

# Movimentos da Terra e da Lua

## Medidas de Tempo

Fases da Lua  
Eclipses do Sol e da Lua

Sandra dos Anjos  
IAG/USP-2023

<http://astroweb.iag.usp.br/~aga210/>

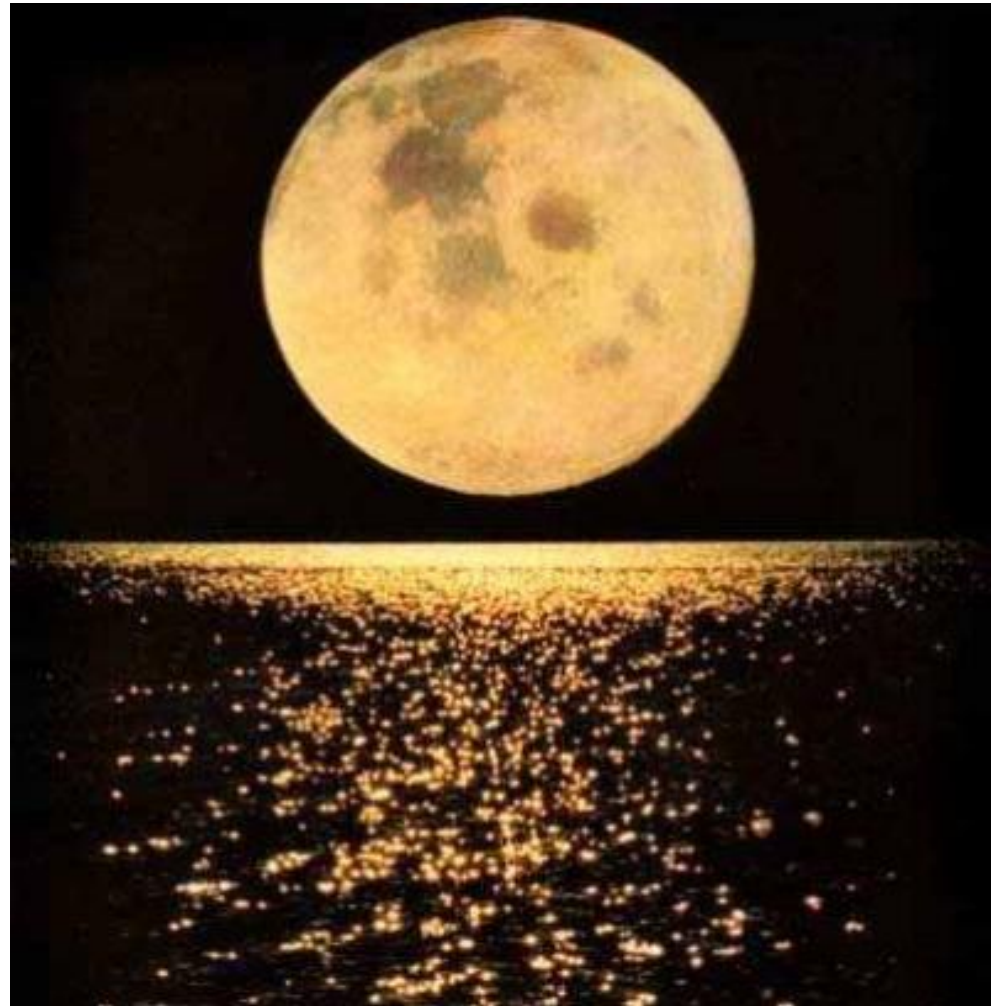
# Algumas Propriedades

Não emite luz própria: observamos a luz refletida pelo Sol

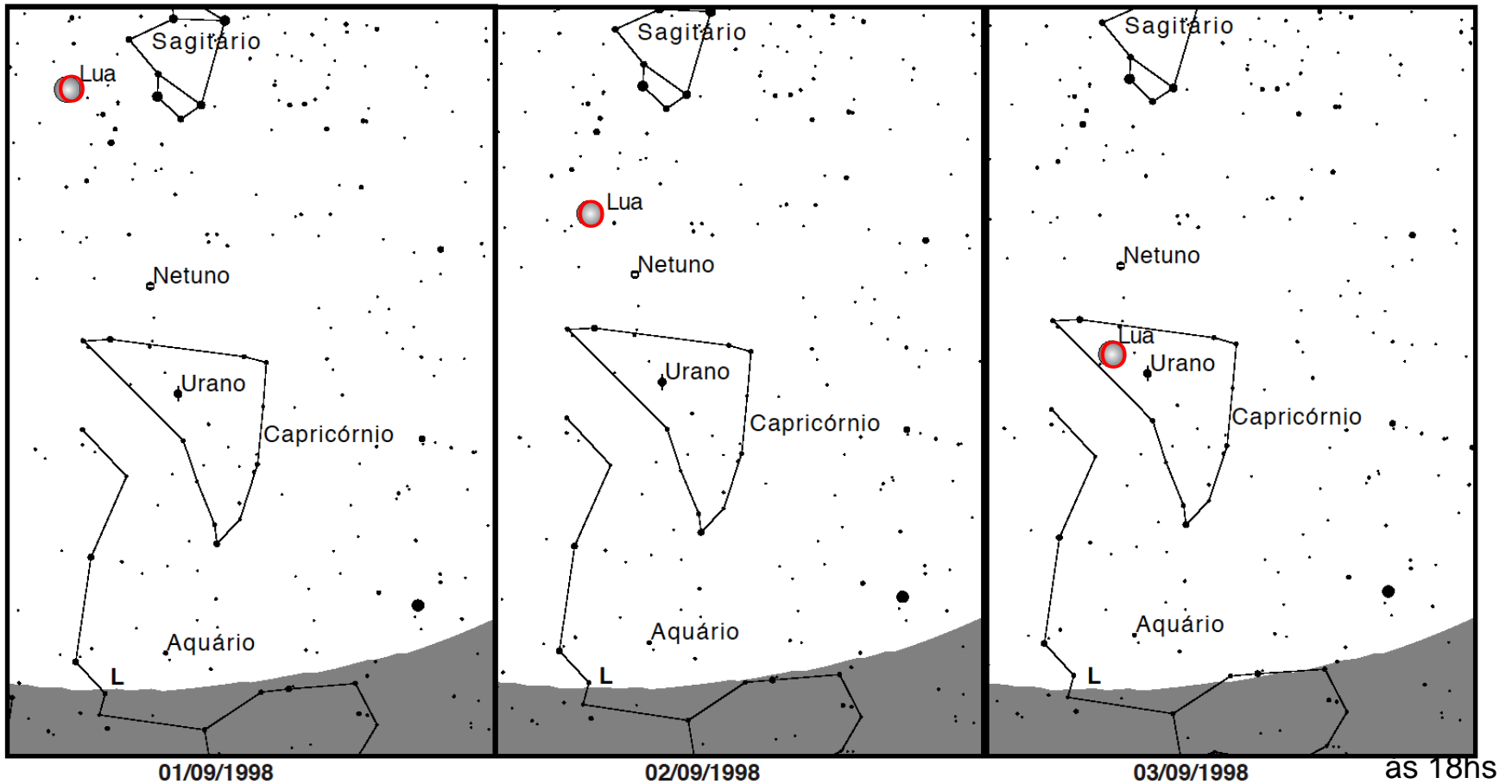
É um fato conhecido desde Anaxágoras (430 a.C.) e Aristóteles (384 - 322 a.C.).

Maior satélite do Sistema Solar

Natureza do satélite é ainda discutida, como veremos mais adiante.



# Movimento da Lua na Esfera Celeste



A Lua tem um movimento em relação às estrelas de Oeste para Leste.

# Movimento diurno aparente da Lua



# Movimentos da LUA

1o - Rotação

2o - Revolução em torno da Terra

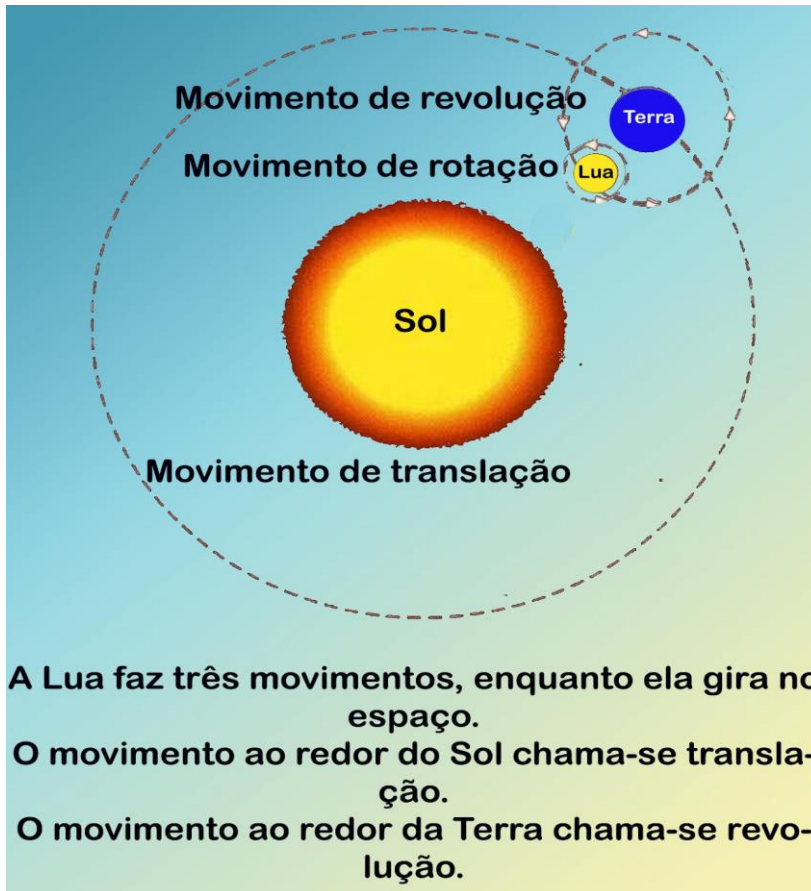
3o - Translação em torno do Sol

Período de Rotação = Revolução em torno da Terra (29,5 dias)

Fato que resulta de uma **sincronização de movimentos**, causada pelos efeitos da gravidade, especificamente por **forças de maré** (veremos este tema adiante).

Durante o trajeto da órbita, efeitos de projeção da luz do Sol podem ser observados da Terra.

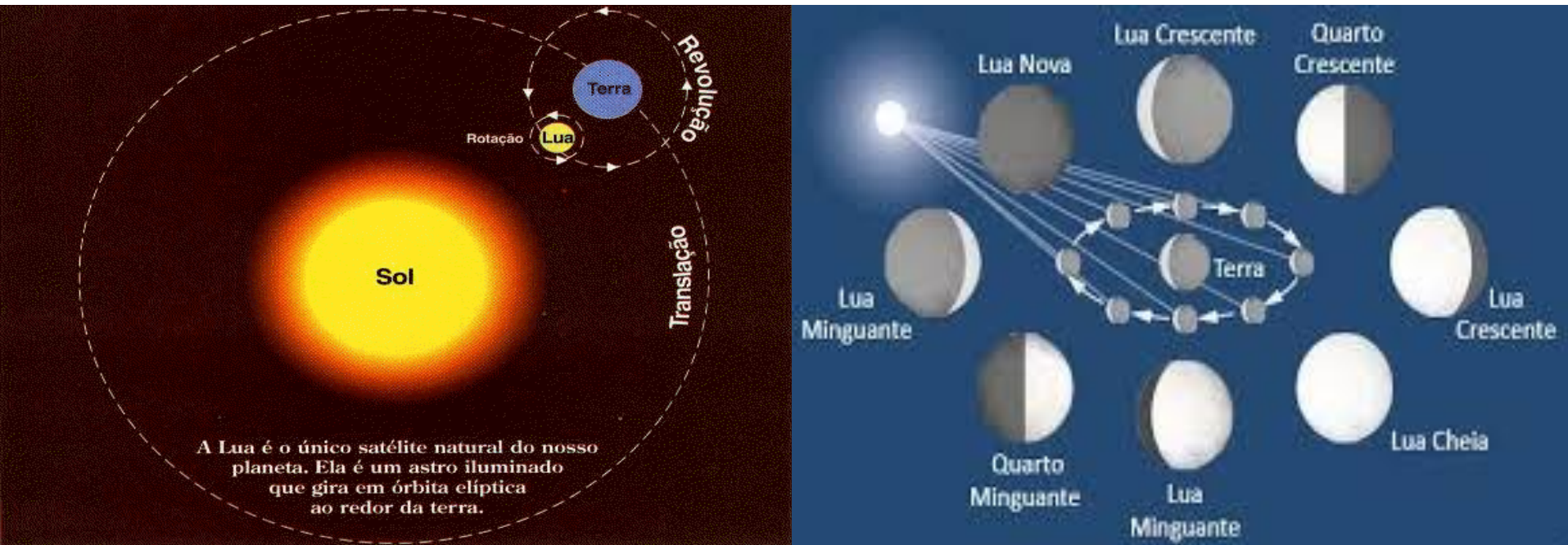
Fato que gera diferentes configurações de sombras ou **fases da Lua**, bem como os Eclipses, como veremos mais adiante.





# Movimentos e Posições Relativas da Terra, Lua e Sol

...e as Fases da Lua – conhecido desde Aristarco, Séc. III a.C.

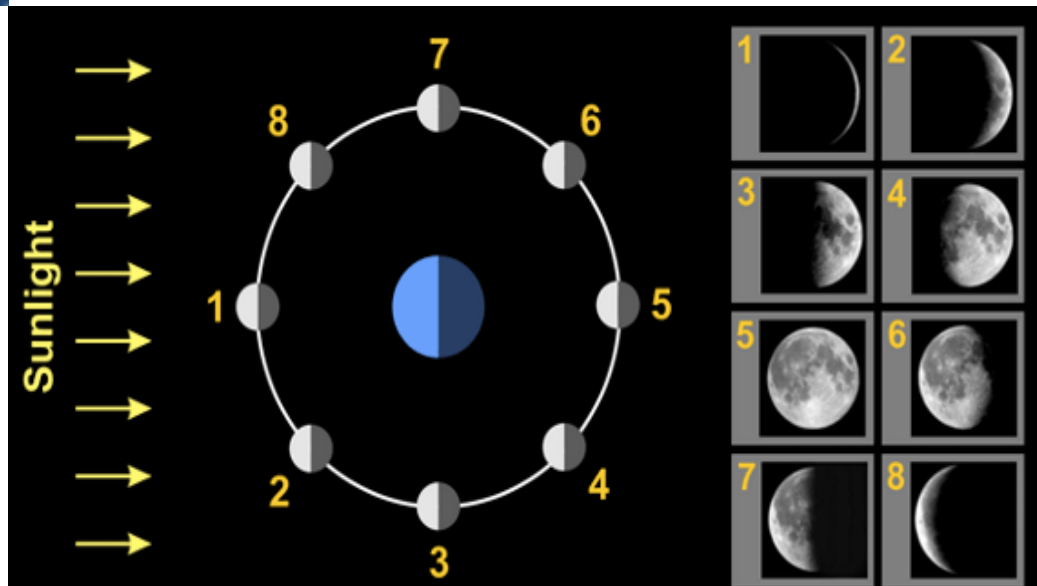


Durante o movimento de rotação da Terra e de revolução da Lua em torno da Terra, o **Sol ilumina porções diferentes destes 2 astros.**

Um observador na Terra observa **diferentes faces da Lua iluminada pelo Sol**, dependendo de sua posição relativa na Terra e da posição relativa da Lua em sua órbita de revolução. A **fase da Lua** observada representa o quanto desta face iluminada pelo Sol está voltada também para a Terra (Fig. 2).

# Movimentos e Posições Relativas da Terra, Lua, Sol

...e as Fases da Lua – conhecido desde Aristarco, Séc. III a.C.



## As 4 fases principais da Lua:

...movimento da lua de oeste para leste

Lua Nova



Lua e Sol, vistos da Terra, estão na mesma direção.

A Lua nasce  $\approx$  6h e se põe  $\approx$  18h.

A Lua Nova acontece quando a face visível da Lua não recebe luz do Sol, pois os dois astros estão na mesma direção. Nessa fase, a Lua está no céu durante o dia, nascendo e se pondo aproximadamente junto com o Sol.

Durante os dias subsequentes, a Lua vai ficando cada vez mais a leste do Sol e, portanto, a face visível vai ficando crescentemente mais iluminada a partir da borda que aponta para o oeste, até que aproximadamente 1 semana depois temos o Quarto-Crescente, com 50% da face iluminada.



## Lua Quarto-Crescente



Lua e Sol, vistos da Terra, estão separados de  $90^\circ$ .

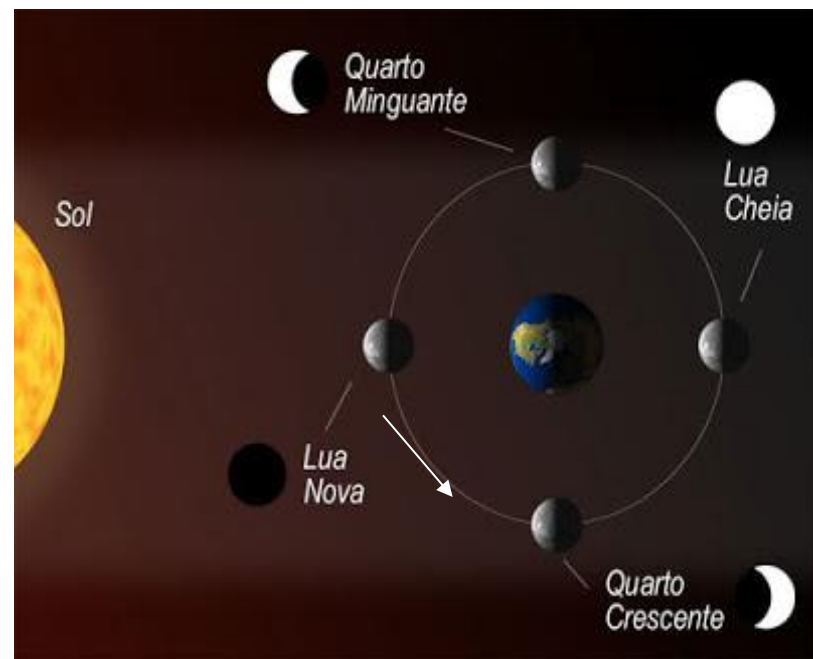
Luá está a leste do Sol e, portanto, sua parte iluminada tem a convexidade para o oeste.

A Lua tem a forma de um semi-círculo com a parte convexa voltada para o oeste.

Lua e Sol, vistos da Terra, estão separados de aproximadamente  $90^\circ$ . A Lua tem a forma de um semi-círculo com a parte convexa voltada para o oeste.

A Lua nasce aproximadamente ao meio-dia e se põe aproximadamente à meia-noite. Após esse dia, a fração iluminada da face visível continua a crescer pelo lado voltado para o oeste, até que atinge a fase Cheia.

## Lua Cheia



Lua e Sol, vistos da Terra, estão em direções opostas, separados de  $180^\circ$  ou 12h.

Lua nasce 18h e se põe 6h do dia seguinte.

Na fase cheia, 100% da face visível está iluminada. A Lua está no céu durante toda a noite, nasce quando o Sol se põe e se põe no nascer do Sol.

Nos dias subsequentes a porção da face iluminada passa a ficar cada vez menor à medida que a Lua fica cada vez mais a oeste do Sol; o disco lunar vai dia a dia perdendo um pedaço maior da sua borda voltada para o oeste. Aproximadamente 7 dias depois, a fração iluminada já se reduziu a 50%, e temos o Quarto-Minguante.

## Lua Quarto-Minguante



A Lua está a oeste do Sol, que ilumina seu lado voltado para o leste.

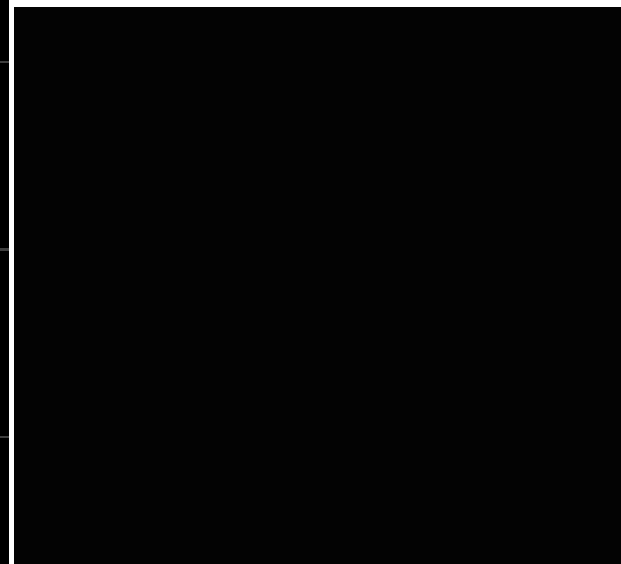
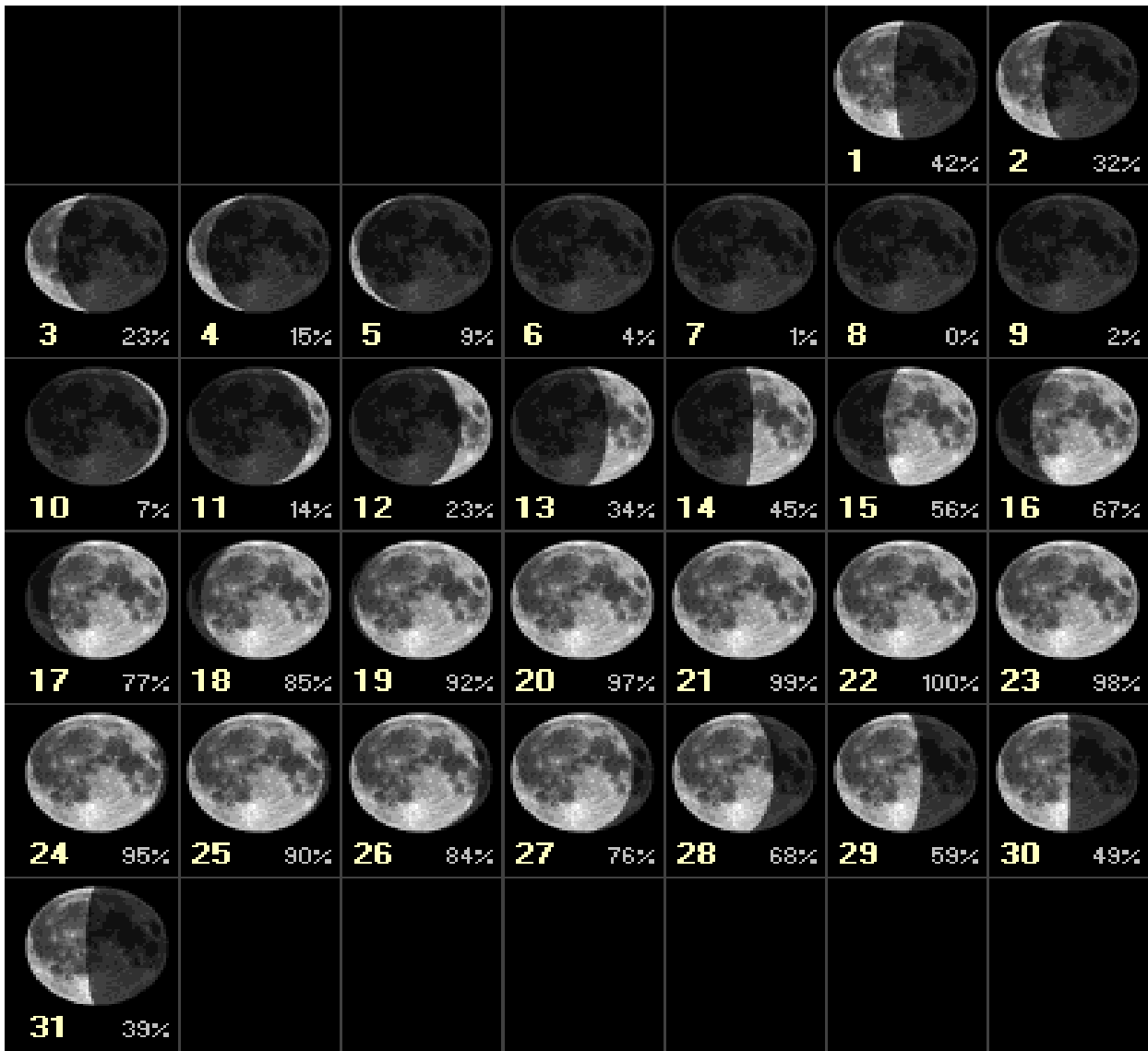
A Lua está aproximadamente  $90^\circ$  a oeste do Sol, e tem a forma de um semi-círculo com a convexidade apontando para o leste. A Lua nasce aproximadamente à meia-noite e se põe aproximadamente ao meio-dia.

Nos dias subsequentes a Lua continua a minguar, até iniciar novamente o novo ciclo.

# Fases da Lua

...no período de 29,5 dias:

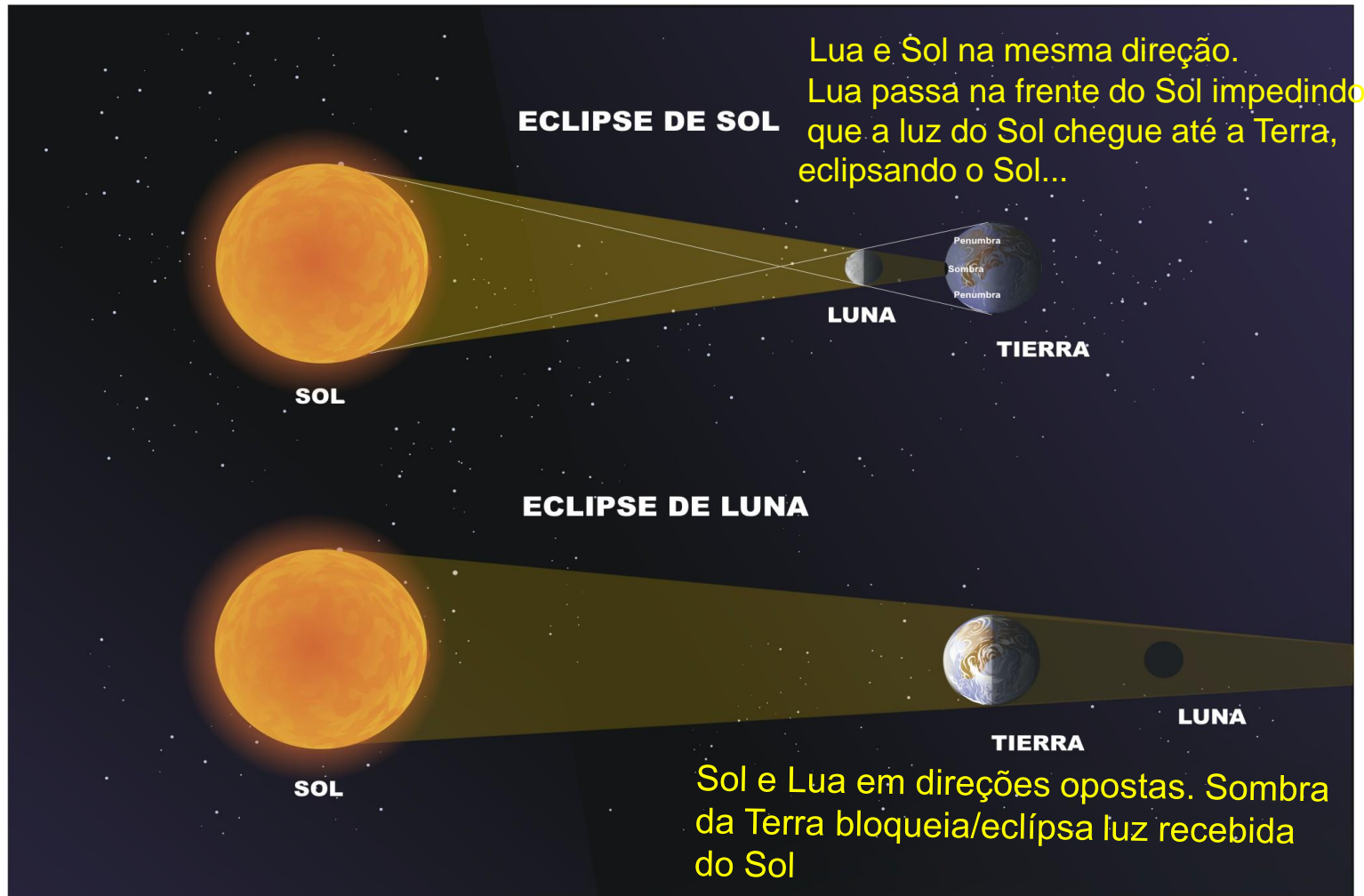
mês sinódico, lunação, ou período sinódico da Lua.



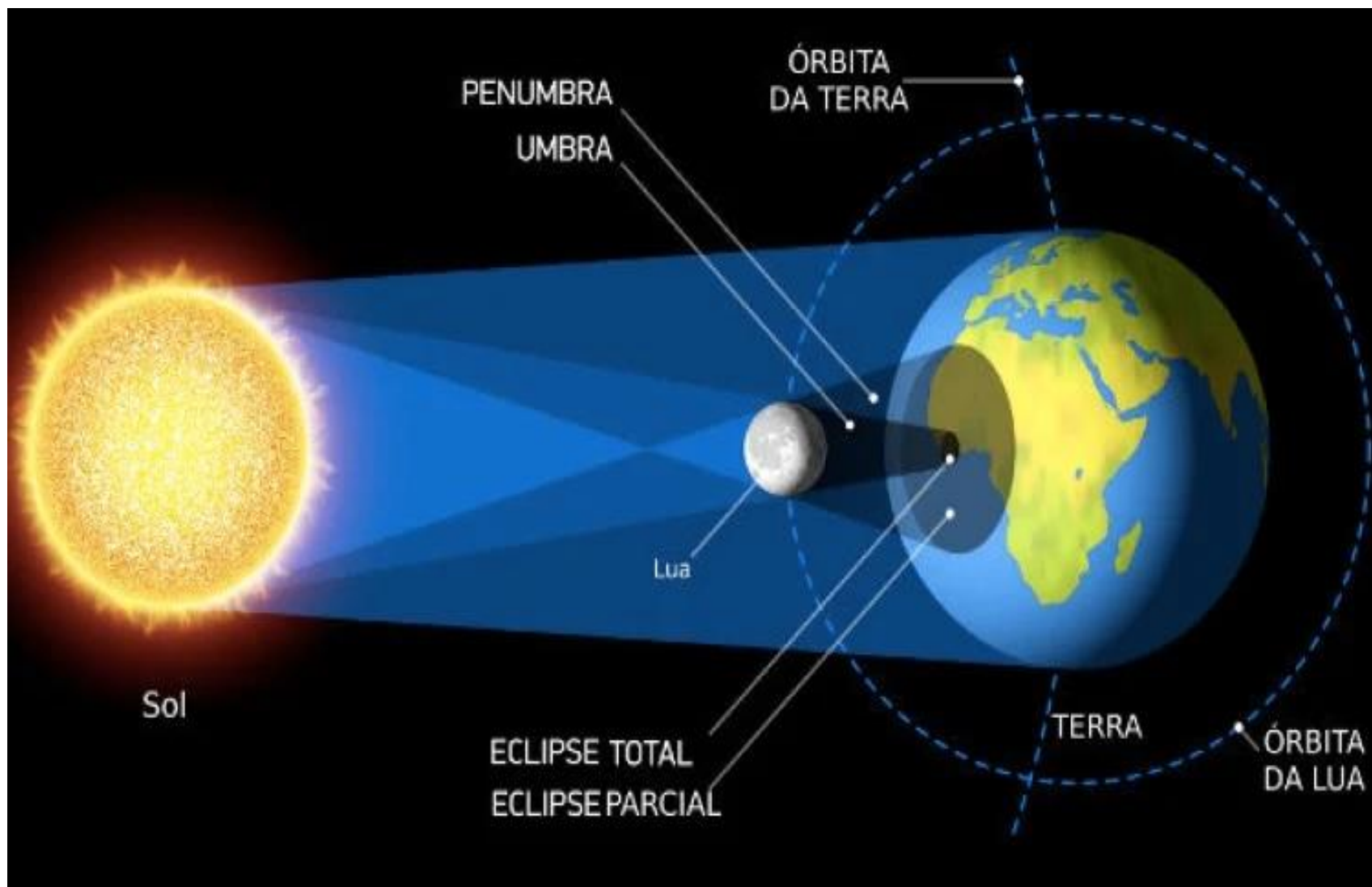
Eventualmente, no movimento orbital destes 3 corpos pode ocorrer a passagem de um deles **pela sombra do outro, gerando**  
**Eclipses**

- Do grego, eclipse = "deixar de existir".
- Definição astronômica: fenômeno que ocorre quando um corpo celeste obstrui a passagem de luz de outro corpo que se encontra na mesma direção e plano dos astros envolvidos, formando uma sombra que incide sobre a Terra.
- Também são observados eclipses em outros corpos do Sistema Solar, como, por exemplo, nos satélites de Júpiter (quando passam pela sombra de Júpiter).

# Geometria dos Eclipses Solar e Lunar

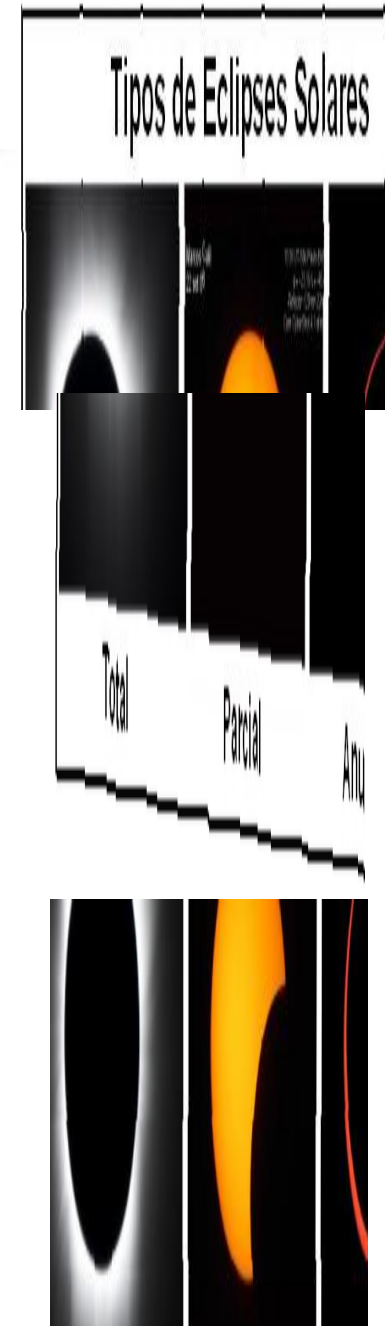






# Diferentes Tipos de Eclípsis Solar: 3 tipos

...que dependem da geometria, ou posição relativa dos astros, e do observador



# Tipos de eclipses solares

## Eclipse Solar Anelar



O E.S.A. acontece quando o tamanho da Lua não é o suficiente para cobrir a área do sol, formando um "anel" em volta do satélite.

## Eclipse Solar Parcial



O E.S.P acontece quando apenas parte da luminosidade solar é ocultada pelo disco lunar.

## Eclipse Solar Total

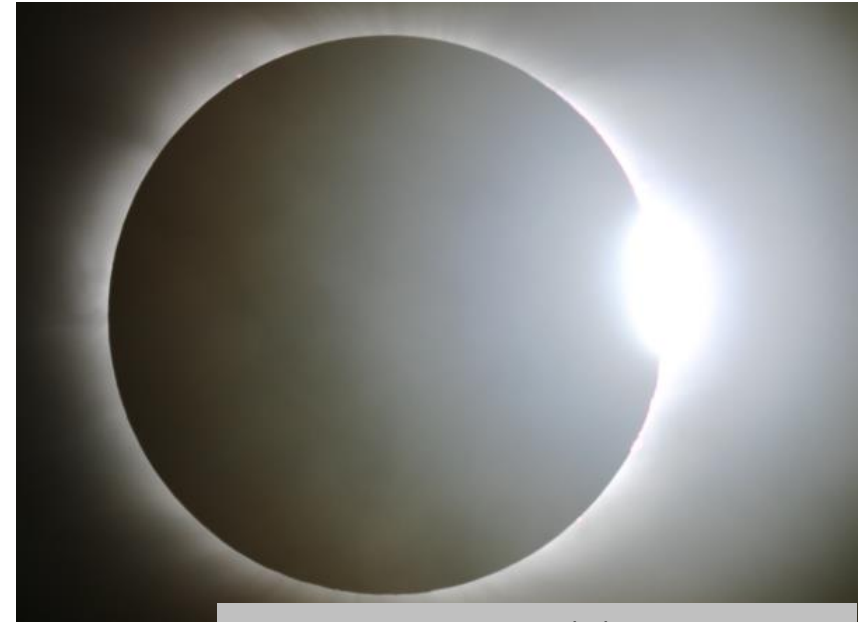


O E.S.T. acontece quando toda a luz do sol é ocultada pela Lua.

# Registro de alguns eclípses do sol



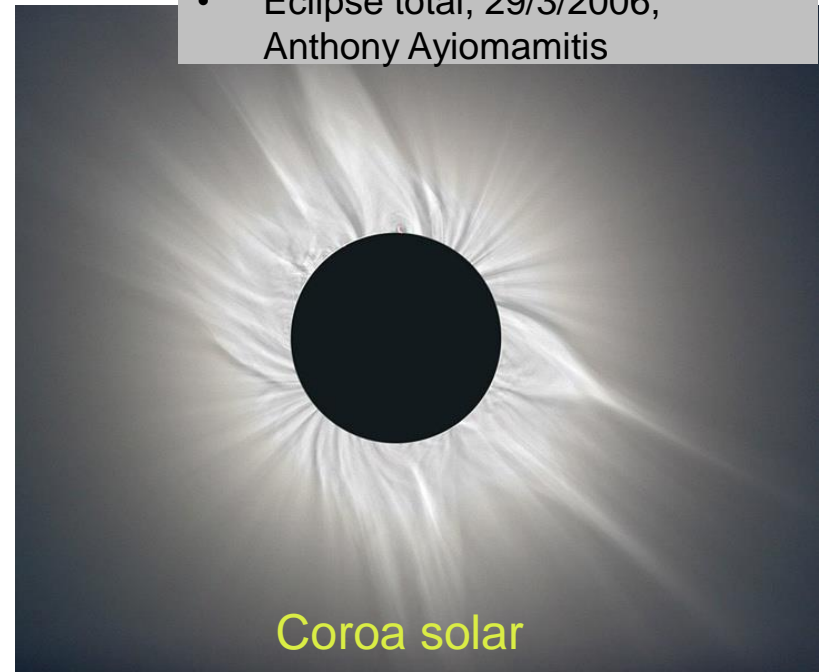
- Eclipse anular, 3/10/2005, Stefan Seip



- Eclipse total, 29/3/2006, Anthony Ayiomamitis



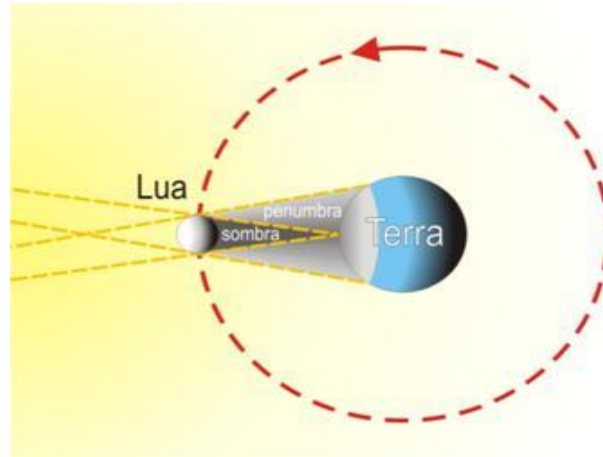
- Eclipse total, 29/3/2006, Gerhard Bachmayer



Coroa solar

# Eclipse Solar

...algumas particularidades



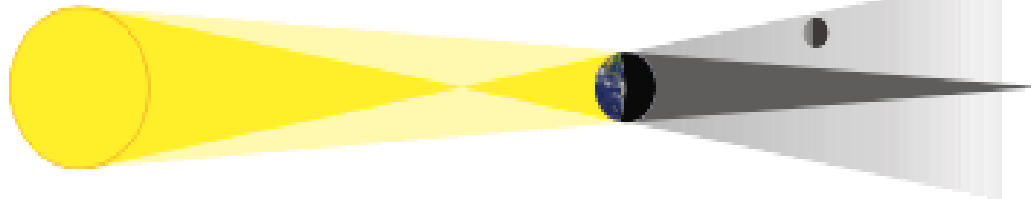
A totalidade dura, no máximo, 7m30s (o mais longo eclipse nos próximos 3000 anos será em 16/7/2186, passando pelo norte da América do Sul).

Próximos **eclipse total** do Sol:

- observado no Brasil será 12/8/2045 (Fortaleza, Natal)
- observado em São Paulo será 13/6/2113.

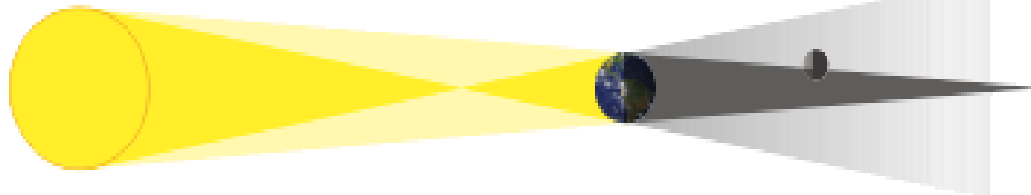
# Eclipses da Lua

## Penumbral



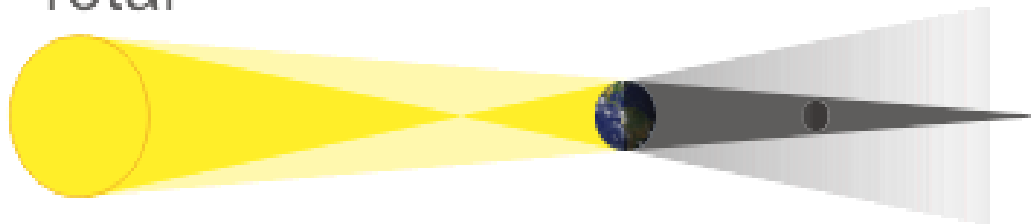
Acontece quando a Lua Atravessa a região da penumbra terrestre. Este tipo de eclipse não é perceptível a olho nu.

## Parcial



Quando a lua fica em parte na área de penumbra e parte na área da sombra da terra

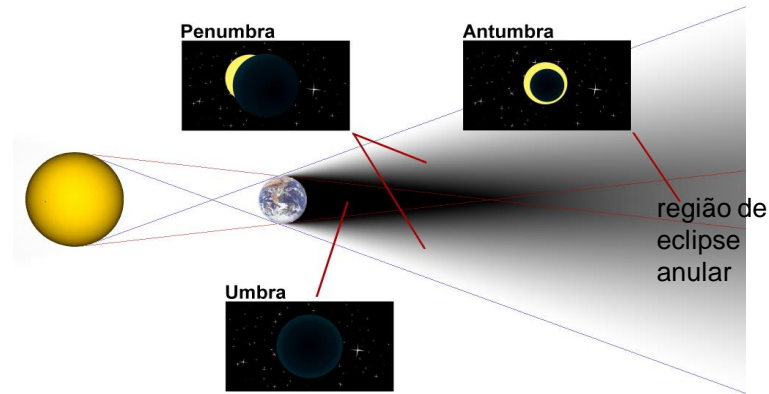
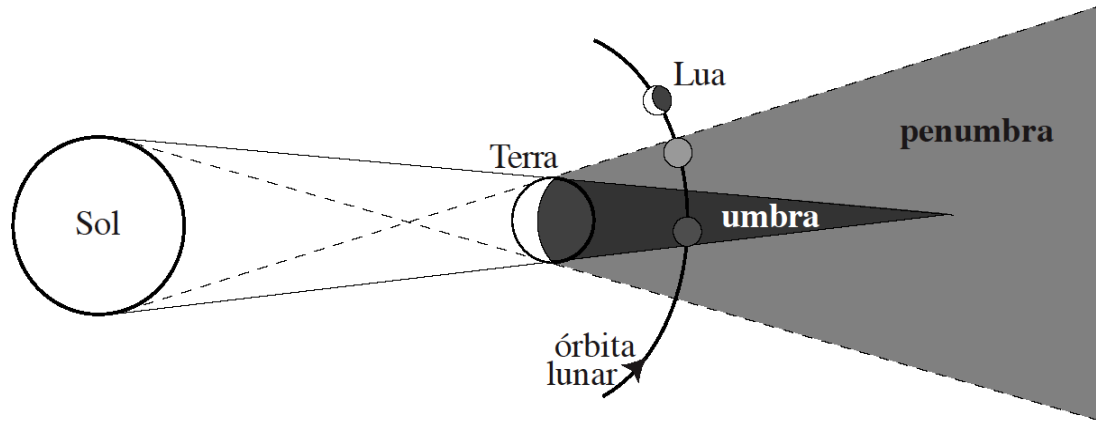
## Total



Quando a lua entra na região da sombra da terra e fica completamente coberta.

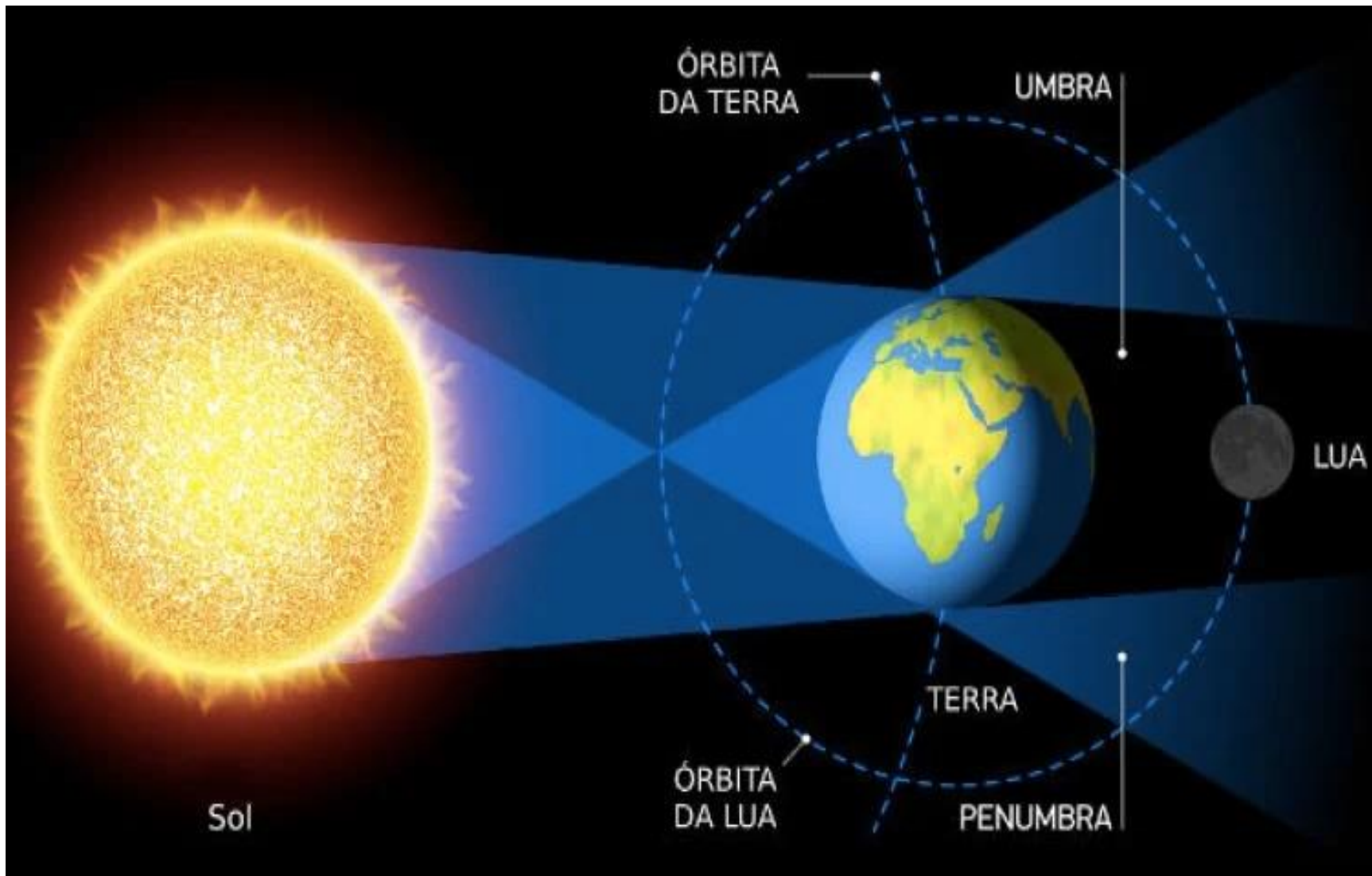


# Eclipses da Lua



- Se a Lua passa pela umbra, temos um eclipse total.
- Se a Lua passa parcialmente pela umbra, temos um eclipse parcial.
- Se a Lua passa apenas pela penumbra, temos um eclipse penumbra

A duração máxima de um eclipse da Lua é de cerca de 3h50m e a duração da fase total não pode superar 1h40m..



## Eclíipse da Lua e do Sol

- Porquê não ocorrem 2 eclipses por mês, um do Sol, na Lua Nova, e um da Lua, na Lua Cheia?

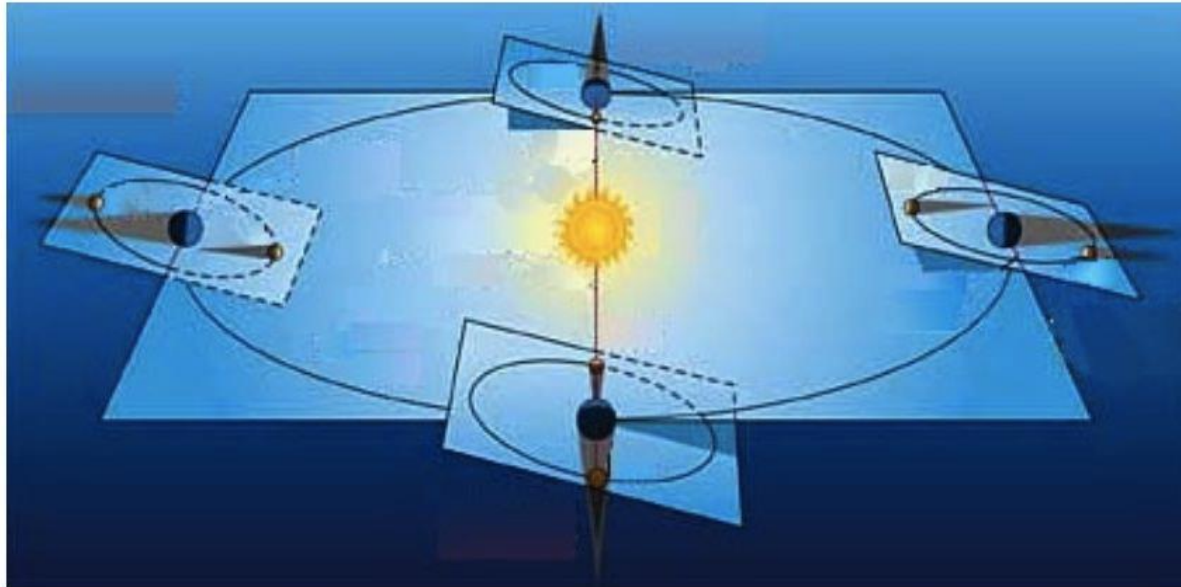


# Eclíipse da Lua e do Sol

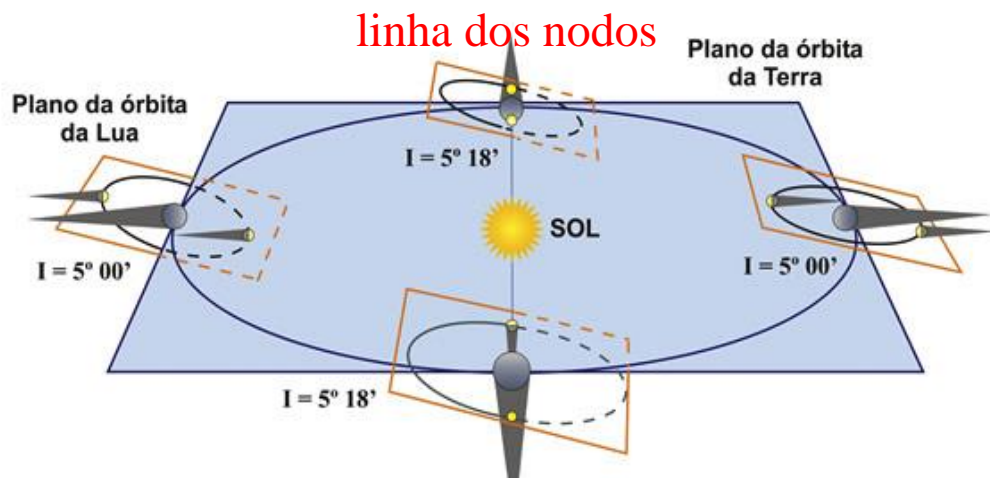
Porquê não ocorrem 2 eclipses por mês, um do Sol, na Lua Nova, e um da Lua, na Lua Cheia?

Pq o **plano de órbita da Lua** não coincide com o **plano de órbita da Terra**.

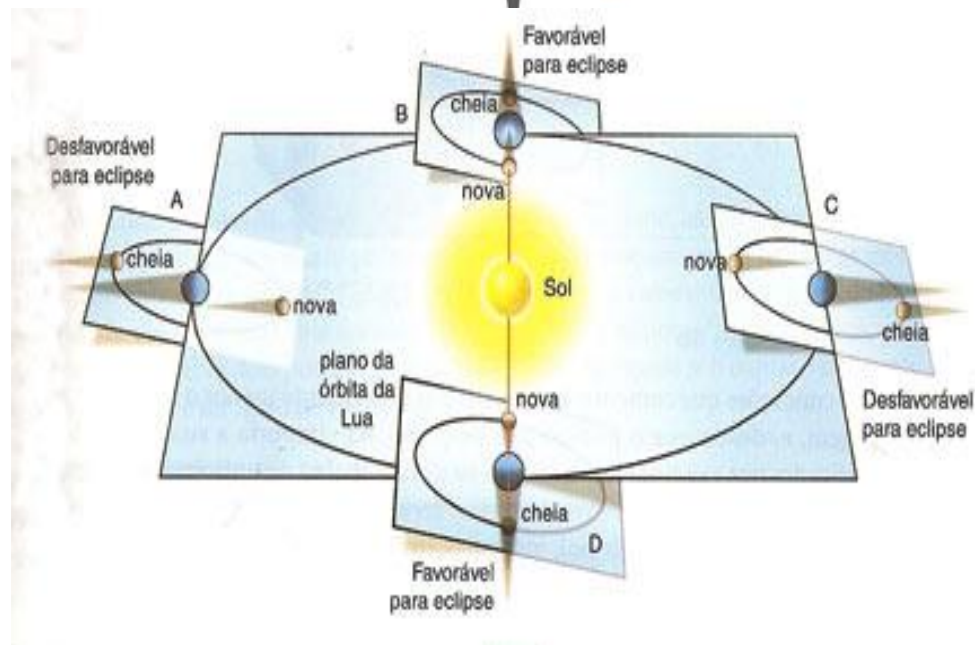
## *Planos de Translação*



Só ocorrem eclipses quando a Lua se posiciona na **linha dos nodos**  
...**linha de intersecção** do plano da órbita da Terra em torno do Sol com o plano da órbita da  
Lua em torno da Terra.



Reparem na intersecção dos planos  
de órbita da Lua e da Terra



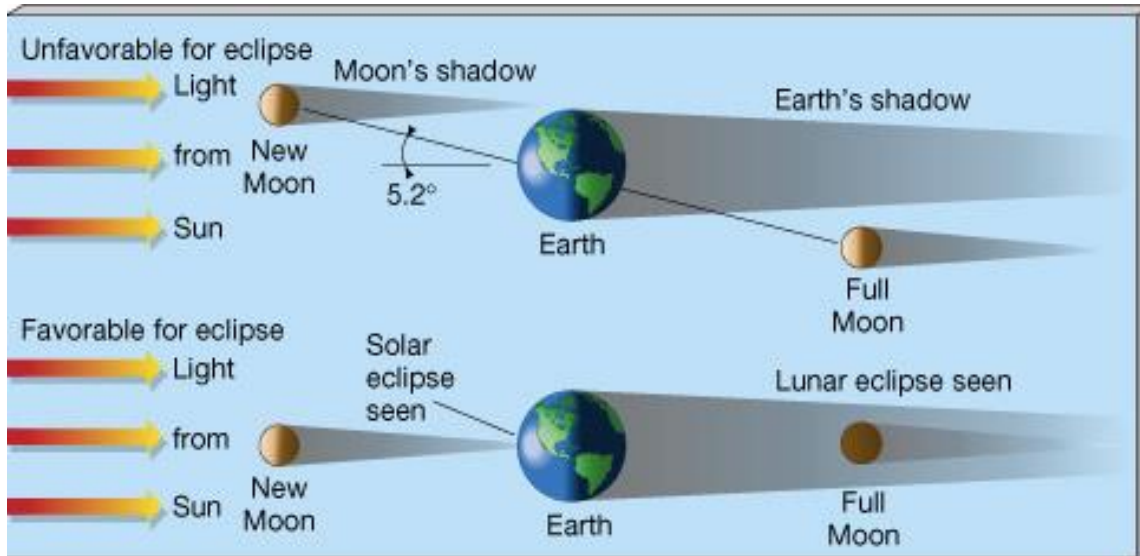
Para ocorrer um eclipse, a Lua  
deve estar próxima da **linha dos  
nodos**.

O plano da órbita da Lua está inclinado  
 $5,2^\circ$  em relação ao plano de órbita da  
Terra.

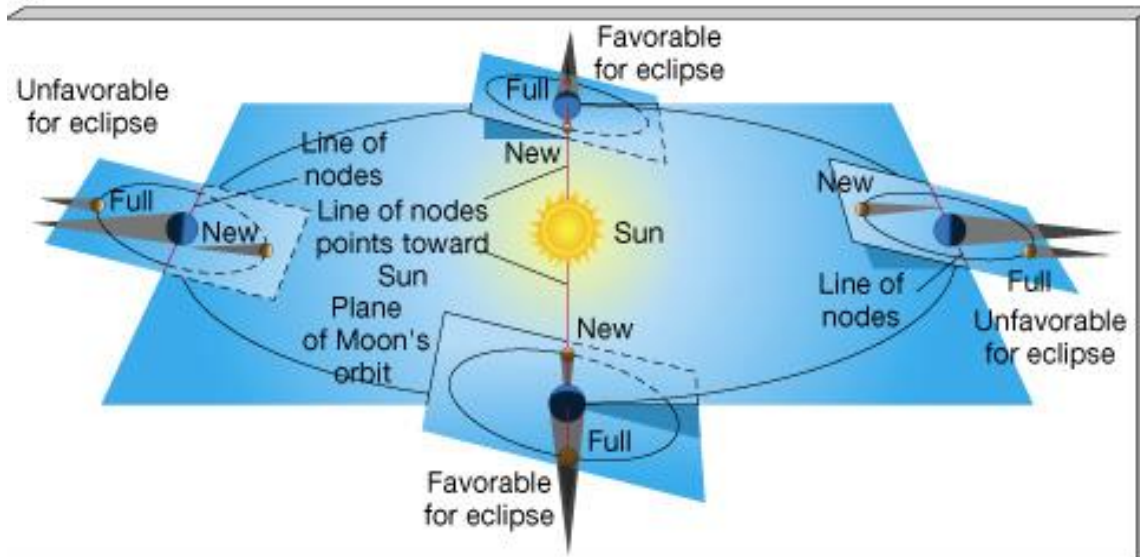
Portanto, só ocorrem eclipses quando a  
Lua está na fase de Lua Cheia ou  
Nova, e quando o Sol está sobre  
a linha dos nodos



# Eclipses



(a)



(b)



UFA...

!



# Eclipses

...frequência e importância

Em um ano ocorrem, **no mínimo, 2 eclipses** (neste caso, ambos são solares).

**No máximo ocorrem 7 eclipses** em um ano (neste caso, no mínimo 2 são lunares).

- O ciclo dos eclipses se repetem a cada 18 anos e 11,3 dias.
- Neste período ocorrem 86 eclipses.
- Esta recorrência foi descoberta na antiguidade e chama-se Período de Saros.

Eclipses que vão ocorrer no Brasil em 2023

Do Sol

20 de abril de 2023 - eclipse total solar (não visível do Brasil)

14 de outubro de 2023 - eclipse solar anular - visível no norte do Brasil

# Eclipses

...frequência e importância

## Da Lua

5/6 de maio de 2023 - eclipse penumbral da Lua - não visível do Brasil

28/29 de outubro de 2023 - eclipse parcial da Lua - pouco visível do Brasil

Tales de Mileto pode ter sido o primeiro a prever a ocorrência de um eclipse (em 585 a.C.).

Durante o **eclipse de 29/05/1919**, observado em **Sobral-CE**, observou-se o desvio gravitacional da luz, **confirmando a teoria da Relatividade Geral de Einstein.**

**Vamos ver detalhes deste evento no transcorrer do curso....**

Estes fenômenos periódicos e regulares apresentados até aqui, como dia e noite, causado pela rotação da Terra, ou as fases da Lua além da translação da Terra, funcionam como **relógios naturais** que permitem medir o que **chamamos de tempo**.

Veremos a seguir algumas **Medidas de Tempo** utilizadas que são materializadas no que definimos como “relógios”.