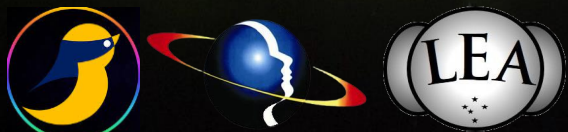


## III – Sistema Sol – Terra – Lua



O que há de errado nesta imagem?

Lua



Cruzeiro do Sul



Pôr do Sol



# 1. Indique ao menos 3 maneiras simples para demonstrar que A TERRA NÃO É PLANA.



 Neil deGrasse Tyson   
@neiltyson · Seguir 

A Lunar Eclipse flat-Earther's have never seen.



8:08 PM · 26 de nov de 2017 

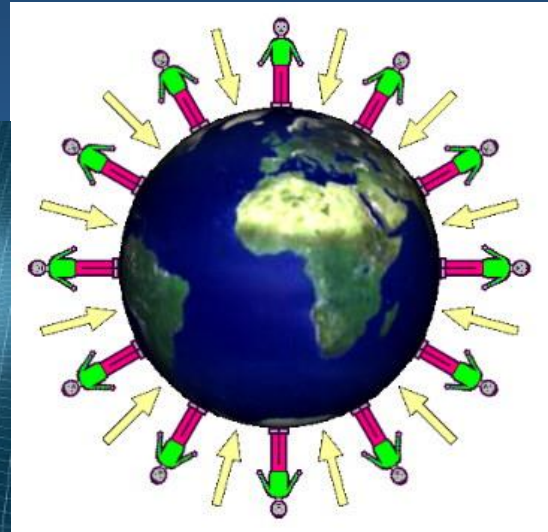
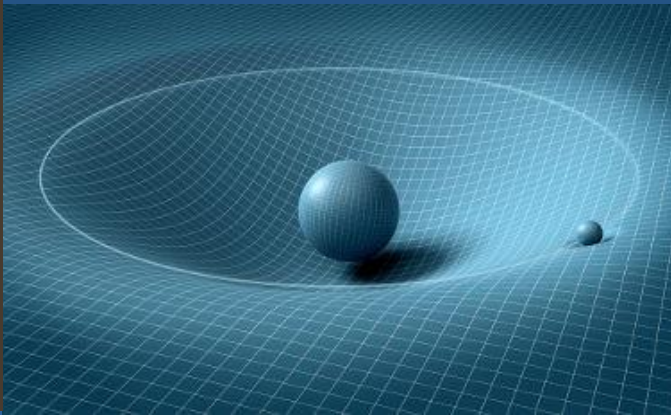
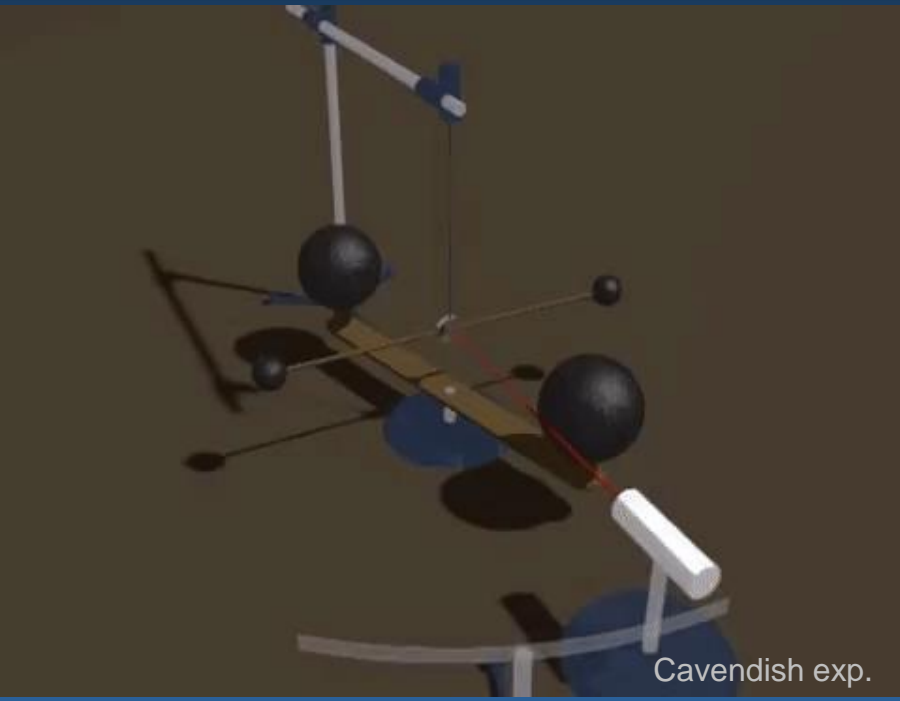
 154,9 mil  Responder  Compartilhar este Tweet

[Ler 2,9 mil respostas](#)

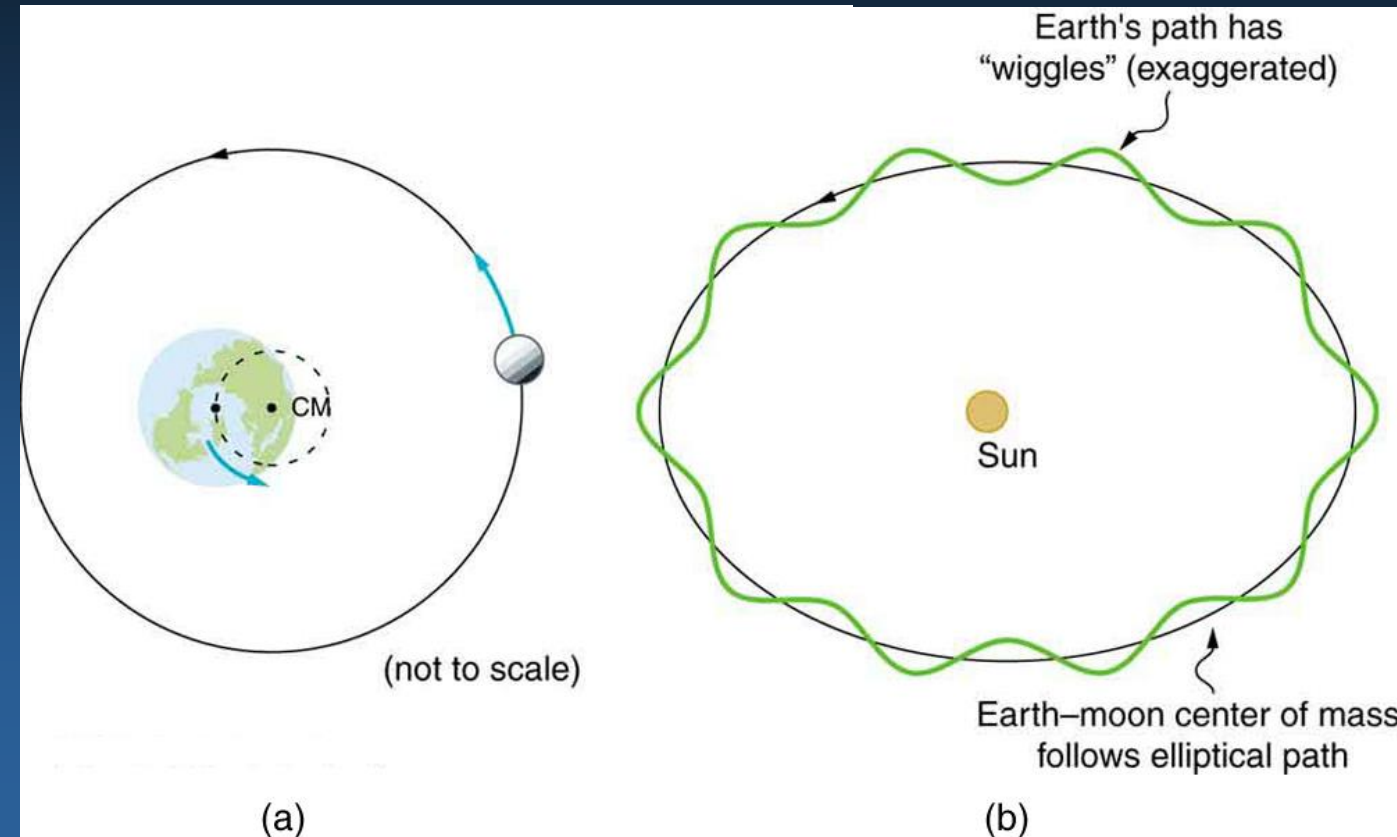
# 2. E por que é redonda?

Gravidade!  $F_G = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$

$$G \simeq 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$$



# 3. Porque a Lua não cai na Terra



# 4. Quantas fases tem a Lua?



## Southern hemisphere view



New moon

Waxing crescent

First quarter

Waxing gibbous

Full moon

Waning gibbous

Last quarter

Waning crescent

Nova

Crescente

Quarto  
Crescente

Gibosa  
Crescente

Cheia

Gibosa  
Minguante

Quarto  
Minguante

Minguante

# 4. Quantas fases tem a Lua?



# 5. O que causa as fases da Lua?

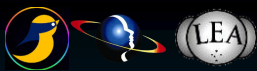




# 6. Sobre as 4 fases principais

- (a) Um observador situado em Vitória diz que viu a Lua no céu com metade de sua face iluminada, metade escura, às 9:00 h da manhã. Seria verdade, ou seja, é possível ver a Lua no céu de dia, às 9:00 h? Se for verdade, em qual fase a Lua se encontrava?
- (b) Em que horários, aproximadamente, a Lua nasce e se põe para as quatro fases principais?

A imagem abaixo representa a Lua,  
Cheia, logo após o seu nascer em  
Vitória/ES.



Fotografia capturada com zoom elevado (truque de perspectiva).



7. Considere agora que, no dia seguinte, o mesmo observador faça uma nova observação da Lua a partir do mesmo local e exatamente no mesmo horário da observação representada na figura.

- (a) Ele verá a Lua na mesma posição do dia anterior, ou em outra posição?
- (b) Onde seria esta nova posição?
- (c) O que explicaria essa mudança de posição, já que ela foi observada na mesma hora que no dia anterior?

(d) De quantos graus seria, aproximadamente, o seu deslocamento em relação à posição do dia anterior?

27 d; 7 h; 43 min (mês sideral)

$$\frac{360^\circ}{27 \text{ d}} \approx 13^\circ$$

Suponha agora que você esteja numa praia, olhando o horizonte leste, quando vê a Lua nascer às 20 horas. Se você voltar ao mesmo lugar na noite seguinte:

(e) Você verá a Lua nascer no mesmo horário, ou em horário diferente? Por quê?

(f) Se o horário for diferente, ela nascerá mais cedo, ou mais tarde? Quantos minutos, aproximadamente?



Em um dia, a Terra percorre

$$\frac{24 \text{ h}}{360^\circ} = \frac{1440 \text{ min}}{360^\circ} = 4 \text{ min/}^\circ$$

Então, para percorrer  $13^\circ$ ,

$$13 \times 4 \text{ min/}^\circ = 52 \text{ min (em média)}$$

# 8. Sobre a geometria das fases

- (a) Há algum outro astro no sistema solar, além da Lua, que, visto da Terra (com o possível auxílio de um telescópio) apresenta fases, inclusive uma fase “nova”?
- (b) Se houver, qual(is) é(são) esse(s) astro(s)?

# 9. O que significa a expressão “O lado oculto da Lua”?



Capa do álbum “The Dark side of the Moon, Pink Floyd.



10. Imagine que você seja um(a) astronauta que esteja vivendo numa base construída na Lua, próxima do equador lunar, e que, olhando por uma das janelas da base, para o horizonte leste lunar, você veja a Terra próxima a este horizonte, como na foto a seguir.



Fotografia: Earthrise (Nascer da Terra). 24 de dezembro de 1968, Apollo VIII/NASA.  
Astronautas: William Anders, Jim Lovell e Frank Borman.

a) Se você continuar observando a Terra por bastante tempo, através desta mesma janela, você verá ela se movendo com relação a este horizonte lunar em qual direção e sentido: se afastando do horizonte e ficando mais alta em relação a ele, ou se escondendo atrás deste horizonte, ou nenhuma destas duas respostas? Justifique.

b) Você (astronauta) na Lua veria sempre a mesma face da Terra voltada para ele?

c) E a Terra, vista da Lua, apresentaria fases?



# Qual é a fase da Lua apresentada no vídeo?



## Lua (x4.0)

Tipo: **satélite natural**  
Magnitude: **-10.25** (reduzido a -9.98 por 1.36 Massas de ar)  
Magnitude Absoluta: 0,21  
Magnitude em Oposição Média: -12,74  
AD/DEC (J2000.0): 17h45m16.33s/-27°25'53.6"  
AD/DEC (na data): 17h46m42.98s/-27°26'29.6"  
AH/DEC: 20h54m20.33s/-27°26'30.4" (aparente)  
AZ/ALT: +108°54'40.1"/+47°11'34.8" (aparente)  
LG/LAT: +1°14'38.7"/+0°50'59.2"  
Longitude/Latitude Super Galáctica: +184°52'49.7"/+43°39'48.2"  
Longitude/Latitude Eclíptica (J2000.0): +266°43'27.7"/-4°02'02.9"  
Longitude/Latitude Eclíptica (na data): +267°02'44.7"/-4°02'13.8"  
Obliquidade da eclíptica (na data): +23°20'18.4"  
Tempo Sideral Médio: 14h40m59.7s  
Tempo Sideral Aparente: 14h40m59.1s  
Nascer: 22h58m  
Trânsito: 6h02m  
Ocaso: 13h08m  
Maior desvio oriental: Az.=+108°53'39.5", HA= 21h01m25.91s  
Maior desvio ocidental: Az.=+251°06'20.5", HA= 2h58m34.10s  
Ângulo Paralático: -90°48'17.1"  
Constelação UAI: Sgr  
Movimento horário: +0°27'38" em direção a 105.5°  
Movimento horário: da=+0°29'43" dδ=-0°08'13"  
Elongação: +87°20'45.0"  
Elong. em Ecl.Long.: -87°20'21.2"  
Ângulo de Fase: +92°30'44.3"  
Iluminado: 47.8%  
Distância do Sol: 0.994 UA (148.732 milhões de km)  
Distância: 0.002464 UA (368619.667 km)  
Tempo-luz: 0h00m01.2s  
Velocidade orbital: 1.048 km/s  
Velocidade heliocêntrica: 29.872 km/s  
Período Sideral: 27.32 dias (0.075 a)  
Período sinódico: 29.53 dias (0.081 a)  
Diâmetro Aparente: +0°32'24.13", ampliado para: +2°09'36.51"  
Diâmetro: 3474.8 km  
Dia Sideral: 655h43m11.6s  
Dia Solar Médio: 708h44m02.9s  
Velocidade de rotação no equador: 4.624 m/s  
Idade da Lua: 22.3 dias de idade (Lua minguante)  
Ângulo de posição do bordo brilhante: +91°08'10"  
Posição angular do eixo: +0°37'46"  
Libração: +7°33'28" em direção a +226°23'57" (NE!!!)  
Libração: -5°28'23"/+5°12'43"  
Ponto subsolar: -97°14'07"/-1°00'55"  
Colongitude: +187°14'07"  
Albedo: 0.12  
Az./Alt. Solar: +111°27'29"/-40°08'20"



**Informações sobre a localização atual**

Latitude:

Longitude:

Elevação:

Obter uma localização a partir da rede

Usar a localização atual como padrão

Terra, -20°16'39", -40°18'25" CDV 2.61° 14.9 FPS 15-03-2023 02:51:53 UTC-03:00

O período sideral da Lua é definido como o tempo que ela leva para completar uma volta na esfera celeste, enquanto que o seu período sinódico corresponde ao tempo que ela leva para completar uma luação (período das fases da Lua, ou seja, tempo decorrido entre duas fases semelhantes, como entre duas Luas Cheias, ou duas Luas Novas).

a) Esses períodos são iguais ou diferentes?

b) Por quê?

- Sinódico: 29d 12h 44m 3s
- Sideral: 27d 7h 43m 11s

# MARÉS

- $\vec{F}_{Sol} \gg \vec{F}_{Lua}$

- $d_{Sol} \gg d_{Lua}$

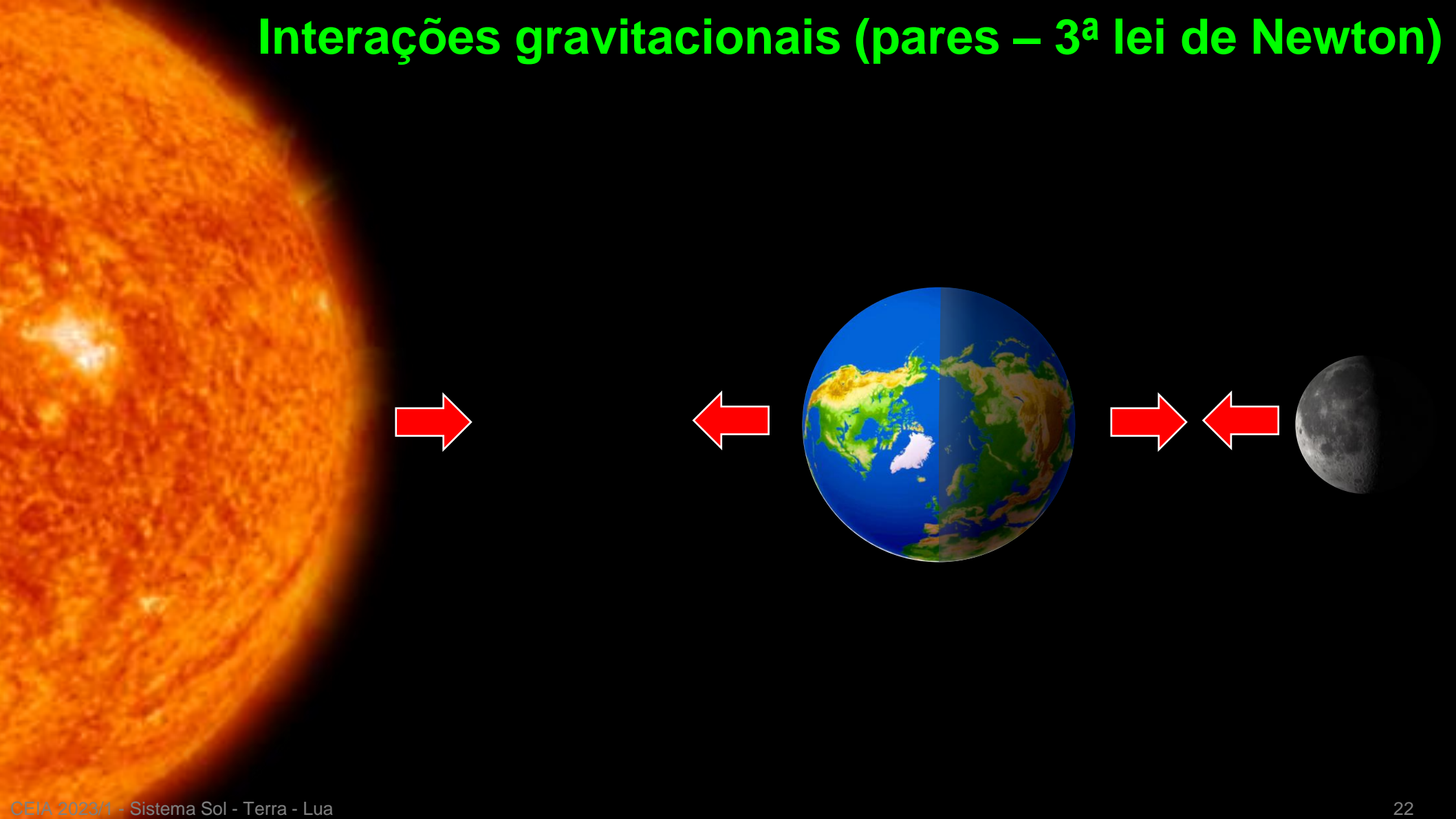
- $F = G \frac{M \cdot m}{d^2}$

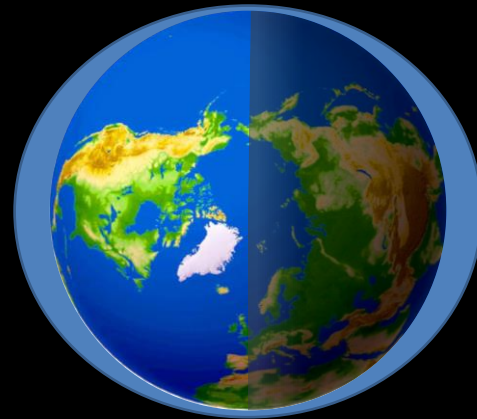
- $\frac{dF_{Sol}}{dF_{Lua}} = \frac{M_{Sol}}{M_{Lua}} \left( \frac{d_{Lua}}{d_{Sol}} \right)^3 = \frac{2 \times 10^{30}}{7,35 \times 10^{22}} \left( \frac{384.000 \text{ km}}{149.600.000} \right)^3 = 0,46$

- + Movimento de Rotação → resistência mecânica

- Relevo

# Interações gravitacionais (pares – 3ª lei de Newton)

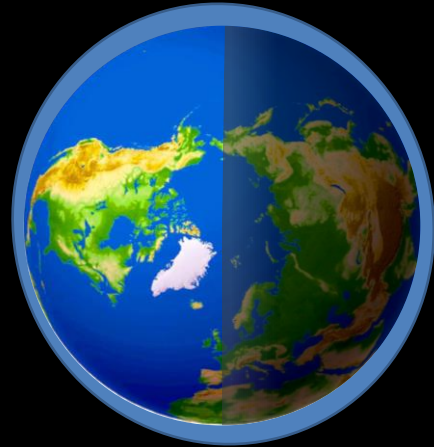




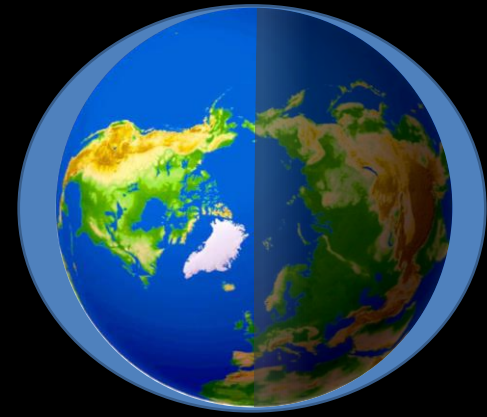
**FASE: Cheia**



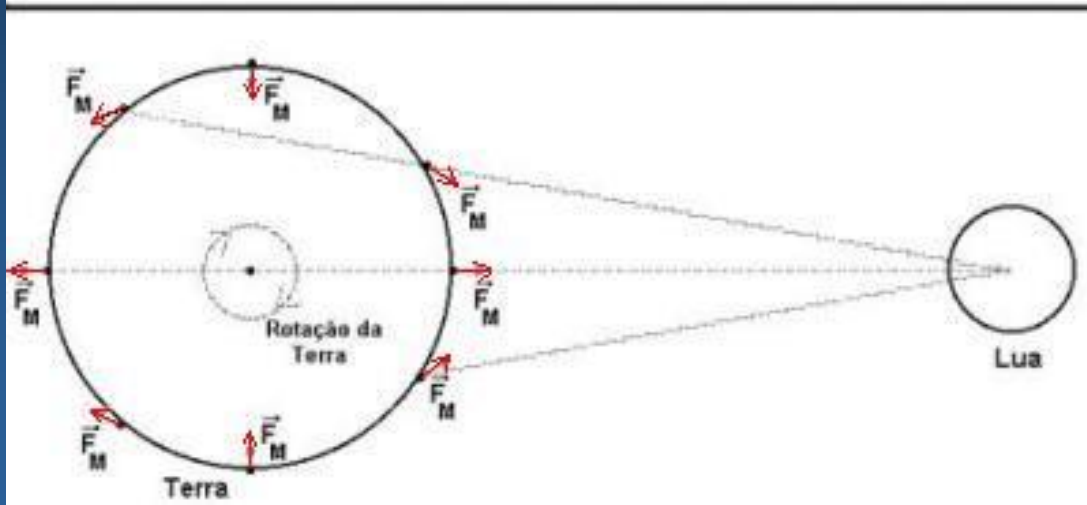
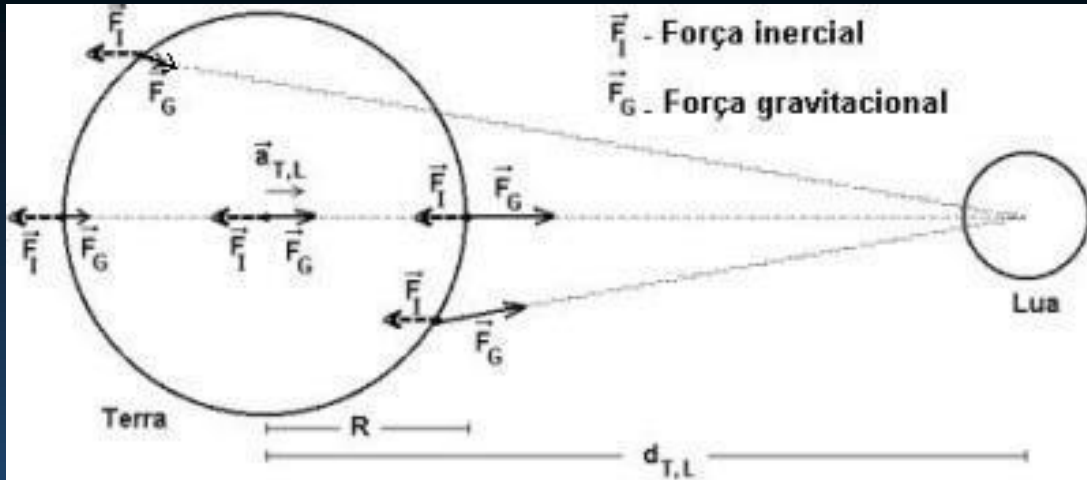
**FASE: Minguante**



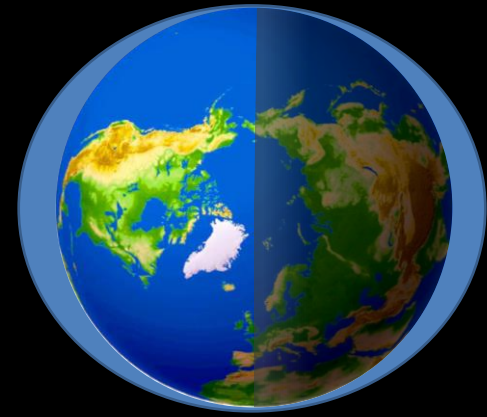




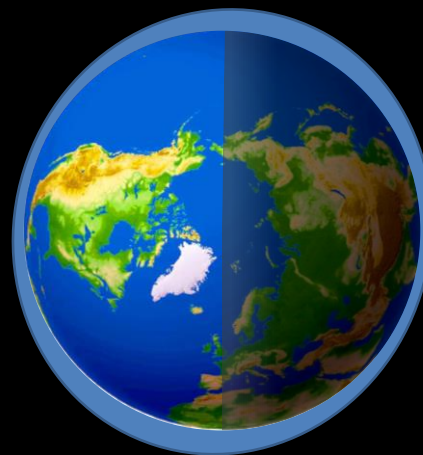
**FASE: Nova**



- Força gravitacional devido a Lua em todo o Planeta  $\rightarrow \vec{F}_i$ 
  - $\vec{a}_{Lua} \cong 0,034 \text{ mm/s}^2$
- $D_{Terra} \cong 13.000 \text{ km}$
- $F = G \frac{M.m}{r^2}$
- Do lado oposto ao da Lua:
  - $\vec{F}_i > \vec{F}_g$

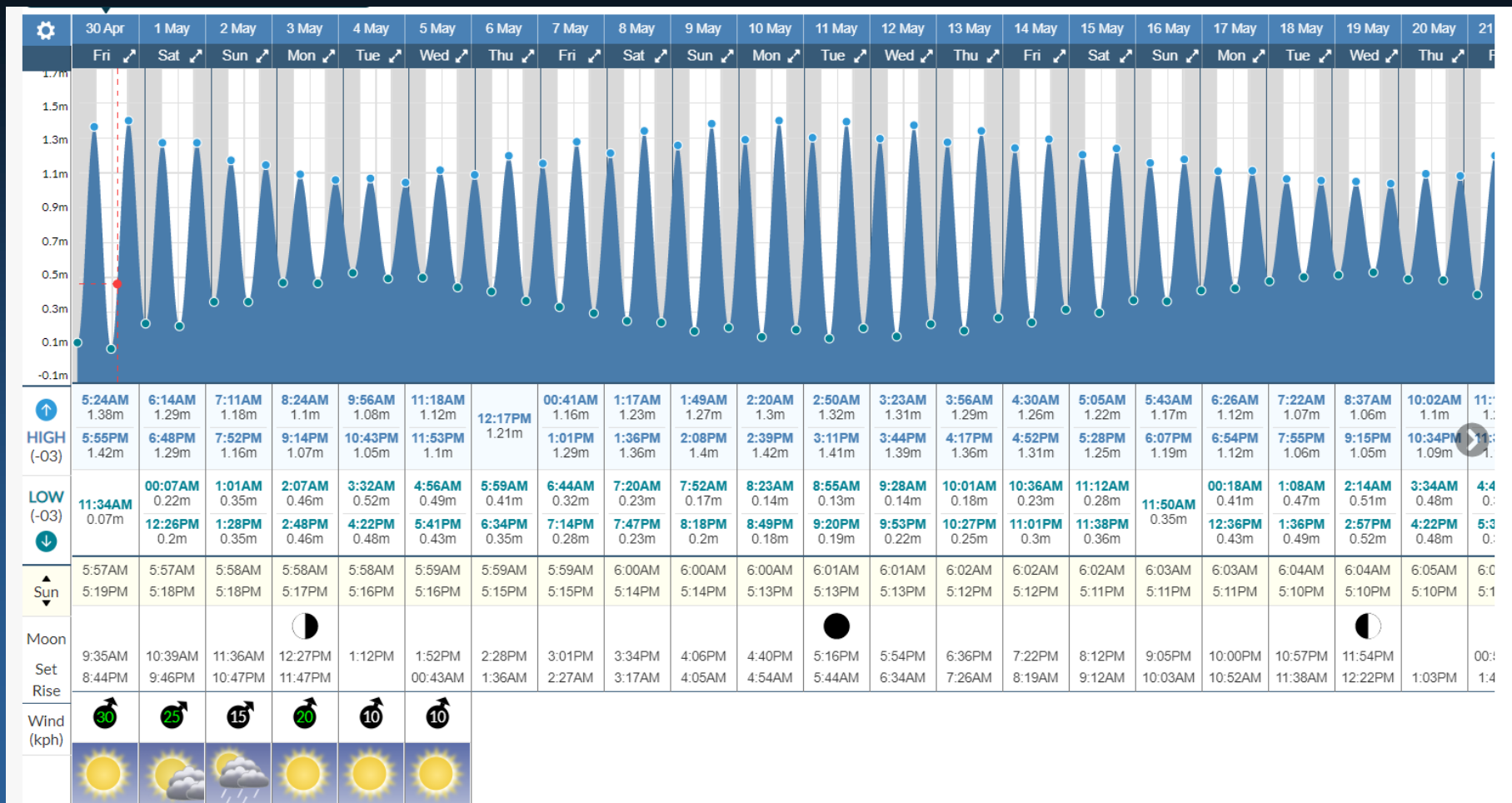


**FASE: Nova**



**FASE: Crescente**

# Tábua de marés



Fonte: <https://www.tide-forecast.com/locations/Vitoria-Brazil/tides/latest>

# Obrigado!



Laboratório de Ensino de Astronomia



Planetário de Vitória



**Gaturamo Observatório  
Astronômico**

@goa.observatorio · Escola

**ProEx**  
PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO



# Parâmetros astrofísicos

$$G = 6,67428 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2} = 6,67428 \times 10^{-8} \text{ dina cm}^2/\text{g}^2$$

$$\text{Massa da Terra} = 5,973332 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$\text{Raio equatorial da Terra} = 6\,378,1366 \text{ km}$$

$$\text{Massa do Sol} = 1,988 \times 10^{30} \text{ kg}$$

$$\text{Raio do Sol} = 695\,700 \text{ km}$$

$$\text{Luminosidade do Sol} = 3,828 \times 10^{33} \text{ ergs/s} = 3,828 \times 10^{26} \text{ watts}$$

$$\text{Temperatura efetiva do Sol} = 5772 \text{ K}$$

$$\text{Massa da Lua} = 7,3474271 \times 10^{22} \text{ kg}$$

$$\text{Raio da Lua} = 1738 \text{ km}$$

$$\text{Período orbital da Terra} = 365,2422 \text{ dias}$$

$$\text{Idade da Terra} = 4,55 \text{ bilhões de anos}$$

$$\text{Obliquidade da eclíptica} = 23^\circ 26' 21,406'' \pm 0,1 \text{ msa (em J2000.0)}$$

$$\text{Período orbital da Lua} = 27,32 \text{ dias}$$

$$\text{Distância Terra-Lua} = 384\,000 \text{ km}$$

$$\text{Distância Terra-Sol: } 1 \text{ UA} = 149\,597\,870,700 \text{ km} \pm 3 \text{ m}$$

$$\text{Massa do próton: } m_p = 1,67265 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{Massa do nêutron: } m_n = 1,67492 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{Unidade de massa atômica: } m_{\text{uma}} = 1,660538921(73) \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{Massa do elétron: } m_e = 9,1095 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{Número de Avogadro: } N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$\text{Constante de Boltzmann: } k = 1,381 \times 10^{-23} \text{ J/K} = 1,381 \times 10^{-16} \text{ ergs/K}$$

$$\text{Constante de Stefan-Boltzmann: } \sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ J m}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ K}^{-4}$$

$$\text{Constante de Stefan-Boltzmann: } a = 4\sigma/c = 7,565 \times 10^{15} \text{ erg cm}^{-3} \text{ K}^{-4}$$

$$\text{Constante de Planck: } h = 6,62607015 \times 10^{-27} \text{ ergs s} = 6,62607015 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

$$\text{Velocidade da luz: } c = 299\,792,458 \text{ km/s}$$

$$\text{Segundos de arco por radiano: } 206\,264,8062470963551564733$$

$$\text{Parsec} = 3,086 \times 10^{16} \text{ m}$$

$$\text{Ano-luz} = 9,461 \times 10^{15} \text{ m}$$

$$\text{Ångstron} = 10^{-8} \text{ cm} = 10^{-10} \text{ m}$$

$$\text{Velocidade do som no ar} = 331 \text{ m/s}$$

$$\text{Momentum magnético do nêutron} = -9,66236 \times 10^{-27} \text{ J/T}$$

$$\text{Momentum magnético do próton} = 14,106067 \times 10^{-27} \text{ J/T}$$

$$\text{Momentum magnético do elétron} = -9284,76 \times 10^{-27} \text{ J/T}$$

$$1 \text{ tesla} = 10000 \text{ gauss}$$