adiante deles, até que, chegando sobre onde estava o menino, parou. Vendo a estrela, ficaram possuídos de grandíssima alegria.»

A imaginação popular transformou os magos em reis, imaginou que seriam três e baptizou-os. Estes magos do Oriente terão provavelmente vindo da Babilónia, actual Iraque, onde viviam algumas comunidades judias, ou da Pérsia, actual Irão, onde residiam também algumas comunidades judias, menos numerosas e interpenetradas estas com os seguidores de Zoroastro. Os magos eram homens sábios, mágicos e astrólogos, altamente respeitados por todo o Médio Oriente, pelo que chamá-los reis apenas reflecte a sua importância na sociedade do tempo.

A imaginação popular tem retratado o episódio das mais variadas formas. Por vezes, aparece uma estrela por cima da manjedoura; outras vezes, um cometa, como no célebre quadro de Giotto existente em Pádua, pintado nos inícios do século XIV, pouco depois de uma espectacular passagem do cometa Halley. A cena é sugestiva, e imagina-se os magos seguindo uma estrela que, pouco a pouco, lhes indicava o caminho. Outra imagem curiosa é a da «Adoração dos Magos» da oficina de Vasco Fernandes, pintada no início dos anos 1500, pouco depois da descoberta do Brasil. Um dos magos é um índio brasileiro, com o seu traje de penas. Vale a pena ir ao Museu de Grão Vasco, em Viseu, para observar a pintura.

Em 1603, Johannes Kepler, à época astrónomo e astrólogo imperial, observou uma conjugação dos planetas Júpiter e Saturno, que apareceram no mesmo meridiano celeste, um por debaixo do outro, e foi seguida por um agrupamento de Marte, Júpiter e Saturno, que apareceram muito perto. Pouco depois, uma supernova brilhante, resultante da explosão de uma estrela, apareceu na mesma área do céu. Kepler supôs que a supernova teria sido criada pelos planetas, o que hoje se sabe ser impossível. Fez cuidadosamente as suas contas e reparou que no ano 4 a.C., data já então considerada provável para o nascimento de Cristo, se tinha verificado uma conjunção de planetas e um agrupamento. Imaginou que uma «estrela nova» tivesse também aparecido na altura e que ela tivesse guiado os magos a Belém. Sem o saber, Kepler originou uma polémica que ainda hoje perdura, originando anualmente dezenas de artigos científicos, livros e reflexões religiosas.

O que terá sido, afinal, a estrela de Belém? Algumas respostas são muito simples. Foi um milagre, dizem alguns crentes, pelo que não há explicação possível. Não se deve tomar a Bíblia como verdade histórica, dizem outros, pelo que, naturalmente, nunca houve nenhuma estrela de Belém. Muitos astrónomos, contudo, ficaram fascinados com o problema. Todos os anos aparecem novas interpretações e novos dados científicos e históricos. A polémica persiste, contudo, e as explicações são variadas.

Uma explicação antiga, surgida logo após as reflexões de Kepler, diz que os magos teriam visto uma conjugação de planetas, que se teria verificado no ano 4 a.C. É uma explicação plausível, mas que não consegue destacar nenhum fenómeno celeste verdadeiramente raro e espectacular, pois conjugações desse tipo são relativamente frequentes. Em particular, tinham-se verificado conjugações muito mais espectaculares poucas décadas antes. Outra explicação possível é que teria aparecido na altura uma supernova muito brilhante que teria chamado a atenção dos magos. É também uma explicação possível, mas pouco provável, pois não há registos seguros de nenhuma supernova espectacular por essa data. Há quem considere mais provável que se tenha tratado da passagem de um cometa. É uma explicação igualmente razoável, mas que não explica a razão por que não se encontram quaisquer registos desse cometa noutras culturas.

Todas estas interpretações possuem duas falhas gritantes. Por um lado, não conseguem explicar o estranho movimento da estrela de Belém, que teria precedido os magos na sua viagem de oriente para ocidente, os teria depois orientado de norte para sul, ao viajarem de Jerusalém para Belém, e teria parado sobre o local onde se encontrava Jesus. Nenhum dos fenómenos celestes apontados poderia manifestar comportamento tão estranho. Por outro lado, e este será o argumento mais forte, nenhuma destas teorias permite explicar que apenas os magos tivessem visto um fenómeno espectacular no céu. Os judeus de Jerusalém deveriam ter igualmente visto o cometa ou a supernova, não se percebendo que uns tenham ficado impressionados com o fenómeno e outros o tenham ignorado.

¹ Parte deste texto é baseada num artigo que o autor escreveu para o Expresso de 18 de Dezembro de 1999. Agradece-se ao semanário a autorização para uso de extractos desse artigo.



Figura 1- A imaginação popular transformou os três sábios astrólogos de que falam os Evangelhos em reis. A «Adoração dos Magos» da oficina de Vasco Fernandes, pintada no início dos anos 1500, pouco depois da descoberta do Brasil, inclui como um dos magos um índio brasileiro, com o seu traje de penas.

Dois livros recentes parecem lançar mais alguma luz sobre o problema. Um deles é de Mark Kidger, um astrónomo britânico que actualmente trabalha no Instituto de Astrofísica das Canárias. A obra, intitulada *The Star of Bethlehem: An Astronomer's Point of View* saiu sob a chancela da Princeton University Press. O outro é da autoria de Michael Molnar, um astrónomo norte-americano. Tem como título *The Star of Bethlehem: The Legacy of the Magie* foi publicado pela Rutgers University Press.

Ridger apresenta como explicação não uma mas várias «estrelas de Belém». Segundo este astrónomo, o «primeiro sinal» terá sido uma tripla conjunção de Júpiter e Saturno, que se registou no ano 7 a.C. na constelação Peixes. Argumentando que Peixes é o signo da Judeia, Ridger diz que qualquer fenómeno astronómico aí registado seria seguido com atenção pelos magos, que esperavam por um sinal anunciador do nascimento do Messias. Ao contrário dos habitantes locais, que não se interessavam por fenómenos celestes nem por astrologia, o alinhamento dos dois planetas no mesmo meridiano, passando um por debaixo do outro, seria seguido com interesse pelos magos da Babilónia ou da Pérsia que, apesar de terem origem judia, viviam sob influência da astrologia grega, romana e zoroastrista. O «segundo sinal» seria um agrupamento dos planetas Júpiter, Saturno e Marte, que se registou em Fevereiro do ano seguinte, 6 a.C., igualmente em Peixes. O «terceiro sinal» seria uma conjugação de Júpiter e da Lua, que se realizou em Fevereiro de 5 a.C. na mesma constelação. Depois de todos estes acontecimentos celestes, os astrólogos magos ter-se-iam convencido da chegada do Messias e ter-se-iam preparado para a caminhada até Jerusalém. O «quarto sinal», ainda segundo Ridger, seria o aparecimento de uma explosão estelar, uma nova ou supernova, que o astrónomo britânico levanta como possibilidades, baseado em estudos de registos chineses. A «estrela nova» não seria tão espectacular que tivesse despertado grande interesse na Judeia, mas seria o sinal decisivo para astrólogos magos, que teriam passado os últimos anos a seguir os acontecimentos celestes. Os magos ter-se-iam posto a caminho para o local lógico de nascimento do novo rei dos judeus: a Judeia. Chegados a Jerusalém, pelo movimento natural dos céus, a nova, que teriam visto a oeste durante a madrugada, apareceria agora a sul, indicando o caminho para Belém.

A explicação de Ridger parece bastante plausível e vem trazer novos elementos a esta longa polémica. Mas Michael Molnar, o astrónomo que publicou o segundo livro sobre o tema apresenta um argumento que parece demolidor: não era Peixes mas sim Carneiro o signo associado à Judeia. Molnar apresenta dezenas de autores e estudos da antiguidade, nomeadamente Ptolomeu, em apoio à sua tese, enquanto Ridger apenas se baseia no testemunho do rabi Abarbanel, um sefardita espanhol que viveu no século XV.

A explicação avançada por Molnar é completamente inovadora e baseia-se numa leitura das edições mais antigas do Evangelho de Mateus, escritas em grego. Molnar diz que a estrela não era mais do que o planeta Júpiter, que teve uma conjugação com a Lua em 17 de Abril de 6 a.C. na constelação Carneiro, o signo dos judeus. Essa conjugação não seria visível, pois registou-se perto do Sol, e apenas astrólogos a poderiam ter calculado. Indo ao texto grego, Molnar interpreta os versículos de Mateus tal como eles seriam lidos por astrólogos magos da época. A frase «*vimos a sua estrela no Oriente*», depois de confrontada cuidadosamente com o texto grego, significa apenas «*vimos a sua estrela (isto é, o planeta Júpiter) nascer a oriente do Sol*» (logo antes do Sol, o chamado nascimento helíaco). Quando o texto bíblico afirma que a estrela «*ia adiante*» e «*parou*», isso apenas significa que a estrela (Júpiter) seguia o movimento de leste para oeste nos céus (hoje chamado retrógrado, para um planeta) e depois ficou estacionária, o que terá acontecido em 19 de Dezembro do mesmo ano, antes de recomeçar o seu movimento aparente normal, de oeste para leste, habitual nos planetas.

As datas, tanto de Ridger com de Molnar, são compatíveis com o que se admite ter sido o momento de nascimento de Cristo, situado em data incerta, entre 8 e 4 a.C., provavelmente num mês de Abril ou Maio. As explicações parecem igualmente credíveis, mas a obra de Molnar, com uma interpretação puramente astrológica da estrela de Belém, parece estar a despertar mais interesse entre os estudiosos. Owen Gingerich, astrónomo e historiador de Harvard, diz que o livro de Molnar é a contribuição recente mais importante na procura de uma explicação natural para a famosa Estrela de Belém. Talvez a explicação da Estrela de Belém não esteja, afinal, escrita na observação de um fenómeno celeste espectacular, mas sim no simbolismo da astrologia antiga.



Figura 2- As primeiras moedas de bronze de Antioquia mostrando um Carneiro e uma estrela apareceram entre 5 a 11 d.C. Trata-se claramente de uma referência ao signo Carneiro, atribuído à Judeia e aos Judeus.

FOTOGRAFAR A LUA

Pedro Ré

pedrore@mail.telepac.pt

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

A Lua é um dos objectos celestes mais fáceis de fotografar. É relativamente simples obter boas fotografias lunares recorrendo a equipamento pouco sofisticado. O nosso satélite pode ser fotografado recorrendo a inúmeros instrumentos. Pode utilizar-se uma teleobjectiva ou um telescópio. O diâmetro da imagem da Lua, no plano focal do filme, ou do sensor CCD, depende da distância focal do instrumento. O seu valor aproximado pode ser calculado através da seguinte formula (Tabela 1).

$$\text{Diâmetro da imagem da Lua} = \text{Distância focal} / 110$$

Tabela 1- Diâmetro do disco lunar e campo coberto (filme de 35 mm)
em função da distância focal.

Distância focal (mm)	Campo coberto (graus)	Diâmetro da imagem da Lua (mm)
50	27 x 40	0,45
100	13 x 19	0,95
200	7 x 10	1,8
400	3,4 x 5,1	3,6
500	2,7 x 4,1	4,5
1000	1,4 x 2,1	9,1
1500	0,9 x 1,4	13,6
2000	0,7 x 1,0	18,2
2500	0,6 x 0,8	22,7

As primeiras fotografias lunares podem ser obtidas com uma câmara fotográfica de 35 mm, munida de uma teleobjectiva de distância focal média (por exemplo 400 mm). Se consultarmos a Tabela 1 verificamos que a Lua apresenta um diâmetro no plano focal do filme de apenas 3,6 mm.

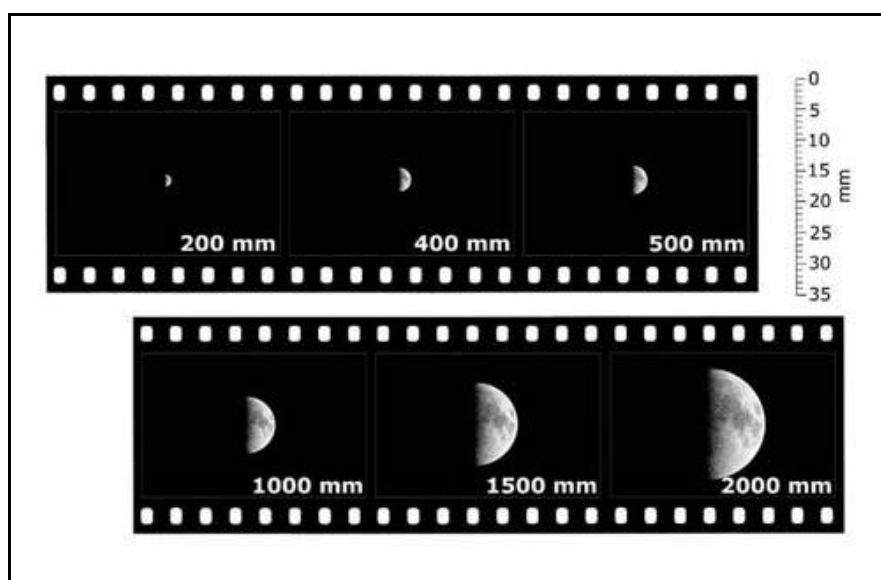


Figura 1- Diâmetro do disco lunar em função da distância focal. Pedro Ré (2001).

Apesar disso os principais mares lunares são facilmente registados. Se adicionarmos um teleconversor x 2 conseguimos fotografar mais algumas formações lunares visíveis no terminador (crateras e cordilheiras). A câmara deve ser montada num tripé robusto para a realização destas fotografias. Devem ser ensaiados diversos tempos de exposição (Tabela 2). A teleobjectiva deve ser diafragmada a 1:5,6 ou 8 (a maioria das teleobjectivas apresentam menos aberrações se não forem utilizadas na sua máxima abertura). Deve focar-se cuidadosamente o disco lunar. Muitas vezes não basta focar a teleobjectiva a infinito.

Tabela 2- Fotografia lunar. Tempos de exposição aproximados em segundos (filme 400 ISO/ASA).

<i>f/D</i>	Crescente inicial	Crescente avançado	Quarto crescente	Lua gibosa	Lua Cheia
2.8	1/250	1/500	1/1000	1/2000	1/8000
4	1/125	1/250	1/500	1/1000	1/4000
5.6	1/60	1/125	1/250	1/500	1/2000
8	1/30	1/60	1/125	1/250	1/500
11	1/15	1/30	1/60	1/125	1/250
16	1/8	1/15	1/30	1/60	1/125
22	1/4	1/8	1/15	1/30	1/60

Os tempos de exposição aproximados podem ser calculados recorrendo a uma fórmula simples:

$$t \text{ (em segundos)} = f/D^2 / (S \times B)$$

em que:

t = tempo de exposição (em segundos)

f/D = relação focal

S = sensibilidade do filme utilizado (ISO/ASA)

B = constante que indica o brilho do objecto (7 – crescente inicial, 16 – crescente avançado, 32 – quarto crescente, 70 – Lua gibosa e 180 – Lua cheia).

Por exemplo se pretendermos fotografar a Lua cheia utilizando uma relação focal de $f/16$ e um filme com 200 ISO/ASA o tempo de exposição aproximado será:

$$t = 16^2 / (400 \times 180) = 0,036 \text{ s} = 1/281 \text{ s} \approx 1/250 \text{ s}$$

A Lua pode ser fotografada em todo o seu esplendor se acoplarmos uma câmara fotográfica a um telescópio: 1) Foco principal; 2) Projecção positiva; 3) Projecção negativa; 4) Compressão; 5) Projecção afocal. O equipamento fotográfico que podemos utilizar é muito variado (câmaras fotográficas convencionais, câmaras fotográficas digitais, câmaras de vídeo, WebCams, câmaras CCD refrigeradas) (ver adiante).

Se o telescópio utilizado não for suportado por uma montagem equatorial motorizada, os tempos de exposição não poderão exceder um determinado valor se pretendermos obter imagens sem qualquer tipo de arrastamento. O tempo máximo de exposição (Tabela 3) pode ser calculado através da seguinte fórmula:

$$\text{Tempo máximo de exposição (em segundos)} = 250 / f$$

em que:

f = distância focal do instrumento utilizado em milímetros.

Tabela 3- Tempo máximo de exposição (montagens não motorizadas).

Distância focal (mm)	Tempo máximo de exposição (segundos)
90 - 180	2
180 - 350	1
350 - 700	1/2
700 - 1500	1/4
1500 - 3000	1/8
3000 - 6000	1/15

A Lua completa uma órbita em volta da Terra em 27 dias e 7 horas, apresentando um movimento próprio considerável. O seu movimento aparente não é de $15''/s$ como a maioria dos objectos celestes, mas sim de $14,45''/s$. Isto significa que se o movimento horário da montagem equatorial estiver regulado para a velocidade sideral, a Lua apresentará um arrastamento de cerca de $0,5''/s$ (aproximadamente para leste). Algumas montagens equatoriais têm a possibilidade acompanhar com rigor o movimento aparente da Lua em Ascensão Recta. Uma vez que a órbita da Lua apresenta uma inclinação de 5° relativamente ao plano da órbita terrestre, existe ainda um movimento próprio em declinação que ascende a $0,26''/s$. Estes movimentos próprios da Lua só devem ser considerados se os tempos de exposição forem superiores a 1 s e no caso de serem utilizadas amplificações elevadas (projecção positiva).

Um dos métodos mais simples de fotografar a Lua é o método de projecção afocal. Podemos acoplar uma câmara fotográfica convencional, uma câmara digital ou até uma câmara de vídeo (*Camcorder*) a um telescópio ou a um binóculo com grande facilidade (Figura 2 e 3).



Figura 2- Sistema de projecção afocal. Telescópio Schmidt-Cassegrain 200 mm $f/10$, objectiva 80 mm 1:2.8 e *Olympus Camedia C-1400L*. Pedro Ré (2001).



Figura 3- Lua (20010726), Quarto Crescente. Telescópio Schmidt-Cassegrain 200 mm $f/10$, objectiva 80 mm 1:2.8 e câmara *Olympus Camedia C-1400L* (projecção afocal). Pedro Ré (2001).

Se acoplarmos uma câmara SLR ou uma câmara digital a um telescópio, directamente no foco principal (Figura 4) podem obter-se imagens da totalidade do disco lunar com enorme facilidade (Figuras 5 e 6). A focagem pode ser facilmente efectuada observando através do visor da câmara *reflex*. A exposição correcta pode igualmente ser calculada recorrendo ao fotómetro da câmara, no caso do disco lunar preencher uma área considerável da película fotográfica (distâncias focais superiores a 1500 mm) ou se se fotografar a Lua durante o crepúsculo astronómico. Se o diâmetro lunar for reduzido (por exemplo em telescópios com uma distância focal igual ou inferior a 1000 mm) as imagens ficarão sobre-expostas se forem calculadas com o auxílio do fotómetro da câmara. A fotografia lunar é um dos poucos exemplos de fotografia astronómica em que a utilização de um fotómetro pode ser muito útil.



Figura 4- Adaptação de uma câmara SLR (*Olympus OM-1*) no plano focal de um telescópio Schmidt-Cassegrain, recorrendo a um adaptador standard para este tipo de instrumentos. Pedro Ré (2002).

A utilização de técnicas como a projecção positiva ou negativa utilizando, por exemplo, uma ocular ou um teleconversor fotográfico como sistemas de projecção permite fotografar pormenores na superfície lunar (terminador lunar) com apenas alguns quilómetros de diâmetro (Figura 7).

A utilização destas técnicas de amplificação torna obrigatório o uso de uma montagem equatorial motorizada robusta. No caso das amplificações obtidas serem elevadas, é necessário assegurar que o movimento próprio da Lua seja contrariado. Habitualmente, como as exposições efectuadas não excedem 1 segundo, podemos na maioria dos casos ignorar esta dificuldade. Acresce ainda o facto da turbulência atmosférica ser, em geral, superior a 0,5".

As imagens lunares devem ser efectuadas nos momentos de menor turbulência. Não é possível prever qual a melhor altura para fotografar a Lua. É importante que o telescópio esteja à mesma temperatura que o ar atmosférico. Isto significa que raramente se obtêm bons resultados logo após o pôr do sol. Habitualmente são necessárias 1 a 2 horas para que o telescópio estabilize termicamente. Muitas vezes as noites de menor turbulência (maior estabilidade) não são coincidentes com a melhor transparência atmosférica. Nuvens altas ou mesmo um nevoeiro não muito intenso podem corresponder a noites de estabilidade elevada.

A utilização de câmaras digitais em fotografia lunar é hoje em dia cada vez generalizada. Existem actualmente no mercado inúmeras câmaras digitais que podem ser utilizadas com bons resultados para fotografar a Lua. A maioria possui objectivas não intermutáveis, objectivas *zoom* e sistemas de focagem automatizados (câmaras digitais de visor directo). Estas características fazem com que estas câmaras sejam. O sistema de projecção utilizado pode ser uma ocular ou uma objectiva fotográfica. A exposição é calculada automaticamente na maioria das câmaras. Se estas forem munidas de uma objectiva *zoom*, é conveniente que este seja regulado para o máximo, ou próximo do máximo. Na generalidade dos casos não é necessário recorrer à utilização de mecanismos de compensação de exposição. No caso de se pretender fotografar um crescente lunar com poucos dias poderá ser útil reduzir o tempo de exposição automático para $\frac{1}{2}$ ou mesmo para $\frac{1}{4}$.



Figura 5- Imagens da Lua obtidas no foco principal de uma luneta *Takahashi* FS102 f/8. Câmera digital *Olympus* DP10. Pedro Ré (2001).

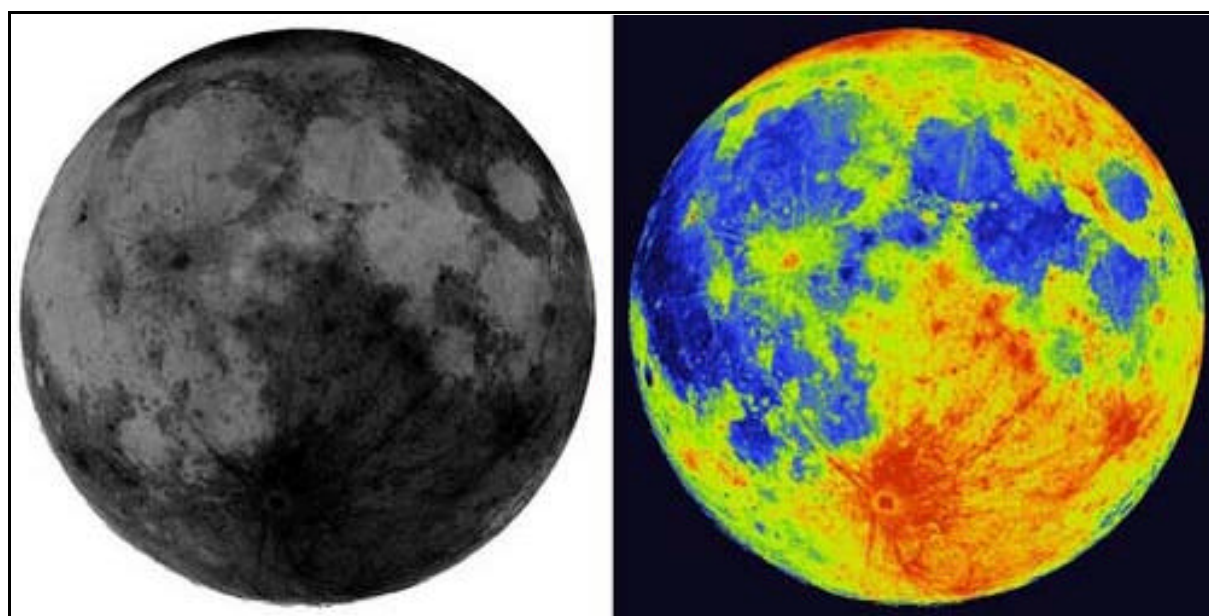


Figura 6- Imagem da Lua cheia obtida com o auxílio de um telescópio refrator apocromático *Takahashi* FS102 f/8. Câmera digital *Olympus* DP10. Imagens processadas por computador (Photoshop 6.0) com o intuito de realçar algumas regiões da superfície lunar com (mares, regiões montanhosas, raios...). Pedro Ré (2001).

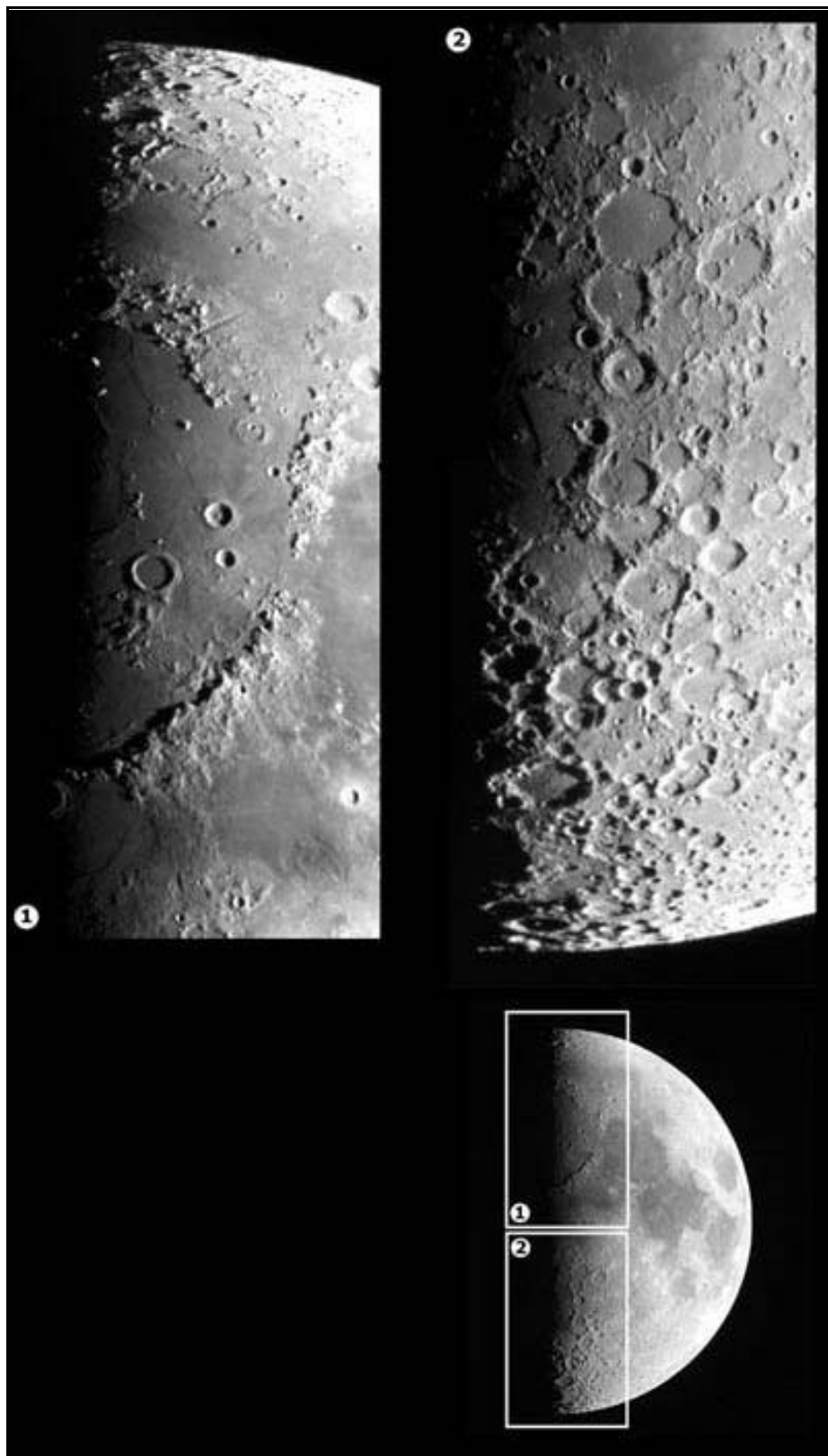


Figura 7- Imagens lunares obtidas com o auxílio de um telescópio refractor apocromático *Takahashi* FS102 *f*/8 (projectão negativa, lente de Barlow *Televue* x 3). Câmara digital *Olympus* DP10. Pedro Ré (2001).

As câmaras digitais de objectivas intermutáveis (SLR) produzem igualmente excelentes resultados. A utilização destas câmaras não difere de um modo significativo das câmaras fotográficas convencionais. As imagens no foco principal são adequadas para a realização de fotografias de todo o disco lunar. Se recorrermos à projecção positiva ou negativa é possível fotografar inúmeros pormenores da superfície lunar.

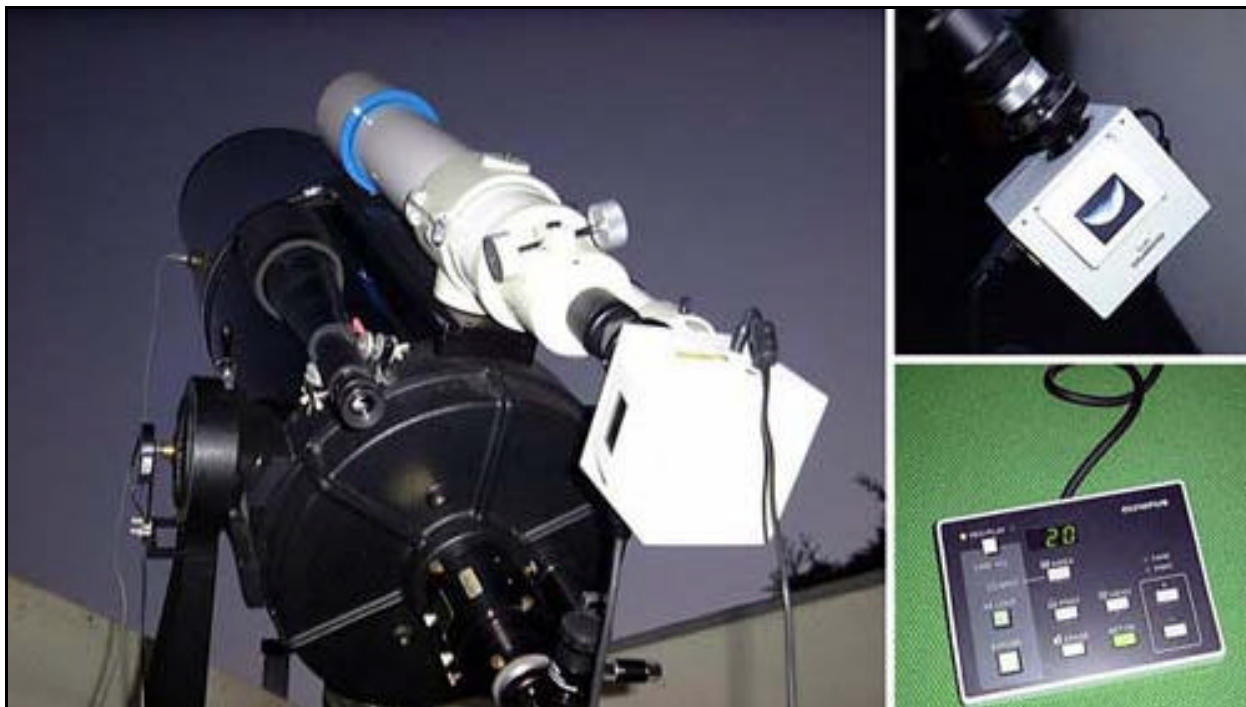


Figura 8- Câmara digital *Olympus* DP10 acoplada a um telescópio refractor apocromático *Takahashi* FS102. O visor LCD e a caixa de comando são visíveis na imagem (à direita na imagem). Pedro Ré (2001).

Algumas câmaras digitais utilizadas em microscopia são igualmente adequadas para a realização de fotografias lunares. É o exemplo das câmaras *Olympus* DP10 (Figura 8) e DP11. Possuem um sensor CCD idêntico ao que equipa algumas câmaras digitais de visor directo. A *Olympus* DP10 possui um CCD de 2/3" com 1,4 milhões de pixels (1240x1024) idêntico ao sensor da *Olympus Camedia* C-1400L. Estas câmaras possuem um visor LCD externo que é muito útil na centragem e focagem do objecto a fotografar. Todas as funções da câmara podem ser controladas remotamente recorrendo à utilização de um computador (porta série RS232) ou através de uma caixa de comando (Figura 8). A câmara *Olympus* DP10 permite obter excelentes imagens lunares quer no foco principal quer por projecção directa positiva ou negativa (Figuras 7 e 8). Apesar de se tratar de uma câmara concebida para a obtenção de imagens ao microscópio óptico, pode ser facilmente acoplada a um telescópio através da utilização de adaptadores *standard* (adaptador com rosca tipo "T" de 42 mm e "C" de 25 mm e anel "T").

A utilização de câmaras digitais vulgarmente designadas WebCams é também uma excelente opção. Estas câmaras foram idealizadas para serem utilizadas em video-conferências através da Internet e os seus preços são reduzidos comparativamente a outras câmaras digitais. Existem actualmente no mercado inúmeros modelos que podem ser transformados e/ou adaptados para a realização de fotografias de objectos do sistema solar (Sol, Lua e planetas). A sua utilização é extremamente simples e intuitiva. Necessitam de ser ligadas a um computador (porta paralela, ou USB) para poderem funcionar. Os modelos mais recentes possuem sensores CCD de dimensões apreciáveis. Alguns modelos são equipados com sensores CMOS que são menos sensíveis e devem ser evitados. A adaptação de uma WebCam para astrofotografia é extremamente simples. É necessário montar a electrónica da câmara num suporte apropriado de tal modo que esta possa ser facilmente acoplada a um telescópio. Existem várias possibilidades. Pode-se desmontar a câmara e instalar a electrónica no interior de uma caixa adequada. Em alternativa pode adquirir-se um adaptador *standard* de 1 1/4". Em ambos os casos é necessário remover a objectiva da câmara de tal modo que o sensor CCD fique acessível.

As Webcams têm vindo a ser utilizadas com excelentes resultados por um grande número de astrofotógrafos. Apesar de existirem actualmente diversos modelos, os mais utilizados (2002) são as câmaras *Vesta Pro* e *Toucam Pro* (Figura 9 e 10). Ambas são alimentadas através da interface USB e só podem ser utilizadas em computadores que possuam a versão Windows 98 ou posterior. São equipadas com um chip colorido Sony ICX098AK de 1/4" (24 bits), (659(H) x 494(V), 3,87 x 2,82 mm) e podem ser facilmente modificadas utilizando um adaptador *standard* de 31,7 mm ou 1 1/4".

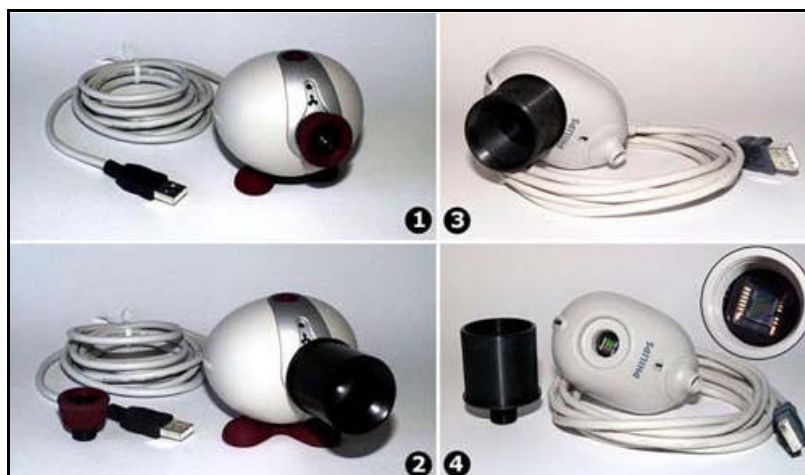


Figura 9- Adaptação de duas Webcams para astrofotografia. 1- Philips Vesta Pro não modificada; 2- Vesta Pro munida de um adaptador standard 1 1/4"; 3 e 4- Toucam Pro modificada. Pedro Ré (2002).



Figura 10- Duas Webcams adaptadas para astrofotografia. 1- Philipps Vesta Pro e 2- Toucam Pro. Pedro Ré (2002).

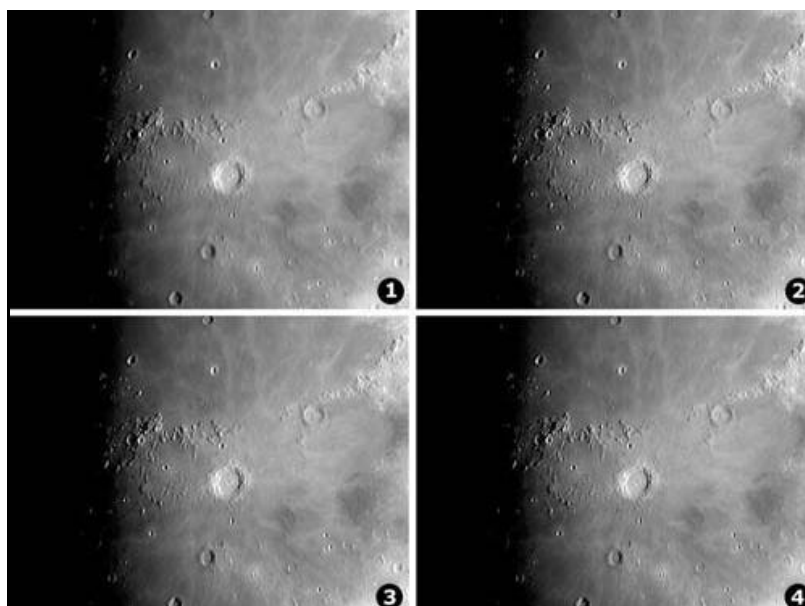


Figura 11- Imagens da Lua obtidas no foco principal de uma luneta Synta 150 mm f/8 (munida de um Chromacor). WebCam Vesta Pro. Imagens processadas com o auxílio dos programas Avibmp e Iris (soma de 23 images): 1- imagem original; 2- filtro de máscara difusa, 3- wavelet, 4- vancittert. Pedro Ré (2002).

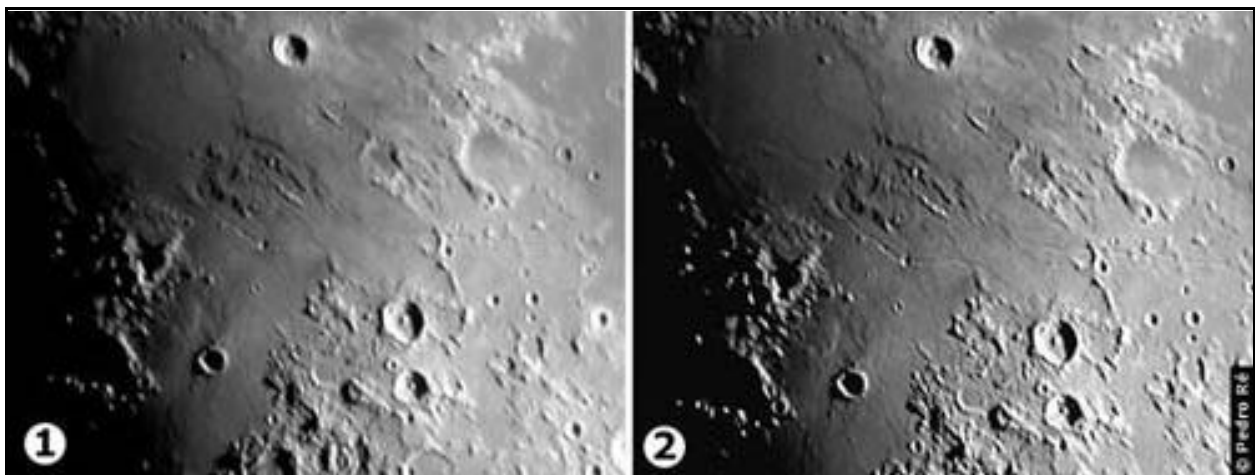


Figura 12- Imagens da Lua obtidas no foco principal de um telescópio Schmidt-Cassegrain 200 mm f/10. Imagens processadas com o auxílio dos programas Registax e Photoshop 6.0 (soma de 100 imagens): 1- filtro de máscara difusa; 2- wavelet. Pedro Ré (2002).

Bibliografia

- Bourge, P., J. Dragesco, Y. Dargery (1977). *La photographie Astronomique d'Amateur*. Publications Photo-Cinéma Paul Montel.
- Bourge, P., J. Lacroux (1983). *A l'affût des étoiles*. Bordas, Paris.
- Covington, M.A. (1999). *Astrophotography for the amateur*. Cambridge University Press.
- Dobbins, T., D. C. Parker, C. F. Capen. (1988). *Observing and photographing the solar system*. Willmann-Bell, Inc.
- Dragesco, J. (1995). *High Resolution Astrophotography*. Cambridge University Press.
- Martinez, P. (1983). *Astrophotography II. Featuring the techniques of the European amateur*. Willmann-Bell, Inc., Richmond.
- Massey, S., T. A. Dobbins, E. J. Douglas (2000). *Video Astronomy (Sky & Telescope observer's guides)*. Sky Publishing Corporation.
- Ré, Pedro (2002). *Fotografar o céu*. Plátano Edições Técnicas.



TAKAHASHI FC-60

REFRACTOR APOCROMÁTICO 60MM F/8,33

Luis Carreira

seilah@clix.pt

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

Descrição

O FC-60 é um dos mais pequenos refractores apocromáticos correntemente oferecidos pela *Takahashi*, utilizando uma objectiva com dois elementos sendo o elemento interior de fluorite (fluoreto de cálcio). Segundo o fabricante, todas as superfícies têm multi-tratamento, inclusive as de fluorite. Este telescópio tem o número de série 02003, que se pode traduzir no número de 3 (003) do ano de produção de 2002 (02).

O tubo é construído num metal leve (presumo que alumínio) pintado/lacado a branco, com as extremidades que possuem rosas (à frente para o pára-sol e atrás para o focador) num liga metálica mais pesada e dura pintada num verde pálido que é uma cor típica dos refractores japoneses, sendo todos os anéis e adaptadores posteriores ao focador num negro opaco tanto no exterior como interior. Também se pode desenroscar a objectiva. O tubo têm um diâmetro de 68 mm com um comprimento total com diagonal e pára-sol de 54 cm podendo ficar reduzido para apenas 42 cm desenroscando as atrás mencionadas peças. A altura máxima é pouco mais de 12 cm. O peso total do tubo (1200 gramas), braçadeira (420 gramas), diagonal (140 gramas) e uma ocular é inferior a 2 kg. Menos metade do ETX90EC. O pára-sol tem um comprimento (e diâmetro) ligeiramente maior que abertura, que de resto é o que manda a regra, sendo o seu interior escurecido com uma tinta preta fosca não-reflectiva. Revelou-se bastante eficaz em isolar a objectiva de todas as luzes parasitas do meu pátio, onde foram realizadas praticamente todas as sessões, tendo também a função de proteger do pó e humidade. O focador, também ele em alumínio mas com maior espessura, desliza suave e uniformemente, com grande precisão em ambos os sentidos, dando a sensação de "escorregar em manteiga", que aliás é uma das características pela qual a *Takahashi* é famosa, podendo a fricção ser regulada através de um grande parafuso (no topo). A precisão de focagem é notável, sendo uma característica desejável tanto no "campo" quando montado em montagens pouco sólidas (pouco tempo a focar), como futuramente na astrofotografia (folgas e peso das câmaras e adaptadores). NOTA: Este focador tem um diâmetro menor que os da série FS (102, 128), portanto deve ter-se algum cuidado nos acessórios a adquirir.

A título de curiosidade, até num mero buscador 6x30 que uso com o meu dob de 20cm, a regulação de focagem tem o famoso "escorregar", o que demonstra a atenção à imagem de marca do fabricante.



Figura 1- O focador e adaptador para oculares de 1,25" com anel de compressão (cor de alumínio)
O diagonal prismático também possui um anel de compressão

O interior do tubo é completamente negro fosco. Com ajuda do flash da máquina a menos de 20 cm consegue-se adivinhar pelos menos 3 "baffles", que sem dúvida devem contribuir grandemente para o isolamento do eixo óptico de todas luzes parasitas, resultando assim num bom contraste.



Figura 2- Uma foto com flash do interior do tubo. Note-se os "baffles".

A opcional (mas indispensável) braçadeira é feita numa liga não magnética maciça e pesada tendo o interior forrado num luxuoso feltro verde (tipo mesa de jogos) para prevenir qualquer risco ou vinco na pintura do tubo. Esta braçadeira possui uma rosca standard para tripé fotográfico (1/4") e ainda dois furos para a montagem da própria marca, para os quais são fornecidos dois grossos parafusos.

No focador existe um adaptador, onde se pode enroscar (ou não) um extensor (que é fornecido) que permite a focagem das oculares directamente no tubo sem o diagonal, seguido de um adaptador com anel de compressão para o porta-oculares (oculares de 1.25"), que por sua vez usa também um anel de compressão para a fixação das oculares. Este anel de compressão requiere alguma habituação tanto funcional como psicológica, pois no início fica-se sempre na dúvida se a ocular está bem segura, mas funciona muito bem. Estes anéis também se podem encontrar em diagonais topo de gama da Astrophysics e Televue.

A quantidade de anéis e acessórios que se pode montar/combina é verdadeiramente incrível para um telescópio tão pequeno, só vendo a "System Chart" é que dá para acreditar.



Figura 3- A requintada e sólida braçadeira forrada a feltro verde.

Para finalizar esta descrição convém mencionar ainda a tampinha em alumínio maquinado de 1.25" com logótipo que tapa a extremidade anterior do tubo ou então o orifício do porta-oculares se montado. Por outro lado, a lente primária é tapada com uma vulgar tampa de plástico que serve para a função mas destoa...

O manual é todo em japonês e serve para toda a série de telescópios FC. Como o meu japonês está um bocado enferrujado só deu para perceber os números esquemas (system charts) e que não devia apontar o telescópio para o Sol. A embalagem inspirou confiança e é exemplar - sendo uma dupla caixa de cartão grosso com muitos sacos de espuma/esferovite que aconchegava completamente o telescópio, ficando como que em suspensão. Em termos estéticos é um dos telescópios mais bem acabados e de qualidade irrepreensível que já ocasião de ver (os olhos também comem).

Teste

Os acessórios utilizados foram os seguintes:

- Tripé *Gitzo* G1224 com cabeça G1175, G1376M e Manfrotto 141RC (com *quick-release*)
- Filtro solar Baader "*home-made*"
- *Rigel Quickfinder* montado num anel "*home-made*"
- Diagonal prismático *Takahashi* 1.25"
- Oculares *Nagler* type1 7mm (71x, 1°09'), *Nagler* type6 9mm (56x, 1°29'), *Radian* 14mm (36x, 1°41'), *Panoptic* 19mm (26x, 2°35'), *Plossl* TV 32mm (16x, 3°12'), *Ortoscópicas Kasai* 12.5mm (43x, 1°05') e 9mm (56x, 46'), *Plossl* *Meade* 4000 26mm (19x, 2°36'), barlow 2x *Celestron* Ultima, barlow 2x (1.8x) *Meade* #126.
- *Canon Powershot* G1 em modo afocal com a *Radian* 14mm.



Figura 4- O filtro solar Baader na sua célula feita com um tubo de escoamento de águas da chuva. E o anel para o Quickfinder também ele usado para fixar os tubos de águas à parede – forrado a feltro no interior.



Figura 5- O anel do quickfinder montado. Deste modo é possível apontar sem dificuldade para o zênite.



Figura 6- O filtro solar Baader na sua célula. Repara-se no velcro para ficar bem justo ao pára-sol.

Primeira Luz (Diurna)

Como é habitual quando se recebe qualquer equipamento astronómico, as condições meteorológicas impediram a Primeira Luz Nocturna, mas não a Primeira Luz diurna. Montando o telescópio num tripé de fotografia (cuja cabeça era pouco adequada para aguentar o seu peso), fui testar a resolução e aberração cromática, apontando para umas antenas em que o Sol (nessa altura a pino) incidia. A aberração cromática praticamente não existia, e digo praticamente, porque era insignificante (e tinha de olhar em ângulos pouco ortodoxos). Tenho quase a certeza que esta era causada pelas oculares devido a ser amarela (?) e também pelo o extremo brilho do alvo. E isto é se pôr o "picuinhometro" a máximo, pois para todos os efeitos não existe virtualmente cor residual em todas as amplificações que testei, 15x (*Plossl* 32mm) até às 143x (*Nagler* 7mm + barlow ultima 2x). As imagens eram simplesmente perfeitas.



Figura 7- Foto usando a Plossl de 32mm.

Querendo aproveitar ainda o Sol, ajudei o meu irmão (que tem jeito para essas coisas) a construir um filtro solar com uma folha Baader que já tinha comprado há algum tempo com um bocado de tubo de escoamento de águas e que cabia quase como uma luva no pára-sol do telescópio. Depois de me certificar que o filtro estava em boas condições, sem orifícios lá fui estrear o *taka* com a estrela mais importante - o nosso Sol. A altura do dia (depois de almoço) e local (pátio rodeado de telhados) não foram os mais propícios, mas a expectativa era grande e o Sol foi mesmo o primeiro astro a ser observado pelo pequeno refractor. Fiquei sinceramente impressionado com o pormenor observado no Sol com apenas 60 mm - manchas com detalhes finos (umbras, penumbras), fáculas, e a ligeira impressão da textura granulada do Sol. O filtro solar *Baader* (que tem um brilho bem mais intenso que o 1000 Oaks type 2+ que uso com o ETX90), tinha um contraste muito bom, pois era bem mais fácil de observar as fáculas.



Figura 8- O arranjo típico para observação. O saco do telescópio é de um skate. É almofadado, mas ainda reforcei o seu interior com espuma e tem uma correia para se poder transportar como uma mochila, sendo muito útil para não deixar o telescópio no carro ao Sol ou à mercê de outra coisa qualquer....

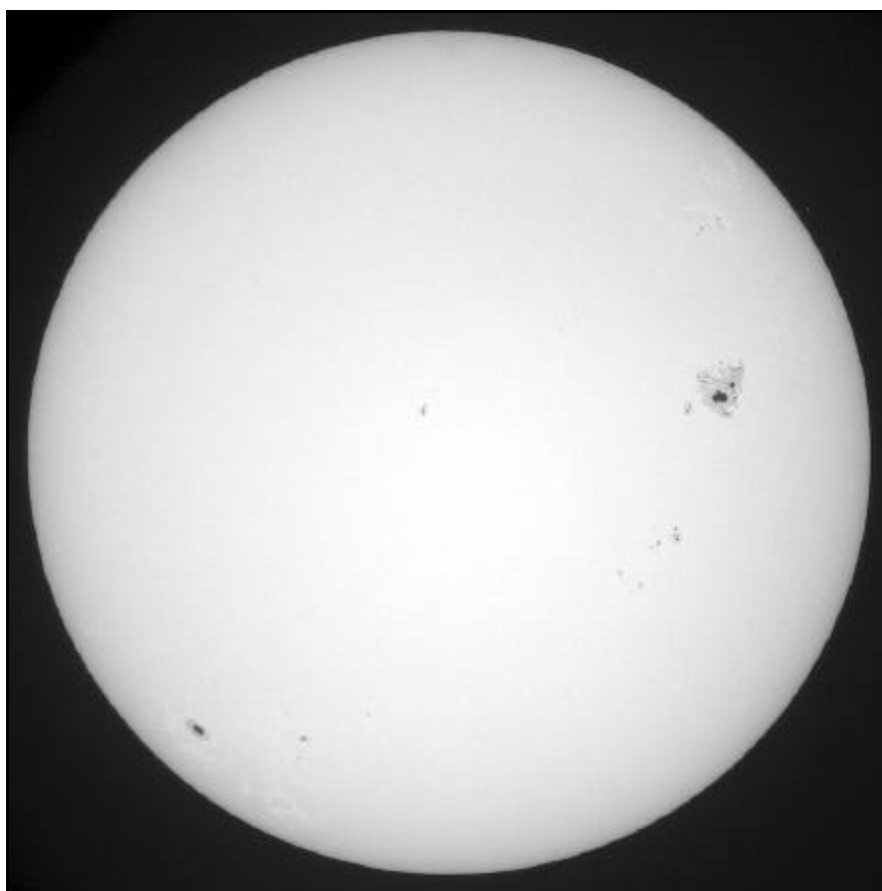


Figura 9- Imagem do Sol.

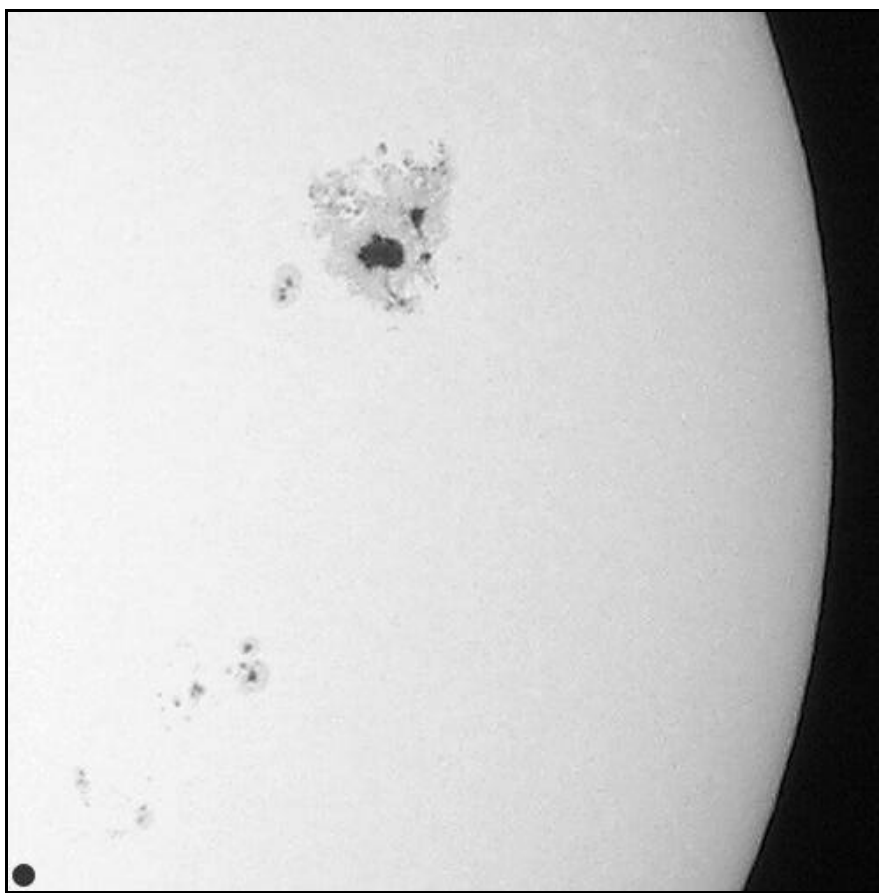


Figura 10- Imagem de um grupo de manchas solares.

Com o auxílio das diversas oculares que utilizei nesta primeira observação, uma *Televue Radian* de 14mm (36x, 1°41'), *Televue Nagler* de 9mm tipo 6 (56x 1°29') e a *Televue Nagler* de 7mm tipo 1 (71x 1°09') com e sem barlow (Última 2x), notava-se um ligeiro brilho amarelo na borda do Sol, que era tanto menor quanto menor era amplificação utilizada. Esta aberração cromática também é visível no ETX90 que pretensamente é imune, daí poder-se atribuí-la em grande parte às oculares e ao intenso brilho (maior que o da Lua Cheia seguramente). Não é possível pedir melhor resolução, nitidez e contraste a um telescópio de abertura tão pequena. Mesmo a 140x (*Nagler* 7 mm+barlow) e com uma grande turbulência causada pelas ondas de calor, a nitidez era espantosa.

Primeira Luz (nocturna)

Apesar da intensa nebulosidade, lá consegui ter umas boas abertas para fazer o "*star-test*" preliminar. A primeira estrela a ser observada foi a Vega (alfa Lira), sem que tenha notado alguma aberração crômática, com a excepção do seu natural brilho azulado. Logo abaixo estava a dupla-dupla (epsilon Lira) que foi separada com algum esforço a 71x, ambas mostrando claramente as suas estrelas componentes.

Apesar da atmosfera não estar propriamente estável realizei o teste preliminar com a *Nagler* 7mm (71x, 30x/polegada), com a qual era possível observar vários anéis de difracção no foco e o inconfundível disco de Airy, sendo o *in-focus* e *out-focus* praticamente simétricos, com a luz uniformemente distribuída por todos eles, portanto sem detectar visualmente qualquer sub- ou sobre-correcção. Também não detectei qualquer sinal evidente de astigmatismo. Se consultarem as imagens no livro do *Suiter*, são aquelas que correspondem às "*perfect optics*" não-obstruídas. De seguida passei para a nebulosa planetária M 57 que já se evidenciava bem das estrelas circundantes a 16x, sendo possível observar sem dificuldade o seu centro mais escuro com uma amplificação de 55x. Passando de relance pelo enxame globular M 56, compreendi porque que é que Messier o colocou na sua lista de falsos cometas, pois a 16x parecia uma pequena e tênue nebulosidade, sem qualquer resolução. Descendo mais um bocado cheguei à Albireo (beta Cisne), que é para mim é o mais bonito par de estrelas do firmamento, mostrando um amarelo e um azul extremamente vivos. Depois as nuvens taparam de vez o céu e ficou por ali a sessão. Na segunda sessão de observação já foi possível observar mais alguns objectos que conheço bem. Comecei por Vénus que mostrava a sua fase de 60 ° bem delineada embora já com a imagem muito ondulante por estar abaixo dos 20 ° de altitude.

A Lua estava com uma fase superior a 80% portanto, o contraste com céu não era dos melhores. Aproveitei no entanto para fazer um "tour" ao longo do terminador, tirando algumas fotografias pelo caminho. A Lua a 214x (84x/polegada), utilizando uma *Nagler* 7mm conjuntamente com uma Barlow 2x (*Ultima*) antes do diagonal (funcionando deste modo com um factor de 3x), praticamente não quebrou na nitidez e pormenor, só baixando como aliás é normal o seu brilho (o que na Lua por vezes é desejável). Suspeito que ainda podia suportar mais amplificação... e a aberração cromática (do telescópio) continua a não aparecer.



Figura 11- Imagem da Lua.



Figura 12- Imagem da cratera Clavius.

Se de início tinha algumas dúvidas sobre a performance do diagonal prismático (opcional), depois desta sessão ficaram desvanecidas - considero-a praticamente transparente. O prisma ilumina completamente o campo de qualquer ocular de 1.25" e parece aguentar-se bem nas grandes ampliações, para além de ter uma construção impecável e usar um anel rotativo de compressão para fixar as oculares.

O enxame globular M 13 em Hércules assemelhava-se um montinho indefinido de estrelas, com algumas das estrelas a resolver momentaneamente, o mesmo se passando com M 92 da mesma constelação e M 3 em Cães de Caça, embora neste último me parecesse ver mais algumas estrelas. Também nesta constelação a Cor Coroli (alfa) observei facilmente as cores amarela e azul das suas duas estrelas.

A nebulosa planetária M 27 na Raposa dava leves indícios da sua forma de haltere. O enxame aberto M 29 no Cisne, estava extraordinariamente demarcado da confusão de estrelas típica desta área com apenas 26x e ainda com a estrela Deneb no Campo.

Por esta altura já tinha seleccionado as minhas oculares preferidas, a *Panoptic* 19mm que com os seus 2 graus e meio de campo real servia de ocular buscadora, e sem sombra para dúvidas a *Nagler* 9mm - simplesmente nítida e pontual em todo o seu campo, que mesmo a 56x ainda tem uns confortáveis grau e meio - realmente um par excelente quando usada com este refrac tor.

Numa terceira (e curta) sessão, andei a testar combinações com as barlows e algumas oculares na Lua que se encontrava com a fase quase cheia. Para além de conseguir focar todas as combinações, cheguei a uma amplificação de 302x (*Barlow* 3x + *Barlow* 1.8x + *Nagler* 9mm) que é uma estupificante amplificação de 128x por polegada. Espantosamente, mesmo a mais de 300x não notei quebra notória no pormenor ou nitidez, mas os "floaters" do olho começaram a ser incomodativos. O tripé fotográfico também acabou por acusar a sua portabilidade.

É também inevitável a minha comparação com o ETX90. Ambos os telescópios são muito diferentes para serem facilmente comparados, mas o *Taka* ganha no contraste e mecânica e pode ir aos limites enquanto o ETX tem a vantagem de possibilitar uma maior resolução e pouco mais de mais brilho (mas não muito mais).



Figura 13- Luis Carreira e o Taka FC -60.



CHROMACOR DA ARIES INSTRUMENTS

Pedro Ré

pedrore@mail.telepac.pt

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

O *Chromacor* da ARIES é um acessório revolucionário que permite transformar um telescópio refractor acromático num teleacópio refractor semi-apocromático ou mesmo apocromático. Consiste num sistema de três lentes que são colocadas próximo do plano focal do telescópio, imediatamente antes da ocular, ou do sistema de aquisição de imagens (câmara fotográfica, câmara CCD, webcam...) (Figura 1). Foi idealizado por Valery Deryuzhin da ARIES Instruments (Ucrânia).



Figura 1- *Chromacor* da ARIES acoplado a um espelho diagonal de 2". Pedro Ré (2002).

Este dispositivo corrige fundamentalmente dois tipos de aberrações que são comuns em telescópios refractores acromáticos: (i) aberração cromática e (ii) aberração esférica. São diversos os tipos de correcções possíveis, naturalmente dependentes das aberrações presentes na objectiva acromática do telescópio utilizado (sem o *Chromacor*). Além da correcção da aberração cromática, a aberração esférica (sub- ou sobre-correcção) melhora sensivelmente se utilizarmos um *Chromacor*. O *Chromacor* ilustrado na Figura 1 apresenta uma sobre-correcção de $1/6$ a $1/7$ comprimentos de onda (*Chomacor-O1*). Existem ainda *Chromacors* com sobre-correcções inferiores (*Chromacor-O2*, $1/3,5$ a $1/4$ comprimentos de onda) ou mesmo sub-correcções (*Chromacor-U1* e *Chromacor-U2*, $1/6$ a $1/7$ e $1/3,5$ a $1/4$ comprimentos de onda respectivamente). No caso da objectiva não apresentar aberração de esfericidade pode usar-se um *Chromacor-N* (neutro). Neste caso o *Chromacor* corrige unicamente a aberração cromática.

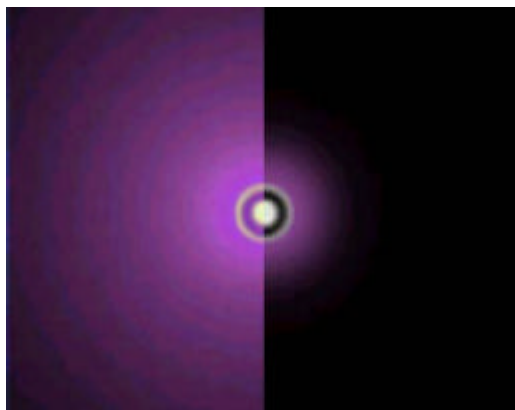


Figura 2- Simulação de uma imagem estelar observada através de um telescópio refractor acromático sem *Chromacor* (esquerda) e com *Chromacor* (direita). Imagem colorida em <http://www.astrosurf.com/re/chromacor.html>

Na Figura 2 torna-se aparente que a correcção cromática é quase completamente corrigida, mas não na sua totalidade. As Figuras 3, 4 e 5 ilustram o que se pode observar através de um telescópio Synta (Sky-Watcher) 150 mm f/8 com e sem *Chromacor*.



Figura 3- Imagens de comparação de um pinheiro sem (esquerda) e com (direita) *Chromacor*. Refractor Synta (Sky-Watcher) 150 mm f/8, câmara digital reflex FujiFilm S1 Pro. Pedro Ré (2002). Imagem colorida em <http://www.astrosurf.com/re/chromacor.html>

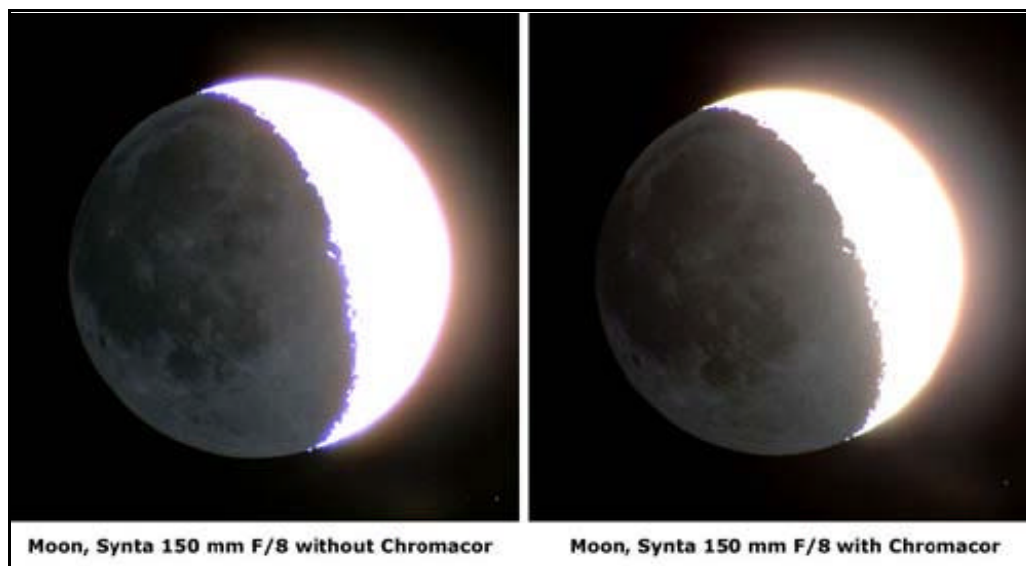


Figura 4- Imagens de comparação da Lua sem (esquerda) e com (direita) *Chromacor*. Refractor Synta (Sky-Watcher) 150 mm f/8, câmara digital reflex FujiFilm S1 Pro. Pedro Ré (2002). Imagem colorida em <http://www.astrosurf.com/re/chromacor.html>

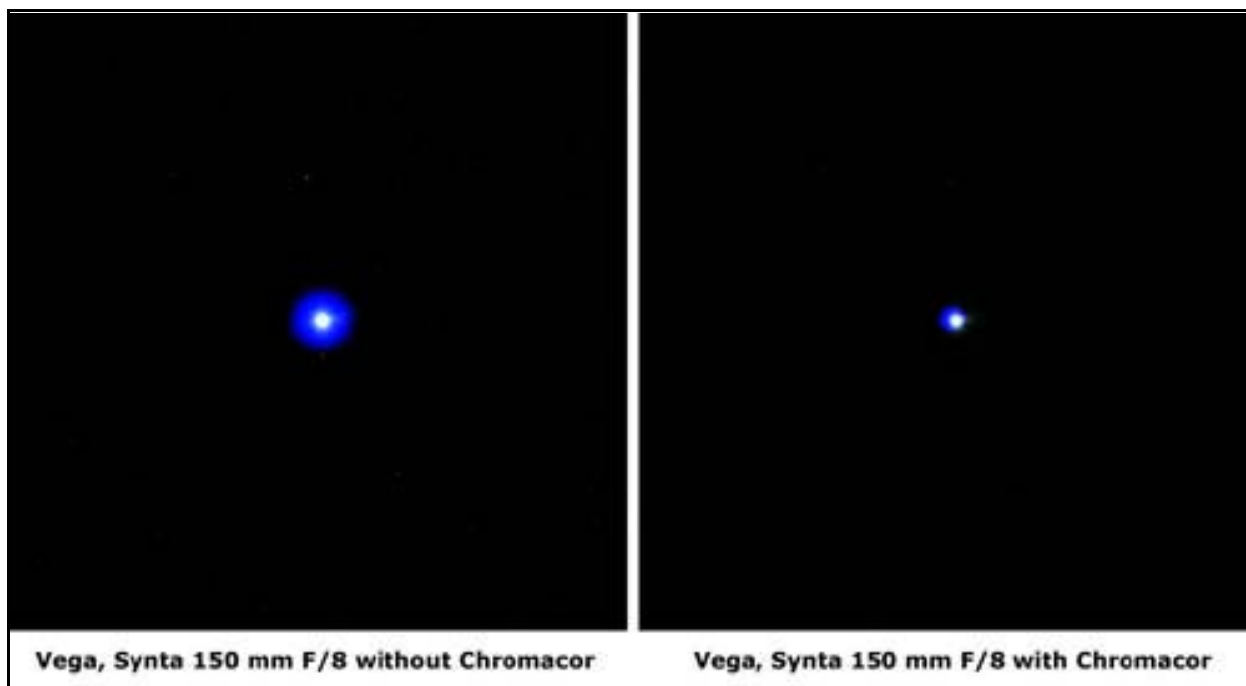


Figura 5- Imagens de comparação da estrela Vega (α Lira) sem (esquerda) e com (direita) *Chromacor*. Refractor Synta (Sky-Watcher) 150 mm f/8, câmara digital reflex FujiFilm S1 Pro. Pedro Ré (2002). Imagem colorida em <http://www.astrosurf.com/re/chromacor.html>

Para que se obtenha a melhor correção possível é necessário que o *Chromacor* esteja perfeitamente centrado e alinhado relativamente ao eixo óptico do telescópio refractor. Habitualmente os porta-oculares fornecidos com os refractores Synta (Sky-Watcher) 102 mm f/9,8, 120 mm f/8,3 e 150 mm f/8 são de fraca qualidade e necessitam ser substituídos para se obter resultados satisfatórios. O alinhamento do *Chromacor* pode ser levado a cabo recorrendo à utilização de uma ocular Cheshire ou de um colimador laser (Figuras 6 e 7).



Figura 6- Montagem de um novo porta-oculares num refractor Synta (Sky-Watcher) 150 mm f/8: 1- Refractor; 2- *Chromacor*; 3- Porta-oculares de cremalheira (original); 4- Porta-oculares Crayford (novo); 5- Adaptador; 6- Ocular Cheshire. Pedro Ré (2002).

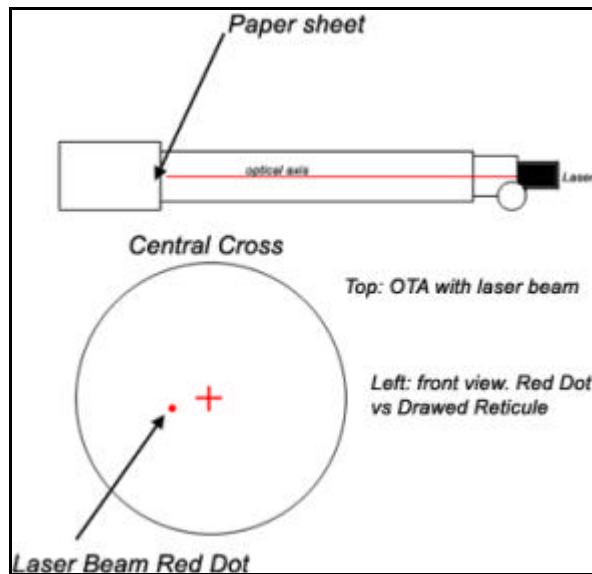


Figura 7- Alinhamento de um porta-oculares recorrendo ao auxílio de um colimador laser. Pedro Pereira (2002).

Os *Chromacors* foram concebidos para corrigir as aberrações cromáticas e esféricas dos telescópios refractores acromáticos 120 mm f/8,3 e 150 mm f/8 de fabrico chinês, vendidos com as marcas Synta, Celestron, Sky-Watcher, Bresser, Hoon e outras. O preço do *Chromacor* é variável (ca. 1000 Euros). Habitualmente custa o dobro do tubo óptico do telescópio refractor (ca. 500 Euros – Synta 150 mm f/8). Apesar de serem elevados estes quantitativos são muito inferiores ao preço de um telescópio refractor apocromático com a mesma abertura. Recentemente foi lançado o *Chromacor II* que corrige ainda melhor as aberrações: cromática e esférica.

O que é que podemos esperar de um dispositivo deste tipo uma vez este instalado e centrado no eixo óptico de um telescópio refractor acromático? As imagens 2 a 5 falam por si e dizem quase tudo. As referidas imagens coloridas podem ser vistas em: <http://www.astrosurf.com/re/chromacor.html>. As aberrações são corrigidas mas não totalmente. Pode-se esperar uma correcção de 80 a 90% da correcção cromática. Para que se obtenha uma correcção adequada da aberração esférica é necessário que a objectiva seja previamente testada. É necessário saber que tipo de *Chromacor* é o mais adequado (O-1, O-2, U-1 ou U-2, N ver atrás). Muitas firmas fornecem tubos ópticos com o *Chromacor* apropriado (*matched Chromacor*, *Chromacor* emparelhado). É o caso da firma APM-Markus Ludes (<http://www.apm-telescopes.de/>) ou Astrobuffet (<http://www.astrobuffet.com/>). Em Portugal estes dispositivos podem ser adquiridos através das várias firmas revendedoras de equipamento astronómico (Astrofoto, BrightStar, Perseu).

Em condições de observação os resultados são notáveis. O *Chromacor* apresenta resultados óptimos quando é colocado a uma distância não superior a 228 mm da ocular. Os espelhos diagonais não são todos iguais e é aconselhado utilizar o que é fornecido pela APM (Figura 1). A melhor correcção por vezes é obtida fazendo variar ligeiramente (alguns centímetros apenas) a distância da ocular ao sistema óptico do *Chromacor* (nem todas as oculares são parafocais sendo por vezes necessário recorrer à utilização de espaçadores apropriados. A perda de luz provocada pela interposição no sistema óptico de um conjunto de três lentes é negligenciável.

As observações efectuadas com e sem *Chromacor* são elucidativas. É muito interessante comparar os resultados obtidos em condições de observação ou através de imagens obtidas com e sem este dispositivo. Na Lua é possível reduzir a aberração visível no bordo lunar para valores negligenciáveis (note-se que a cor não desaparece completamente). Nos planetas os resultados também são excelentes. Júpiter, Saturno, Marte e Vénus apresentam uma cor residual substancialmente reduzida. Com uma amplificação reduzida (igual ou inferior a 100x) a aberração cromática é muito baixa. Se recorrermos a amplificações superiores por vezes é possível observar alguma cor residual. Em todos os casos as observações efectuadas com o *Chromacor* permitem observar um número muito superior de pormenores na superfície destes planetas. A observação de algumas estrelas brilhantes produz resultados similares. Vega ou Sirio apresentam uma cor residual muito baixa. A observação de estrelas duplas próximas é também grandemente facilitada. A observação de objectos do céu profundo é igualmente facilitada uma vez que o contraste obtido com o *Chromacor* é muito superior ao que se obtém sem o referido dispositivo. Nestes casos é conveniente utilizar oculares de grande campo e com uma boa correcção.

Em jeito de conclusão, o *Chromacor* é sem dúvida um excelente dispositivo que permite transformar um telescópio refractor acromático num telescópio semi-apocromático ou mesmo apocromático. É necessário, no entanto, proceder a

algumas adaptações para que o binómio objectiva/*Chromacor* produza os melhores resultados. Entre outros aspectos é necessário: (i) proceder à colimação do objectiva fotográfica (eg. recorrendo a uma ocular Cheshire ou a um colimador laser); (ii) é também essencial colimar o porta-oculares segundo um dos processos anteriormente descritos; (iii) é conveniente montar um novo porta-oculares (do tipo Crayford de preferência) para obter resultados óptimos (Figura 6); (iv) é útil experimentar diversas oculares (nem todas as oculares apresentam os mesmos resultados, habitualmente oculares do Ortoscópicas ou Plossl são as mais adequadas).



Figura 8- Refractor Synta (Sky-Watcher) 150 mm f/8 + porta-oculares Crayford + *Chromacor* (esquerda). Porta -oculares Crayford e ocular TV Nagler 20 mm (centro). Porta-oculares Crayford e câmara digital reflex FujiFilm S1 Pro. Pedro Ré (2002).

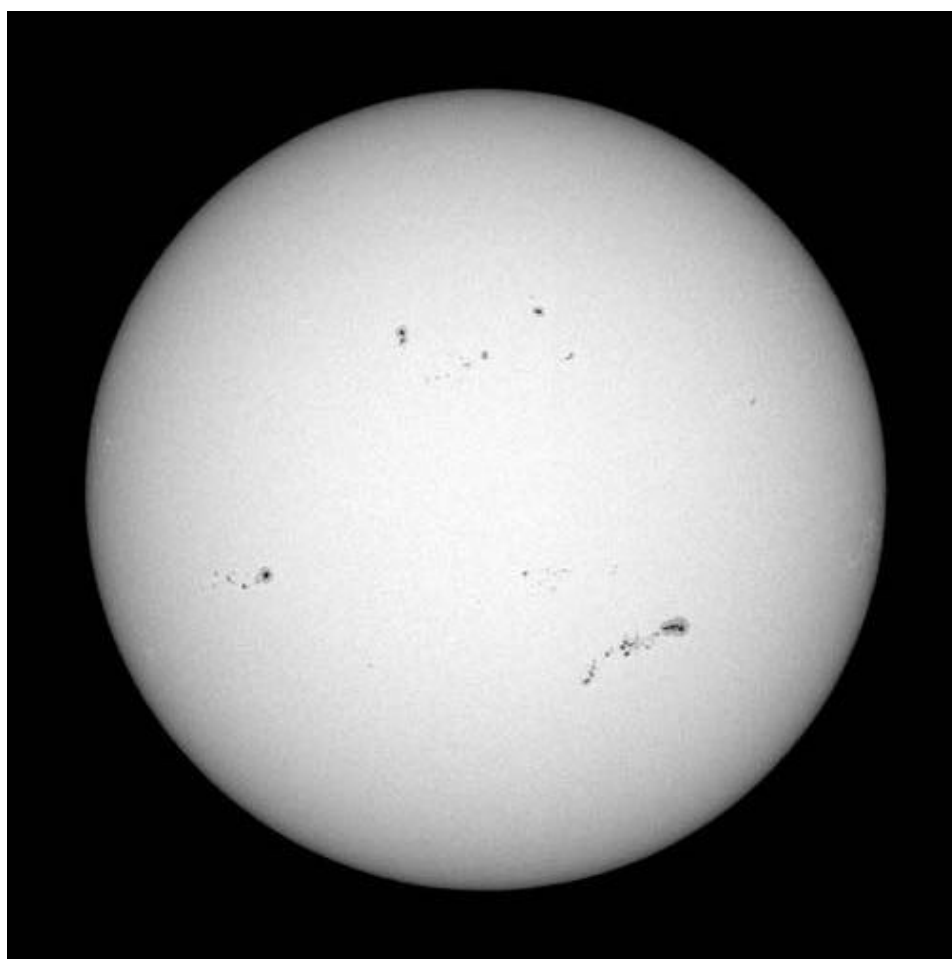


Figura 9- Imagem do sol obtida em 20021219. Synta (Sky-Watcher) 150 mm f/8 + *Chromacor* + FujiFilm S1 Pro. Pedro Ré (2002).

Plataforma fotográfica manual

José Carlos Diniz (Brasil) - REA - LIADA - e-mail: dinizfam@uninet.com.br

Com uma câmera manual, um tripé e um cabo disparador podemos nos iniciar na astrofotografia. As primeiras fotos nos surpreendem com o registro de muito mais estrelas e objetos que conseguimos discernir à vista desarmada.

Estamos no entanto limitados pela rotação da Terra que faz com que as estrelas risquem o céu. Embora essas trilhas sejam bonitas e esteticamente agradáveis não nos permitem ver detalhes das nebulosidades nem podemos ir mais fundo na captura das estrelas mais fracas.

Com a fotografia de longa exposição podemos avançar nesta busca e registro de um céu mais profundo.

As montagens motorizadas nem sempre estão ao alcance dos nossos bolsos, mas usando de criatividade podemos construir mecanismos simples e baratos que permitem fazermos essas exposições prolongadas e obter excelente resultados. Esses mecanismos têm vários nomes: Barn-door, plataforma equatorial, madeirógrafo etc...

Propomos a construção de uma plataforma que tenha as seguintes características:

- 1-Montagem simples e barata.
- 2-Guiagem manual.
- 3-Portátil, leve e robusta.



Centro galáctico
Nikon F2 35mm 3,5 @ 4 filme Kodak
Supra 400 7 minutos de exposição.

- 4-Ideal para ser usada com tripé.
- 5-Melhores resultados com objetivas de 50mm ou menores.
- 6-Tempos de exposição curtos com

ótimos resultados.

Para isso precisamos de:

Três pedaços de compensado de madeira de 18mm medindo 10 x 35 cm, um pedaço de 10 x 13cm e um outro de 3 x 3 x 10cm. (Fig 1 e 2).

Dois peças formam a plataforma e as outras duas formam o suporte.

Escolha dobradiça SEM movimentos laterais!

As fixações devem ser feitas com parafusos e cola para dar maior rigidez ao conjunto (fig 3).

Relação das ferragens para a construção da montagem:

4 parafusos de 1/4" tipo cama, 2 com 1" e 2 com 1,5" de comprimento.

4 arruelas de 1/4"

3 borboletas de 1/4"

Parafusos cônicos, cola, dobradiça.

Rótula ou ball-head (fig 4)

A pequena peça de madeira fixa na base serve para dar mais rigidez e evitar a flexão do suporte.

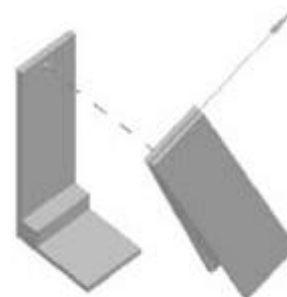
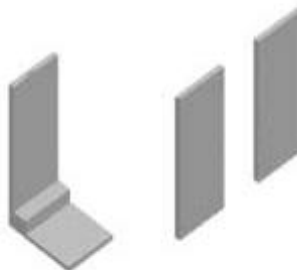
Devemos fazer uma fenda na parte traseira para dar mais apoio à fixação da plataforma, evitando assim deslocamentos. (fig 5)

Montagem

É importante que a dobradiça seja de boa qualidade, o mais rígida possível, e não tenha folgas que permitam movimentos laterais. Podemos diminuir



Figuras 1,2,3



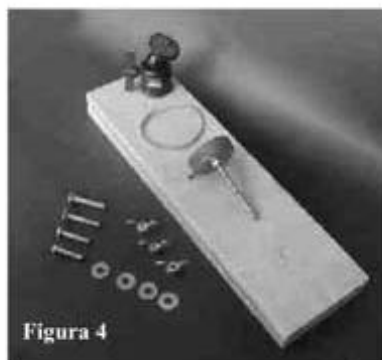


Figura 4



Figura 5



Figura 6



Figura 7



Figura 8



Figura 9

essas folgas aplicando pequenos golpes no seu eixo com um martelo de modo a que fique mais rígida e sem movimentos laterais.

Outro ponto importante é a distância entre o eixo da dobradiça e o furo por onde passa o eixo motor ela deve ser de EXATOS 29,1cm ! Esta medida é fundamental para que a plataforma se mova na velocidade sideral! (fig 6).

Vista lateral do conjunto (fig 7).

Detalhes e acessórios

Parafuso motor: Um parafuso de $\frac{1}{4}$ de polegada e vinte espiras por polegada será nosso eixo motor. Ele deve ter uns 8cm somente. Rosqueamos um disco de madeira e o mantemos fixado com uma porca. A ponta desse parafuso deve ser desbastada de forma cônica e com a ponta arredondada.(fig 8)

A fixação do parafuso motor a plataforma deve ser feita com dois pedaços de alumínio, um de cada lado da madeira e rosqueados. Fixa-se o primeiro respeitando a distância de 29,1cm e o segundo deve ser deslocado ligeiramente para fazer com que o parafuso fique justo, sem folgas, mas girando de forma suave, em seguida, após este ajuste fixamos a segunda placa de alumínio.(fig 8).

O Apoio do parafuso motor deve ser uma pequena placa de metal (latão por exemplo)

Outros acessórios necessários ao alinhamento, orientação e funcionamento da plataforma são **lanterna, inclinômetro, bússola, nível de bolha, relógio e elástico.**(fig 9)

Alinhamento polar

Para que nossa plataforma acompanhe com perfeição o movimento aparente das estrelas precisamos alinhá-la, ou seja, apontar o eixo da dobradiça o mais precisamente possível para o polo.

Após acoplar o suporte da plataforma ao tripé, o nivelamos usando para isso o

nível de bolha. Depois apoiamos a bússola sobre o pequeno pedaço de madeira que reforça a estrutura e colocamos a agulha paralela a ele. A seguir giramos o suporte da plataforma de modo a deslocar o ponteiro da bússola até a declinação magnética do local onde estamos. Isto nos dará nivelamento e alinhamento em azimute (fig 10).

Para o alinhamento em altura usamos o inclinômetro (alternativamente um fio de prumo e um transferidor) e deslocamos a plataforma (mantendo o suporte fixo) até lermos no inclinômetro a nossa altura de polo local (por exemplo para o Rio de Janeiro são 23°). (fig 11)

Estamos agora com o eixo da dobradiça apontado para o polo e portanto todo o movimento da plataforma se dará em torno desse ponto. (fig 12 e 13)

Funcionamento

1-Coloca-se a plataforma sobre um tripé, de modo a que o eixo motor fique voltado para o Leste.

2-Nivela-se a plataforma usando o nível de bolha.

3-Ajustar a altura usando o inclinômetro e apertam-se os parafusos de fixação posteriores.

4-Ajustar o azimute usando a bússola e fixamos a plataforma.

5- O elástico serve para manter o parafuso motor apertado de encontro ao apoio do parafuso motor, evitando que ele se desloque.

6-Com a câmera presa na ball-head, adapte o propulsor, escolha o campo, focalize, ajuste a velocidade para B e feche o diafragma dois pontos.

7-O eixo motor possui uma marca

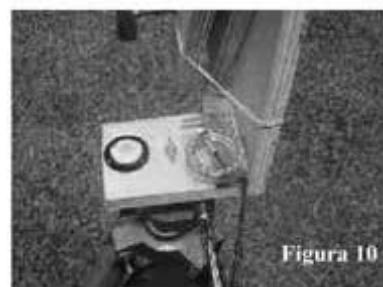


Figura 10



Figura 11

referencial (no nosso caso um parafuso) ele deve ser movimentado no sentido dos ponteiros do relógio e acompanhando a velocidade de deslocamento do ponteiro dos segundos de um relógio colocado próximo. Usamos colocar o relógio preso na própria plataforma e o iluminamos com a luz vermelha e o mais tênue possível, de uma lanterna de bolso.

8- Podemos colocar o eixo motor a Oeste e nesse caso o movimento será contrário ao movimento dos ponteiros do relógio. O eixo estará como que “desparafusando”. Isto nos permite fixar um relógio junto ao eixo motor e gira-lo de modo a manter o ponteiro dos segundos sempre apontado para o mesmo local.

Resultados

Fotos

Centro galáctico – Nikon F2 35mm @f/3,5 em filme Kodak Supra 7min.

Escorpião - Nikon F2 50mm @f/2,8 em filme Kodak Supra 5min.

Espero que vocês construam a sua plataforma e que possam, como eu, ter a satisfação de obter ótimas imagens celestes com um instrumento tão simples, prático e de baixo custo.

Na minha homepage pode-se ver esse e outros experimentos simples clicando em “Engenhocas”.



Escorpião

Nikon F2 50mm1,4 @2,8 filme Kodak Supra 400 5 minutos de exposição.



Figura 12



Figura 13

EFEMÉRIDES (2003)

Grom D. Matthies

grom@ip.pt

<http://astrosurf.com/uaa/EfemBase.htm>

	UTC	Objecto	Evento ou objecto	° / ua / raios terrestres
Janeiro				
2	10:35	Mercúrio	estacionário	
	20:23	Lua	Lua nova	
3	23:18	Mercúrio	Lua	4°41'
4	5:23	Terra	em periélio	0,98332
	19:06	Neptuno	Lua	4°43'
6	1:24	Urano	Lua	4°36'
	9:20	Mercúrio	em periélio	0,3075
10	13:15	Lua	Quarto crescente	
11	0:42	Lua	em apogeu	63,4
	2:36	Vénus	Elongação oeste	47
	6:30	Lua	Meridiano zero	
	15:26	Sol	Mercúrio	2°56'
	17:43	Mercúrio	Ângulo de fase máximo	170,8
	17:49	Mercúrio	Magnitude mínima	4,7
12	1:48	Mercúrio	em conjunção inferior	
	19:37	Mercúrio	em perigeu	0,66816
15	19:44	Saturno	Lua	2°38'
17	10:09	Lua	Libração máxima	-5,4
18	10:48	Lua	Lua cheia	
19	14:31	Júpiter	Lua	4°01'
22	22:47	Mercúrio	estacionário	
23	22:46	Sol	Meridiano zero	
	23:40	Lua	em perigeu	57,99
24	8:09	Lua	Meridiano zero	
25	8:34	Lua	Quarto minguante	
26	4:48	Vénus	Plutão	6°13'
27	15:10	Marte	Lua	0°25'
28	18:41	Vénus	Lua	4°18'
30	23:27	Sol	Neptuno	0°02'
	23:42	Neptuno	em conjunção	
31	3:31	Neptuno	Ângulo de fase mínimo	0
	6:07	Neptuno	Magnitude mínima	8
	12:50	Neptuno	em apogeu	31,06894
Fevereiro				
1	5:52	Lua	Libração máxima	4,6
	10:49	Lua	Lua nova	
	19:51	Júpiter	em perigeu	4,32719
2	3:15	Júpiter	Magnitude máxima	-2,6
	8:07	Júpiter	Ângulo de fase mínimo	0,2
	9:14	Júpiter	em oposição	
4	1:25	Mercúrio	Elongação oeste	25,4
7	7:27	Lua	Meridiano zero	
7	21:03	Lua	em apogeu	63,43
9	11:12	Lua	Quarto crescente	
13	22:49	Lua	Libração máxima	-6,4
16	23:52	Lua	Lua cheia	
17	17:51	Marte	Plutão	9°09'
	21:36	Urano	em conjunção	
18	2:25	Urano	Ângulo de fase mínimo	0
	4:17	Sol	Urano	0°45'
19	0:11	Urano	em apogeu	21,00627
	3:15	Urano	Magnitude mínima	5,9
	8:58	Mercúrio	em afélio	0,4667
	17:10	Lua	em perigeu	57,2
20	3:10	Lua	Meridiano zero	
	6:57	Sol	Meridiano zero	
	23:43	Mercúrio	Neptuno	1°34'
22	10:20	Saturno	estacionário	
23	16:46	Lua	Quarto minguante	
27	5:41	Lua	Libração máxima	5,2

Março

3	2:35	Lua	Lua nova	
4	13:15	Mercúrio	Urano	1°32'
6	15:23	Lua	Meridiano zero	
7	14:36	Lua	em apogeu	63,56
11	7:16	Lua	Quarto crescente	
	23:15	Plutão	Ângulo de fase máximo	1,9
12	19:47	Vénus	Neptuno	0°11'
13	22:25	Lua	Libração máxima	-7,5
14	11:55	Saturno	Ângulo de fase máximo	6,3
15	23:33	Mercúrio	em apogeu	1,36389
18	10:35	Lua	Lua cheia	
19	14:44	Sol	Meridiano zero	
	19:50	Lua	em perigeu	56,41
21	1:01		Início da Primavera	
	23:35	Mercúrio	em conjunção superior	
22	1:32	Mercúrio	Ângulo de fase mínimo	3,8
	18:29	Mercúrio	Magnitude máxima	-1,9
23	16:51	Plutão	estacionário	
25	1:52	Lua	Quarto minguante	
26	9:51	Lua	Libração máxima	6,4
28	13:03	Vénus	Urano	0°03'

Abril

1	19:19	Lua	Lua nova	
3	11:10	Lua	Meridiano zero	
4	5:10	Júpiter	estacionário	
	6:27	Lua	em apogeu	63,68
	8:36	Mercúrio	em periélio	0,3075
9	23:41	Lua	Quarto crescente	
11	2:12	Lua	Libração máxima	-8
15	21:38	Sol	Meridiano zero	
16	14:39	Mercúrio	Elongação leste	19,8
	19:36	Lua	Lua cheia	
17	4:55	Lua	em perigeu	56
19	21:03	Vénus	em afélio	0,7282
20	10:29	Plutão	Lua	11°24'
23	12:19	Lua	Quarto minguante	
	12:32	Lua	Libração máxima	7,3
24	4:13	Neptuno	Lua	5°13'
	21:48	Saturno	Magnitude mínima	0,1
25	15:44	Urano	Lua	4°50'
26	21:33	Mercúrio	estacionário	
28	16:45	Vénus	Lua	2°44'
30	16:09	Júpiter	Ângulo de fase máximo	10,9

Maió

1	7:38	Lua	em apogeu	63,74
	8:27	Lua	Meridiano zero	
	10:59	Sol	Lua	1°50'
	12:15	Lua	Lua nova	
2	4:01	Mercúrio	Lua	2°41'
5	2:16	Neptuno	Ângulo de fase máximo	1,9
	8:54	Saturno	Lua	3°19'
7	6:23	Sol	Mercúrio	0°13'
	6:42	Mercúrio	Magnitude mínima	6,2
	7:26	Mercúrio	Ângulo de fase máximo	179,5
	16:05	Mercúrio	em conjunção inferior	
8	18:03	Júpiter	Lua	4°16'
9	11:54	Lua	Quarto crescente	
	14:04	Mercúrio	em perigeu	0,55597
10	17:55	Marte	Ângulo de fase máximo	43,1
13	3:27	Sol	Meridiano zero	
	13:53	Marte	Neptuno	2°02'
15	15:02	Lua	em perigeu	56,05
	15:19	Lua	Meridiano zero	
16	3:21	Neptuno	estacionário	
	3:36	Lua	Lua cheia	
	3:40	Lua	Eclipse lunar	
18	8:13	Mercúrio	em afélio	0,4667
19	14:21	Mercúrio	estacionário	
21	19:24	Lua	Libração máxima	7,4
	20:07	Marte	Lua	3°02'
23	0:31	Lua	Quarto minguante	
25	1:47	Urano	Ângulo de fase máximo	2,9
28	0:28	Mercúrio	Vénus	2°21'

	13:07	Lua	em apogeu	63,68
29	7:53	Lua	Meridiano zero	
31	4:20	Lua	Lua nova	
			Eclipse anular do sol não visível em Portugal	
Junho				
3	5:41	Mercúrio	Elongação oeste	24,4
5	7:55	Vénus	Magnitude mínima	-3,9
6	0:06	Lua	Libração máxima	-6,8
7	13:55	Plutão	Magnitude máxima	13,8
	14:35	Urano	estacionário	
	20:28	Lua	Quarto crescente	
9	1:44	Plutão	em perigeu	29,65499
	8:28	Sol	Meridiano zero	
	20:45	Plutão	em oposição	
	20:58	Plutão	Ângulo de fase mínimo	0,3
12	18:42	Lua	Meridiano zero	
	22:08	Lua	em perigeu	56,51
14	11:16	Lua	Lua cheia	
19	0:40	Lua	Libração máxima	6,9
20	23:11	Marte	Urano	3°11'
21	14:46	Lua	Quarto minguante	
	19:12		Início do Verão	
24	13:12	Sol	Saturno	0°48'
	13:40	Saturno	em conjunção	
	13:47	Saturno	Magnitude máxima	0
	17:32	Saturno	Ângulo de fase mínimo	0,1
	20:14	Saturno	em apogeu	10,04737
25	2:26	Lua	em apogeu	63,53
29	18:39	Lua	Lua nova	
Julho				
1	0:46	Mercúrio	Saturno	1°33'
	7:51	Mercúrio	em periélio	0,3075
2	23:34	Lua	Libração máxima	-5,6
4	5:40	Terra	em afélio	1,01673
5	2:40	Mercúrio	Magnitude máxima	-2,2
	7:51	Mercúrio	Ângulo de fase mínimo	4,4
	15:46	Mercúrio	em conjunção superior	
6	13:13	Sol	Meridiano zero	
7	2:33	Lua	Quarto crescente	
	3:45	Mercúrio	em apogeu	1,33028
8	7:55	Vénus	Saturno	0°49'
10	12:59	Lua	Meridiano zero	
	20:07	Lua	em perigeu	57,25
13	19:22	Lua	Lua cheia	
16	23:39	Lua	Libração máxima	6
21	7:02	Lua	Quarto minguante	
22	20:35	Lua	em apogeu	63,39
23	7:59	Lua	Meridiano zero	
26	1:08	Mercúrio	Júpiter	0°23'
	19:38	Saturno	em periélio	9,0309
28	17:50	Vénus	Lua	3°43'
29	6:53	Lua	Lua nova	
	9:53	Lua	Libração máxima	-5
30	21:49	Marte	estacionário	
31	0:37	Mercúrio	Lua	4°46'
Agosto				
2	18:14	Sol	Meridiano zero	
4	6:12	Neptuno	Magnitude máxima	7,8
	8:05	Neptuno	em perigeu	29,06405
	13:41	Neptuno	Ângulo de fase mínimo	0
	14:02	Neptuno	em oposição	
5	7:28	Lua	Quarto crescente	
6	6:30	Lua	Meridiano zero	
	12:49	Lua	em perigeu	57,92
7	20:17	Plutão	Lua	11°14'
10	5:27	Vénus	em periélio	0,71846
11	13:10	Neptuno	Lua	5°01'
12	4:49	Lua	Lua cheia	
	23:45	Urano	Lua	4°30'
13	12:04	Lua	Libração máxima	5,3
14	7:28	Mercúrio	em afélio	0,4667
	10:08	Júpiter	Magnitude mínima	-1,7
	20:46	Mercúrio	Elongação leste	27,4
15	15:44	Vénus	em apogeu	1,73043

17	2:48	Sol	Vénus	1°22'
18	10:25	Vénus	Ângulo de fase mínimo	1,8
	18:05	Vénus	em conjunção superior	
19	14:57	Vénus	Magnitude máxima	-3,9
	17:12	Lua	em apogeu	63,35
20	0:49	Lua	Quarto minguante	
21	5:47	Vénus	Júpiter	0°34'
22	6:52	Júpiter	Magnitude máxima	-1,7
	10:09	Júpiter	em conjunção	
	11:41	Júpiter	Ângulo de fase mínimo	0,2
	18:32	Júpiter	em apogeu	6,38388
	20:00	Sol	Júpiter	0°53'
23	7:08	Urano	Magnitude máxima	5,7
	14:13	Saturno	Lua	4°19'
	14:30	Urano	em perigeu	19,01917
24	9:19	Urano	Ângulo de fase mínimo	0
	10:01	Urano	em oposição	
25	12:48	Lua	Libração máxima	-5,4
27	7:41	Júpiter	Lua	4°28'
	9:56	Marte	em perigeu	0,37271
	13:50	Sol	Lua	5°20'
	17:27	Lua	Lua nova	
28	0:26	Mercúrio	estacionário	
	10:55	Saturno	Magnitude mínima	0,2
	12:28	Marte	Magnitude máxima	-2,9
	18:01	Marte	em oposição	
	20:30	Marte	Ângulo de fase mínimo	4,8
29	23:54	Sol	Meridiano zero	
30	6:18	Plutão	estacionário	
	11:02	Marte	em periélio	1,38114
31	18:50	Lua	em perigeu	57,68
Setembro				
1	2:15	Lua	Meridiano zero	
2	23:29	Júpiter	Magnitude mínima	-1,7
3	12:35	Lua	Quarto crescente	
7	3:02	Mercúrio	Vénus	6°07'
8	9:05	Mercúrio	em perigeu	0,6329
9	6:42	Lua	Libração máxima	5,2
	12:50	Marte	Lua	1°15'
	15:33	Plutão	Ângulo de fase máximo	1,9
10	6:54	Sol	Mercúrio	4°01'
	16:37	Lua	Lua cheia	
11	4:25	Mercúrio	Magnitude mínima	4,9
	5:51	Mercúrio	Ângulo de fase máximo	170,4
	11:25	Mercúrio	em conjunção inferior	
15	18:49	Lua	Meridiano zero	
16	13:07	Lua	em apogeu	63,44
18	19:03	Lua	Quarto minguante	
19	13:07	Mercúrio	estacionário	
22	6:46	Lua	Libração máxima	-6,3
23	10:48		Início do Outono	
26	3:10	Lua	Lua nova	
	6:15	Sol	Meridiano zero	
	23:53	Mercúrio	Elongação oeste	17,9
27	7:06	Mercúrio	em periélio	0,3075
28	6:38	Lua	em perigeu	56,89
	8:27	Lua	Meridiano zero	
29	14:08	Marte	estacionário	
Outubro				
2	19:10	Lua	Quarto crescente	
5	12:55	Saturno	Ângulo de fase máximo	6,4
	16:04	Lua	Libração máxima	6,2
10	7:28	Lua	Lua cheia	
13	8:04	Lua	Meridiano zero	
14	5:17	Lua	em apogeu	63,6
18	12:32	Lua	Quarto minguante	
19	15:18	Vénus	Magnitude mínima	-3,9
20	9:52	Lua	Libração máxima	-7,2
22	23:36	Neptuno	estacionário	
23	13:09	Sol	Meridiano zero	
24	21:00	Mercúrio	Magnitude máxima	-1,4
25	10:00	Mercúrio	em conjunção superior	
	12:51	Lua	Lua nova	
	14:14	Mercúrio	Ângulo de fase mínimo	1,4

26	0:01	Saturno	estacionário	
	11:32	Lua	em perigeu	56,21
	19:55	Vénus	Lua	0°05'
31	18:39	Mercúrio	em apogeu	1,43904
Novembro				
1	4:25	Lua	Quarto crescente	
2	3:08	Lua	Libração máxima	7,4
	14:14	Neptuno	Ângulo de fase máximo	1,9
8	19:07	Urano	estacionário	
9	1:14	Lua	Lua cheia	
	1:20	Lua	Eclipse lunar	
10	2:23	Lua	Meridiano zero	
	6:44	Mercúrio	em afélio	0,4667
	12:03	Lua	em apogeu	63,7
17	4:15	Lua	Quarto minguante	
	17:28	Lua	Libração máxima	-7,5
18	17:02	Vénus	Plutão	9°41'
19	20:26	Sol	Meridiano zero	
21	4:13	Urano	Ângulo de fase máximo	2,8
23	22:44	Lua	Meridiano zero	
	23:00	Lua	Lua nova	
	23:18	Lua	em perigeu	55,94
24			Eclipse total do sol não visível em Portugal	
25	3:20	Mercúrio	Lua	0°16'
	4:35	Plutão	Lua	11°19'
	13:43	Mercúrio	Magnitude mínima	-0,5
	16:39	Mercúrio	Plutão	11°01'
28	13:44	Neptuno	Lua	5°22'
29	21:44	Urano	Lua	4°47'
30	5:05	Lua	Libração máxima	7,9
	12:26	Vénus	em afélio	0,7282
	17:17	Lua	Quarto crescente	
Dezembro				
3	17:46	Mercúrio	Magnitude máxima	-0,5
7	12:07	Lua	em apogeu	63,7
8	0:03	Lua	Meridiano zero	
	20:37	Lua	Lua cheia	
9	5:44	Mercúrio	Elongação leste	20,9
	21:05	Júpiter	Ângulo de fase máximo	10,5
10	22:13	Saturno	Lua	4°46'
12	5:28	Plutão	em conjunção	
	13:56	Plutão	Ângulo de fase mínimo	0,3
	20:54	Sol	Plutão	8°40'
13	10:55	Plutão	em apogeu	31,70392
14	12:13	Marte	Ângulo de fase máximo	42,3
	17:33	Plutão	Magnitude mínima	13,9
15	23:20	Lua	Libração máxima	-7
16	4:11	Júpiter	Lua	3°49'
	17:43	Lua	Quarto minguante	
17	4:03	Sol	Meridiano zero	
	12:28	Mercúrio	estacionário	
22	7:05		Início do Inverno	
	8:37	Lua	Meridiano zero	
	11:00	Lua	em perigeu	56,19
23	9:41	Sol	Lua	3°25'
	9:44	Lua	Lua nova	
24	6:23	Mercúrio	em periélio	0,3075
26	23:22	Mercúrio	Ângulo de fase máximo	172,4
27	0:21	Sol	Mercúrio	2°20'
	12:00	Mercúrio	em perigeu	0,67498
	12:03	Mercúrio	em conjunção inferior	
28	11:04	Lua	Libração máxima	7,6
30	6:51	Marte	Lua	3°50'
	6:57	Vénus	Neptuno	1°53'
	10:04	Lua	Quarto crescente	
31	17:29	Saturno	Magnitude máxima	-0,5
	17:49	Saturno	em perigeu	8,05014
	20:06	Saturno	Ângulo de fase mínimo	0,1
	20:58	Saturno	em oposição	