

Quando a Lua oculta o Sol

Guilherme de Almeida

Este artigo apresenta algumas considerações sobre os eclipses do Sol, em geral, e documenta o eclipse anular ocorrido em 3 de Outubro último, com imagens do fenómeno obtidas pelo autor.

Os eclipses do Sol e as luas-novas

O diâmetro do Sol é cerca de 400 vezes maior do que o diâmetro da Lua. Tal circunstância poderia ser banal se não houvesse uma coincidência curiosa e incrível: o Sol está, em média, cerca de 400 vezes mais distante de nós que a Lua. Desta coincidência espantosa resulta o facto e ambos os astros, vistos da terra apresentarem o mesmo tamanho aparente: cerca de $0,5^\circ$.

Sempre que a Lua passa entre a Terra e o Sol (lua-nova) deveria ocorrer um eclipse do Sol, mas tal não acontece porque o órbita lunar está inclinada cerca de 5° em relação ao plano da órbita da Terra, ou plano da *eclíptica* (este plano contém o Sol). Deste modo na maior parte das luas-novas a Lua passa demasiado a norte, ou demasiado a sul do Sol, e não o oculta. Por outras palavras, a sombra da Lua passa demasiado a norte ou demasiado a sul do nosso planeta, não atingindo a sua superfície.

Só haverá um eclipse do Sol se a Lua, em fase de lua-nova, se encontrar próxima do plano da eclíptica. Nesse caso a sombra da Lua atingirá a Terra e será observado um eclipse do Sol, que poderá ser total nos pontos da superfície terrestre por onde vai passar a sombra da Lua. Esta sombra tem um diâmetro de aproximadamente 150 a 260 km de largura, dependendo da distância da Lua à Terra e no momento do eclipse. Devido ao movimento da Lua e à rotação da Terra, esta sombra percorre uma faixa (faixa de totalidade), com diâmetro igual ao da sombra referida e com milhares de quilómetros de comprimento. Para quem estiver nessa faixa, a Lua passa centrada com o Sol e pode ocultá-lo "à justa", devido à coincidência de diâmetros aparentes já referida. Nas regiões abrangidas pela penumbra, que se estende cerca de 3400 km para cada lado da faixa de sombra, a Lua não se vê a passar centrada com o Sol e o eclipse será visto como parcial.

Acontece, porém, que a órbita da Lua em torno da Terra é elíptica (i.e. tem a forma de uma elipse) e conseqüentemente a distância da Lua à Terra, com o valor médio de 384 400 km, acaba por variar entre uns 357 800 km (no perigeu) e cerca de 408 000 km (no apogeu). A órbita da Terra em torno do Sol também é elíptica, pelo que a distância do Sol à Terra também varia, atingindo o máximo de cerca de 152 100 000 km por volta de 7 de Janeiro de cada ano (afélio) e o mínimo de aproximadamente 147 000 000 km (periélio) a 7 de Julho de cada ano.

Como o leitor já adivinhou, estas pequenas variações nas distâncias Terra-Lua e Terra-Sol vão traduzir-se por diferenças nos diâmetros aparentes com que, da Terra, vemos a Lua (variação de 14% do seu diâmetro aparente) o Sol (variação de 3,3%). Se um eclipse do Sol ocorrer com a Lua no apogeu (ou quase no apogeu), ela vai aparecer mais pequena e não conseguirá ocultar totalmente o Sol, mesmo que (para o observador terrestre) ela passe centrada com o Sol. Na realidade ficará um fino anel de Sol em volta do disco lunar, no máximo do eclipse. Foi isso que ocorreu no dia 3 de Outubro de 2005 (o apogeu lunar ocorreu a 26 de Outubro, data próxima da ocorrência do eclipse). Por isso, na Lua nova de 3 de Outubro tivemos um eclipse anular do Sol.

Um eclipse anular do Sol, será visível como tal (e centrado) para os observadores que se encontrem no prolongamento da sombra que a Lua projecta sobre a Terra. Diz-se que o eclipse é

anular (do latim *annulus*=pequeno anel) porque o Sol, no máximo do eclipse é visto com a forma de um anel fino. Fora do prolongamento desta sombra o eclipse será visto como parcial, como aconteceu para os observadores situados, por exemplo, em Lisboa.

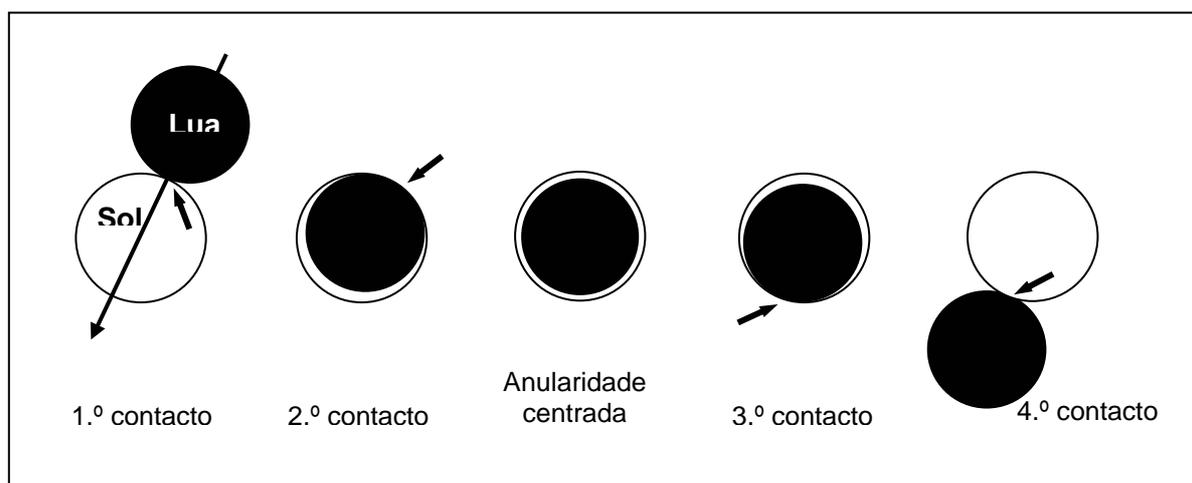


Fig. 1. Indicação dos aspectos observáveis nos diversos momentos característicos de um eclipse anular do Sol (Guilherme de Almeida 2005).

Uma longa viagem

Para observar e documentar este eclipse desloquei-me a um pequeno lugar nas proximidades de Miranda do Douro. Mais exactamente o local de observação ficava junto à capela de S. João, nas imediações da Aldeia Nova. As coordenadas do local, indicadas por GPS são: latitude $41^{\circ} 32' 28,8''$, longitude $6^{\circ} 13' 14,1''$ e altitude 678 m. Este local foi escolhido por ser um dos que se encontravam, como o leitor imagina, junto ao eixo da faixa de anularidade do eclipse (desta vez a faixa de anularidade tinha 138 km de largura). Outro factor determinante foi o sossego do local, onde uma dezena de observadores se encontrava ao abrigo de multidões, podendo assim concentrar-se melhor. Poucos metros adiante da capela, um penhasco abrupto revelava um vale profundamente cavado onde o Douro corria, sossegado, indiferente à nossa missão.

A nossa equipa (6 pessoas) saiu de Lisboa no Domingo, 2 de Outubro, em duas viaturas, para percorrer os cerca de 490 km que nos separavam do local de destino. A viagem foi normal, com passagem em Castelo Branco, Mogadouro e, finalmente Miranda do Douro, onde estava feita antecipadamente a nossa reserva no Hotel Turismo.

Como o eclipse se iniciava às 8:39 (hora legal), foi necessário sair do hotel por volta da 6:30, para um pequeno-almoço rápido. Esta antecedência aparentemente excessiva tem a sua justificação: há que reservar o tempo necessário percorrer os 7 km até ao local previsto e dar tempo para montar, preparar e ajustar o material de observação e registo.

Preparação para do equipamento

Chegados ao local, ainda cedo, verificámos com satisfação que não havia uma única nuvem no céu. Cada observador, bem agasalhado, retirou da viatura e montou o seu equipamento, equilibrou a montagem e preparou-se para o evento. Como é habitual nestas coisas, cada observador levou, entre os seus telescópios, o modelo que melhor se adaptava à função, o que neste caso significa um telescópio portátil e de boa qualidade. No meu caso utilizei uma montagem equatorial alemã *EQ 3-2* sobre tripé em tubo de aço. Sobre ela montei o meu telescópio refractor semiapocromático *William Optics Megrez SD 80* (80 mm de abertura $f/6$) e sobre ele um buscador 6x30. O telescópio e o buscador foram protegidos com filtros especiais

para observação solar, com um factor de transmissão de 1/100 000, confeccionados com a película metalizada *AstroSolar*, produzida pela empresa alemã *Baader Planetarium* (www.baader-planetarium.de). Fotografei pelo método afocal, utilizando no telescópio uma ocular de Plössl de 32 mm de distância focal acoplada à minha câmara digital *Olympus C3020 Zoom*.



Fig. 2. Equipamento utilizado pelo autor para obter as imagens do eclipse anular documentadas neste artigo: 1- vista global; 2- tubo e montagem equatorial. (Guilherme de Almeida 2005).

O eclipse de 3 de Outubro de 2005

As várias fotografias apresentadas neste artigo documentam as diversas fases do eclipse e o equipamento utilizado pelo autor. A hora de ocorrência de cada uma das imagens foi obtida através do ficheiro *exif* que está associado a cada imagem digital (para o efeito, o relógio interno da câmara digital foi antecipadamente acertado pela hora legal, obtida no *website* do Observatório Astronómico de Lisboa (www.oal.ul.pt)).

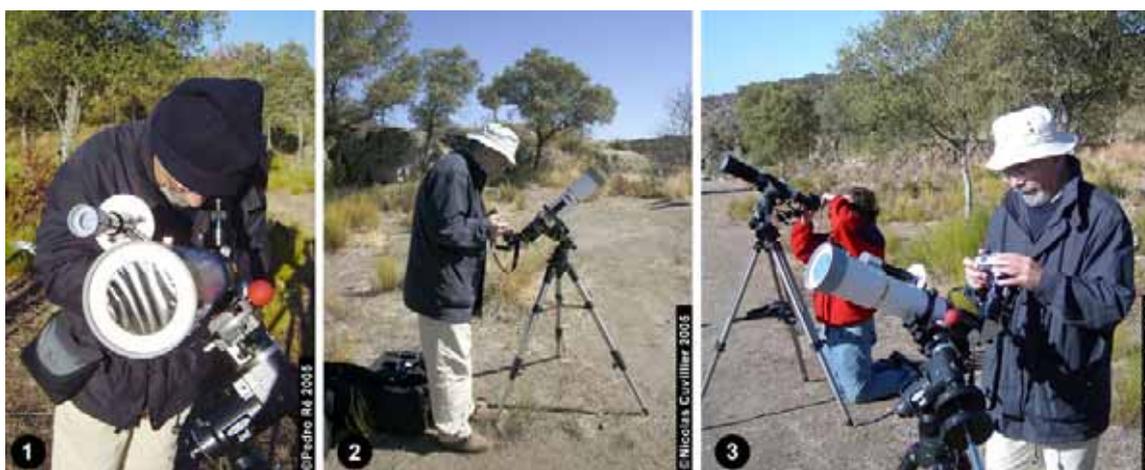


Fig. 3. O autor enquanto obtinha algumas das imagens: 1- com gorro para o frio, ainda cedo, a preparar o telescópio e alinhar o buscador (veja-se o filtro *AstroSolar Baader* na frente do telescópio e do buscador); 2 e 3- a fazer fotografias de diferentes momentos do eclipse. Fotografias de Pedro Ré , Nicolas Cuvillier e Raimundo Ferreira (2005).



Fig. 4. Composição de algumas das imagens obtidas durante o eclipse anular de 3 de Outubro de 2005. A imagem maior, obtida às 10:03 (8 minutos depois da anularidade centrada) foi feita em maior escala, para dar destaque a essa fase (Guilherme de Almeida 2005).

Independentemente das imagens obtidas, um eclipse do Sol desta magnitude desencadeia sensações emocionantes, nem sempre fáceis de descrever. Pouco depois do "primeiro contacto" (momento em que o disco da Lua começa a intersectar o do Sol), alguém anunciava "já começou!", com a voz emocionada. Quando mais de metade do Sol estava coberta pela Lua, antes do máximo do eclipse, a temperatura começou a baixar sensivelmente e notou-se um vento frio. Voltou a notar-se o mesmo vento na fase correspondente depois do máximo do eclipse. Pensa-se que este vento, conhecido como "vento de eclipse" tenha a sua origem no abaixamento de temperatura local provocado pelo bloqueio da radiação solar, resultando daí diferenças de pressão atmosférica local que impulsionam o vento.

Durante a anularidade notou-se um abaixamento de temperatura mais pronunciado (cerca de 5°C). A iluminação ambiente baixou bastante, mas o ambiente não ficou escuro. O anel de Sol, bordejando o disco lunar, ainda iluminava, mas de uma forma mais fraca, quase mágica e surreal. As aves deixaram de cantar e fez-se um silêncio impressionante. A fase de anularidade (disco da Lua dentro do disco solar) durou 4 minutos e 6 segundos que correram céleres, parecendo um instante fugaz. Em breve ocorria o terceiro contacto e voltou a descobrir-se, pouco a pouco, uma fracção cada vez maior da superfície solar. Mais tarde, pelas 11:19, ocorreu o 4.º contacto: o Sol voltou a brilhar como habitualmente e o eclipse terminou.

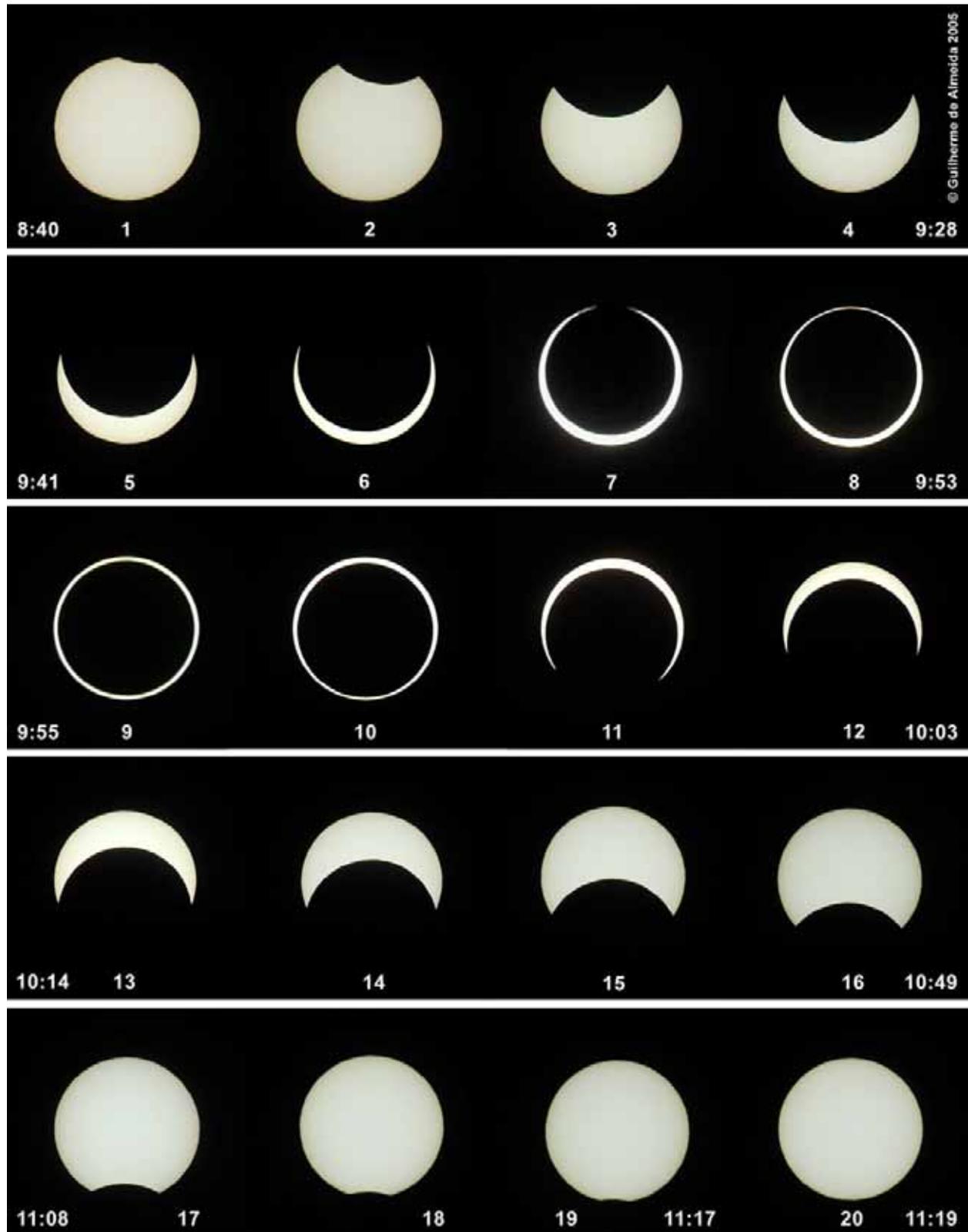


Fig. 5. Diferentes momentos sucessivos durante o eclipse anular de 3 de Outubro de 2005. Junto de algumas das imagens está a hora de ocorrência (hora legal). **1-** pouco depois do 1.^o contacto; **7-** pouco antes do 2.^o contacto; **8-** anularidade ainda não centrada; **9-** Fase de anularidade centrada. **10-** pouco antes do 3.^o contacto; **11-** pouco depois do 3.^o contacto; **19-** pouco antes do 4.^o contacto e do fim do eclipse (Guilherme de Almeida 2005).

Terminado o eclipse, chegou o momento de desmontar e arrumar o equipamento nas suas malas e estojos de transporte. Esta operação é rotineira, já feita inúmeras vezes e em múltiplas ocasiões, de dia e de noite. No entanto, desta vez o procedimento foi dificultado por alguma poeira levantada pelo vento que se fez sentir nessa ocasião. Pouco depois, pelas 11:50 tudo estava preparado. Esperava-nos a viagem de regresso, de outros tantos 490 km. De passagem por Mogadouro, ao almoço, conhecemos a famosa "posta mirandesa", uma especialidade local.

Uma outra perspectiva

As árvores de folhagem compacta dão-nos a possibilidade de ver os eclipses do Sol segundo uma perspectiva diferente. Dado que os minúsculos intervalos entre as folhas funcionam como orifícios de câmaras escuras, durante as fases parciais de um eclipse do Sol podemos observar, no chão, uma imensidade de crescentes minúsculos que são outras tantas imagens do Sol parcialmente oculto.

Depois do eclipse

Seguiu-se o tratamento das imagens em *Photoshop*, para seleccionar as mais nítidas, identificar o momento de ocorrência de cada uma e montar as diferentes imagens individuais nos mosaicos que se mostram neste artigo. Não deixa de ser curioso fazer notar que apesar de se utilizar um filtro específico para observação solar, com 99,999% de rejeição da luz (factor de transmissão de 1/100 000), os tempos de exposição de cada imagem, ainda assim, situaram-se entre 1/400 s e 1/600 s, o que mostra bem a elevada intensidade da radiação solar. Por esse motivo, a observação do Sol, a olho nu, com binóculos ou com telescópios só de deve fazer com filtros especiais para o efeito, e estes devem ser sempre colocados à entrada do sistema óptico, para que a luz solar que neles entra já venha filtrada. De passagem, convém referir que à data do eclipse não havia manchas solares significativas, mas é frequente que a nossa estrela apresente manchas de dimensão superior à do nosso planeta. Esse é um outro atractivo da observação solar, independentemente dos eclipses.

A análise cuidada da imagem 11 da Fig. 5 permitiu medir com rigor a razão entre os diâmetros aparentes do Sol e da Lua no momento do eclipse: 0,93. Se o eclipse tivesse ocorrido numa ocasião mais próxima do *perigeu lunar*, a referida razão teria excedido 1 e o eclipse seria total. Na verdade, o perigeu lunar seguinte (permitindo que a Lua fosse vista com maior diâmetro aparente) ocorreu a 14 de Outubro, apenas 11 dias depois do eclipse). Estes 11 dias fazem uma grande diferença no que se refere à variação da distância entre a Lua e a Terra, dado que o nosso satélite natural demora 27,32 dias a percorrer a sua órbita em torno da Terra: um intervalo de 11 dias corresponde a mais de 40% do período orbital da Lua. O valor máximo da razão entre os diâmetros aparentes da Lua e do Sol, vistos da Terra, é 1,07; a razão mínima é 0,92.

Os eclipses solares, e outros fenómenos, têm a particularidade de passar (emocionalmente) mais depressa do que o tempo contado pelos relógios. É assim quando se assiste algo de que se gosta. As recordações ficam e as imagens relembram o acontecimento.

Guilherme de Almeida
Professor do Colégio Militar.

Referências

Almeida, G.— *Telescópios*, Plátano Editora, Lisboa 2004
Ferreira, M e Almeida, G.— *Introdução à Astronomia e às Observações Astronómicas* Lisboa, 1993 (7.^a edição, 2004).