



Secção Eclipses Lunissolares – REA-BRASIL

<http://www.geocities.com/lunissolar2003/>

Coordenador: Helio de Carvalho Vital

Tutorial: Observação de Eclipse Lunar

Projeto de Observação para Amadores

Autor: Helio de Carvalho Vital

Fundamentos

Eclipses lunares ocorrem somente na Lua Cheia. Eles resultam de um alinhamento do Sol, da Terra e da Lua, durante o qual a sombra projetada por nosso planeta cobre parcial ou totalmente o nosso satélite natural. Como a órbita lunar é inclinada aproximadamente 5° em relação à da Terra, na maioria das vezes a Lua passa ao Norte ou ao Sul do cone de sombra da Terra. Isso explica porque não acontece um eclipse lunar a cada Lua Cheia.

Um outro fato curioso é que a Lua permanece visível, mesmo quando se encontra totalmente imersa na sombra da Terra. Isso somente acontece porque a luz solar que consegue atravessar a atmosfera terrestre, muito atenuada, é desviada para o interior do cone de sombra. Além disso, sabe-se que a coloração predominantemente avermelhada que a Lua exibe quando está totalmente eclipsada se deve à maior facilidade que a luz vermelha encontra para atravessar a nossa atmosfera e sofrer um desvio maior do que a luz azul. Em virtude desse fenômeno, se estivéssemos na Lua no meio de um eclipse lunar total, veríamos a Terra como um fino anel avermelhado, correspondente à parte mais densa da atmosfera terrestre, a iluminar fracamente a superfície ao nosso redor.

Valor Científico

A observação de eclipses lunares totais ainda gera controvérsias. Enquanto alguns cientistas, menos informados, não vêm neles nada mais de que um fenômeno natural de rara beleza estética, perfeitamente previsível em todos os seus detalhes e, portanto totalmente desprovido de importância científica. Outros sabem que a Lua totalmente eclipsada constitui uma tela extremamente sensível que reflete um grande número de complexos padrões luminosos e buscam neles valiosas informações sobre a atmosfera do nosso próprio planeta.

A atmosfera terrestre responde por cerca de 2% do raio da sombra da Terra projetada sobre a Lua. Contudo, esse valor médio parece variar um pouco de um eclipse para outro, de forma ainda imprevisível. Além disso, o brilho mínimo da Lua totalmente eclipsada, o qual pode variar muito de um eclipse para outro, está sendo usado como um indicador da concentração de cinzas lançadas na estratosfera por grandes erupções vulcânicas.

Quinze anos de monitoração e análise de eclipses da Lua têm fornecido às dezenas de membros da Rede de Astronomia Observacional (REA/Brasil) interessantes informações sobre as características globais da camada opticamente ativa da Terra, além de outros possíveis fatores que concorrem para modificar as dimensões da sombra da Terra e as distribuições de brilho e cor da Lua a cada eclipse. Verificamos, por exemplo, que a violenta explosão do Monte Pinatubo em Junho de 1991 ocasionou uma grande redução no brilho da Lua no meio do eclipse de Dezembro de 1992.

Observações Sugeridas

Mesmo observadores desprovidos de instrumentos poderão contribuir com informações que poderão nos ajudar a compreender melhor a complexa dinâmica desse interessante fenômeno e aperfeiçoar nossas previsões.

A observação sistemática de um eclipse lunar total por amadores pode incluir uma série de atividades, dentre as quais, destacam-se:

Registrar os instantes da **primeira** e da **última percepção** de obscurecimento do disco lunar, ocasionado pela região menos escura da sombra lunar, *apenumbra*,

Registrar os instantes, denominados *contatos primários ou de limbo*, quando a região mais escura da sombra (umbra) inicia, ou termina, o obscurecimento do disco lunar, parcial (início ou final do eclipse parcial) ou completamente (início ou final do eclipse total);

Registrar os instantes, denominados *contatos secundários ou de crateras*, quando a umbra atinge o centro de algumas das formações, as quais deverão ser selecionadas e identificadas pelo observador anteriormente ao eclipse.

Ao observar o avanço da sombra terrestre sobre o disco lunar parcialmente eclipsado através do telescópio, registre os instantes (hora, minuto e segundo) em que a fronteira da umbra passa sobre o centro das crateras.

Recomenda-se o uso de aumentos telescópicos entre 30 e 70 vezes e de um relógio ou cronômetro previamente ajustado (pelos sinais horários do Observatório Nacional, por exemplo) que forneça a hora com precisão de ± 1 seg. A fronteira da umbra corresponde a uma linha imaginária onde a variação do brilho da superfície lunar ocorre de forma mais abrupta, ou seja, onde o gradiente de luz é máximo.

Horários dos Contatos Primários

1. Cronometragens

Tendo previamente acertado o seu relógio, usando uma fonte horária precisa, anote em seu relatório de observação os horários correspondentes aos seguintes eventos no formato (hh:mm:ss), observados a olho nu, indicando também o seu fuso horário. Primeira percepção da penumbra a olho nu (leve escurecimento da borda lunar); início da fase parcial; início da fase total, fim da fase total, fim da fase parcial e última percepção da penumbra. As cronometragens permitirão determinar a contribuição da nossa atmosfera nas dimensões da sombra.

Aspecto da Lua na Totalidade

1. Desenhos de Cores e Brilho na Totalidade

Durante a totalidade, faça alguns esboços das configurações de cores e brilho exibidos pela Lua, anotando também os horários correspondentes.

2. Fotos

Aqueles que dispuserem de uma câmera num tripé poderão fotografar a Lua durante as várias fases do fenômeno. Faça testes nas noites anteriores à do eclipse, de forma a evitar surpresas na hora do eclipse. Para obter informações detalhadas de como fazê-lo, consulte: <http://astrosurf.com/diniz/artigos.html>

3. Visibilidade das Formações Lunares

Nos esboços mencionados no item 1, informe também sobre a visibilidade da borda e dos mares lunares durante a totalidade, inclusive no meio do eclipse. Esses dados podem ajudar a estimar a luminosidade do eclipse.

4. Estimativas do Número de Danjon

O brilho da Lua varia enormemente durante um eclipse total. Além disso, o brilho mínimo também se altera significativamente de um eclipse para outro. A distribuição de cores exibidas pela Lua no meio de um eclipse total pode ser usada para se obter um valor aproximado do brilho da Lua. A escala de Danjon foi criada com esse objetivo: estimar a luminosidade de um eclipse a partir de suas cores. O número de Danjon varia de $L=0$, para eclipses em que a Lua praticamente desaparece no céu, até $L=4$, quando a borda lunar mostra-se muito brilhante e azulada.

Os eclipses mais escuros são observados quando a Lua cruza o centro da sombra terrestre, e, em especial, quando ocorrem apenas alguns meses após uma grande erupção vulcânica, como aconteceu em dezembro de 1992, 18 meses após a explosão do Monte Pinatubo nas Filipinas. Por outro lado, os eclipses mais claros são observados quando a borda mais externa da Lua permanece muito próxima da fronteira da sombra e quando não existem registros, nos 2 anos anteriores, de explosões vulcânicas capazes de lançar grandes quantidades de cinzas na estratosfera.

Tabela 7 - Escala de Danjon

Número de Danjon	Características da Lua Totalmente Eclipsada
L = 0	Eclipse extremamente escuro: Lua, incolor, quase invisível no meio do eclipse
L = 1	Eclipse muito escuro: Lua cor cinzenta ou marrom e detalhes somente percebidos com dificuldade
L = 2	Eclipse de luminosidade intermediária: Lua vermelha escura ou cor de ferrugem e umbra interna muito escura e a externa relativamente clara
L = 3	Eclipse relativamente claro: Lua cor de tijolo e umbra com periferia brilhante ou amarelada
L = 4	Eclipse muito claro: Lua cor de cobre ou alaranjada e umbra com periferia bem brilhante e azulada

Atividades Observacionais Sugeridas

(para amadores com alguma experiência)

A seguir, são listadas algumas atividades observacionais sugeridas para amadores com alguma experiência na observação de eclipses lunares. Alguns dos registros poderão ser feitos usando modelos adaptados da ficha de observação do Projeto para Iniciantes (ver o modelo abaixo) ou

http://www.geocities.com/lunissolar2003/Ec0410/PO_Iniciantes_IV.htm

[1] **Cronometragem dos contatos primários (U1, U2, U3 e U4).** Com precisão mínima de +- 0,1 minuto, registre os horários em que a umbra tangencia, interna ou externamente, o disco lunar. Eles correspondem aos contatos de limbo ou primários, e são mais difíceis de cronometrar do que os contatos de cratera, pois geralmente apresentam-se menos nítidos e pouco definidos. Por outro lado, o escurecimento penumbral é tão tênue que somente se torna perceptível a olho nu quando a magnitude do eclipse umbral excede 0,5. Para participar do refinamento do valor médio desse limiar magnitudinal, registre os instantes da primeira e da última percepção da penumbra.

[2] Cronometragem de contatos da umbra com formações lunares (secundários).

Observando através de um telescópio com aumentos entre 30 e 70 vezes, registre o instante em que a borda da umbra toca o centro da cratera sob monitoração com precisão de +-1 segundo. A fronteira da umbra, que a separa da penumbra, tem uma aparência difusa e corresponde à linha, ao longo da qual, a variação de luz ocorre de forma mais brusca. A Fig. 2 identifica algumas das formações lunares mais notáveis e pode auxiliar na tarefa de localização das crateras e registro dos contatos secundários.

Figura 2 - Localização de Algumas Formações Lunares Proeminentes



Usando a **Tab. 5** (*mais abaixo*) como guia, escolha uma seqüência de crateras a cronometrar, compatível com sua experiência observacional. Evite crateras de difícil

localização e não use um número excessivo delas, se você ainda não adquiriu uma boa experiência nesse tipo de observação. Lembre-se que durante os contatos, a iluminação e, conseqüentemente, o contraste da superfície lunar estarão severamente reduzidos. Ressalta-se também a importância de se treinar a localização das crateras nas noites anteriores, para evitar dificuldades na hora do eclipse. Não esqueça de acertar seu relógio ou cronômetro (com precisão de ± 1 seg) pouco antes do fenômeno.

Os instantes cronometrados serão usados para calcular as dimensões da umbra, as quais variam de um eclipse para outro e também durante um mesmo eclipse. Esse fato ocorre porque, além da parte sólida da Terra, a nossa atmosfera (até altitudes em torno de 90 km) é capaz de projetar sombra sobre a Lua, contribuindo com aproximadamente 2% do diâmetro da umbra, sendo que esse valor varia ligeiramente de um eclipse para outro.

[3] Monitoração da magnitude da Lua durante a totalidade. Trata-se de uma importante contribuição que exige apenas o uso de um binóculo. Estimativas da magnitude da Lua totalmente eclipsada têm sido usadas como indicadores globais das concentrações de aerossóis estratosféricos de origem vulcânica. Correlações obtidas usando-se observações de eclipses não afetados por cinzas vulcânicas permitem prever a magnitude mínima da Lua no meio de um eclipse total. Quando ela se apresenta com brilho significativamente inferior ao previsto, a diferença em magnitude pode ser atribuída à influência de explosões vulcânicas e correlacionada com as concentrações de aerossóis presentes na estratosfera.

Faça várias estimativas da magnitude da Lua (uma a cada 5 minutos, por exemplo) durante a totalidade. O método consiste em observar uma estrela de magnitude conhecida a olho nu e simultaneamente comparar seu brilho com o da Lua, olhando através de uma das objetivas do binóculo. A magnitude da Lua poderá ser então obtida, descontando-se a perda magnitudinal associada ao método, a qual poderá ser deduzida com bastante antecedência, usando, por exemplo, os planetas Vênus ou Júpiter e estrelas de magnitude conhecida.

Portanto, selecione e identifique previamente as estrelas de comparação a serem usadas, evitando as variáveis com amplitudes significativas.

Exemplo: Se um binóculo 7x50 for usado, a perda de cerca de 5 magnitudes do método demandará o uso de estrelas de comparação com magnitudes entre 1 e 3.

Use uma carta celeste e/ou algum software que mostre a região celeste circunvizinha à da Lua no meio do eclipse. Familiarize-se antecipadamente com a região do céu nela mostrada e planeje, com bastante antecedência, como fará suas estimativas.

Astrônomos da REA têm sido citados na Revista Sky&Telescope por terem usado o método do binóculo invertido, com a aplicação de uma correção empírica, ao invés da teórica, da perda magnitudinal, durante os eclipses de novembro e maio de 2003.

[4] Estimativas do Número de Danjon. Trata-se de uma escala baseada em configurações de cor e brilho que permite inferir, de forma aproximada, a luminosidade de um eclipse, sem a necessidade de estimar-se empiricamente a magnitude da Lua. Correlações deduzidas a partir de dados de eclipses anteriores podem ser usadas para determinar a magnitude da Lua, a partir do valor médio das estimativas do número de Danjon. A Tabela 7 (*acima*) descreve a Escala de Danjon.

Sugere-se que sejam usados valores fracionários de L para 2 ou 3 diferentes regiões do disco lunar, simultaneamente. Registre também, se possível, usando desenhos, as distribuições luminosas observadas.

[5] Imagens da Lua totalmente eclipsada. A beleza da Lua totalmente imersa na sombra da Terra poderá ser capturada fotograficamente e constitui um importante tipo de registro do evento. Uma câmera acoplada a um telescópio poderá fornecer imagens de rara beleza estética. Instruções detalhadas de como fotografar a fase total de um eclipse lunar foram disponibilizadas por José Carlos Diniz em <http://astrosurf.com/diniz/artigos.html>

A Fig. 4 (*abaixo*) é uma imagem obtida pelo autor durante o eclipse de 4 de Maio de 2004, quando a Lua estava a apenas 6 graus acima do horizonte.



Figura 4: Foto da Lua totalmente eclipsada obtida por Helio C. Vital em 04/Maio/2004.

[6] Monitoração do avanço da sombra penumbral pelo disco lunar por fotometria CCD.

Amadores avançados que dispuserem de um sistema de fotometria CCD poderão tentar registrar o avanço da fronteira da penumbra pelo centro de algumas das crateras mais brilhantes, como um guia para o planejamento dessa monitoração. As observações poderão contribuir para determinar o fator de ampliação atmosférica penumbral, teoricamente inferior ao umbral, porém ainda não determinado empiricamente. *[Veja na Tabela 8 – abaixo – a relação de algumas crateras que podem ser utilizadas para esse propósito]*

Tabela 8: Contatos da Penumbra com Algumas Crateras

Imersões		Emersões	
Cratera	TU (hh:mm)	Cratera	TU (hh:mm)
Aristarchus		Aristarchus	
Copernicus		Copernicus	
Tycho		Tycho	
Dionysius		Dionysius	
Censorinus		Censorinus	
Proclus		Proclus	

**Relatório de Observação do
Eclipse Lunar Total de:_____**

Dados do Observador

Nome: _____

Instrumento: _____

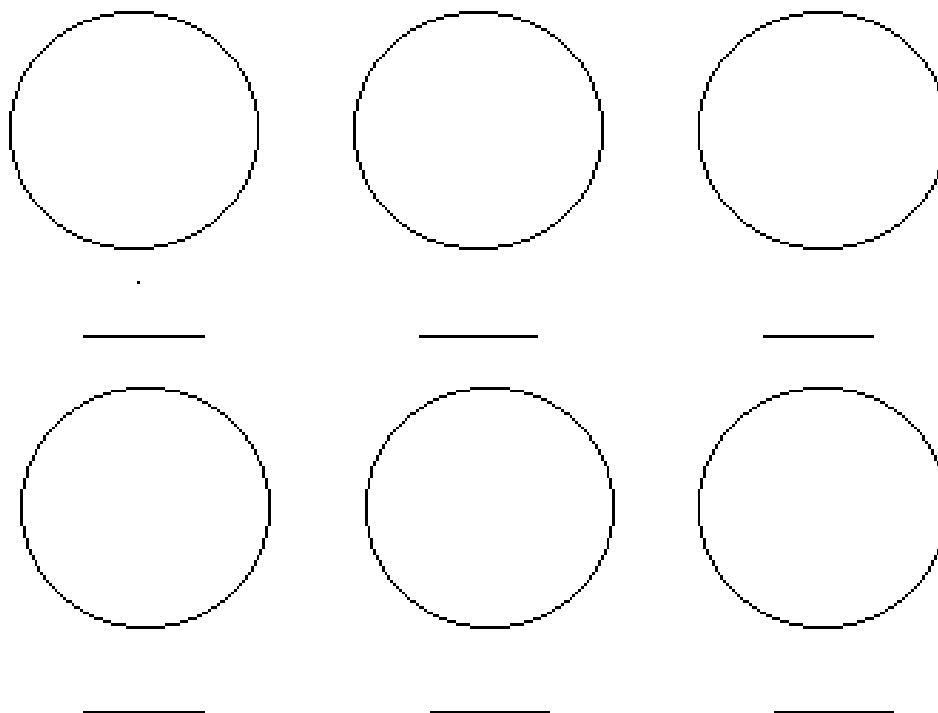
Cidade: _____

E-mail: _____

Cronometragem dos Contatos

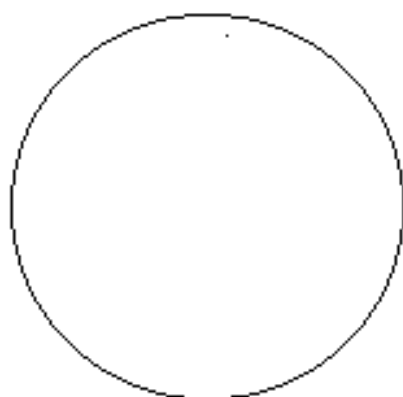
Evento	Horário Observado (hh:mm:ss)
Primeira Percepção do Escurecimento	
Início da Fase Parcial	
Início da Fase Total	
Fim da Fase Total	
Fim da Fase Parcial	
Última percepção do Escurecimento	

Esboços das Distribuições de Cor na Totalidade



Luminosidade do Eclipse

Número de Danjon (L)



Norte _____

Centro _____

Sul _____

Média _____

hora: _____

Registro de Contatos Secundários de Crateras

(expressos em hora, minuto e décimo de minuto).

Tabela 5

Imersões	Hora (TU) (h:m,d)	Emersões	Hora (TU) (H:m,d)
Grimaldi		Aristarchus	
Riccioli		Riccioli	
Billy		Reiner	
Campanus		Grimaldi	
Reiner		Laplace	
Tycho		Plato	
Kepler		Euler	
Birt		Kepler	
Aristarchus		Pico	
Copernicus		Billy	
Nicolai A		Bulialdus	
Euler		Pytheas	
Bulialdus		Timocharis	
Pytheas		Copernicus	
Albufeda E		Aristoteles	
Timocharis		Autolycus	
Dionysius		Eudoxus	
Stevinus A		Campanus	
Manilius		Birt	
Menelaus		Manilius	
Censorinus		Tycho	
Autolycus		Posidonius	
Laplace		Menelaus	
Goclenius		Plinius	
Plinius		Dionysius	
Pico		Albufeda E	
Langrenus		Nicolai A	
Taruntius		Censorinus	
Plato		Proclus	
Proclus		Taruntius	
Posidonius		Mare Crisium	
Eudoxus		Goclenius	
Mare Crisium		Stevinus A	
Aristoteles		Langrenus	

Copyright 2004@Helio C. Vital

Enviar reportes e imagens para Helio C. Vital - lunissolar@ig.com.br

Mais informações: <http://www.geocities.com/lunissolar2003/>

Nossos agradecimentos ao Helio C. Vital pela permissão de usarmos seu material.

Secção Lunar – REA-BRASIL: <http://www.reabrasil.org/lunar>