



A Lua

Prof. Thiago Paulin Caraviello

Introdução

A Lua é o único satélite natural da Terra e, de fato, um satélite bem interessante, já que é o mais massivo do Sistema Solar em comparação ao planeta que orbita. Também é o corpo celeste mais próximo da Terra: o valor atual de sua distância varia de 363 000 km (perigeu) a 406 000 km (apogeu), com um valor médio de 384 000 km.

Movimentos da Lua

Entre as várias componentes de movimento da Lua, temos: rotação em torno de seu próprio eixo, revolução em torno da Terra e translação em torno do Sol junto com a Terra.

Uma característica importante é que o período de rotação da Lua é praticamente igual ao seu período de revolução. Ou seja, ela completa uma volta em torno de si no mesmo tempo em que completa uma volta em torno da Terra. O efeito dessa sincronia é que vemos sempre a mesma face da Lua. A face que não pode ser vista, por um observador na Terra, ficou conhecida como o lado escuro da Lua.

Figuras de superfície

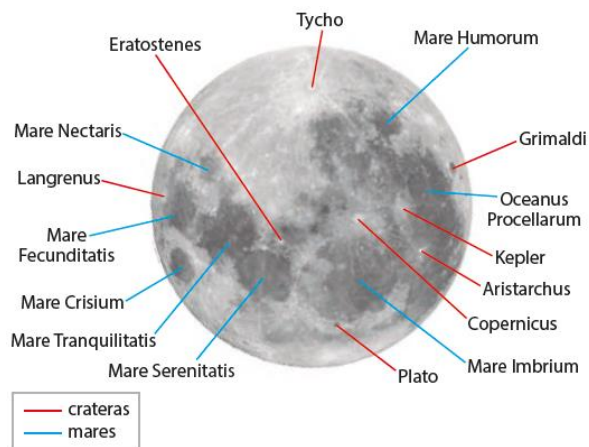
Observando a face da Lua voltada para a Terra, imediatamente são notadas algumas manchas escuras, que foram chamadas, no passado, de “mares da Lua”, nome que é conservado até hoje.

Atualmente, sabemos que esses mares são regiões cobertas por rochas escuras, possivelmente resultantes de derrames de lava de antigos vulcões lunares.

Contrastando com os mares, há regiões mais claras, de relevo irregular, os “continentes”. Nos continentes da Lua, encontramos as enormes cordilheiras de montanhas que, geralmente, exibem grandes altitudes. Existem também milhares de crateras geradas por colisão de meteoroides.

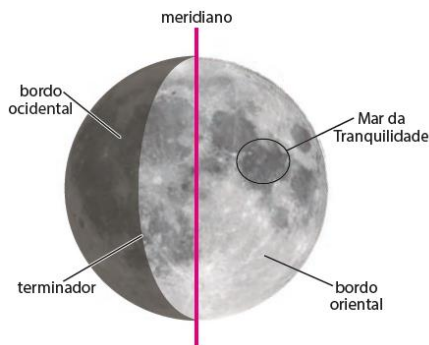
Note que, devido ao relevo, a Lua é uma esfera distinguível por rotação. Usando como referência um meridiano central na face visível, orienta-se como lado ou bordo oriental o

PARÂMETROS LUNARES	
Propriedade	Valor
Distância orbital média	384 000 km
Perigeu	363 000 km
Apogeu	406 000 km
Período sideral	27,32 dias
Período sinódico	29,53 dias
Diâmetro	3 476 km
Maior diâmetro aparente	32,9'
Menor diâmetro aparente	29,2'
Densidade média	3,34 g/cm ³
Gravidade	1,62 m/s ²
Temperatura superficial	100 a 400 K



Face da Lua visível da Terra

lado que contém o Mar da Tranquilidade (*Mare Tranquilitatis*). Consequentemente, o bordo ocidental é o lado oposto. Chamamos de terminador lunar a linha que separa a região iluminada da não iluminada na superfície da Lua, como mostra a figura a seguir.



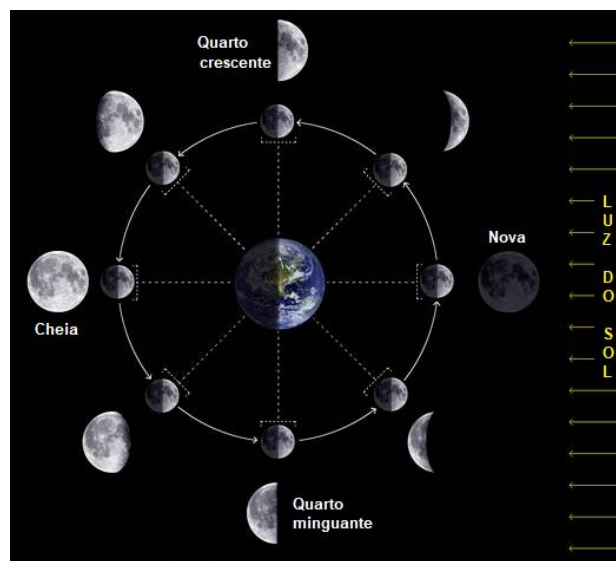
Faces iluminada e não iluminada da Lua.

Fases da Lua

À medida que a Lua viaja ao redor da Terra ao longo do mês, ela passa por um ciclo de fases, durante o qual sua forma parece variar gradualmente. O intervalo de tempo entre duas fases sucessivas é conhecido como período sinódico e dura aproximadamente 29,53 dias. Esse fenômeno é bem compreendido desde a Antiguidade.

Acredita-se que o Grego Anaxágoras, já conhecia sua causa, e Aristóteles registrou a explicação correta do fenômeno: as fases da Lua resultam do fato de que ela não é um corpo luminoso, e sim um corpo iluminado pela luz do Sol. A fase da Lua representa o quanto da superfície da Lua iluminada pelo Sol está voltada para a Terra. A rigor existem 29 fases! Geralmente um astrônomo define a fase da Lua em termos dos dias decorridos a partir da Lua Nova (de 0 a 29,5 dias) ou em termos de fração iluminada da face visível (0% a 100%).

Não é verdade que a Lua nasce quando o Sol se põe. Olhado para o céu, é possível perceber que a Lua nasce e se põe em horários diferentes de acordo com a fase. A tabela amostra os horários aproximados do nascer (nascente) e por (poente) da Lua em quatro diferentes fases.



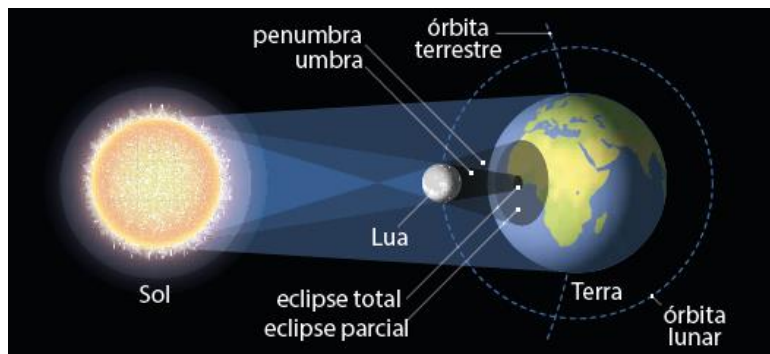
As fases da Lua

Fase da Lua	Nascente	Poente
Nova	Seis da manhã	Seis da tarde
Quarto Crescente	Meio-dia	Meia-noite
Cheia	Seis da tarde	Seis da manhã
Quarto Minguante	Meia-noite	Meio-dia

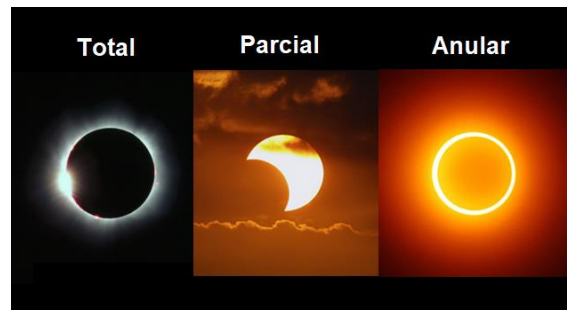
Eclipses

Eclipses são fenômenos envolvendo as posições relativas do Sol, da Lua e da Terra.

Um eclipse solar ocorre quando a Lua se interpõe entre o Sol e a Terra, impedindo que parte dos raios solares atinjam a Terra. O eclipse será *solar total* se o observador não puder receber nenhum raio do Sol. Caso parte do Sol continue visível, o eclipse é dito *solar parcial*. Se, em particular, a Lua encobrir apenas a região central do Sol, restando um anel brilhante em torno de um centro obscurecido, então o eclipse é chamado *solar anular*.

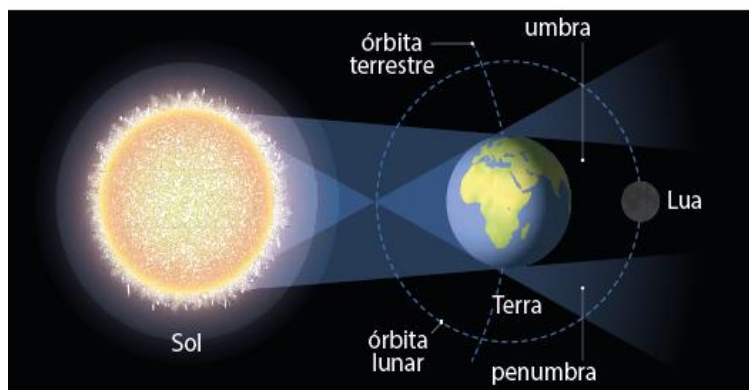


Eclipse solar



Tipos de eclipse solar

Se a Terra fica entre o Sol e a Lua, ela pode impedir que os raios de Sol atinjam a Lua. Se a Lua ficar completamente na região de sombra da Terra, diz-se que houve um *eclipse lunar umbral total*. Caso apenas parte da Lua fique obscurecida pela sombra, teremos um *eclipse lunar umbral parcial*. Umbra é a região que não recebe luz de nenhum ponto da fonte luminosa. Penumbra é a região que não recebe luz de todos os pontos da fonte luminosa. Quando a Lua entra completamente na região de penumbra temos o *eclipse penumbral total* da Lua. Caso apenas parte da Lua penetre na penumbra temos o *eclipse penumbral parcial* da Lua. Devido à pequena diminuição de brilho da Lua durante um eclipse penumbral, é muito difícil, se não impossível, perceber tal eclipse a olho nu.



Eclipse lunar

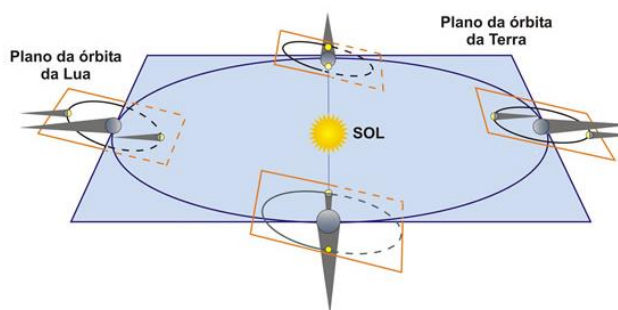


Tipos de eclipse lunar

É importante notar que o plano da órbita da Lua em torno da Terra não coincide com o plano da órbita da Terra em torno do Sol. Na realidade, ele está cerca de $5,2^\circ$ inclinada com relação a esse plano. Isso significa que, apesar de nos esquemas apresentados os três astros aparecerem alinhados nas épocas de Lua Nova (eclipse solar) e Lua Cheia (eclipse lunar), nem sempre quando a fase é de Lua Nova ocorrerá um eclipse solar, nem em todas as Luas Cheias haverá eclipse lunar, já que na realidade a Lua poderá estar ligeiramente acima ou abaixo do plano da órbita da Terra em torno do Sol (denominado plano da eclíptica). Apenas quando a Lua estiver neste plano, ou muito próximo dele, é que poderá haver eclipse nas fases Cheia ou Nova.

Considere a Terra em uma posição qualquer em sua órbita em torno do Sol. Imagine também a Lua em uma determinada posição, em sua órbita em torno da Terra, neste mesmo instante. Como esses dois movimentos (o da Terra em torno do Sol e o da Lua em torno da Terra) são periódicos, depois de um certo tempo a configuração inicial irá se repetir.

Esse período é de 18 anos e 11,3 dias e é conhecido como *Período de Saros*. Neste intervalo de tempo, ocorrem exatamente 70 eclipses, sendo 41 solares e 29 lunares.



A órbita da Lua ao redor da Terra é inclinada em relação a órbita da Terra ao redor do Sol.

Exercícios

1. (OBA) Classifique as afirmações como verdadeira (V) ou falsa (F).

- a) () Quando vemos a Lua Cheia no Brasil, no Japão também se viu a Lua Cheia na noite anterior.
- b) () A Lua mostra sempre a mesma face para nós porque ela não gira sobre ela mesma.
- c) () O Sol gira ao redor da Terra todo o dia, por isso temos as partes diurnas e noturnas do dia.
- d) () A Terra gira ao redor do Sol num movimento chamado de translação.
- e) () Na fase da Lua Nova, não a vemos, isso porque ela está na sombra da Terra.

2. Classifique as afirmações como verdadeira (V) ou falsa (F).

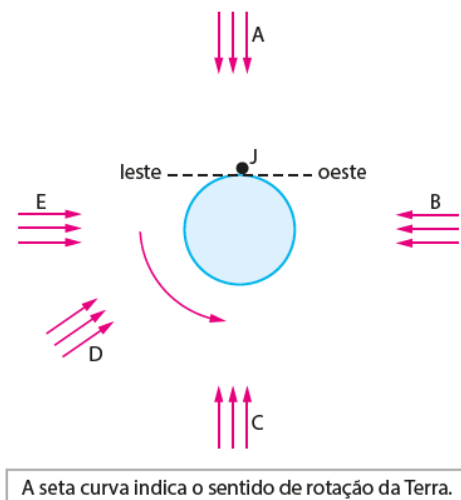
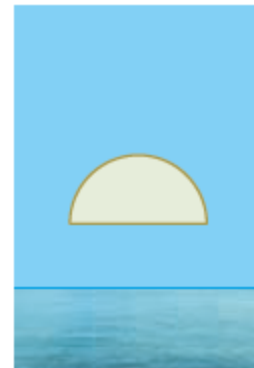
- a) () Não é possível ver a Lua no céu durante o dia.
- b) () A Lua Cheia nasce por volta das 18h.
- c) () A Lua Quarto Crescente nasce por volta das 12h ficando visível no céu durante a tarde e início da noite.
- d) () A Lua Nova está no céu durante o dia, mas não é vista devido à intensa luz do Sol.
- e) () A Lua Quarto Minguante nasce às 18h e se põe às 6h.

3. (OBA) Como você sabe, a cada dia a Lua tem uma aparência (fase). A figura abaixo mostra um calendário e 31 imagens sequenciais da Lua como vista do hemisfério sul em um mês qualquer de 31 dias. Analisando o calendário, responda:



- a) Qual a fase da Lua no dia 19 deste mês?
- b) Qual é o dia que melhor representa a fase Quarto Crescente?
- c) Qual é o dia que melhor representa a fase Nova?
- d) Qual é o dia que melhor representa a fase da Lua Cheia?

4. (Fuvest) Um jovem, em uma praia do Nordeste, vê a Lua a leste, próxima ao mar. Ele observa que a Lua apresenta sua metade superior iluminada, enquanto a metade inferior permanece escura. Essa mesma situação, vista do espaço, a partir de um satélite artificial da Terra, que se encontra no prolongamento do eixo que passa pelos polos, está esquematizada (parcialmente) na figura, onde J é a posição do jovem. Pode-se concluir que, nesse momento, a direção dos raios solares que se dirigem para a Terra é melhor representada por



- a) A b) B c) C d) D e) E

5. Durante algum tempo, acreditou-se que o eclipse solar representava a ira dos deuses sobre a humanidade. Hoje, sabe-se que este eclipse é um fenômeno natural no qual a Lua encobre alguns raios provenientes do Sol, causando uma sombra sobre alguns pontos da Terra. Sobre o eclipse solar e a propagação da luz, analise as afirmações abaixo.

- I. A Lua precisa estar na fase Cheia para absorver raios vindos do Sol e causar o eclipse na Terra.
- II. A posição dos astros no eclipse solar é: Sol – Lua – Terra.
- III. O princípio da propagação retilínea da luz explica o fenômeno de sombra feito pela Lua sobre a Terra.
- IV. No eclipse solar a Lua fica com toda a sua superfície encoberta pelo Sol.

Estão corretas as afirmações:

- a) I e II, apenas. b) II e III, apenas. c) III e IV, apenas. d) I e IV, apenas. e) II, III e IV, apenas.

6. (OBA) As fases da Lua são um dos eventos astronômicos mais evidentes; não é à toa que essas fases são importantes para a maior parte dos calendários atuais e antigos. Mas outros astros do nosso céu também apresentam variações da fração iluminada visível (um jeito de dizer o que são as fases). Vênus é um deles, mas como seu disco é muito pequeno no céu, as variações não podem ser notadas a olho nu. O primeiro registro das fases de Vênus foi feito por Galileu Galilei (1564-1642) que observou muitas vezes o planeta com seu telescópio. De um modo geral, todos os planetas apresentam variações da fração iluminada visível, mas nem todos apresentam fases como as da Lua. A Lua varia da fase Cheia (toda parte iluminada visível) passando pelo Quarto Minguante (metade da parte iluminada), pela fase Nova (nada visível), pelo Quarto Crescente (a outra metade iluminada) até voltar à fase Cheia. Abaixo vamos refletir sobre as fases de Vênus.

a) Faça um desenho indicando a posição do Sol e da Terra, com Vênus em quatro posições: entre a Terra e o Sol, atrás do Sol e nas posições perpendiculares. Considere as órbitas circulares. Vênus, observado da Terra, apresenta todas as quatro fases, como as da Lua? Se não, quais ele apresenta?

b) Chamamos de unidade astronômica (ua) a distância média entre a Terra e o Sol (cerca de 150 milhões de quilômetros). Calcule, em unidades astronômicas, a distância de Vênus até a Terra em cada uma das 4 posições do desenho anterior.

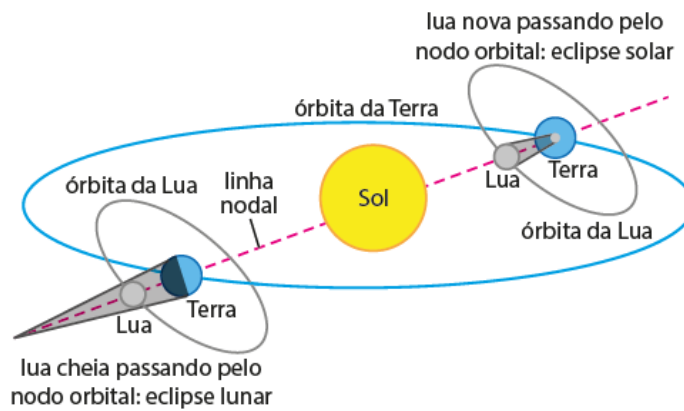
Dados: Distância Sol -Terra = 1 ua; distância Sol - Vênus $\approx \sqrt{2} / 2$ ua (aprox. 0,7 ua)

c) Em cada uma das quatro posições do desenho, que fases a Terra teria se fosse observada por alguém em Vênus?

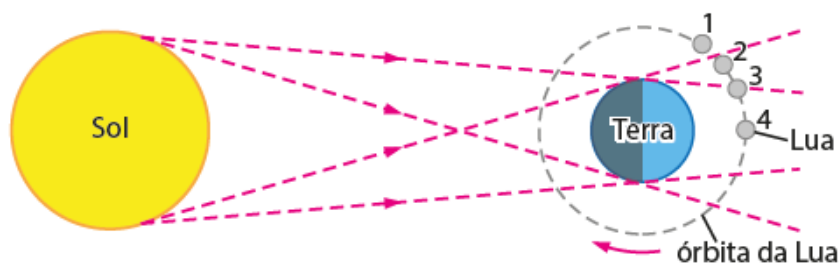
7.

Mecanismos do Eclipse

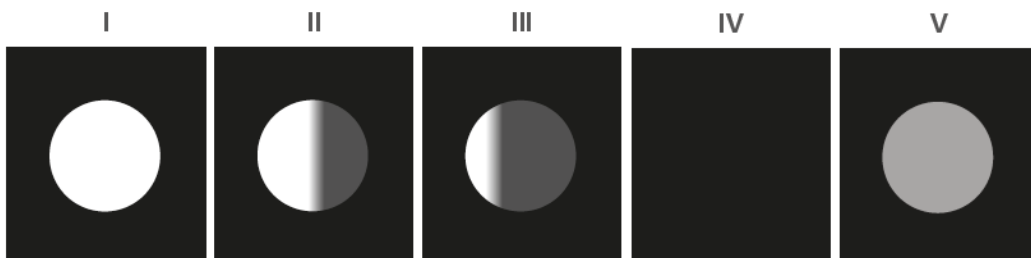
A condição para que ocorra um Eclipse é que haja um alinhamento total ou parcial entre Sol, Terra e Lua. A inclinação da órbita da Lua com relação ao Equador da Terra provoca o fenômeno da Lua nascer em pontos diferentes no horizonte a cada dia. Se não houvesse essa inclinação, todos os meses teríamos um Eclipse da Lua (na Lua Cheia) e um Eclipse do Sol (na Lua Nova).



Abaixo vemos a Lua representada, na figura, nas posições 1, 2, 3 e 4, correspondentes a instantes diferentes de um eclipse.



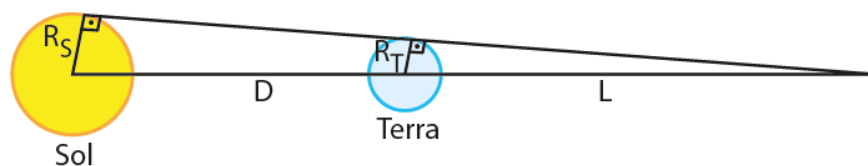
As figuras a seguir mostram como um observador, da Terra, pode ver a Lua. Numa noite de Lua Cheia, ele vê como na figura I.



Assinale a alternativa em que haja correta correspondência entre a posição da Lua, a figura observada e o tipo de eclipse.

	Lua na posição	Figura observada	Tipo de eclipse
a)	1	III	Solar parcial
b)	2	II	Lunar parcial
c)	3	I	Solar total
d)	4	IV	Lunar total
e)	3	V	Lunar parcial

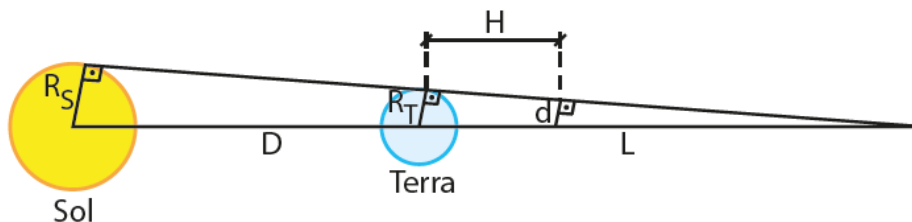
8.(Desafio) O eclipse total do Sol é impressionante, pois o céu fica escuro, podemos ver as estrelas e planetas e podemos ver também a fabulosa “coroa solar”. Mas, infelizmente, o eclipse solar total tem curta duração, no máximo alguns minutos. O da Lua, por outro lado, pode durar horas. Vejamos o porquê. Abaixo está um esquema mostrando o Sol, de raio R_S , a Terra, de raio R_T e metade do “cone de sombra” da Terra. Sabemos que $R_S = 109 R_T$. A distância, D , entre os centros do Sol e da Terra é $D = 23\,680 R_T$.



a) Calcule, em termos do raio da Terra, R_T , qual é o comprimento, L , da sombra da Terra, mostrado na figura acima.

Observação: L é medido do vértice do cone de sombra até o centro da Terra.

b) A Lua cruza o cone de sombra da Terra à distância $H = 60 R_T$. Calcule o raio, d , do cone de sombra nesta distância H , medido entre os centros da Terra e da Lua (não desenhada na figura), em função do raio da Terra, R_T .



c) Sabendo-se que $R_T = 3,6 R_L$, onde R_L é o raio da Lua, calcule quantas vezes “ d ” é maior do que R_L . Isso explica o porquê o eclipse lunar é longo.

