



AGA0106

Astronomia de Posição

Prof. Rogério Monteiro

A Lua

Agradecimentos: Prof. Roberto Boczko

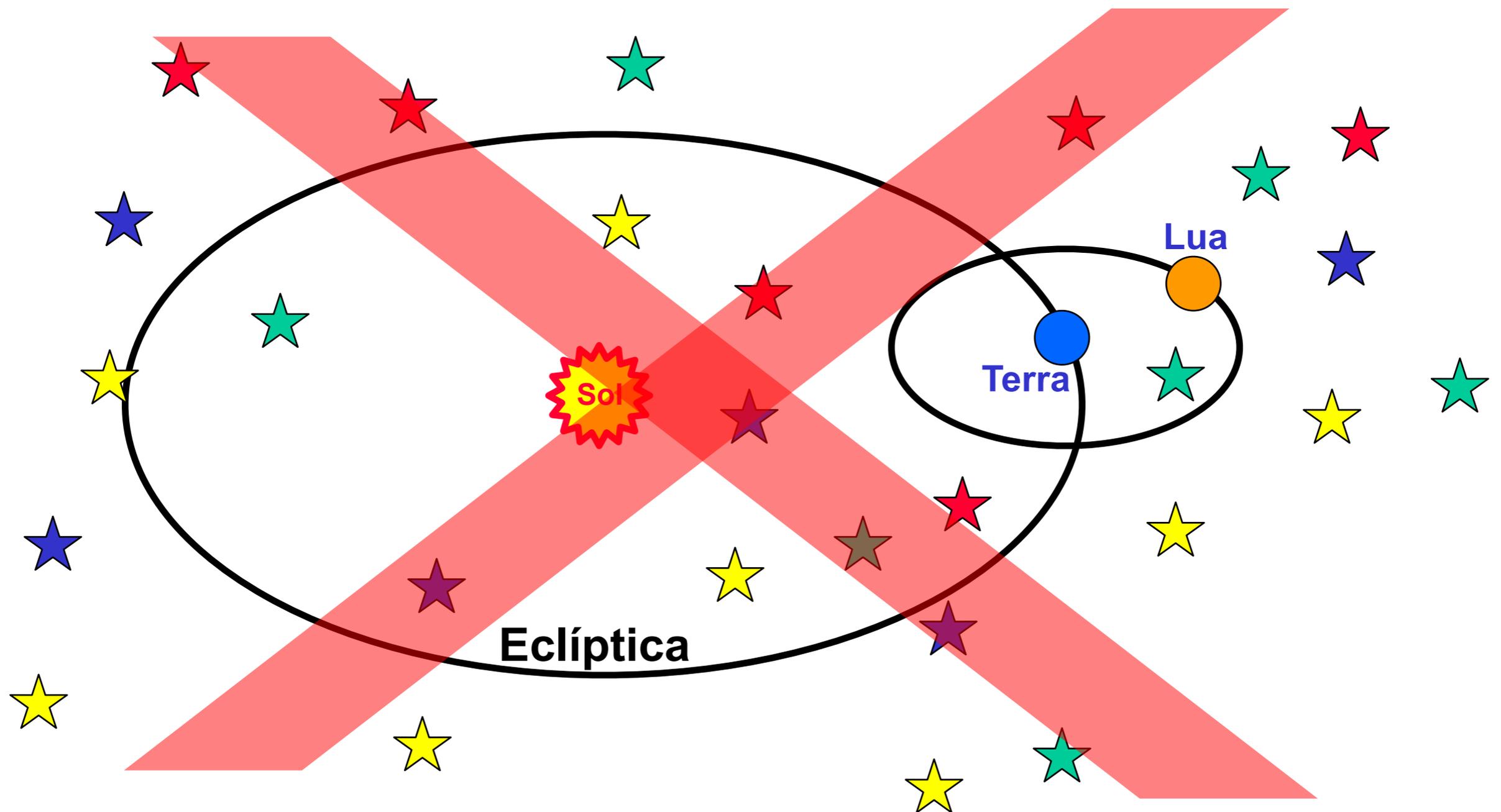
Aula A13

Tópicos da aula

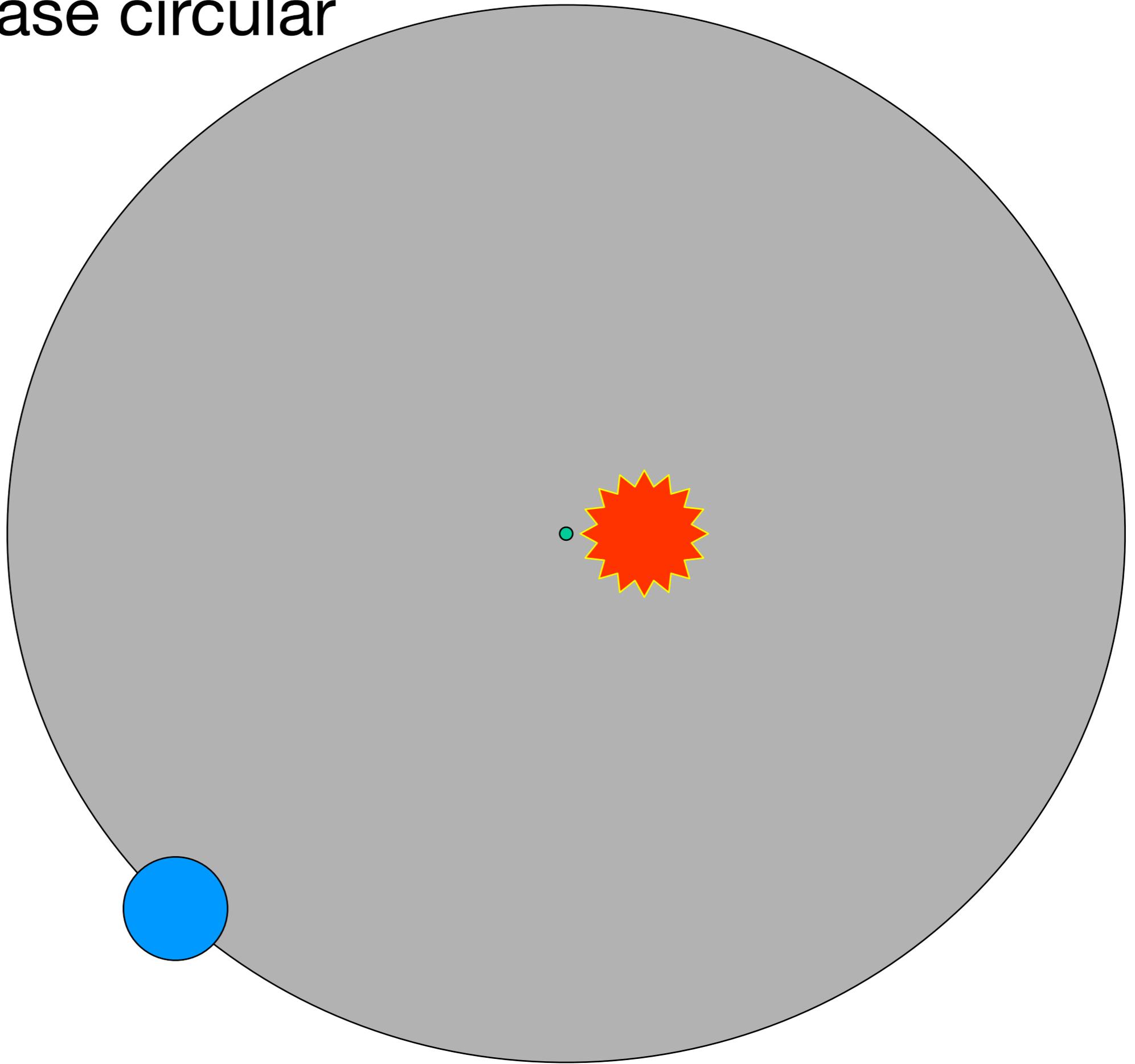
- Representação do sistema Sol - Terra - Lua;
- Movimento aparente da Lua no céu;
- Fases da Lua;
- Eclipses;

Representação do sistema Sol - Terra - Lua

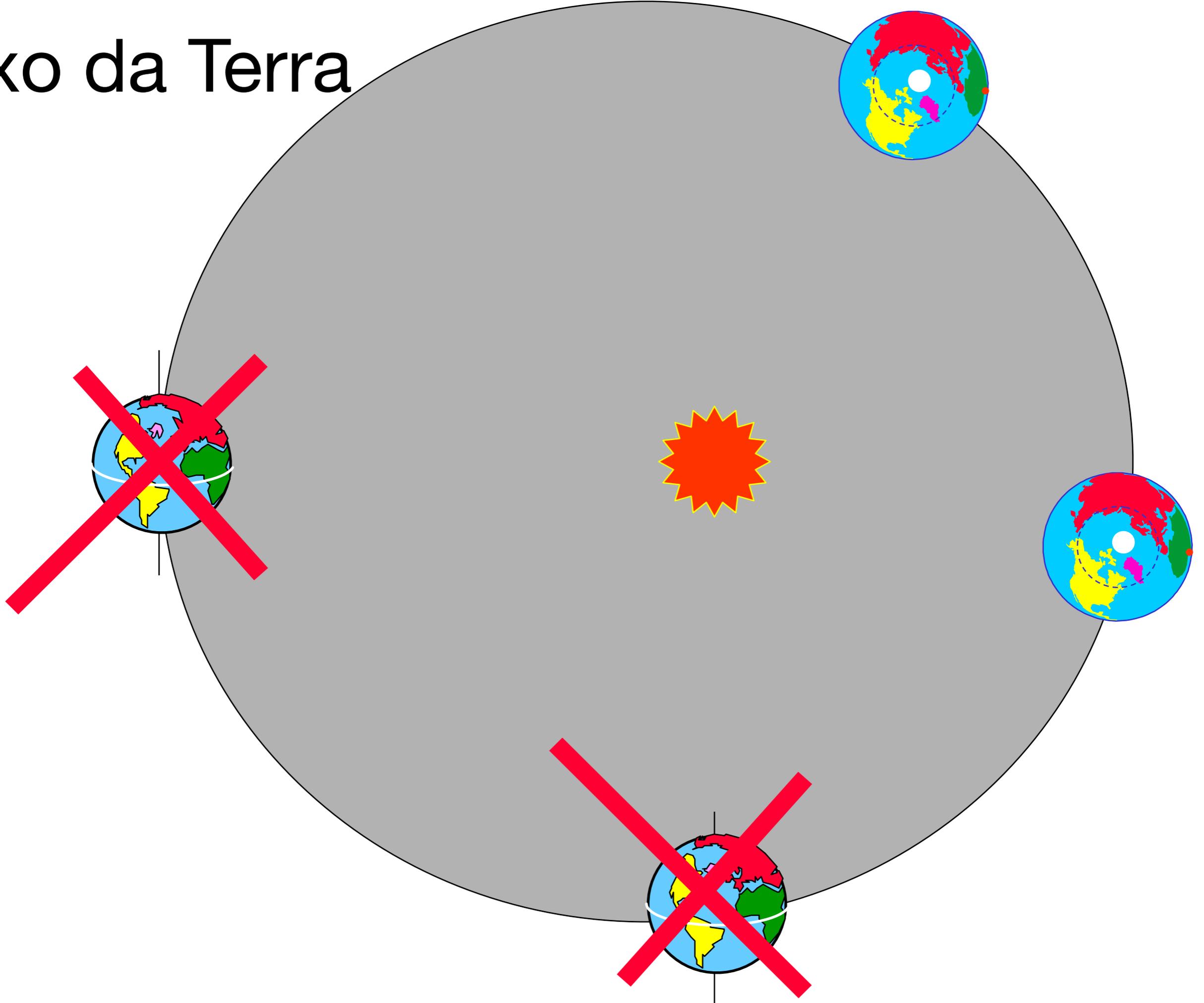
Representação convencional do Sistema Sol-Terra-Lua



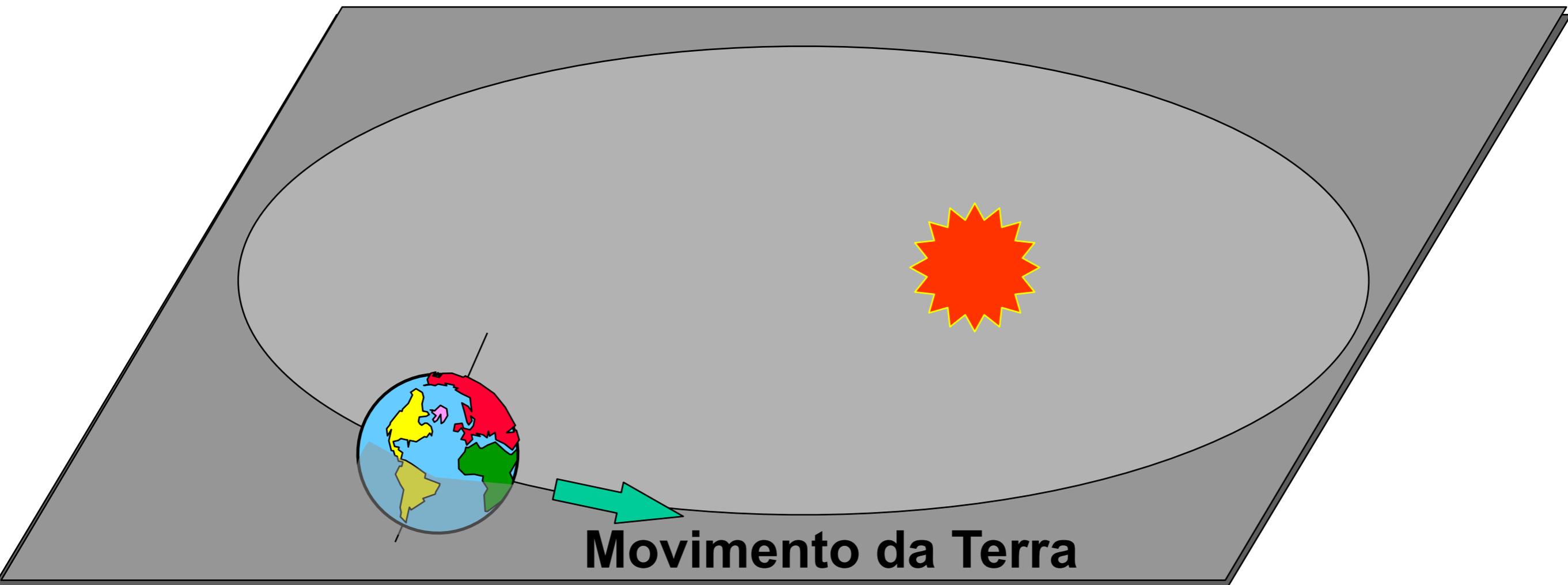
Órbita quase circular



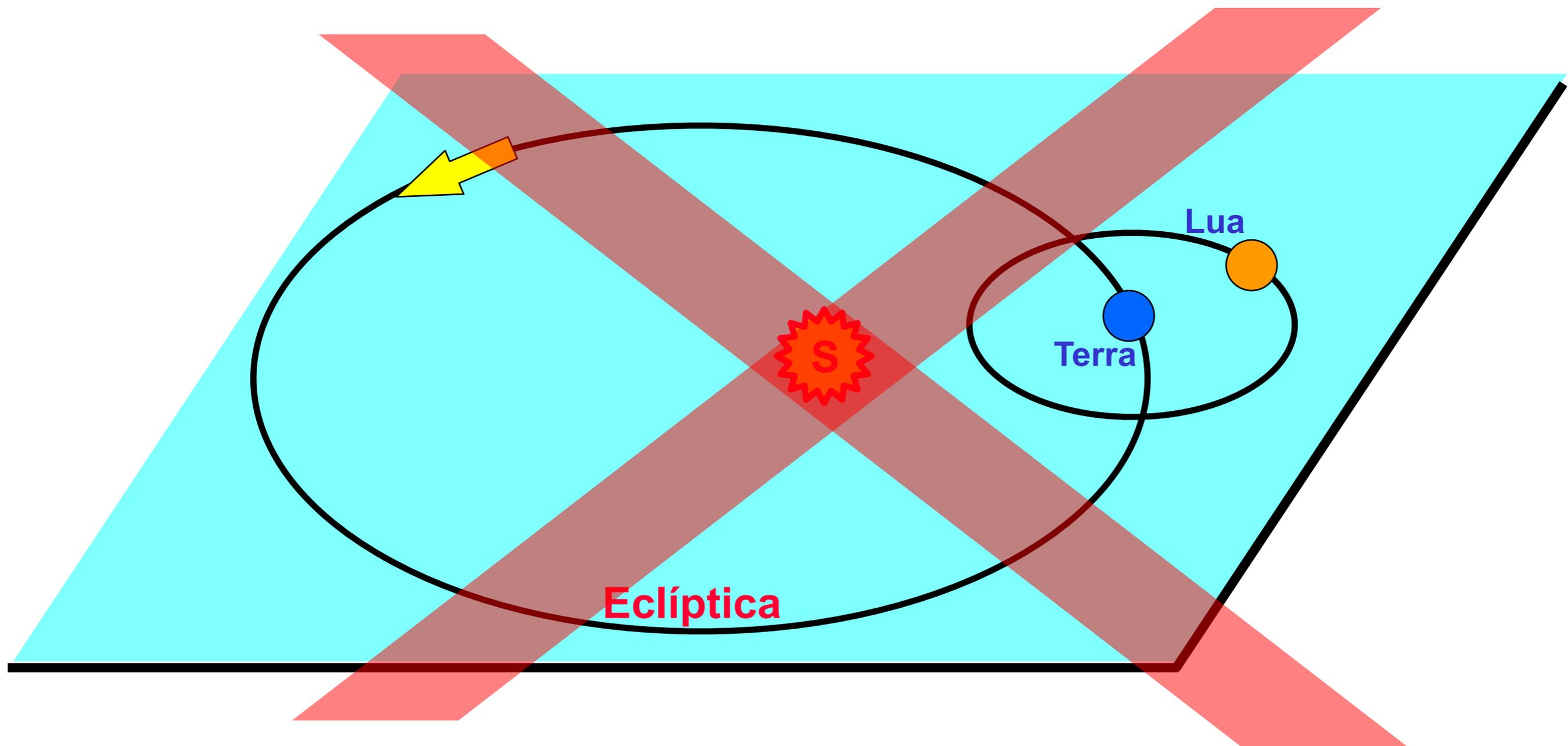
Eixo da Terra



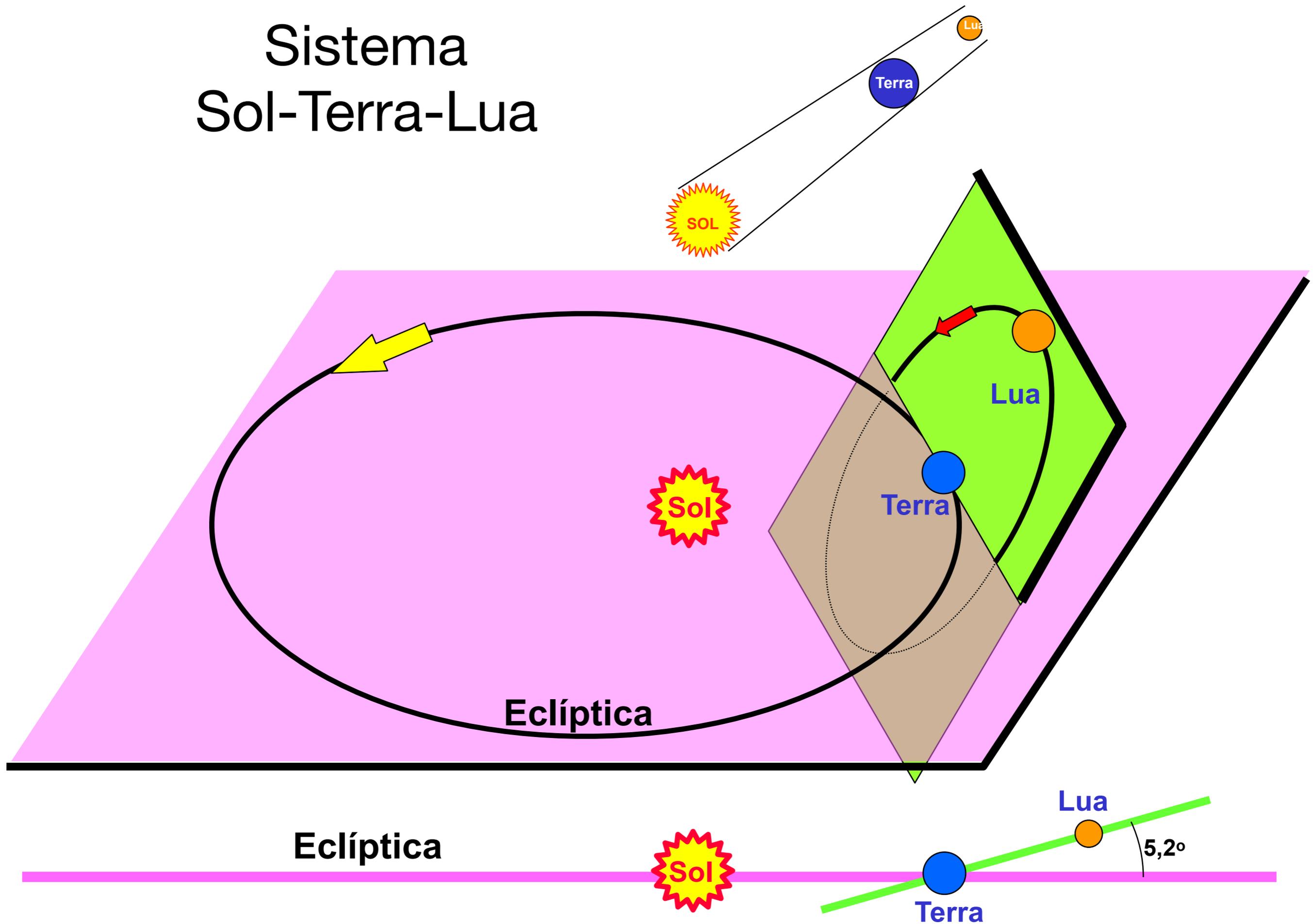
Representação da Órbita da Terra



Sistema Sol-Terra-Lua



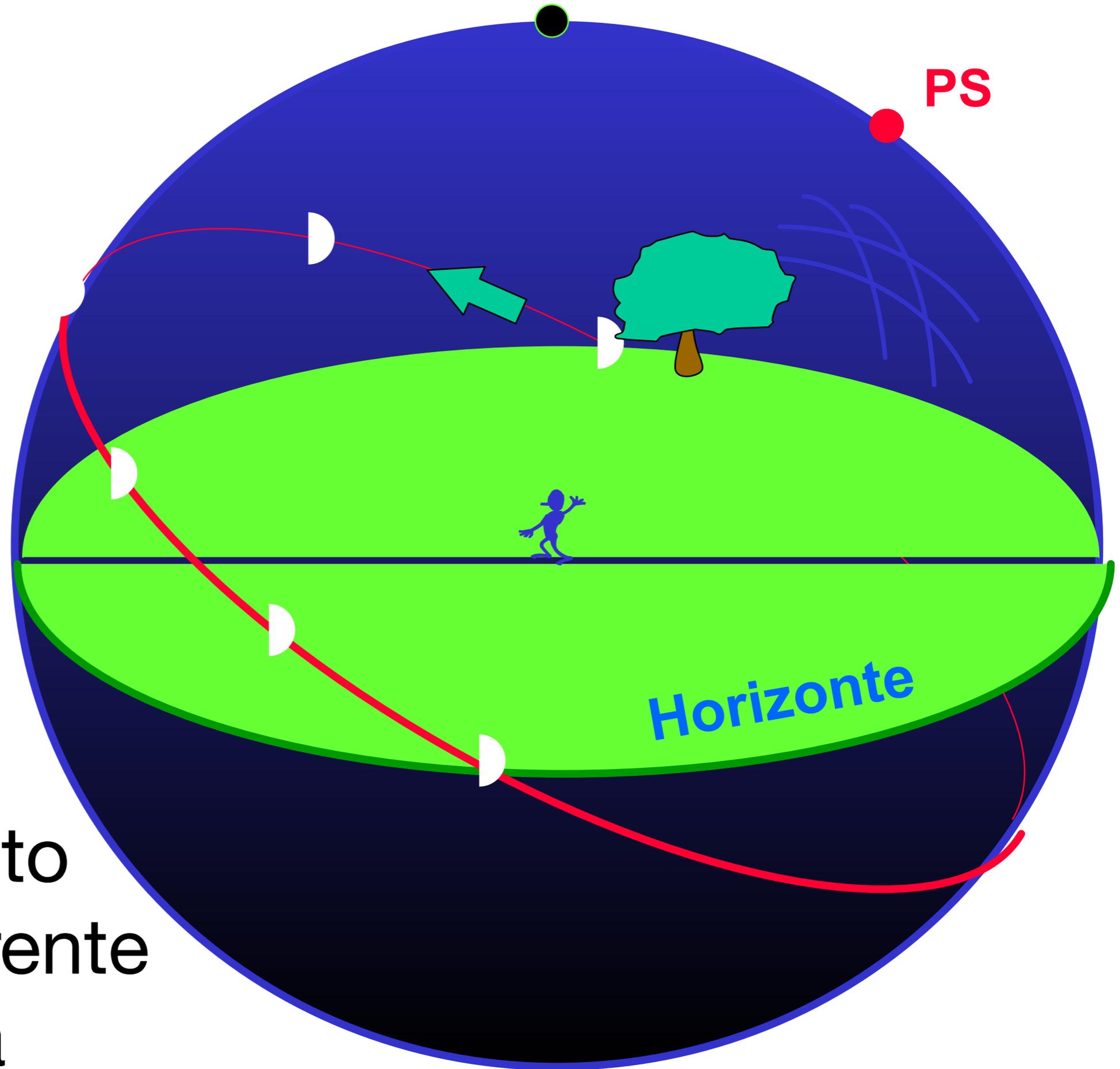
Sistema Sol-Terra-Lua



Movimento aparente da Lua no céu

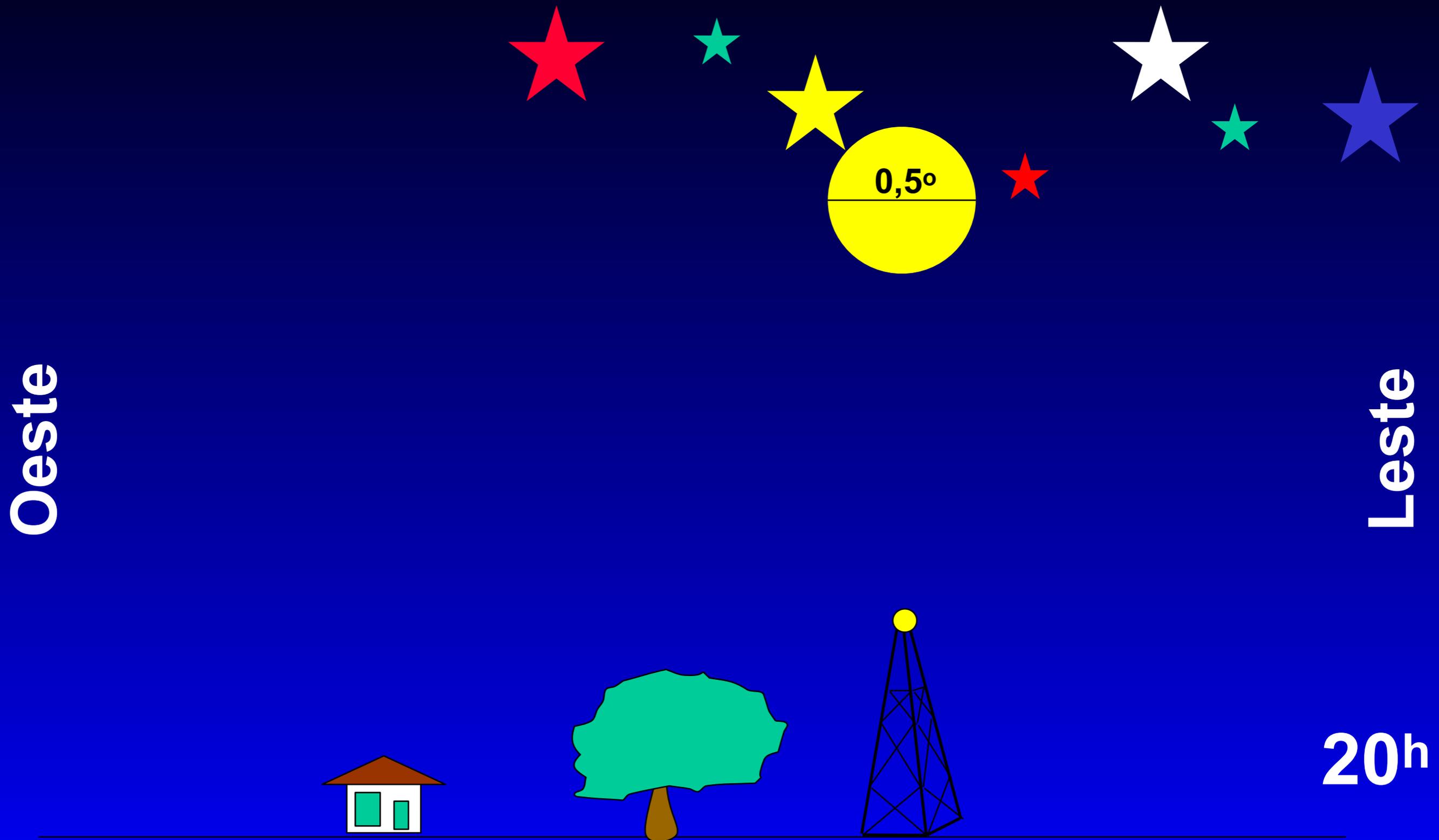
Zênite

PS

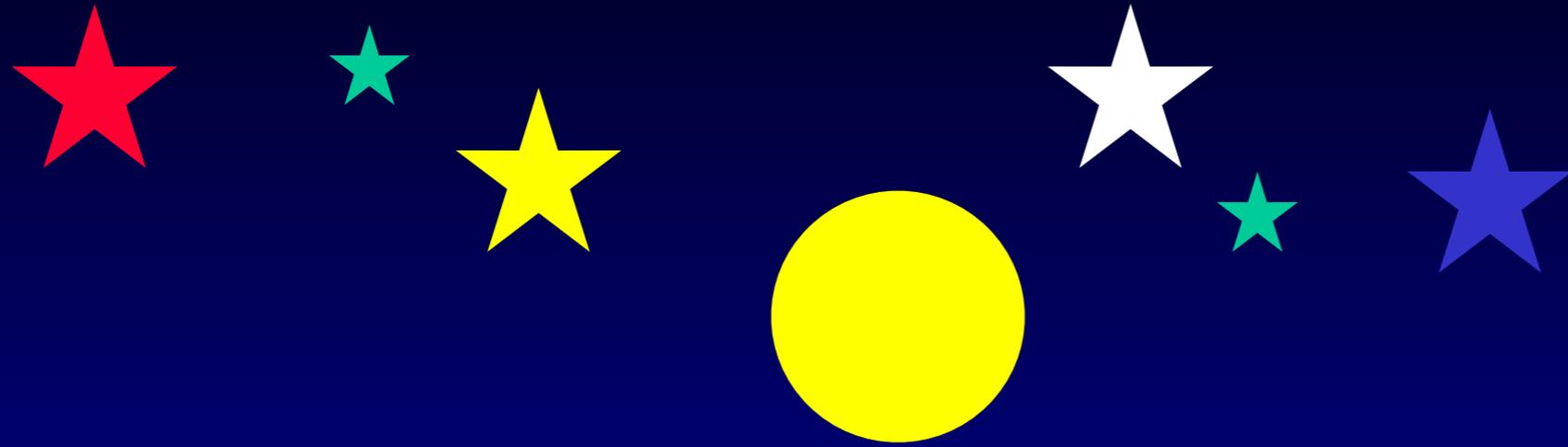


Movimento
diurno aparente
da Lua

Movimento da Lua no céu

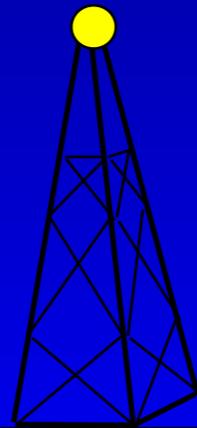
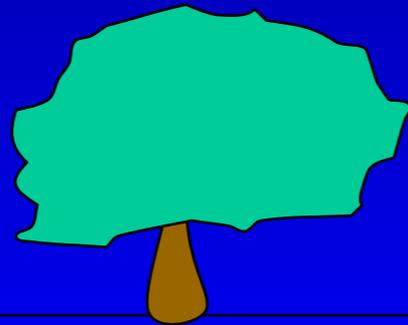


Movimento da Lua no céu



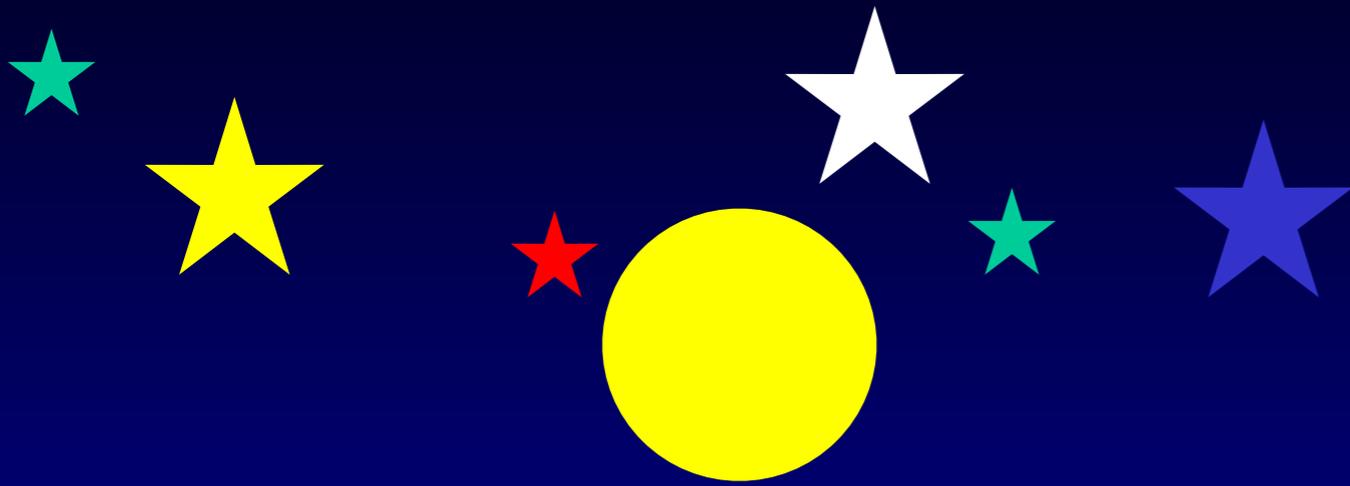
Oeste

Leste



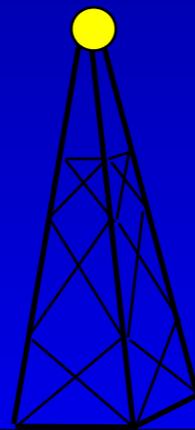
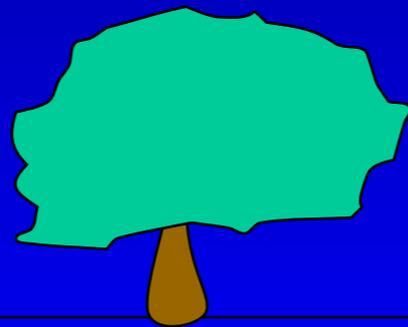
21^h

Movimento da Lua no céu



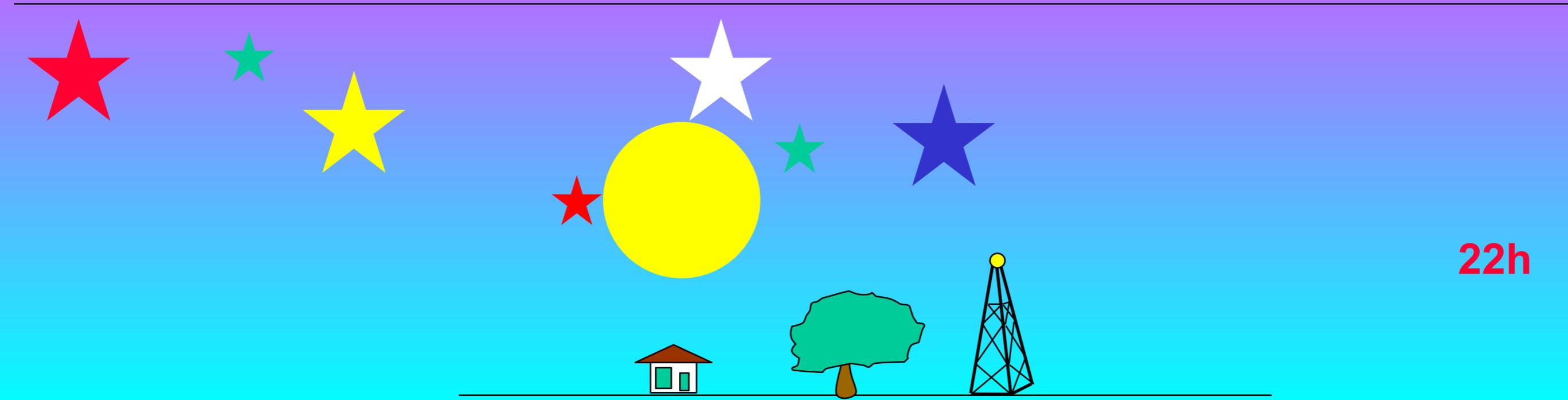
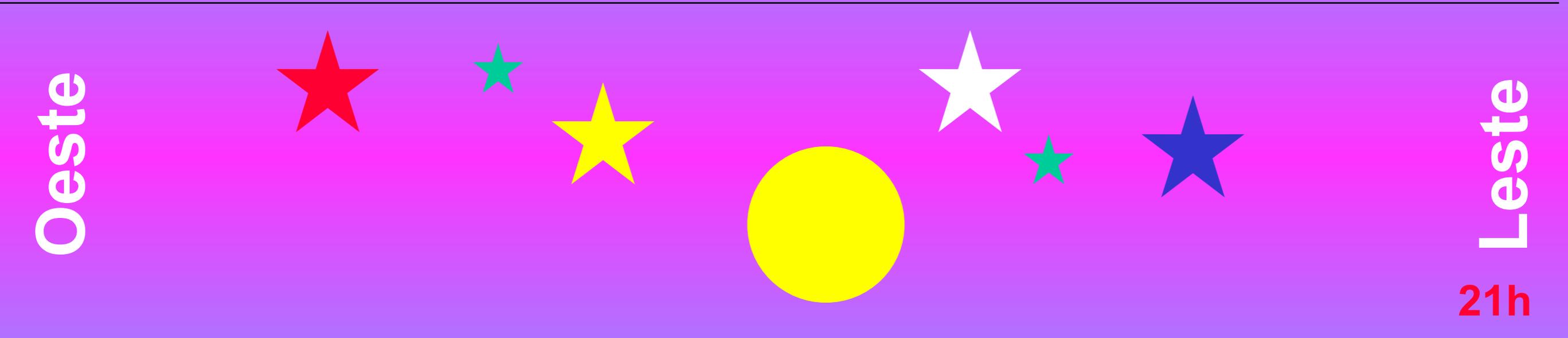
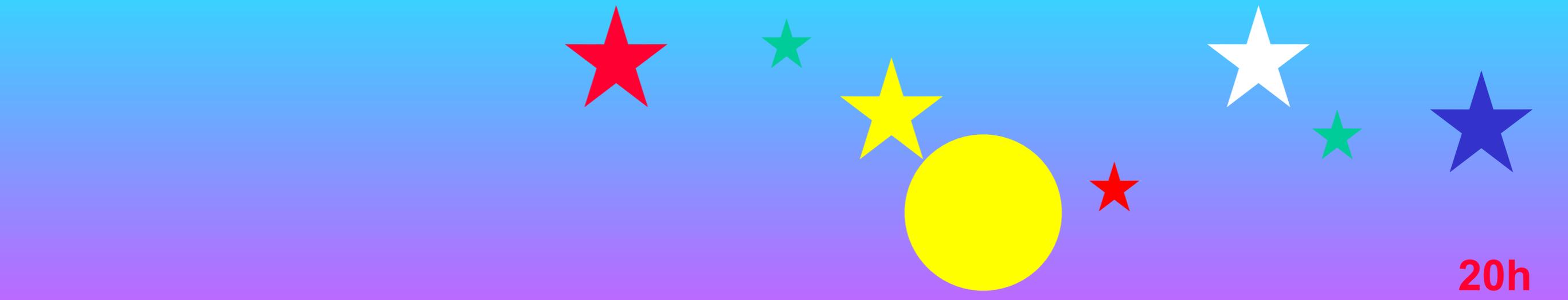
Oeste

Leste



22^h

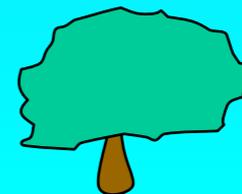
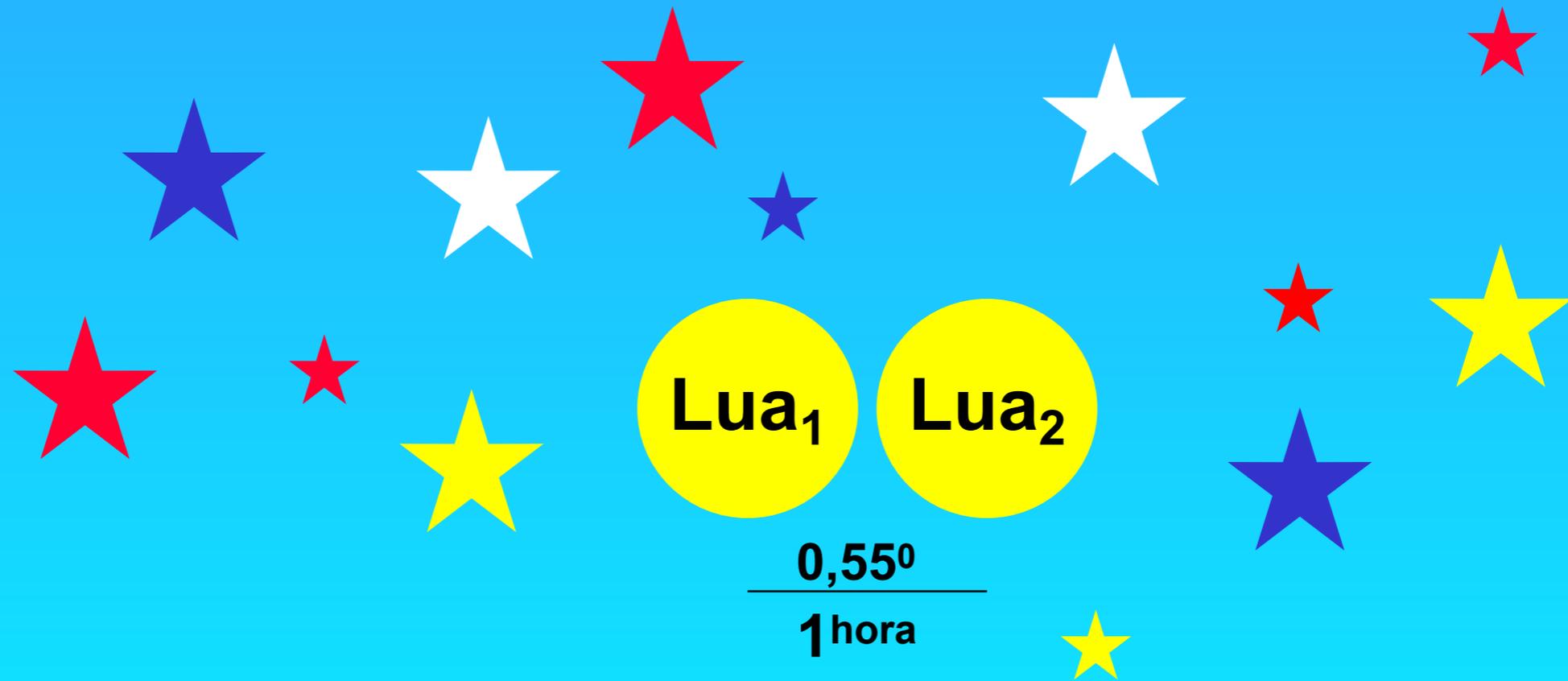
Movimento da Lua no céu



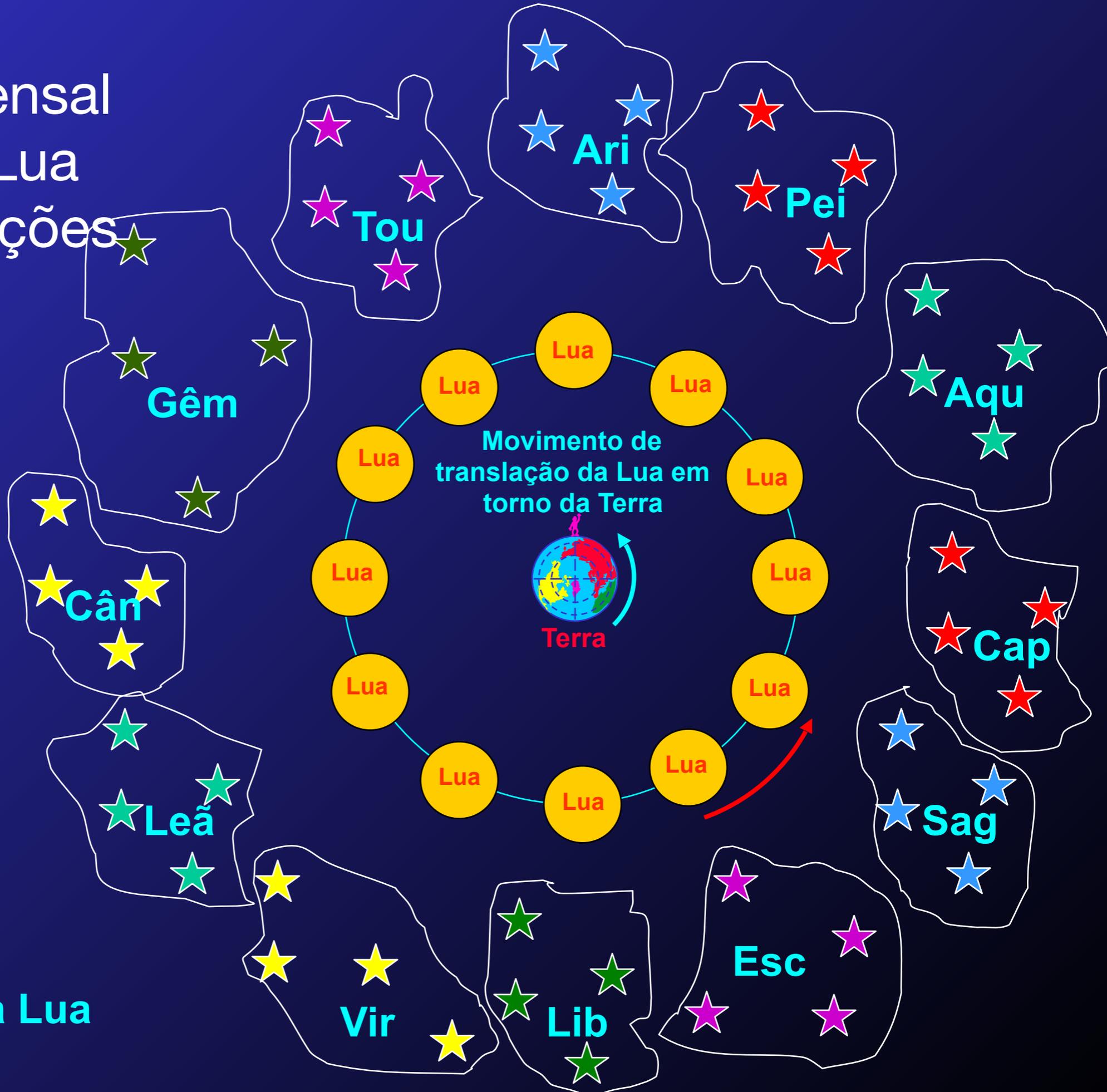
Movimento da Lua com relação às estrelas

Oeste

Leste



Movimento Mensal Aparente da Lua pelas Constelações Zodiacais



Período orbital da Lua
~27,3 dias

Fases da Lua

Aspectos da Lua

Dia 1 e 29

Lua Nova

Dia 7

Lua Quarto Crescente

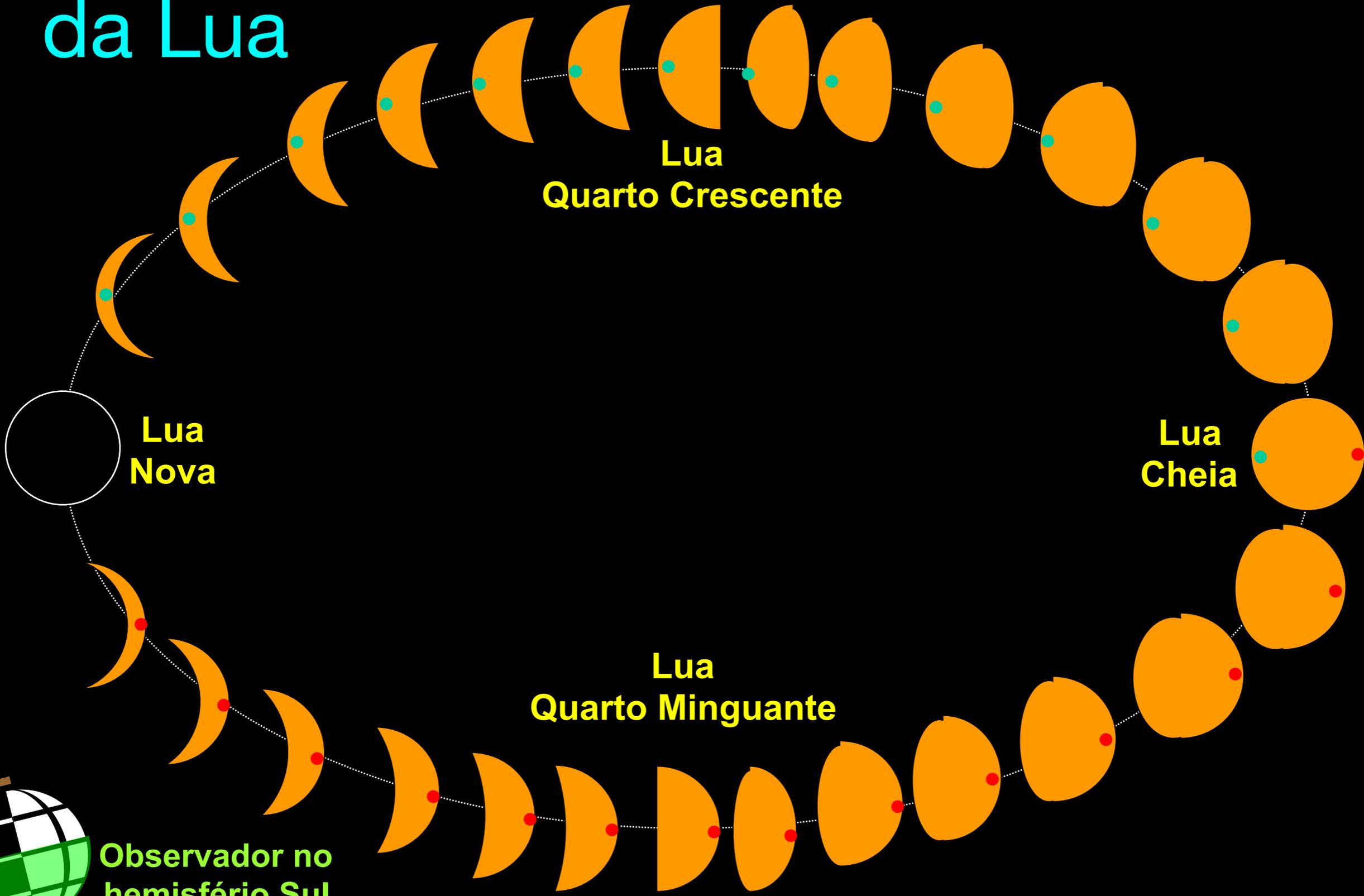
Dia 14

Lua Cheia

Lua Quarto Minguante

Dia 21

Observador no hemisfério Sul da Terra



Fases da Lua



Nova

Q.Crescente

Cheia

Q.Minguante

Crescente

Minguante

Lunação

29,530589 dias ~ 29 d 12 h 44 m 03 s

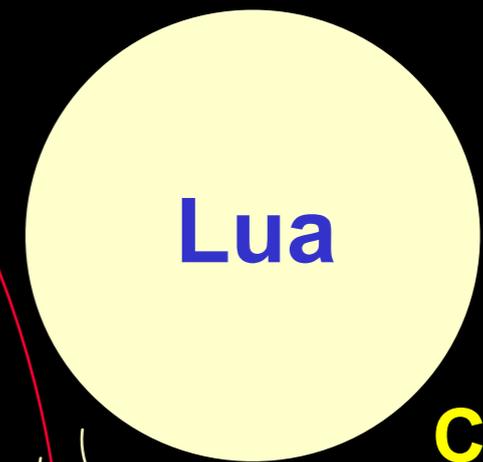
Mês Lunar : 29 ou 30 dias

Qual o motivo das fases
da Lua?

Corpo Luminoso ou Iluminado



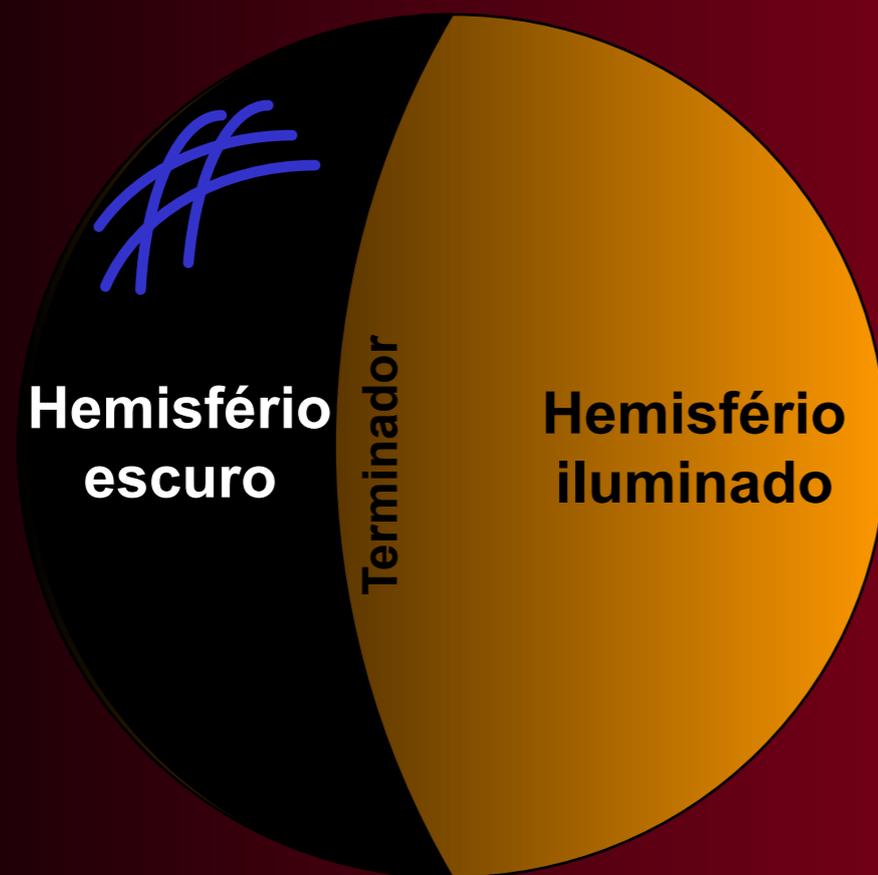
**Corpo Luminoso:
Gera sua própria luz**



**Corpo Iluminado:
Apenas reflete a luz
que recebe
de outro
corpo.**



Hemisfério iluminado da Lua

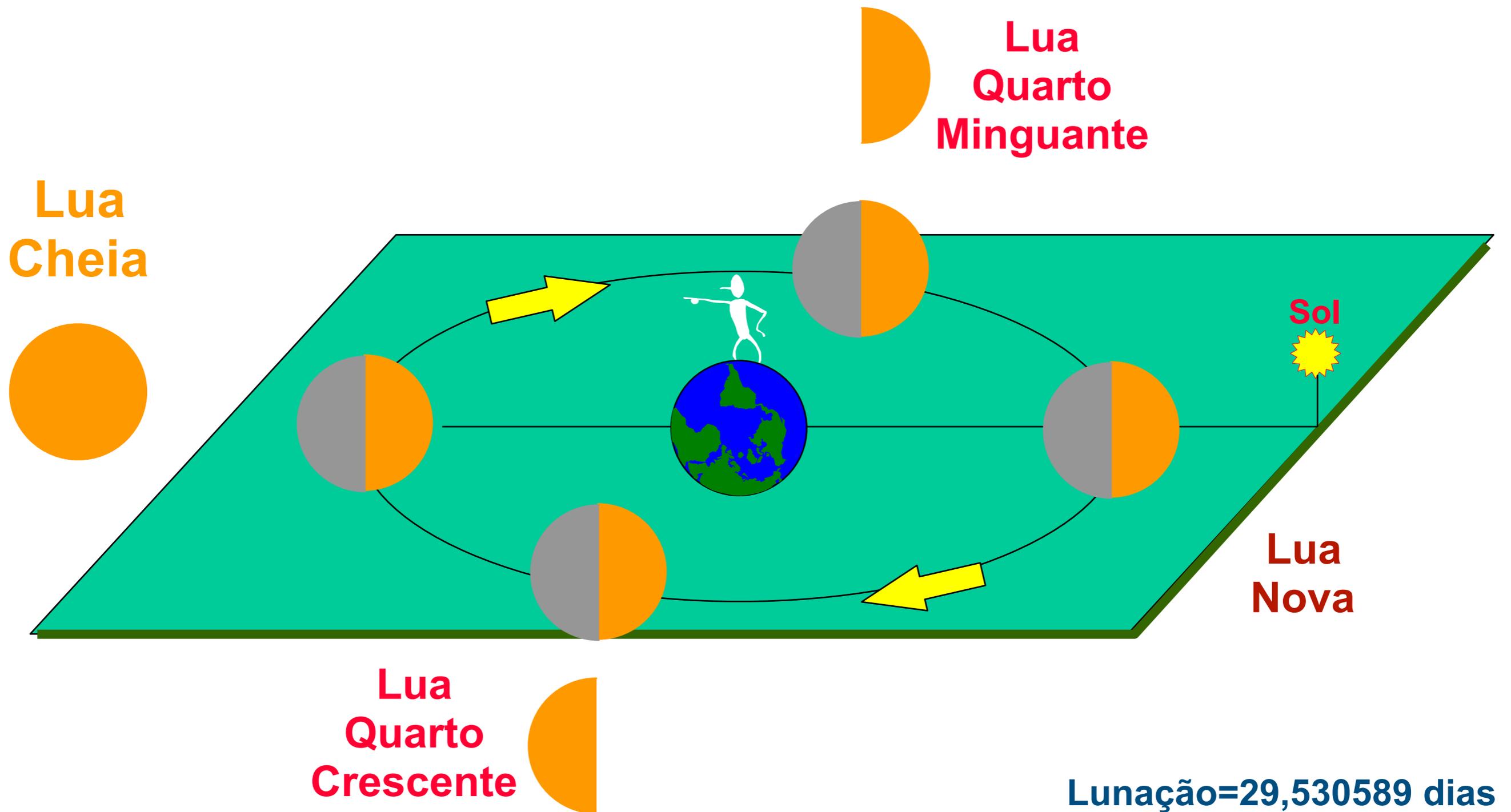


Lua



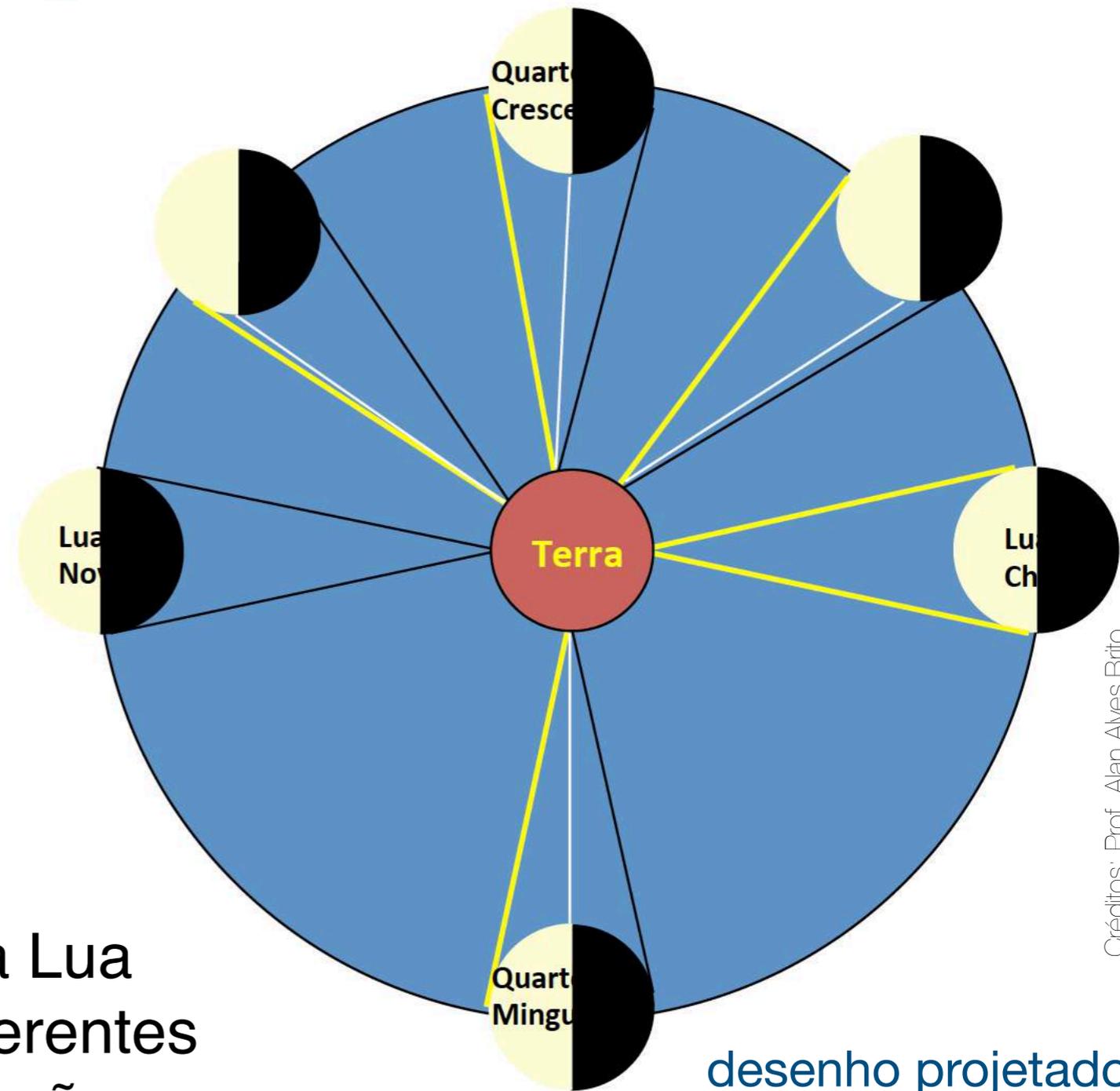
Sempre uma metade da Lua está iluminada!

Motivos das fases da Lua



Lunação=29,530589 dias

Motivo das fases da Lua



Devido às diferentes posições da Lua com relação à Terra e ao Sol, diferentes parcelas da parte iluminada da Lua são vistas da Terra.

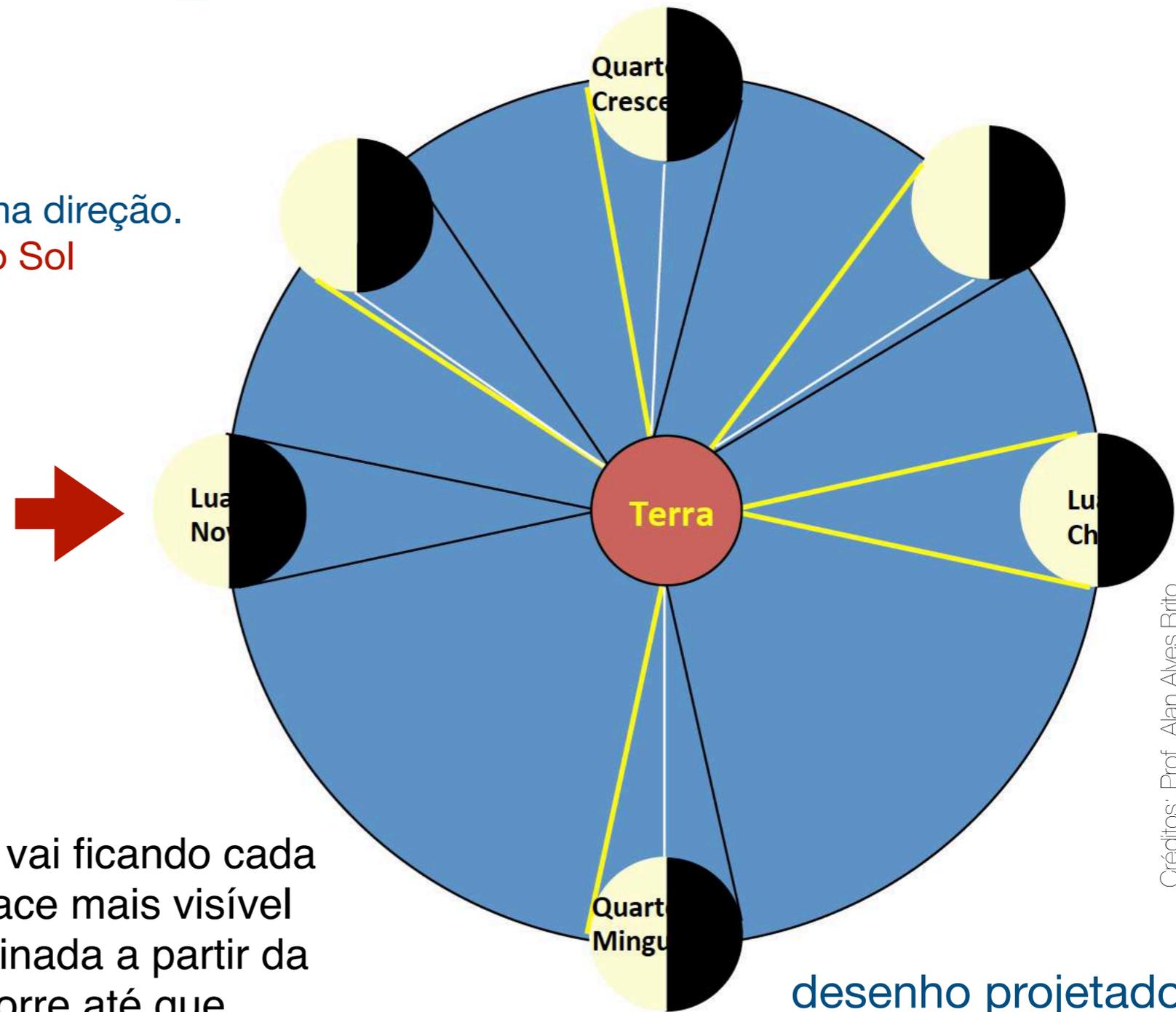
desenho projetado
no plano da
eclíptica

Motivo das fases da Lua

Lua Nova

Lua e Sol, vistos da Terra, estão na mesma direção.
A Lua nasce 6h e se põe 18h **junto com o Sol**

Durante os dias subsequentes, a Lua vai ficando cada vez mais a leste do Sol e portanto a face mais visível vai ficando crescentemente mais iluminada a partir da borda que aponta para oeste. Isso ocorre até que, aproximadamente, 1 semana após termos o quarto crescente, com 50% da face iluminada.



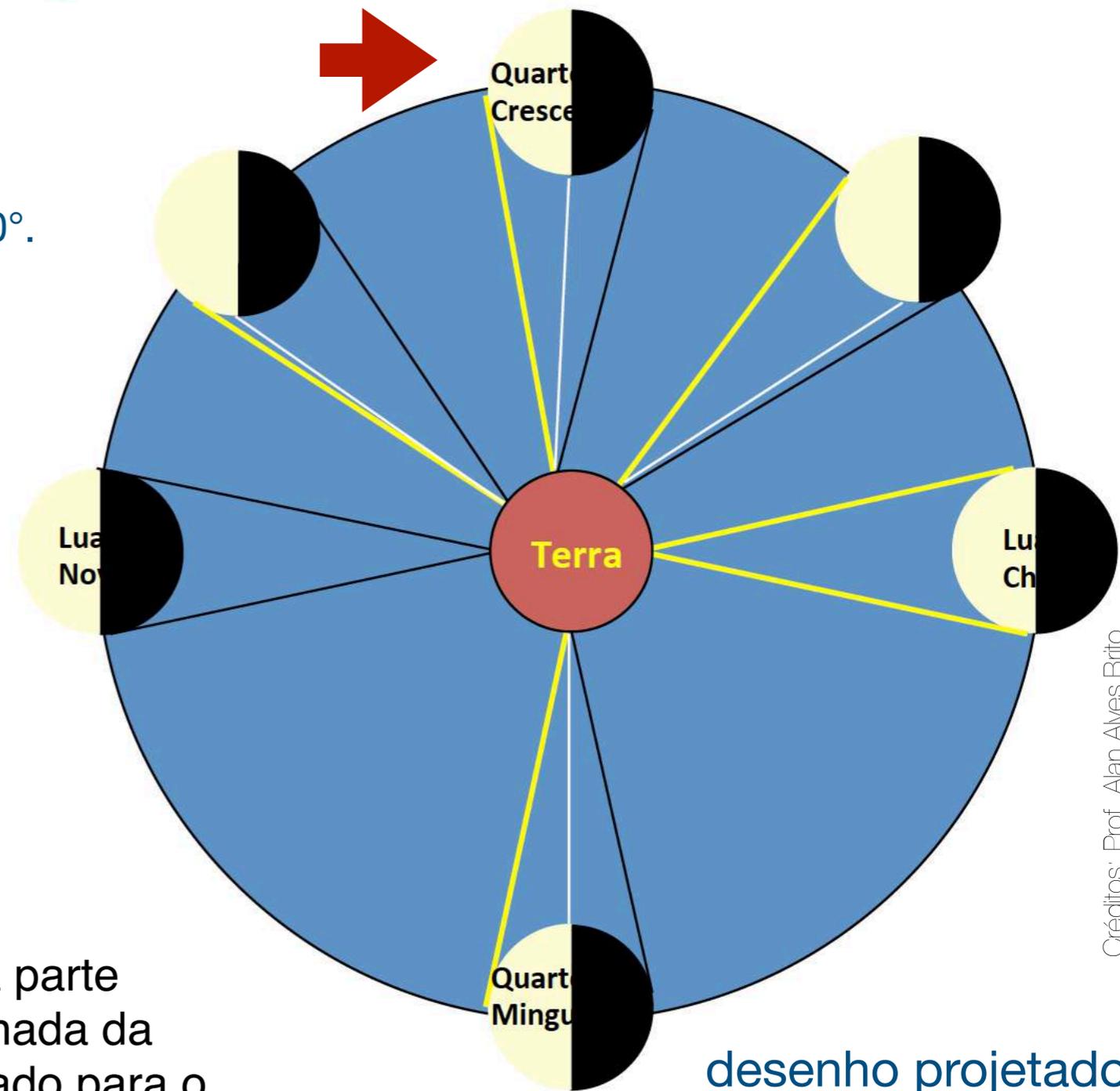
desenho projetado
no plano da
eclíptica

Motivo das fases da Lua

Lua Quarto-Crescente

Lua e Sol, vistos da Terra, estão separados de 90° . A Lua está a leste do Sol e portanto sua parte iluminada tem a convexidade para o oeste. A Lua nasce **meio-dia** e se põe **meia noite**.

A Lua tem a forma de um semi-círculo com a parte convexa voltada para o oeste. A fração iluminada da face visível continua a crescer pelo lado voltado para o oeste até que atinge a fase cheia.



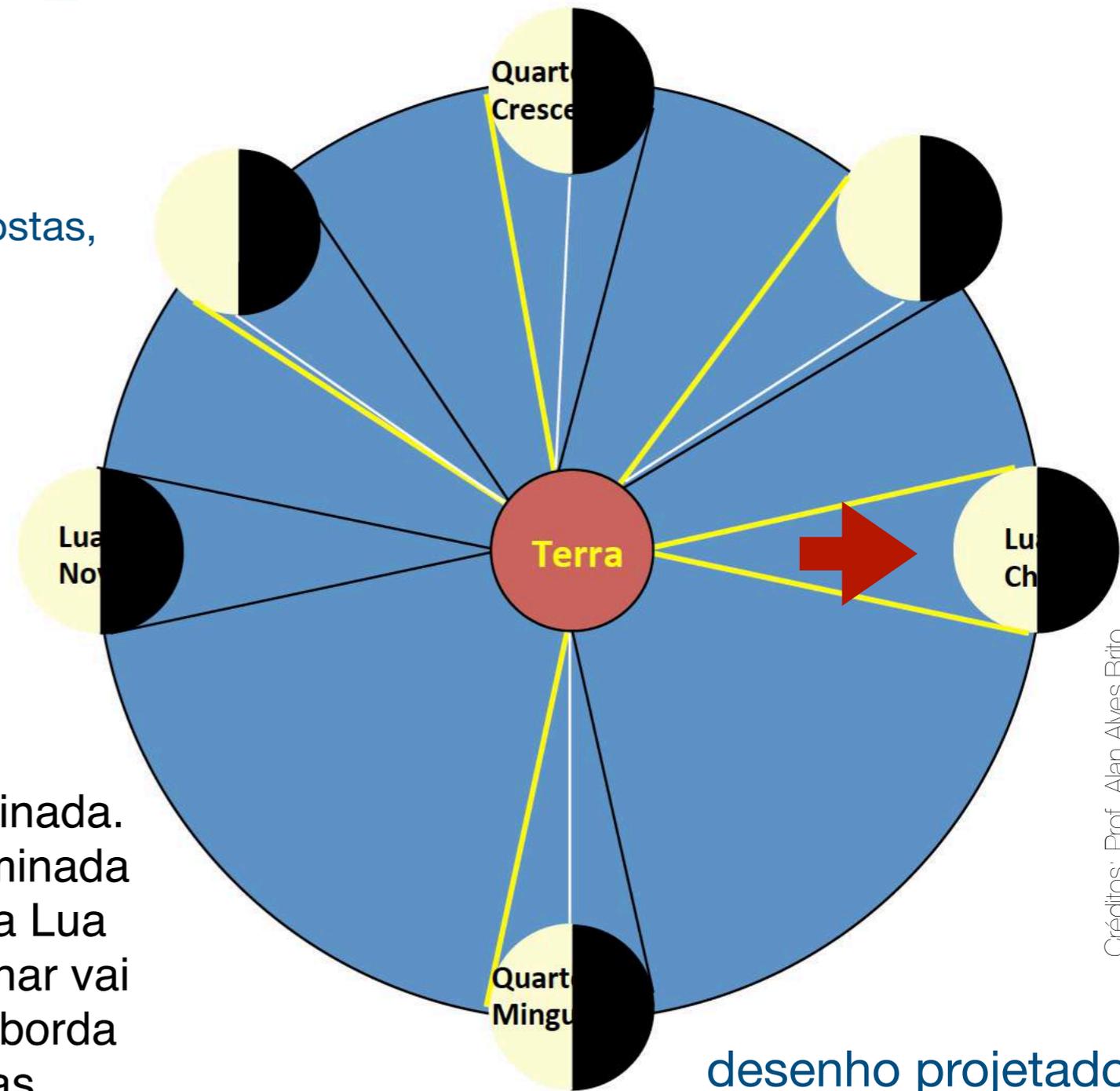
desenho projetado
no plano da
eclíptica

Motivo das fases da Lua

Lua Cheia

Lua e Sol, vistos da Terra, estão em direções opostas, separados de 180° ou 12h.
A Lua nasce **18h** e se põe **6h** do dia seguinte.

Na fase cheia 100% da face visível está iluminada. 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.



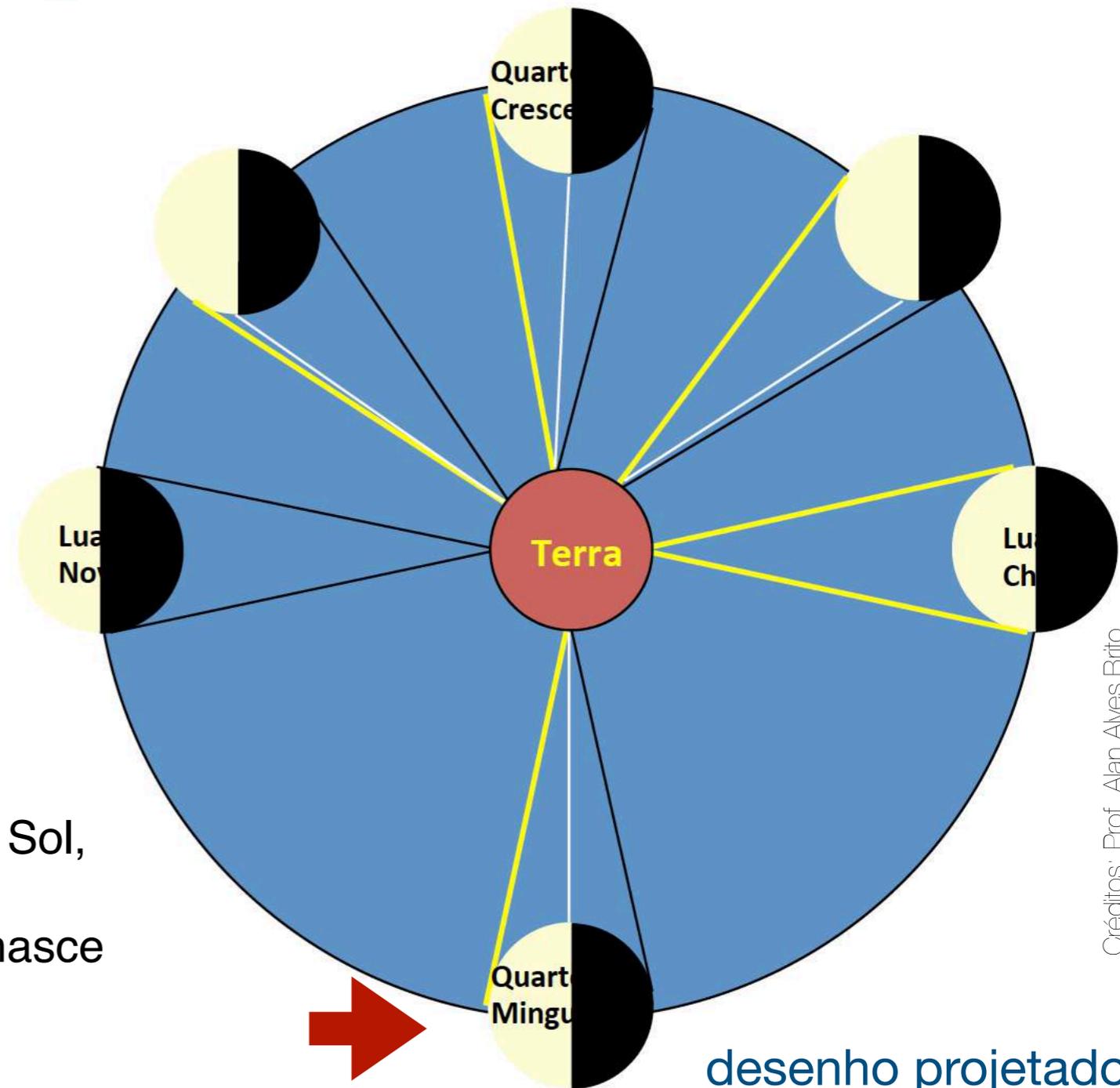
Motivo das fases da Lua

Lua Quarto-Minguante

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

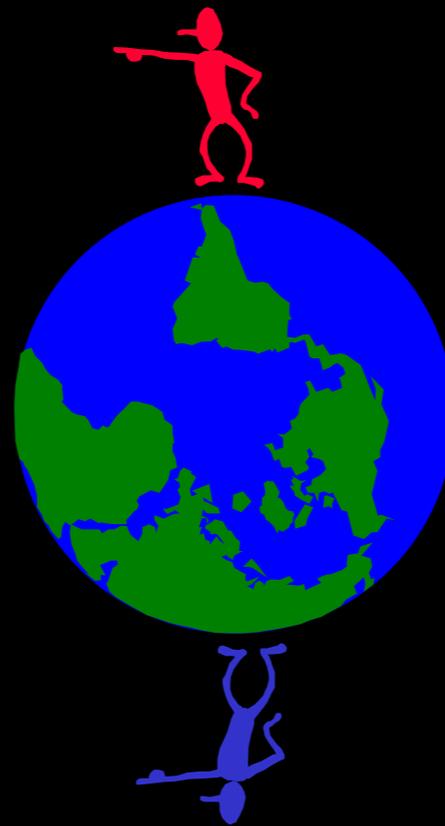
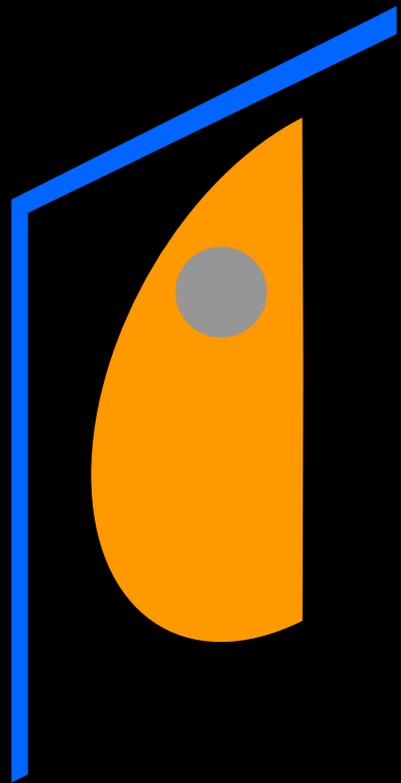
A Lua nasce **meia-noite** e se põe **meio-dia**.

A Lua está aproximadamente 90° 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 atingir o dia 1 do novo ciclo.



desenho projetado
no plano da
eclíptica

Visão da Lua



Hemisfério Sul



Lua Quarto Crescente

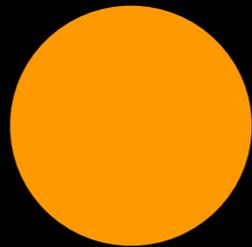


Hemisfério Norte



No hemisfério Sul

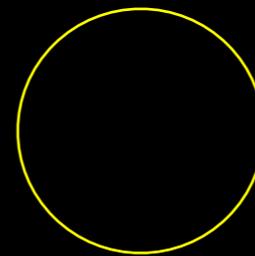
Lua
Cheia



Lua
Quarto
Minguante



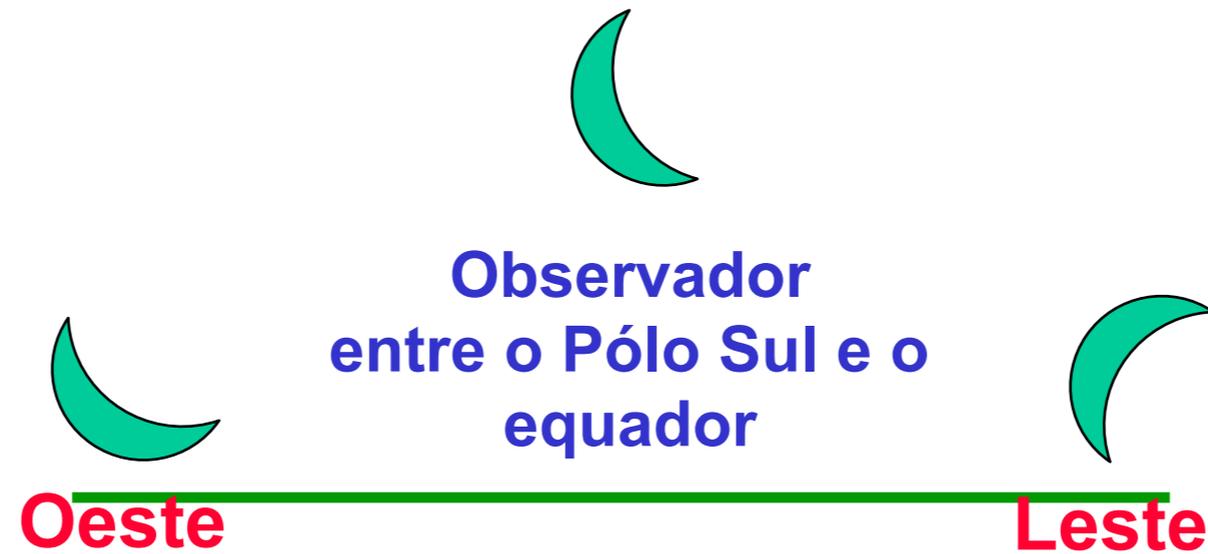
Lua
Nova



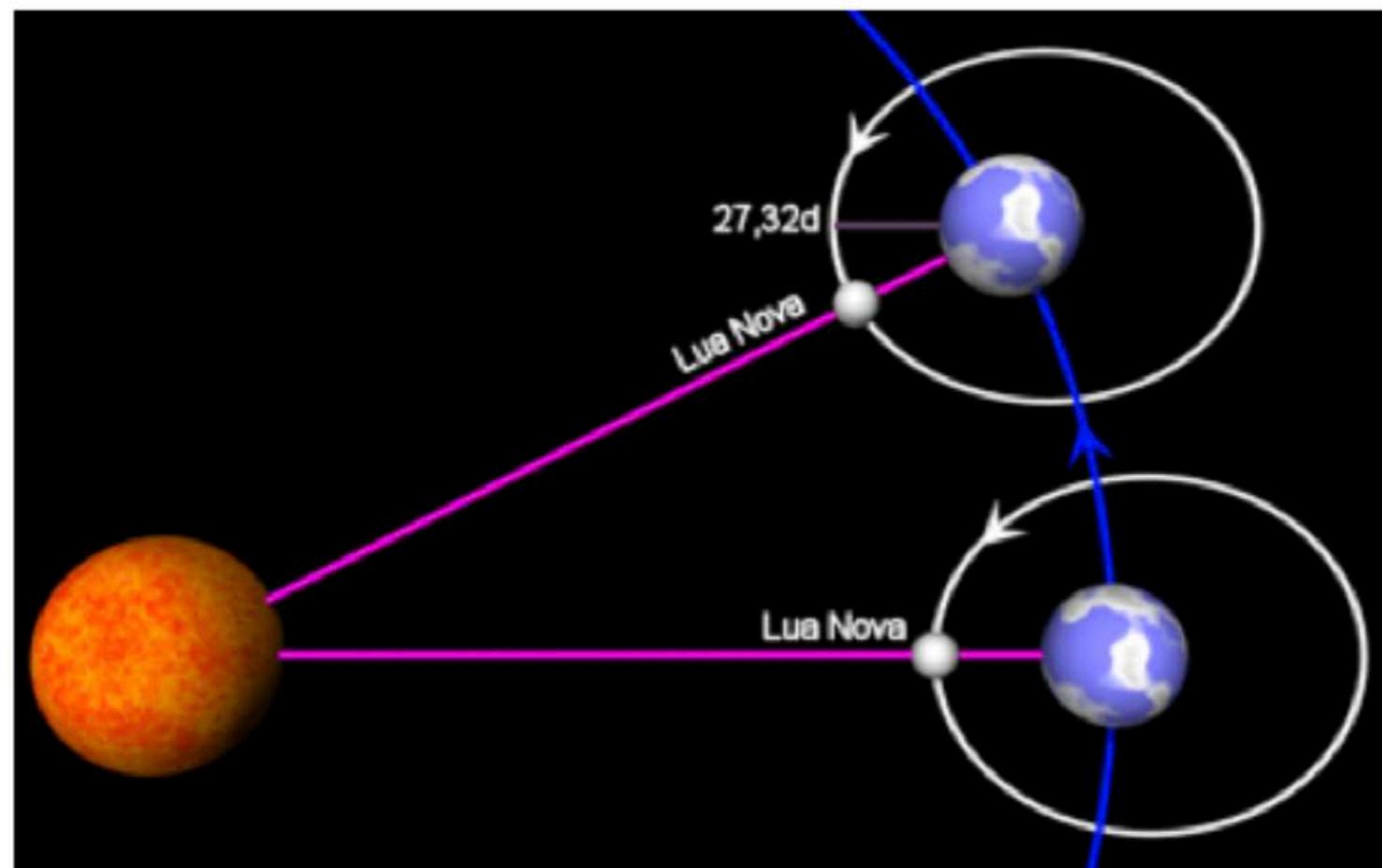
Lua
Quarto
Crescente



Lua Crescente vista de diferentes latitudes meridionais

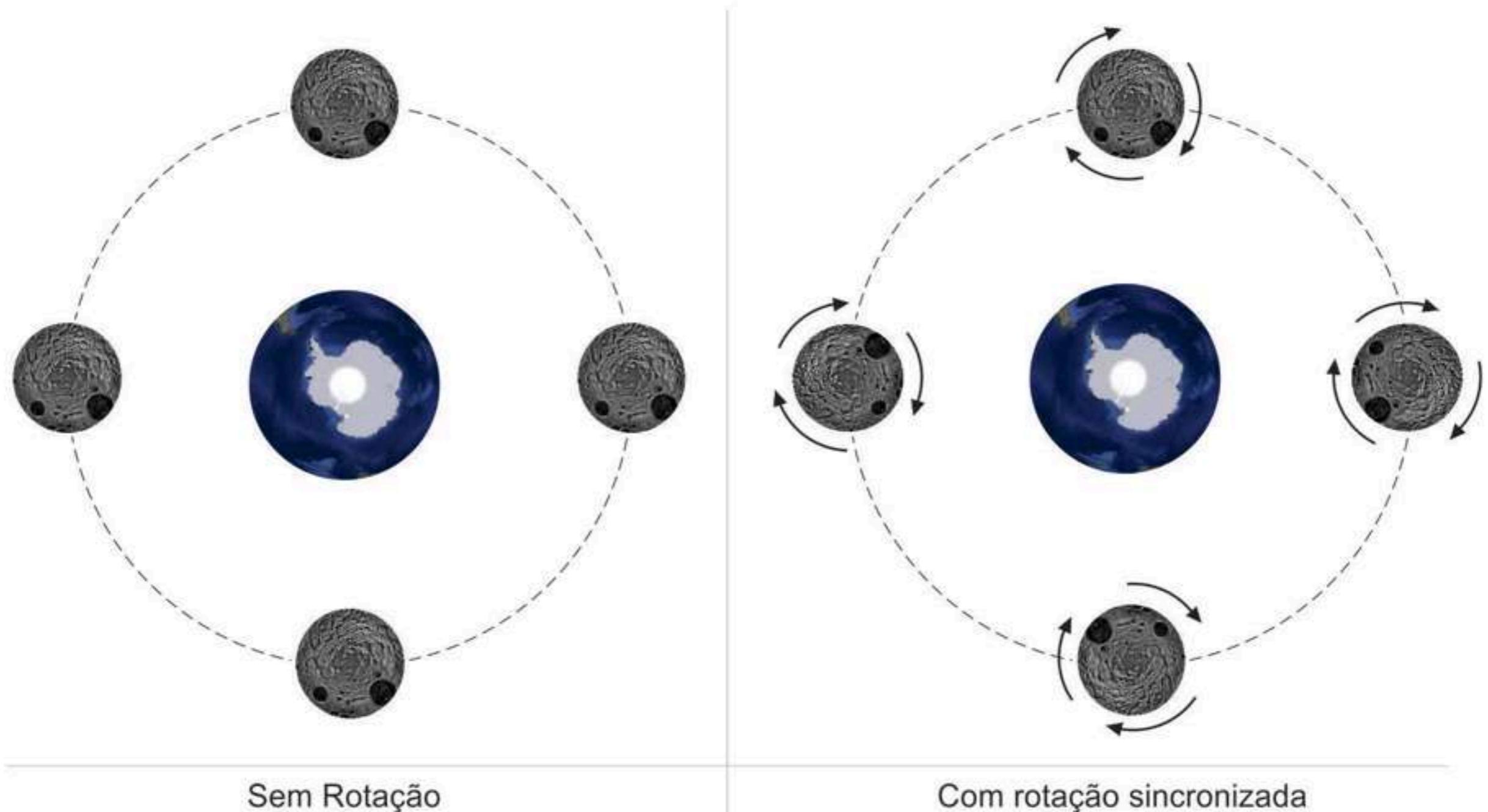


O intervalo de tempo médio entre duas fases iguais consecutivas é de **29d 12h 44m 2.9s (29.5 dias)**. Esse período é chamado **mês sinódico**, ou **lunação**, ou **período sinódico da Lua**.



O período sideral da Lua, ou mês sideral é o tempo necessário para a Lua completar uma volta em torno da Terra, em relação a uma estrela. Sua duração média é de **27d 7h 43m 11s**, sendo portanto **2.25 dias mais curto do que o mês sinódico**.

A medida que a Lua orbita em torno da Terra, completando seu ciclo de fases, **ela mantém sempre a mesma face voltada para a Terra.** Isso indica que o **seu período de translação é igual ao período de rotação em torno de seu próprio eixo.** Portanto, a Lua tem rotação sincronizada com a translação.



- Dia Lunar: Tendo em vista que o período sideral da Lua é de **27.32166 dias**, isto é, que ela se move 360° em relação às estrelas para leste a cada 27.32 dias, deduz-se que ela **se desloca para leste 13° por dia ($360^\circ/27.32$)**, em relação às estrelas;
- Levando-se em conta que a Terra gira 360° em 24 horas, e que o Sol se desloca 1° para leste por dia, deduzimos que **a Lua se atrasa 48 minutos por dia** [$(12/360^\circ) \times (24h \times 60m)$], isto é, a Lua nasce cerca de 48 minutos mais tarde a cada dia.

- A **Lua** se move cerca de 13° para leste, por dia, em relação às estrelas;
- Esse movimento é um reflexo da translação da Lua em torno da Terra, completada em 27.32 dias (mês sideral);
- O **Sol** também se move cerca de 1° por dia para leste, refletindo a translação da Terra em torno do Sol, completada em $365,2564$ dias (ano sideral);
- Portanto, a Lua se move cerca de 12° por dia em relação ao Sol, e a cada dia a Lua cruza o meridiano local aproximadamente 48 min mais tarde do que no dia anterior. O dia lunar, portanto, tem 24h48m.

Animação: Sky Explorer

Visualização das fases da Lua 1

<https://astro.unl.edu/naap/lps/animations/moonBisectorDemo.html>

Animação: Sky Explorer

Visualização das fases da Lua 2

<https://astro.unl.edu/naap/lps/animations/lps.html>

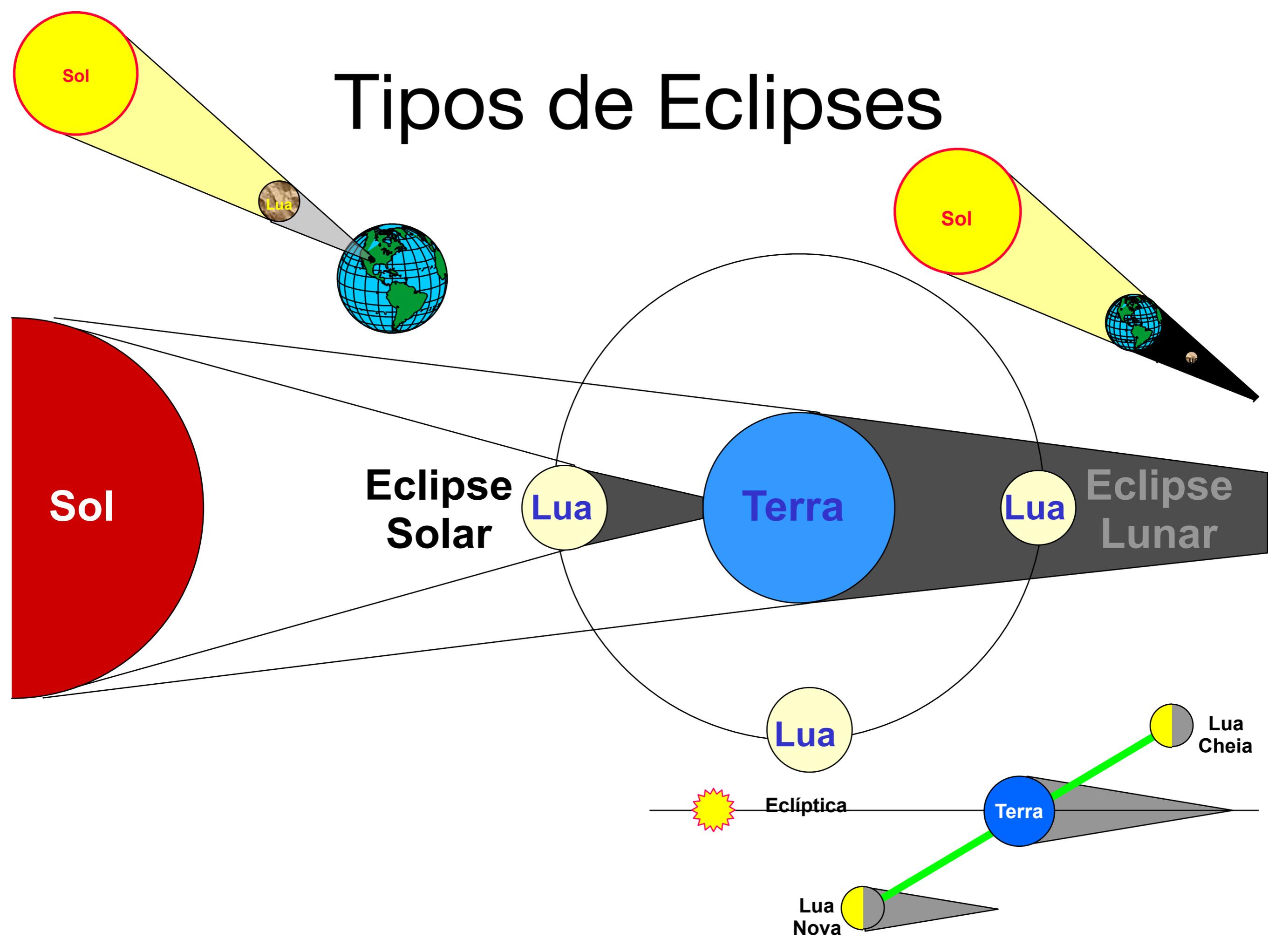
Animação: Sky Explorer

Visualização das fases da Lua e a latitude do observador

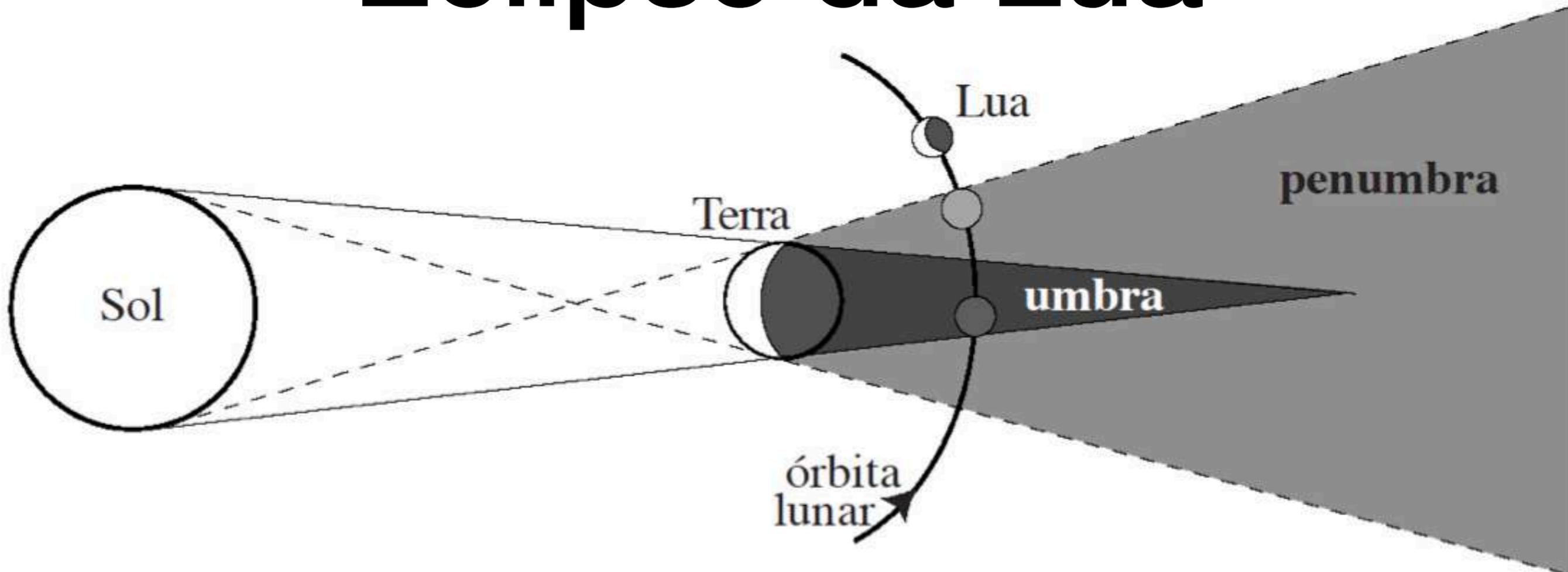
<https://astro.unl.edu/naap/lps/animations/moonPhasesHorizonDiagram.html>

Eclipses

Tipos de Eclipses



Eclipse da Lua

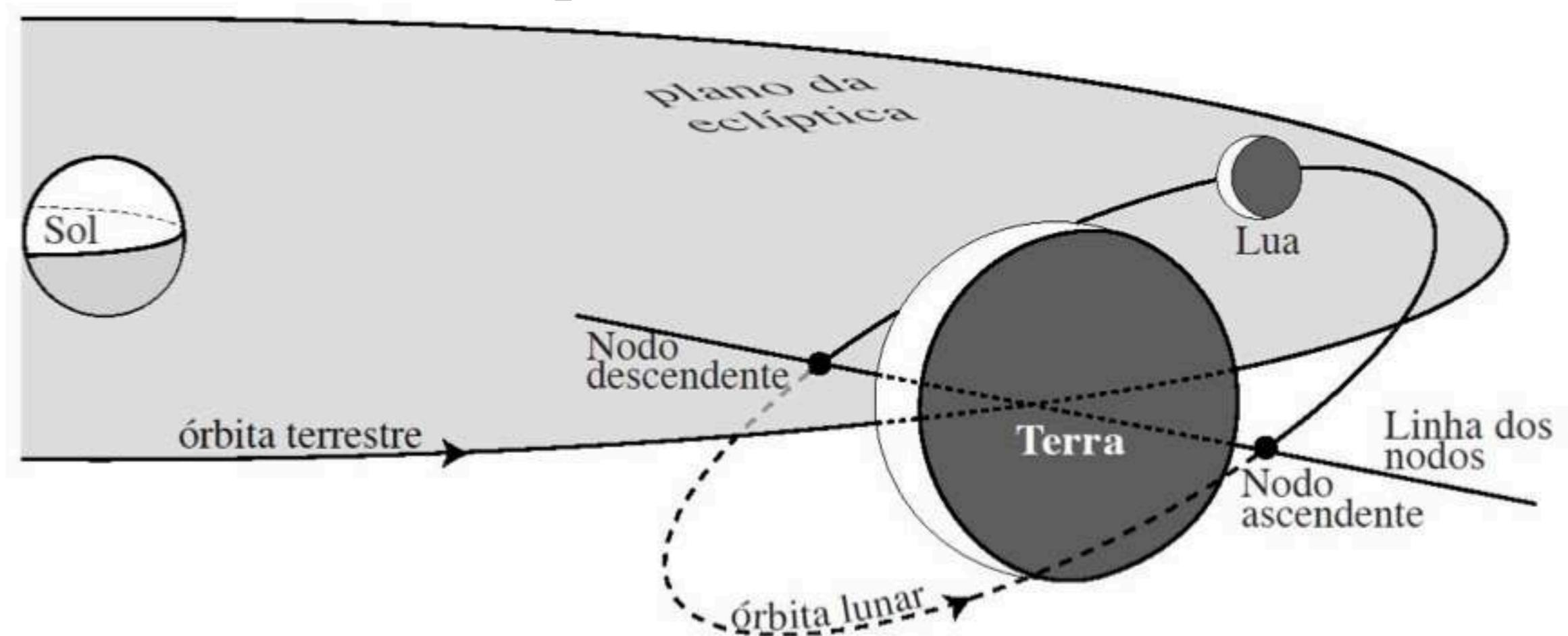


- Se a Lua passa pela **umbra**, temos um **eclipse total**;
- Se a Lua passa **parcialmente pela umbra**, temos um **eclipse parcial**;
- Se a Lua passa apenas pela **penumbra**, temos um **eclipse penumbral**.

Eclipse da Lua



Eclipse do Sol

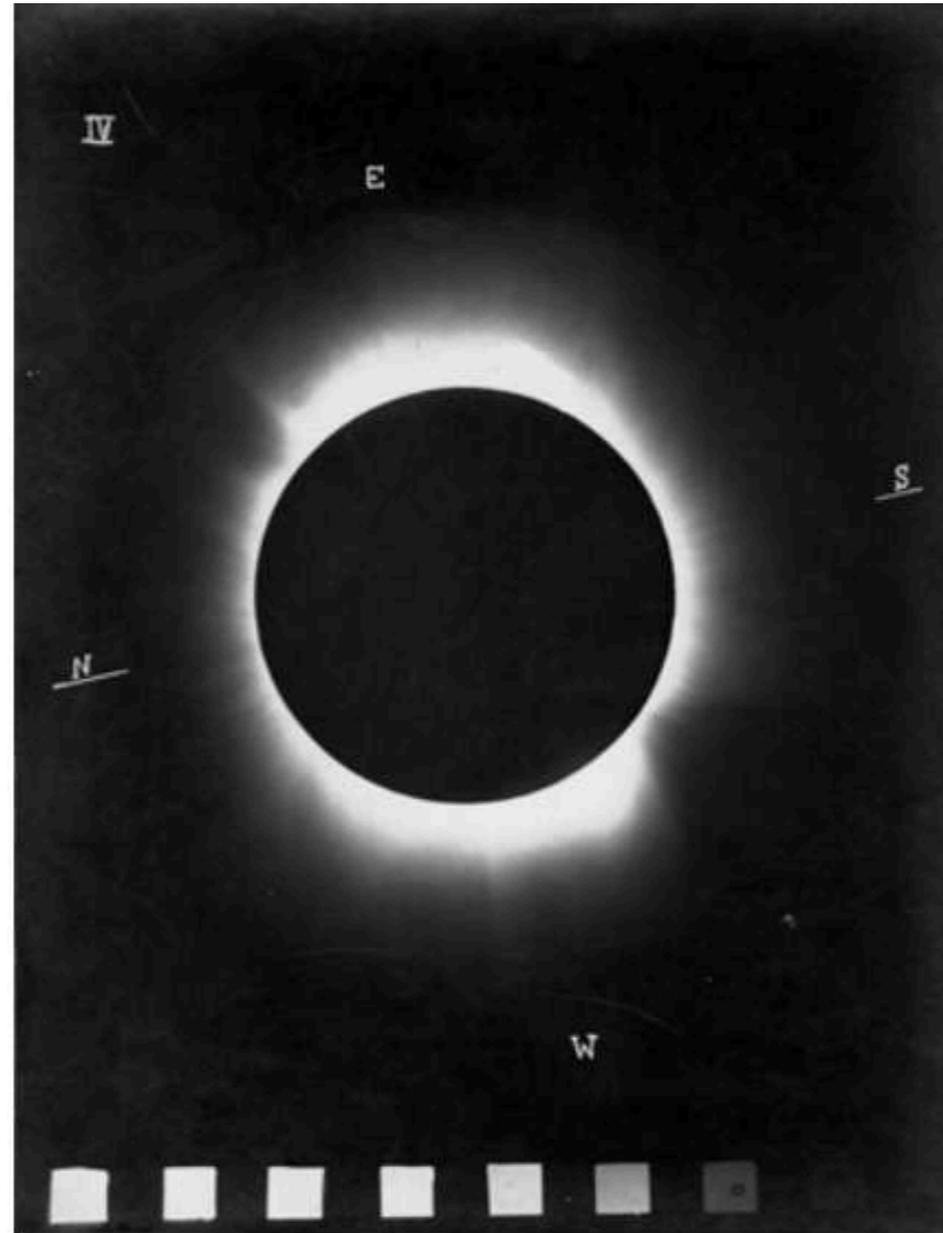


- Um observador na **umbra** observa um **eclipse total** do Sol;
- Um observador na **penumbra** observa um **eclipse parcial**;
- Se a **umbra** não chega até a superfície da Terra, observa-se um **eclipse anular** do Sol (lua próximo ao apogeu);

Eclipse do Sol



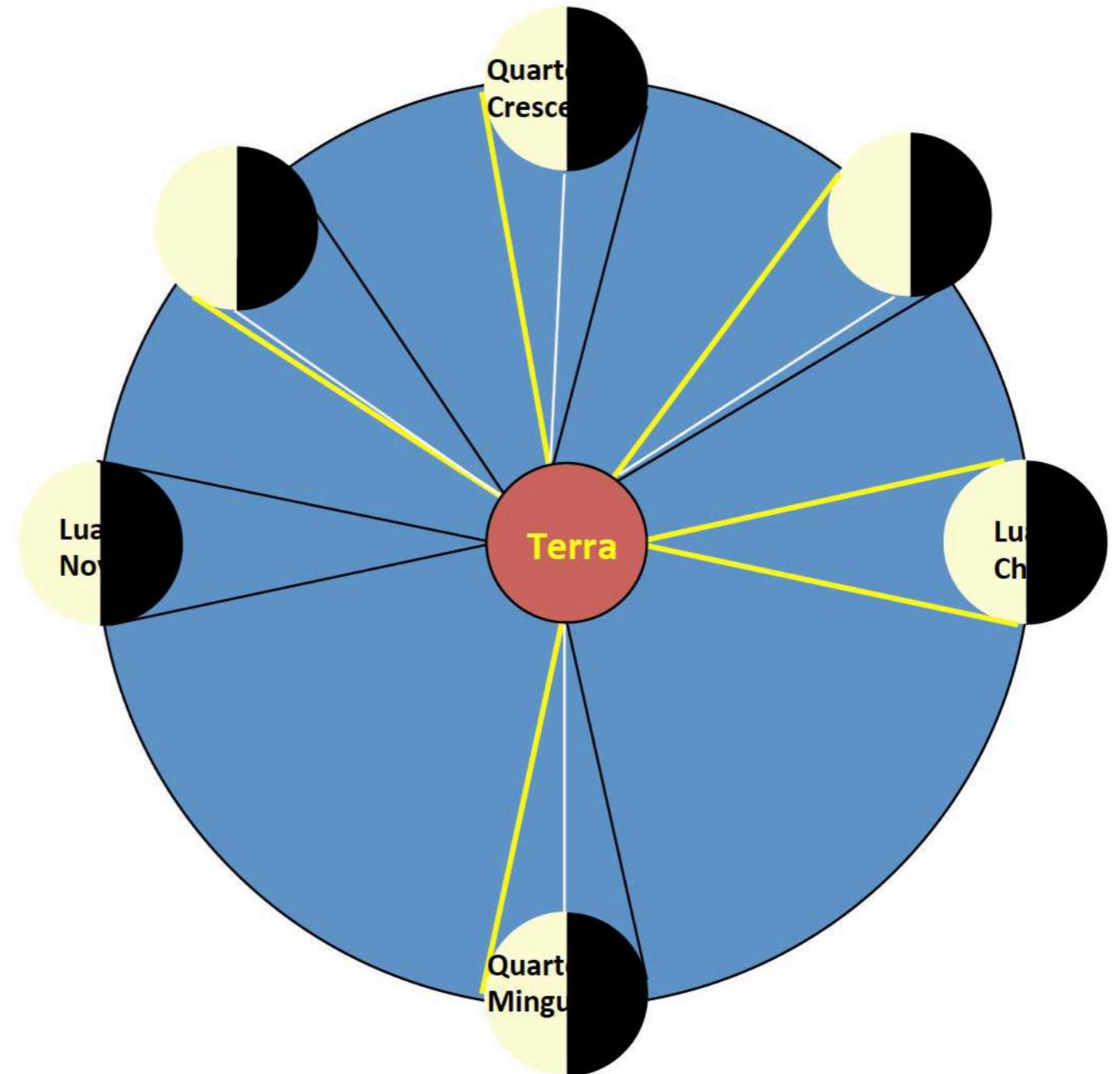
Eclipse do Sol



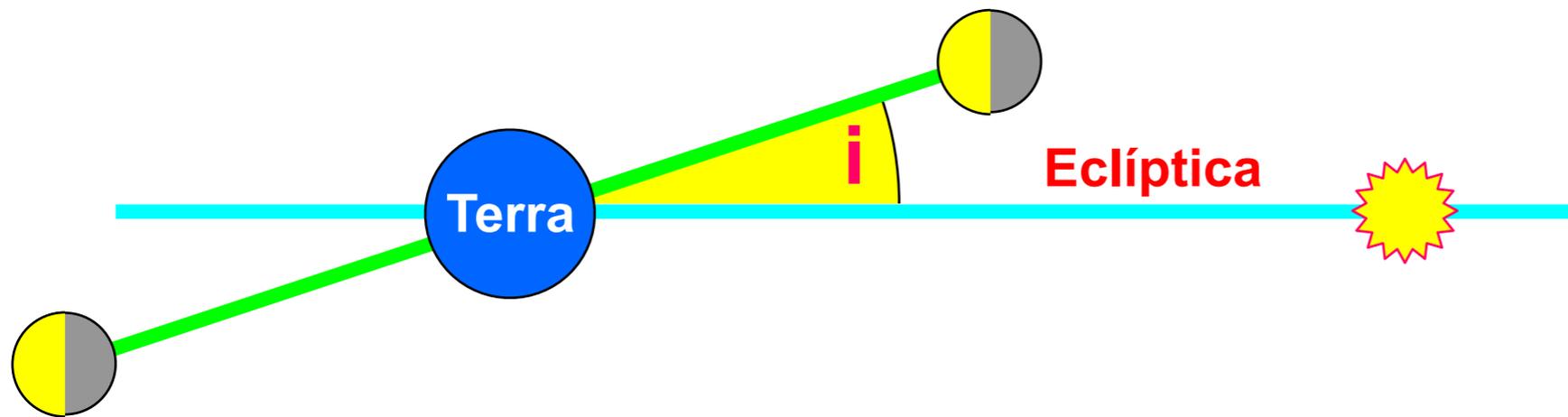
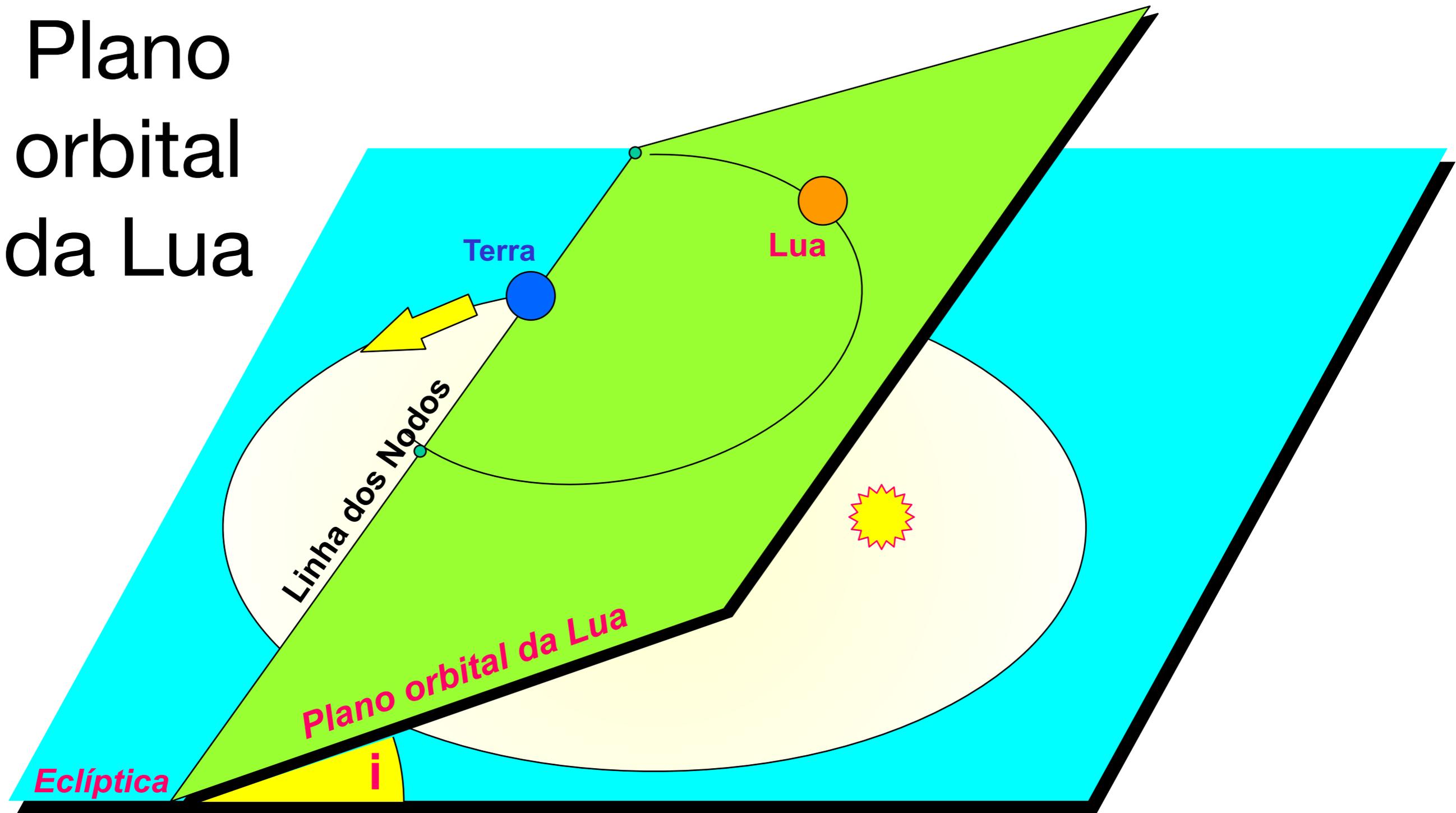
Eclipse em Sobral, 1919

<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol6/Num1/eclipse.pdf>

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

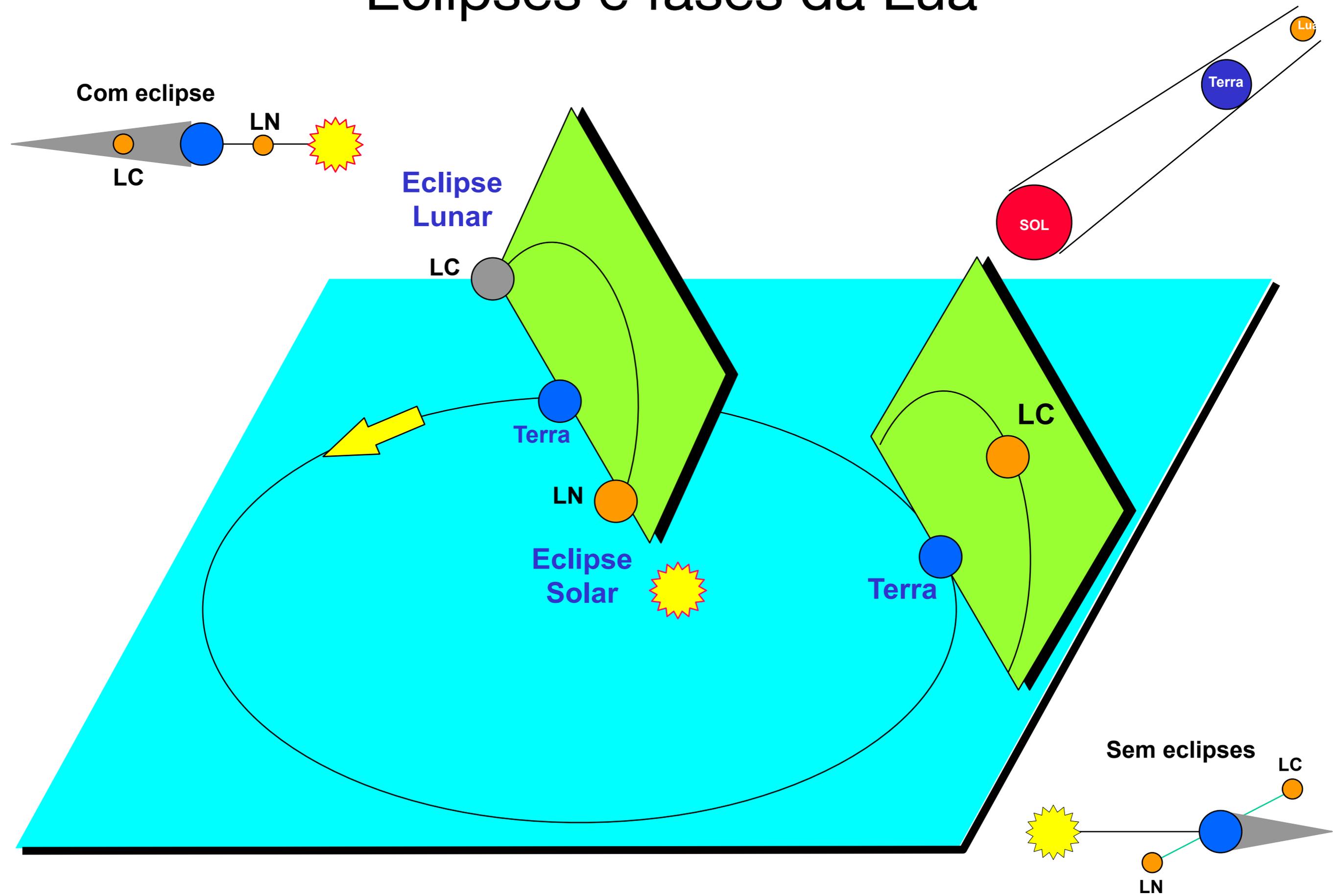


Plano orbital da Lua

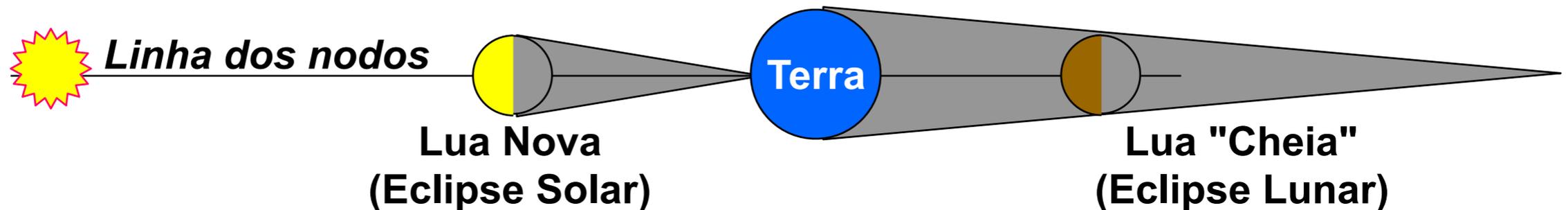
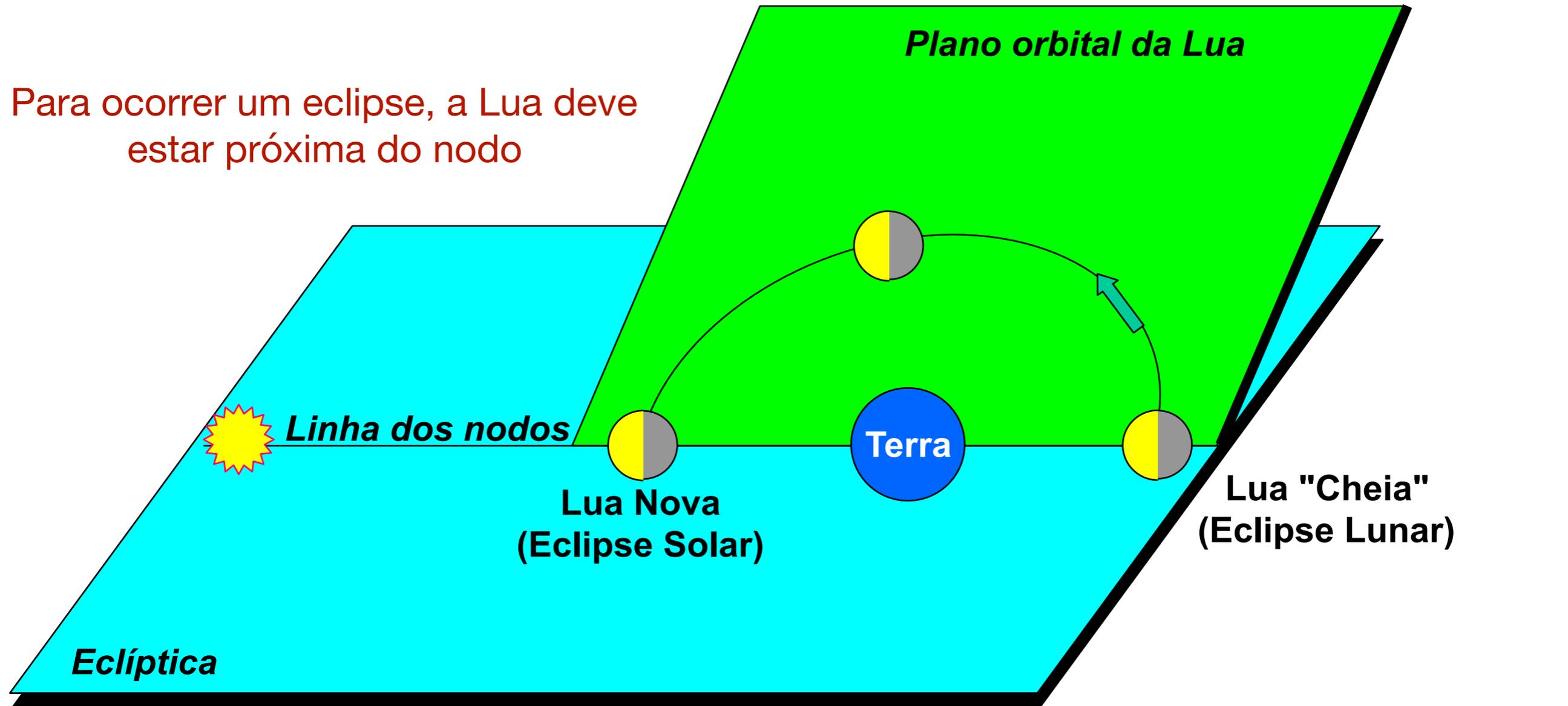


$$i \cong 5,2^\circ$$

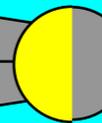
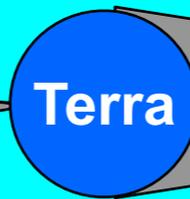
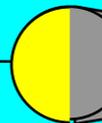
Eclipses e fases da Lua



Condição de ocorrência de eclipses



Projeção no plano da eclíptica



Plano orbital da Lua

Eclíptica: plano orbital da Terra

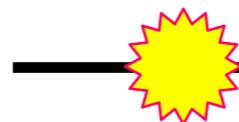
Linha dos nodos

Lua Cheia

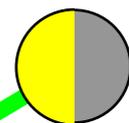
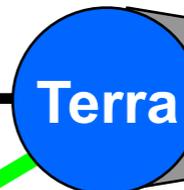


Eclíptica

Condição de não ocorrência de eclipses

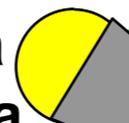


Eclíptica



Lua Cheia

Lua Nova



Geometricamente

ζ, ξ : linha dos nodos; ζ : Lua passando do HES para o HEN

ξ : Lua passando do HEN para o HES

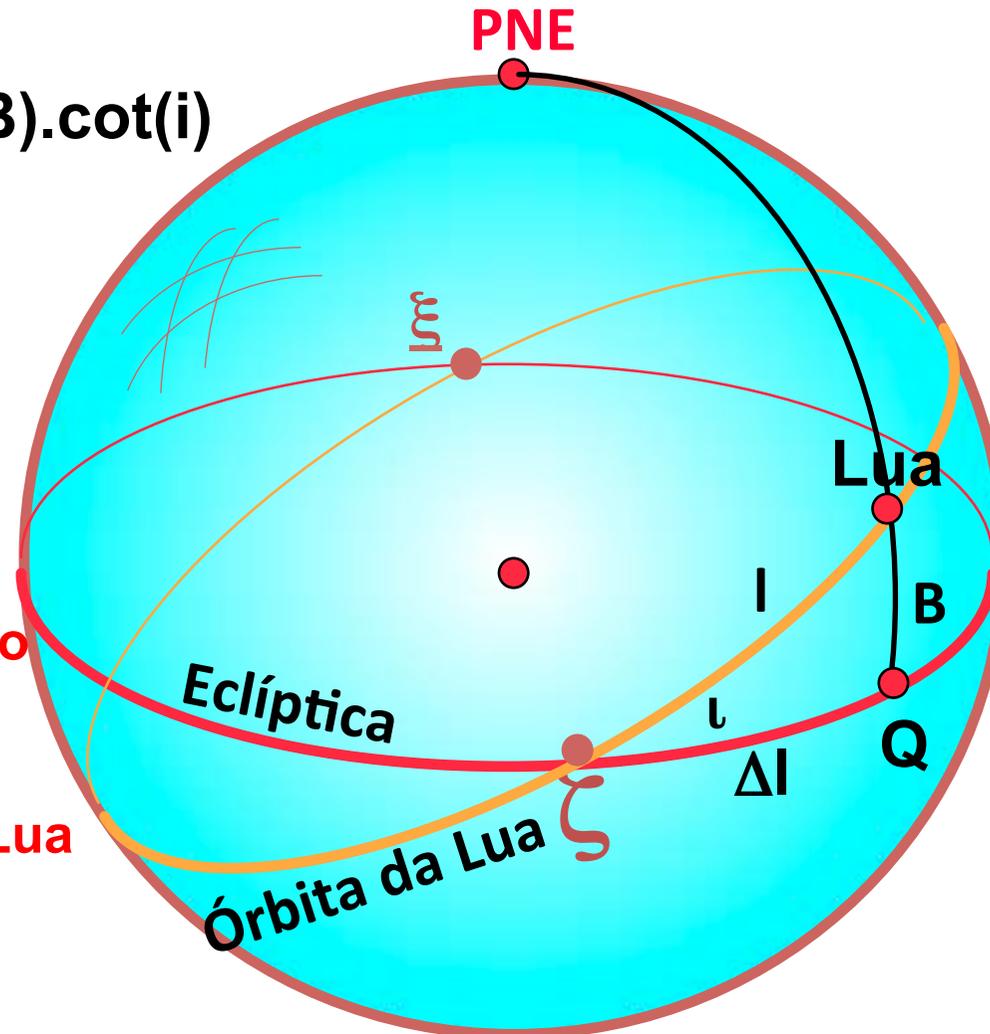
$$\sin(\Delta I) = \tan(B) \cdot \cot(i)$$

$$B = 88' . 7$$

$$i = 5^{\circ} 09'$$

$$\Delta I = 16^{\circ} 30'$$

ΔI : ângulo máximo medido sobre a eclíptica, entre o nodo da Lua e a Lua para ocorrer o eclipse solar



SOL - LUA - TERRA

- Ocorrem, no mínimo, 2 eclipses por ano, sendo os 2 solares;
- Ocorrem, no máximo, 7 eclipses por ano, sendo no mínimo 2 lunares (ou 4 solares e 3 lunares);
- Eclipse solar: velocidade da sombra é de 34km/min para Leste; totalidade dura ~7.5 minutos; visibilidade limitada;
- Eclipse lunar: à distância da Lua, a sombra da Terra cobrirá ~ 4 luas cheias; duração máxima de ~3.8h e fase total < 1.7h; visível para todos que conseguirem ver a Lua.

