



# *Observando o céu e Construindo o Conhecimento*

**Minicurso ICTP-SAIFR para  
Estudantes do Ensino Médio  
IFT-UNESP – 06/04/24**

**ICPT - International Centre for Theoretical Physics  
SAIFR - South American Institute for Fundamental Research**

***Ramachrisna Teixeira  
IAG-USP  
rama.teixeira@iag.usp.br***

# O Céu



*"Céu e estrelas"*  
*Luciana Mariano*



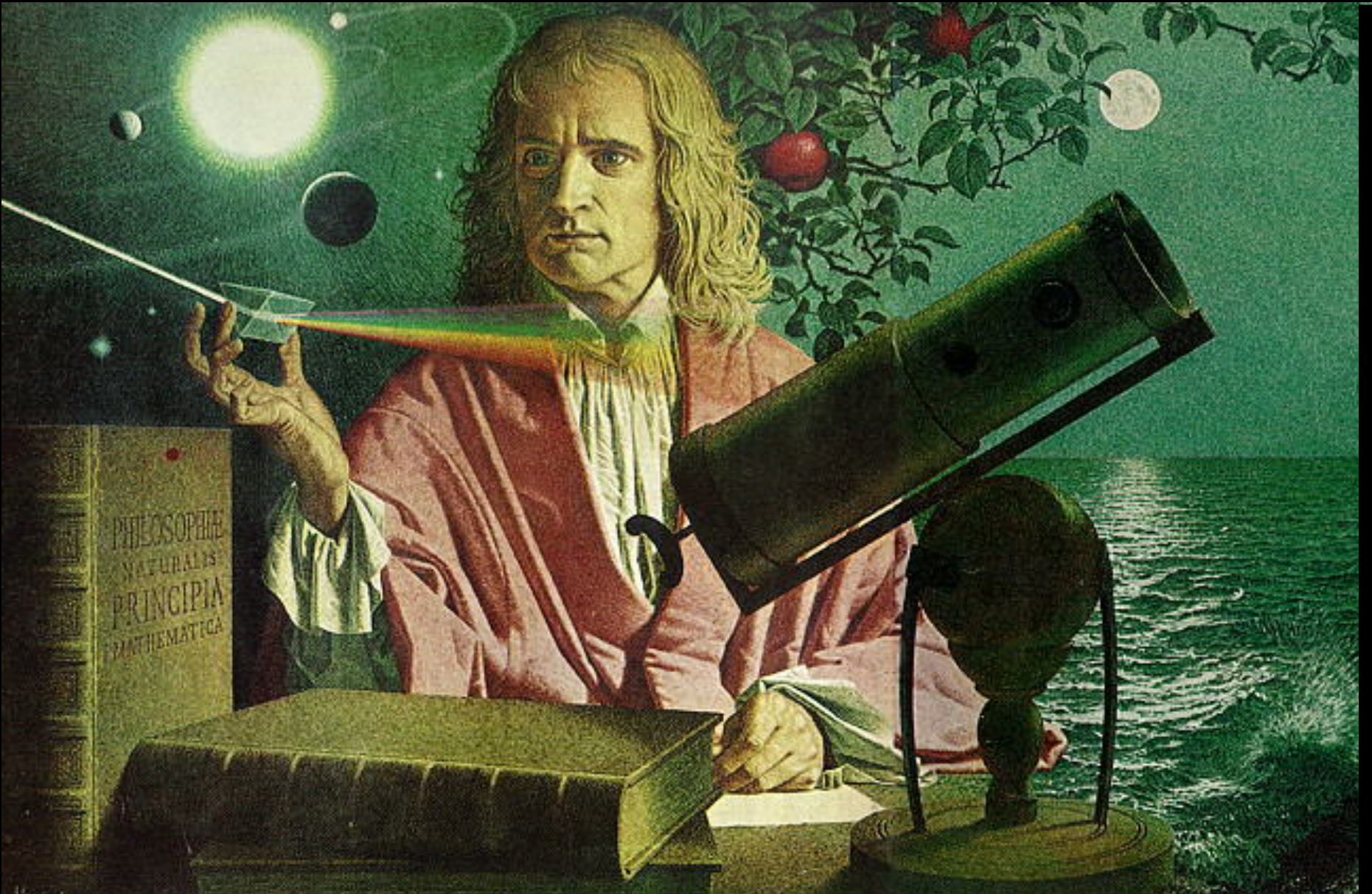
# *céu diurno por alguns instantes*

*Por que  
é azul?*



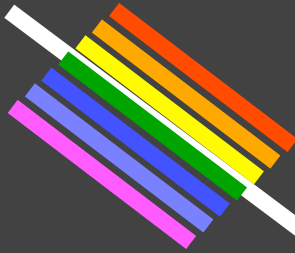


*“luz branca” = superposição de várias cores*



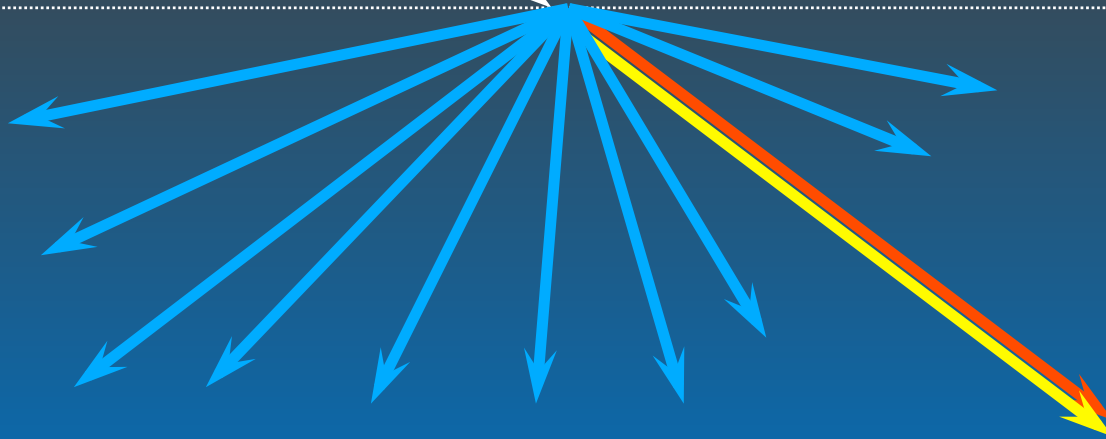


# Cor do céu

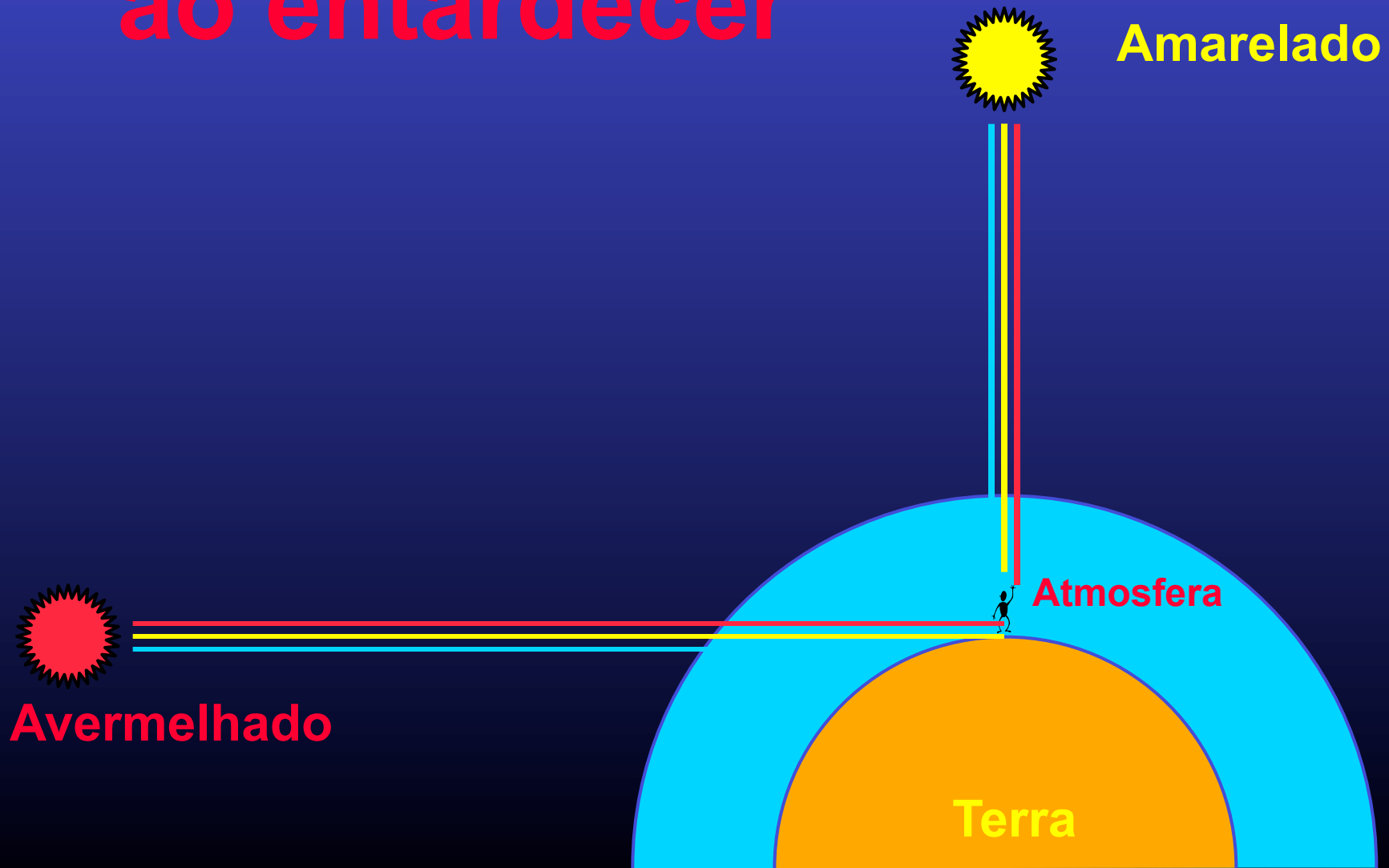


O céu, visto da Terra,  
é azul porque nossa  
atmosfera dispersa,  
predominantemente, o azul

Limite da  
atmosfera



# Sol avermelhado ao entardecer





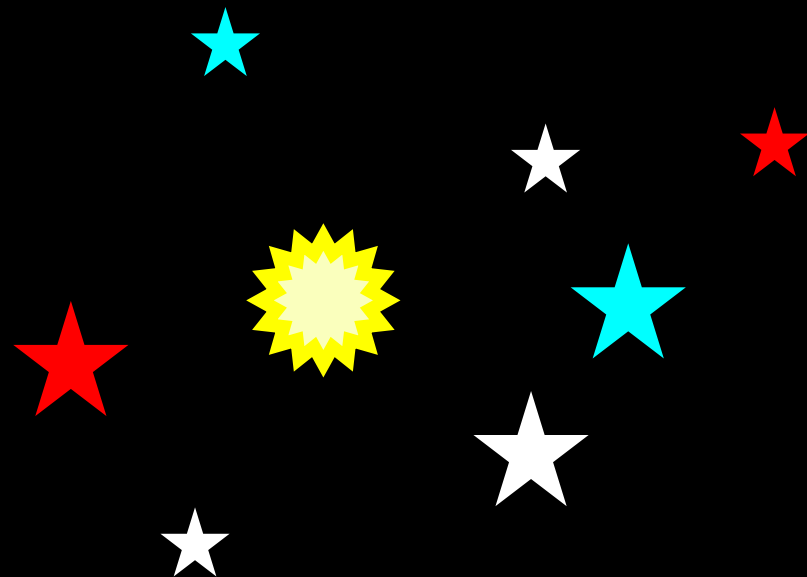
# *céu diurno por alguns instantes*



*Será que  
tem  
estrelas?*



*céu diurno por  
alguns instantes  
sem atmosfera*





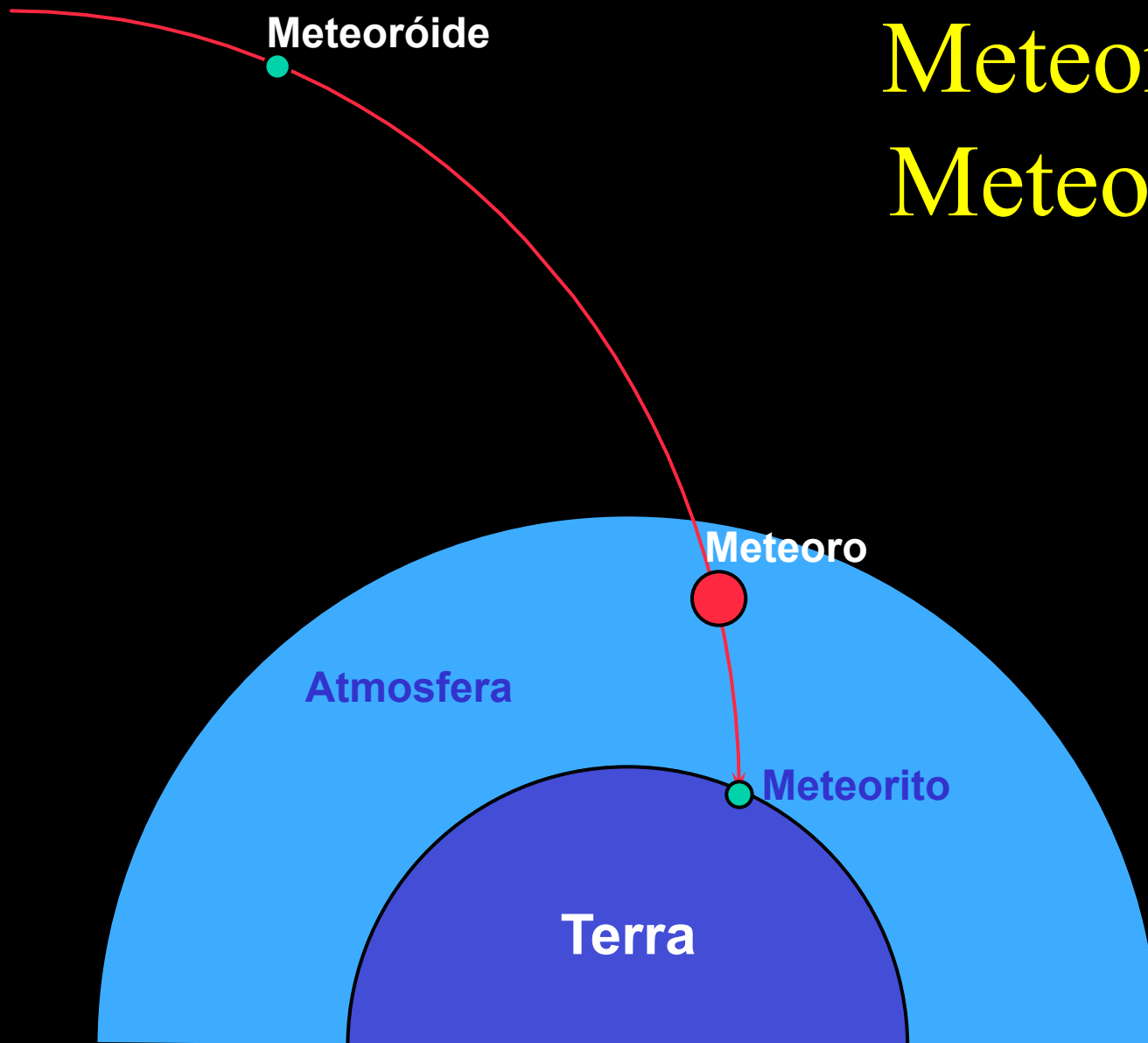
# *céu diurno por alguns instantes*

2018/02/15 09:26:29

*O que é  
isso ?*



# Meteoróides, Meteoros e Meteoritos





*céu diurno por  
alguns instantes*





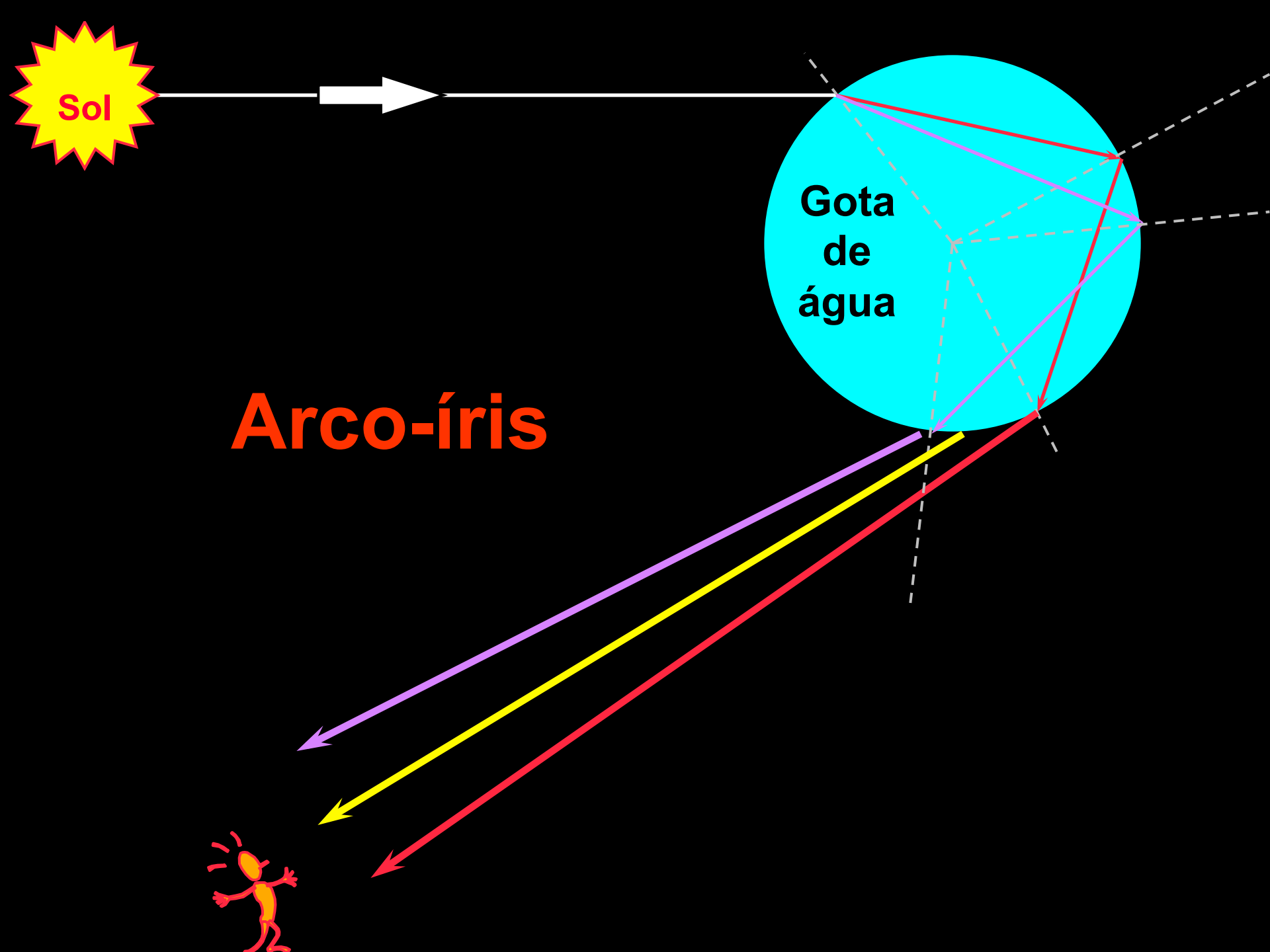
Terje O. Nordvik

*céu diurno por  
alguns instantes*

Sol

Gota  
de  
água

Arco-íris





*regiões escuras*

*cores*

*diferentes  
brilhos*

*Via Láctea*

*Quanta  
coisa !!!*



*céu noturno por  
alguns instantes*



*céu noturno por  
alguns instantes*



*céu noturno por  
alguns instantes*



*céu noturno por  
alguns instantes*





*céu diurno  
por horas*

*meridiano*



*movimento diurno (diário)*

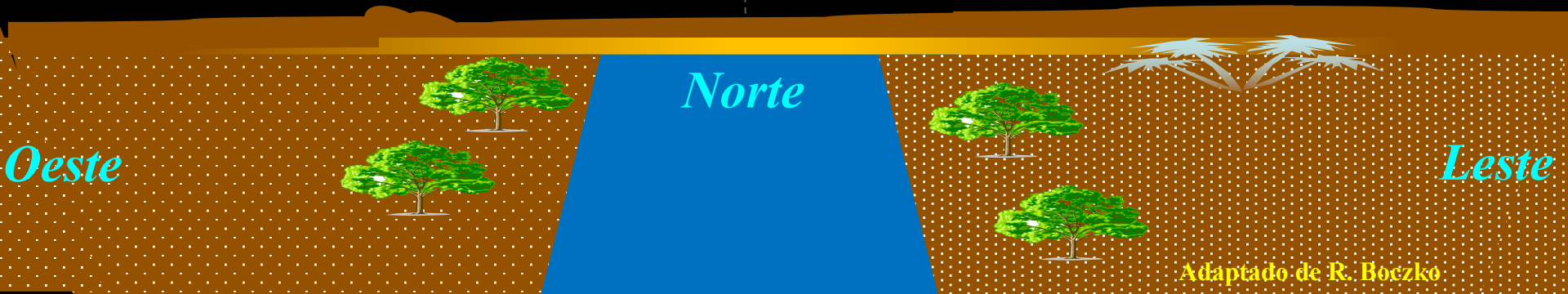
# *céu noturno por horas*

*meridiano*

*por horas*



*movimento diurno (diário)*



*Norte*

*Oeste*

*Leste*

Adaptado de R. Boczko



# *céu nocturno por horas*



*movimento diurno (diário)*



# *céu noturno* *por horas*

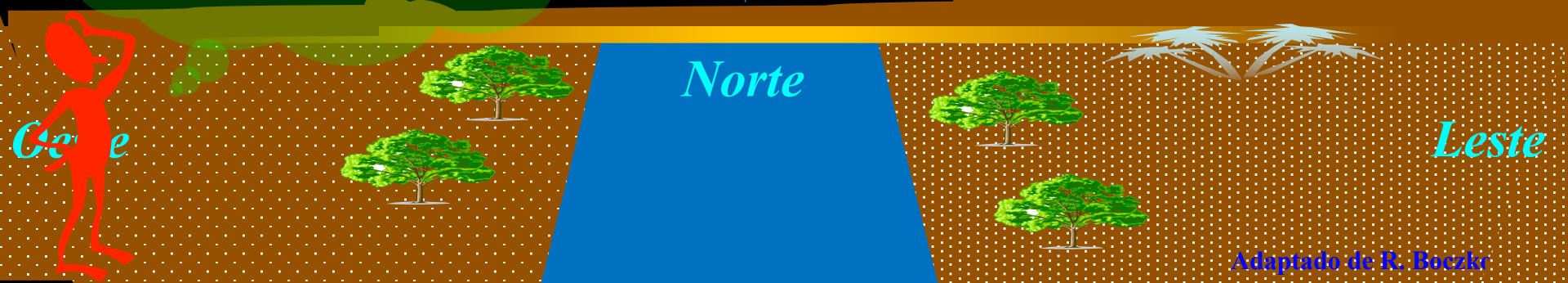
*meridiano*

*Lua*



*movimento independente*  
*da Lua*

*A Lua caminha em relação às estrelas.*



# *céu diurno por meses*



*Leste*

*Norte*

*Sul*

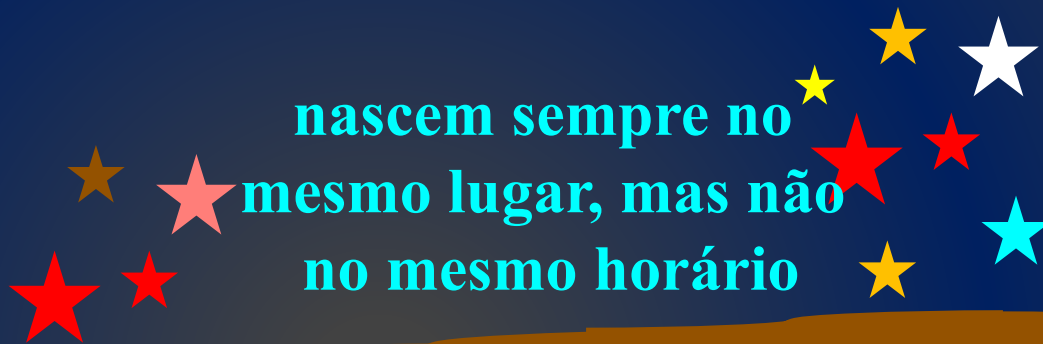


*céu noturno  
por meses*

*mais  
hoje  
mais tarde*

18:00

nascem sempre no  
mesmo lugar, mas não  
no mesmo horário



*Leste*

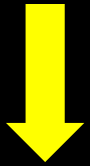
*Esquisito!  
É diferente do  
Sol.*

*Norte*



*Sul*

# *céu noturno por meses*



*Lua muda  
de forma  
 $T \sim 1$  mês*



Laurent Laveder

Laurent Laveder

# *céu noturno por meses*

*meridiano*

*um certo dia...*



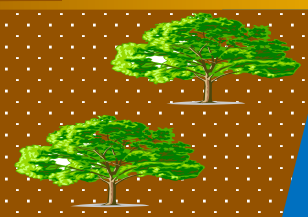
*20:00*



*Oeste*

*Norte*

*Leste*



*Adaptado de R. Boczk*



# *céu noturno por meses*

*meridiano*

*meses depois...*



*mudança da configuração  
do céu noturno*

*20:00*

*Oeste*

*Norte*

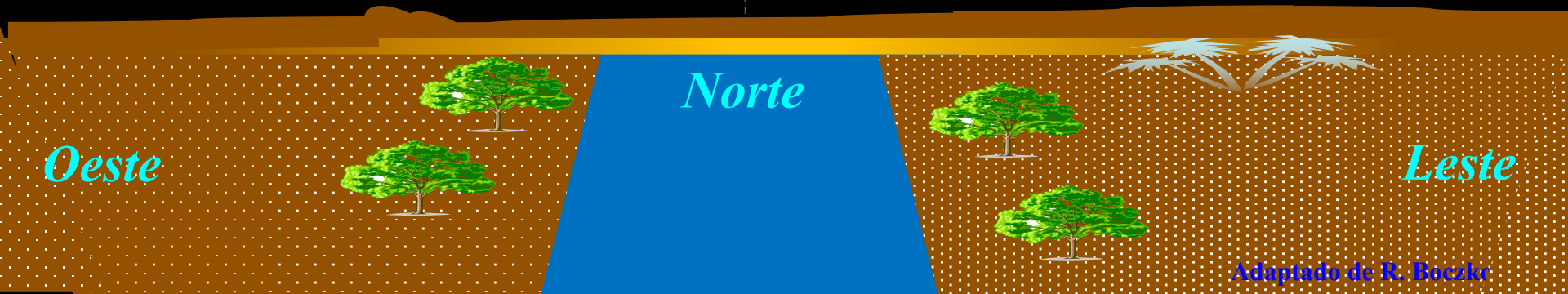
*Leste*

Adaptado de R. Boczk

*céu diurno por  
alguns instantes  
sem atmosfera*

*meridiano*

*um certo dia...*



*Oeste*

*Norte*

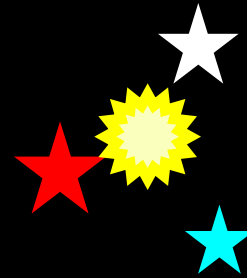
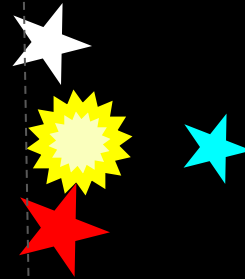
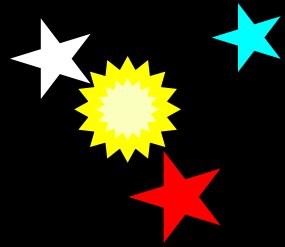
*Leste*

Adaptado de R. Boczk

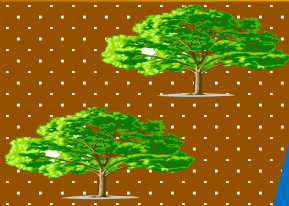
*céu diurno*  
*por meses*  
*sem atmosfera*

*meridiano*

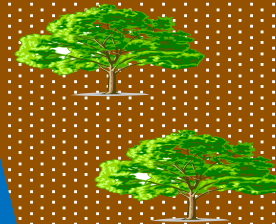
*10-15 dias*  
*depois...*



*Oeste*



*Norte*



*Leste*

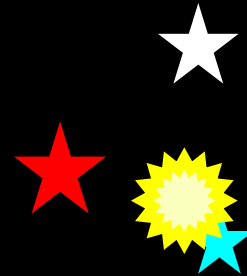
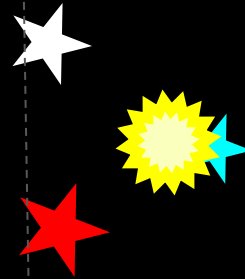
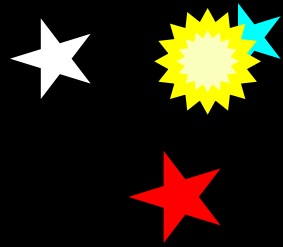
Adaptado de R. Boczk



*céu diurno  
por meses  
sem atmosfera*

*meridiano*

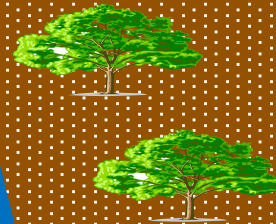
*mais 10-15  
dias...*



*Oeste*



*Norte*



*Leste*

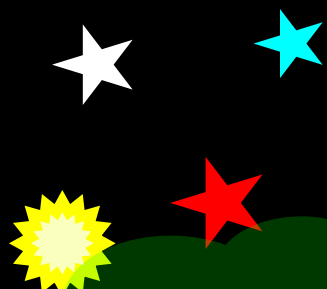
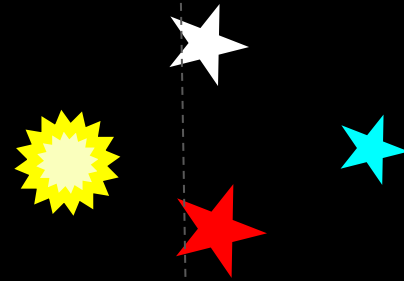


Adaptado de R. Bozler

*céu diurno  
por meses  
sem atmosfera*

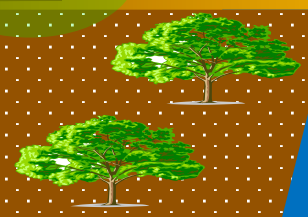
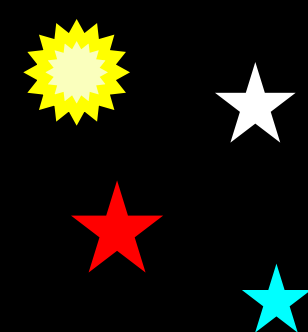
*meridiano*

*depois de um  
ano...*



*movimento independente  
do Sol (T=1 ano)*

*O Sol caminha em  
relação às estrelas.*



*Norte*



*Leste*

# *céu noturno por meses*



Lua

Marte

Saturno

Júpiter



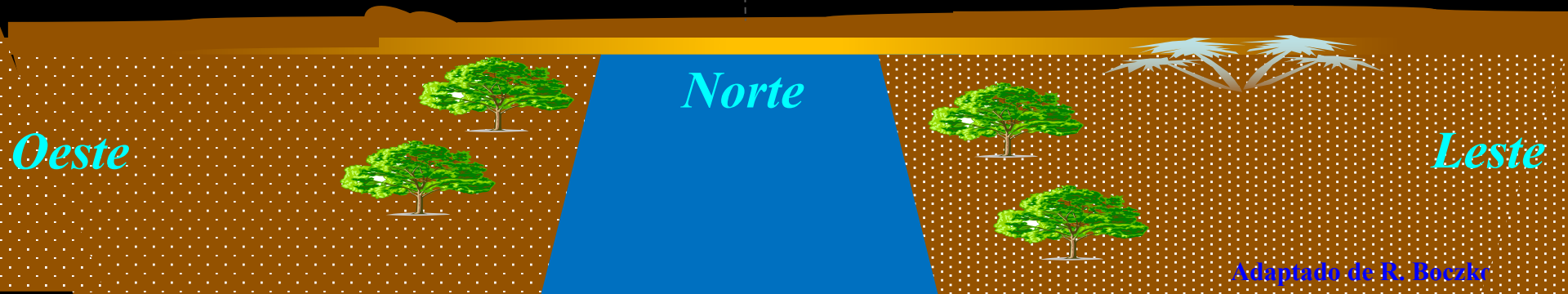
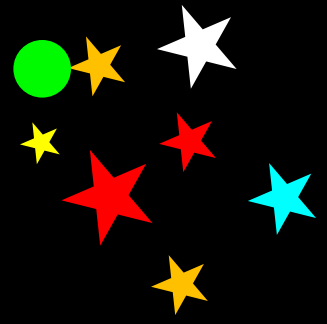
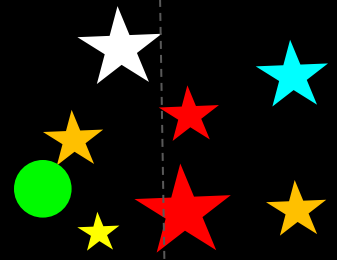
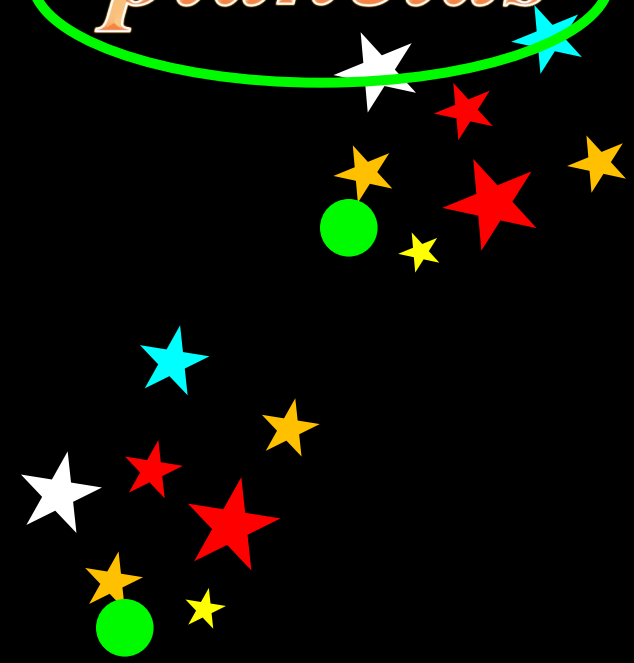
*céu noturno*

*meridiano*

*um certo dia...*

*por meses*

*planetas*



Adaptado de R. Bozler

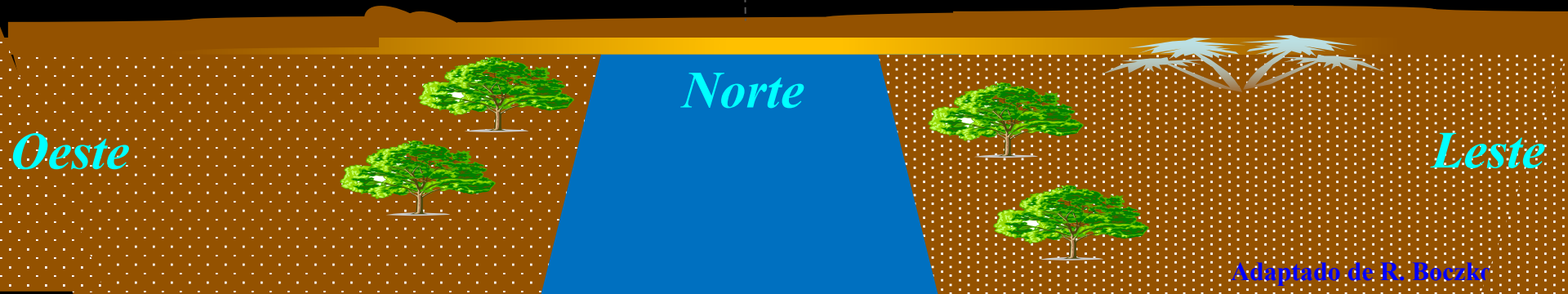
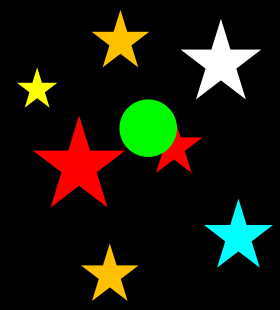
*céu noturno*

*meridiano*

*15-20 dias depois*

*por meses*

*planetas*



Adaptado de R. Boczk

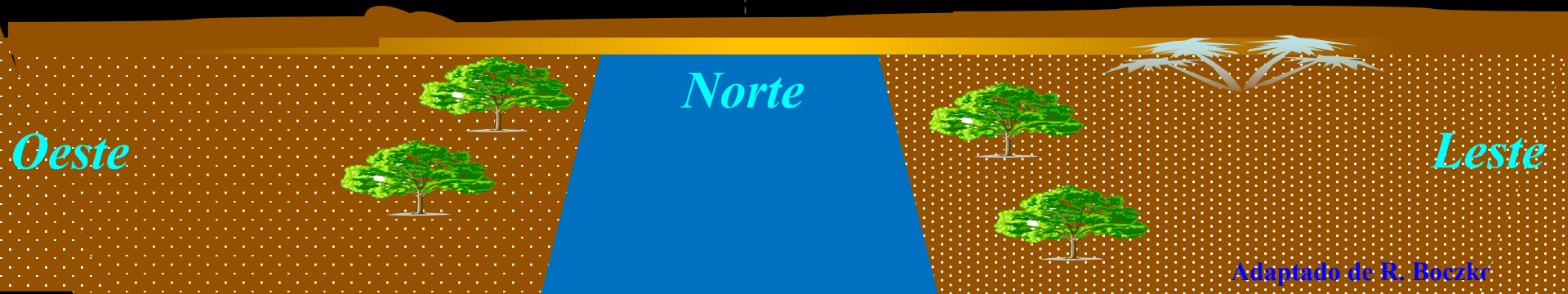
*céu noturno*

*meridiano*

*mais 15-20 dias...*

*por meses*

*planetas*



Adaptado de R. Boczk



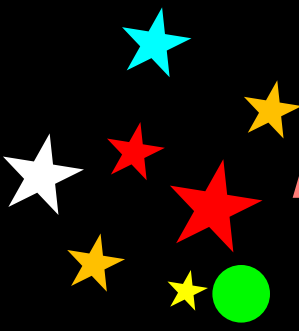
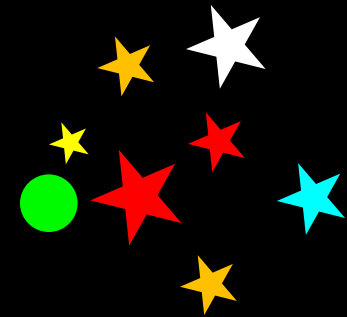
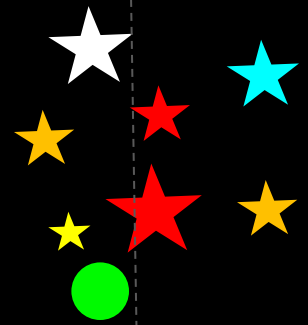
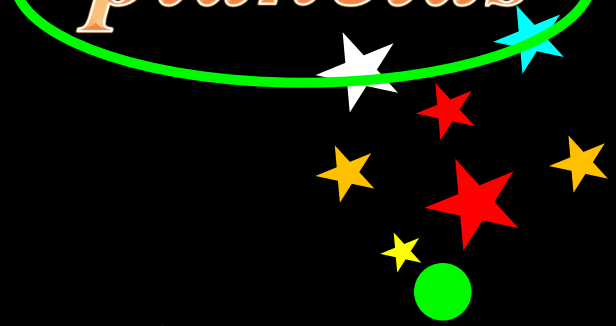
*céu noturno*

*meridiano*

*mais 15-20 dias...*

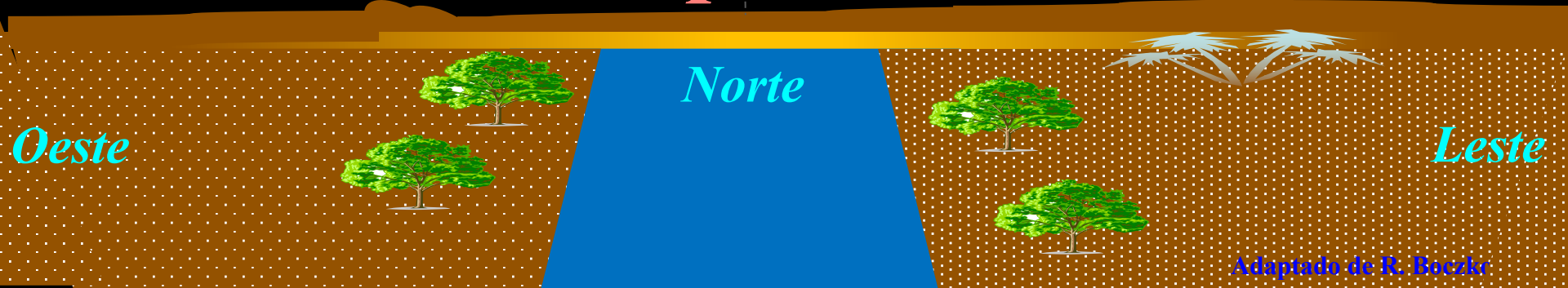
*por meses*

*planetas*



*movimentos independentes*

*dos planetas*

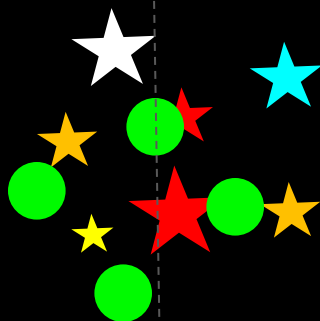


*céu noturno*

*meridiano*

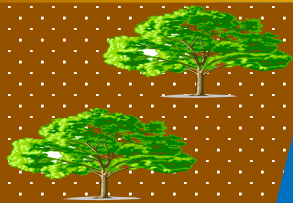
*por meses*

*planetas*



*ora se atrasam e  
ora se adiantam*

*Oeste*



*Norte*



*Leste*

Adaptado de R. Bozler

*céu noturno*  
*por meses*

*Laçada de Marte*

*Aie, aie,  
aie...*





# *céu noturno* *por meses*

*chuva de meteoros*



# *céu noturno* *por meses*

*NÃO*

*chuva de meteoros*





# *céu noturno por meses*



*chuva de  
meteoros*



# *céu noturno* *por meses*



**Antes**



**Depois**



# *Nebulosa do Caranguejejo*





# *Observações cuidadosas*



*ordem, regularidades, ciclos,  
novos fenômenos, etc.*



*ciência*

*tempo*



# Ciência Por quê?

*relação racional  
homem - natureza*



A cracked egg with a yolk, a broken eggshell, and a fan of white pages on a dark background with planets.

**de onde viemos?**

**para onde vamos?**





**Bela pagunça...**





# Observações cuidadosas

- *Todos os astros apresentam um movimento leste-oeste com período de aproximadamente 24 horas*
- *Lua, Sol e planetas apresentam movimentos diferentes entre si e em relação às estrelas*





Quais são  
as regras?

*regularidades*



*regras*





**ESTAMOS CERTOS?**

*modelo x observação*



**Calculei!  
Estará lá!**

**Errou!  
Estou aqui!**





**Sempre foi assim?**



**NÃO**



# *Pré - história*

## *Dezenas de milhares de anos*

31/12  
23:59:00





# *Primeiras Civilizações*

*Milhares de anos*

31/12  
23:59:50



*complexidade  
sobre - humano*



*relação mística*



# *Grécia Antiga*

*± 600 a.C.*

31/12  
23:59:54

*compreensão do mundo  
com a própria razão*



*relação científica*



# Ten times



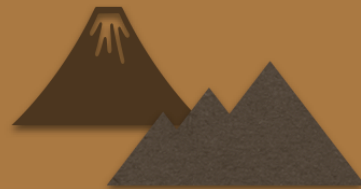
# *Terra Infinita*

**senso comum**



**Terra plana**

*noção  
perturbadora*





# *Terra Finita*

senso comum  $\Rightarrow$  Terra plana



# *Observações cuidadosas*

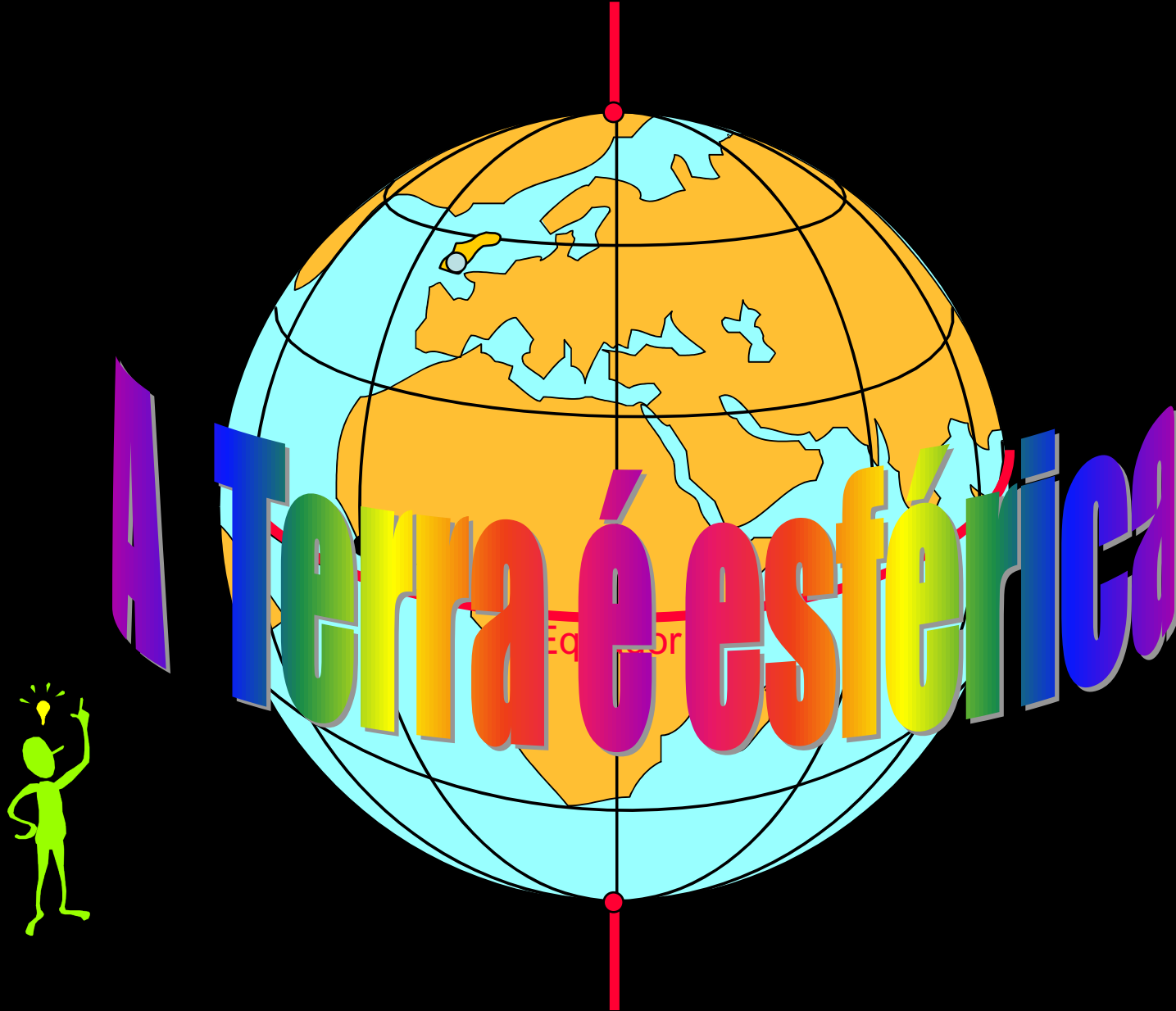


**corpos desaparecem no horizonte  
antes de se tornarem pontos**

**céu diferente em diferentes latitudes**

**A Terra não é plana**

# *Filolau de Tarento ~ 450 a.C.*





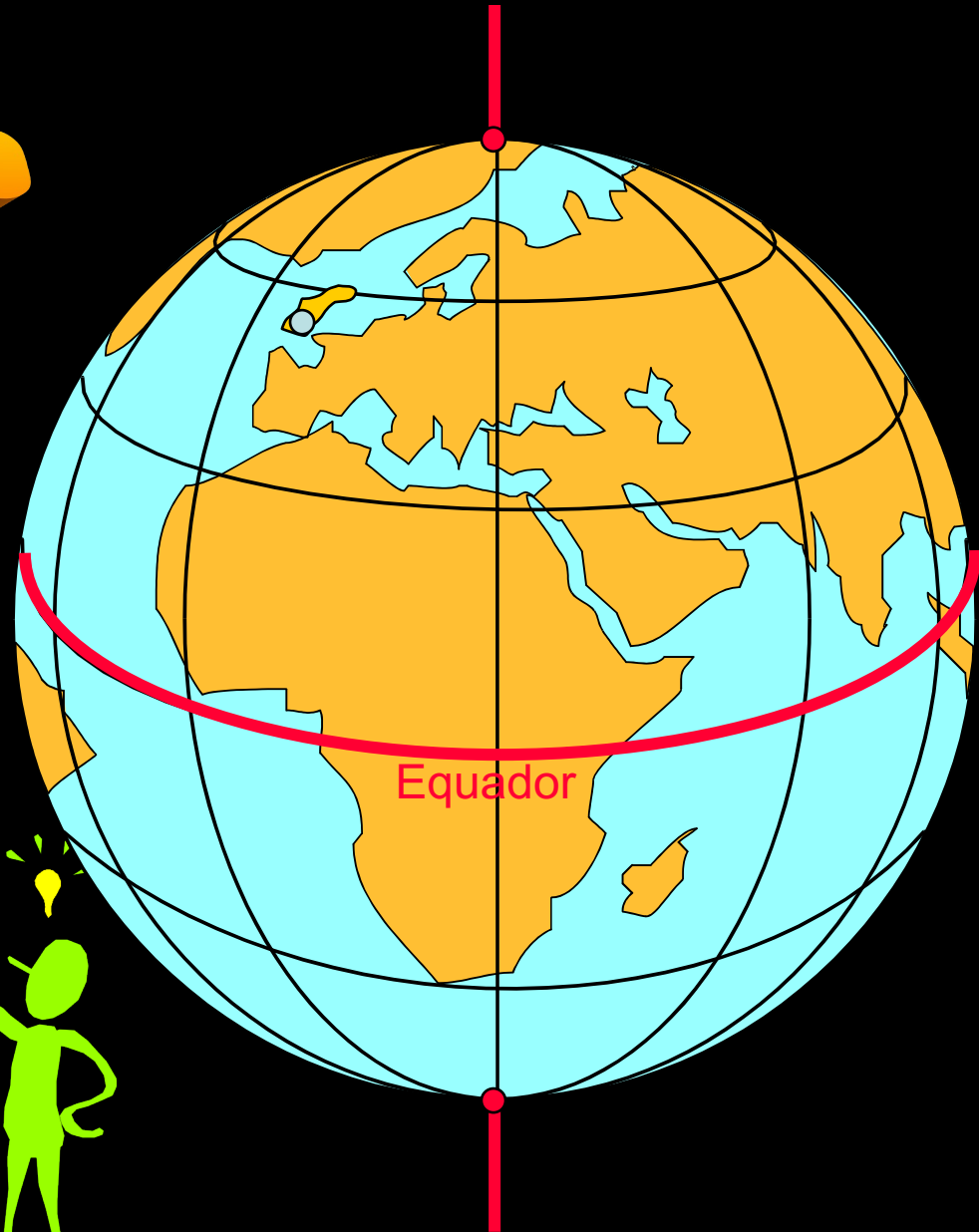
# Finita ou Infinita?



finita

e

ilimitada



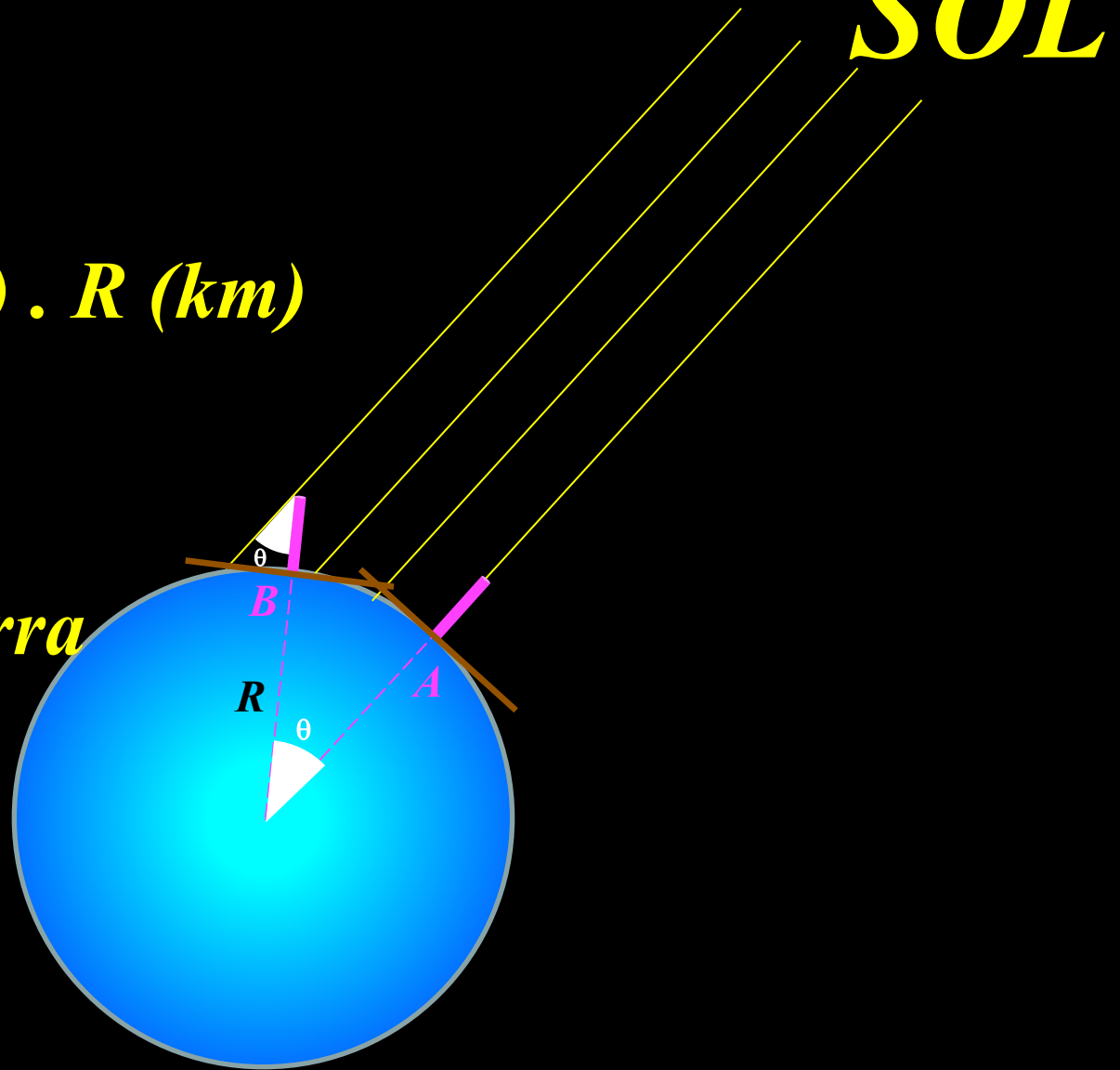
# *Eratóstenes (276 – 194 a.C.)*



$$AB \text{ (km)} = \theta \text{ (rd)} \cdot R \text{ (km)}$$



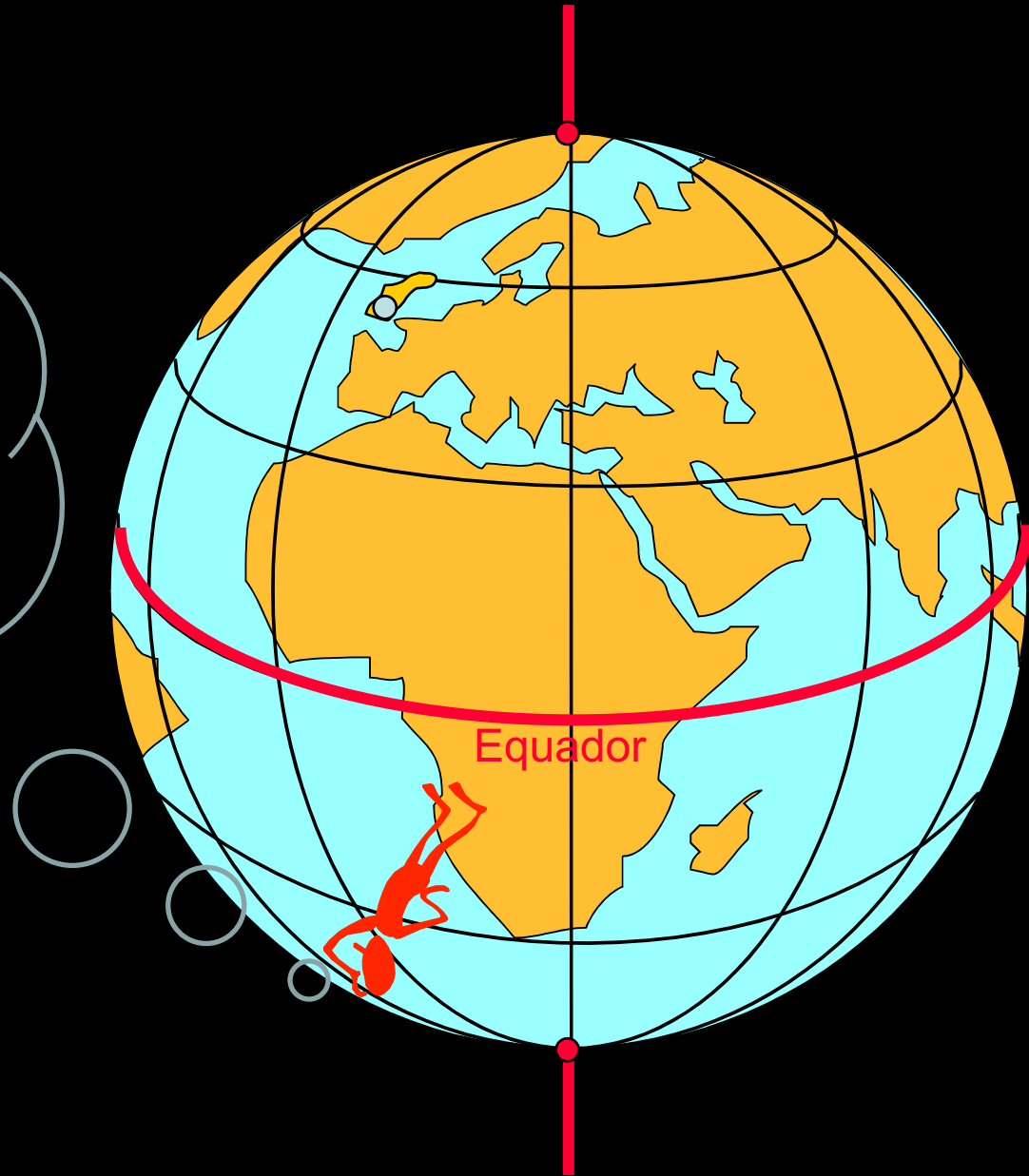
*Raio da Terra*



# *Terra Esférica*

finita e ilimitada

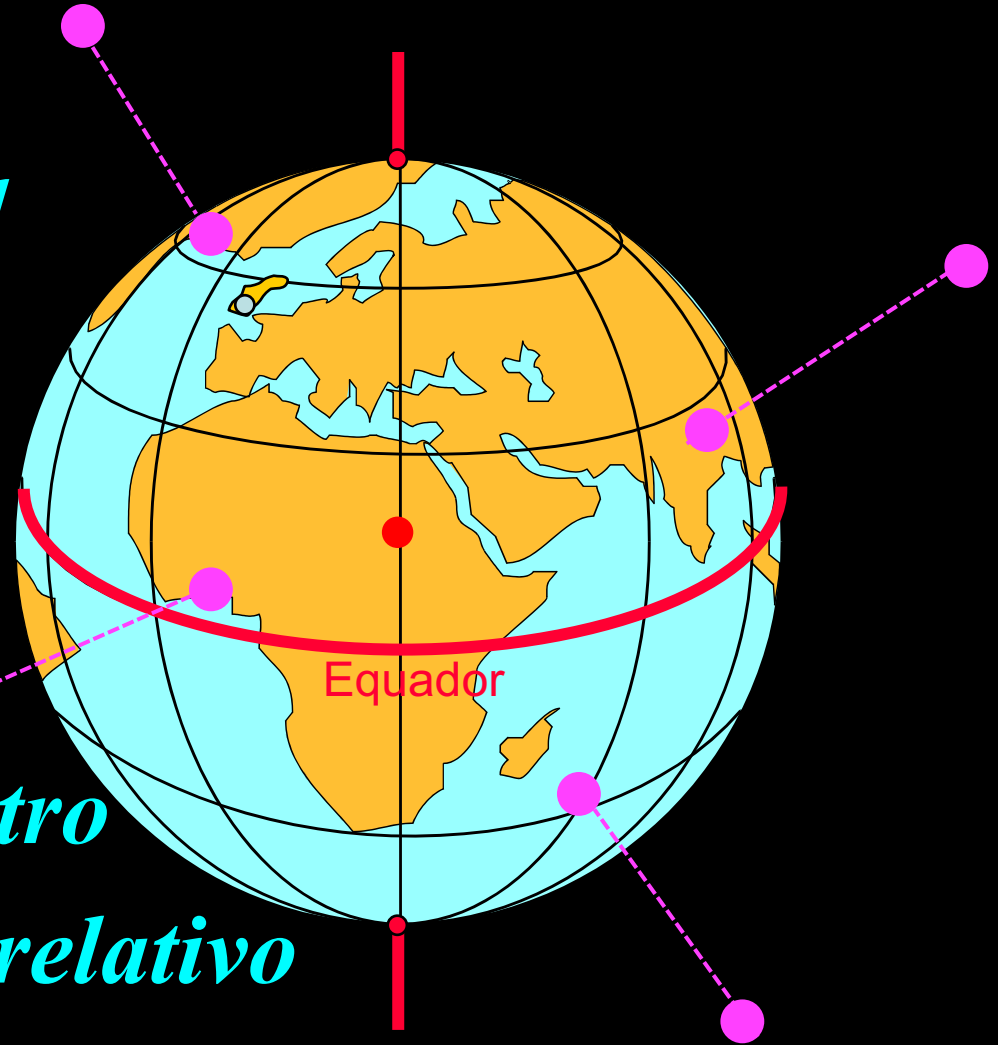
*Por que quem  
está embaixo  
não cai?*





# *Aristóteles (384 – 322 a.C.)*

*lugar natural*



*cair ⇒ ir para o centro*

*vertical ⇒ conceito relativo*

# EO Céu



- *Todos os astros apresentam um movimento leste-oeste com período de aproximadamente 24 horas*
- *Lua, Sol e planetas apresentam movimentos diferentes entre si e em relação às estrelas*

# *Universo Geocêntrico*

*Terra imóvel no centro do Universo*





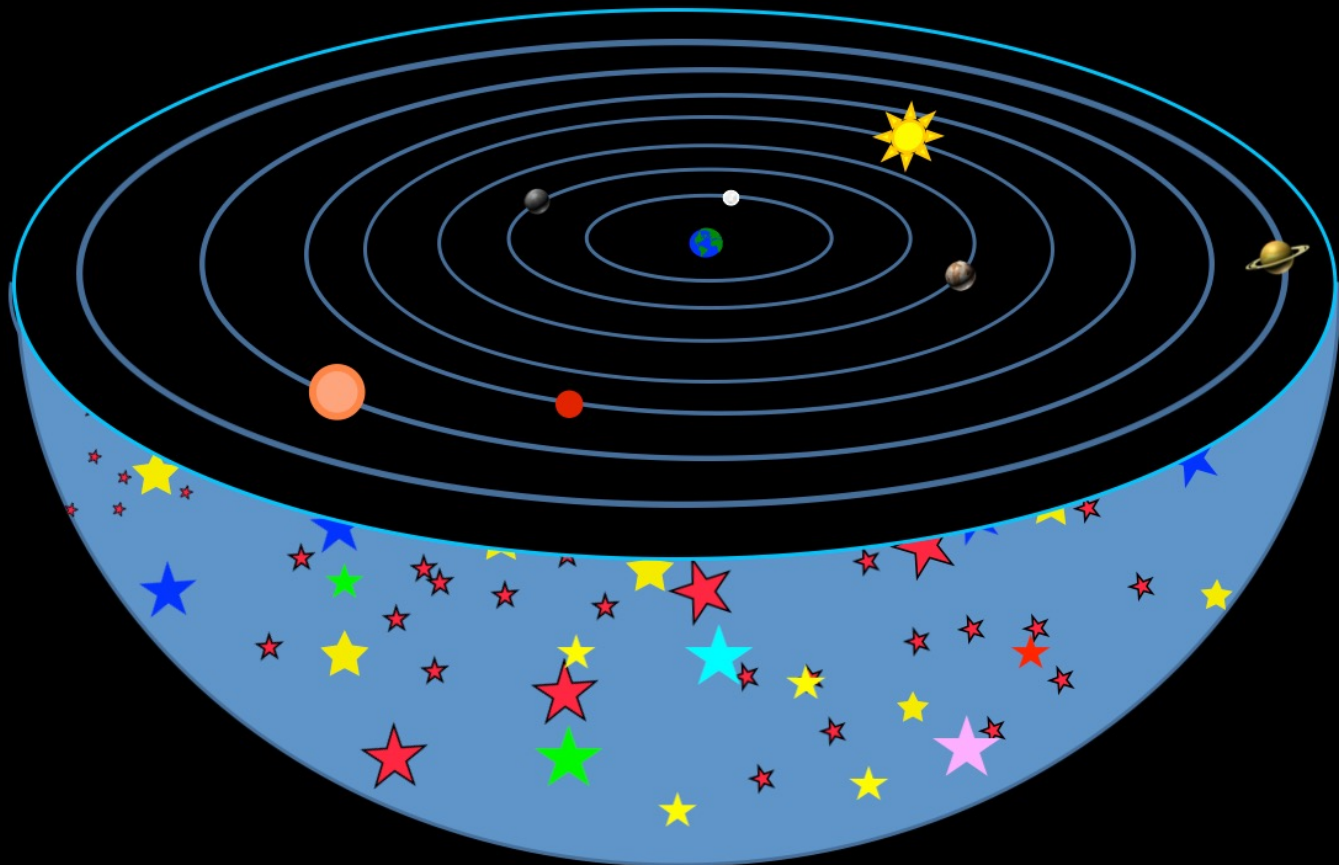
# *Aristóteles (384 – 322 a.C.)*

*altas esferas ⇒ mundo perfeito*

*éter e movimento circular e uniforme*

*sub-lunar ⇒ mundo imperfeito*

*água, terra, ar e fogo e movimento qualquer*



# modelo x observação



# *Renascença (sec. XIV- XVII)*



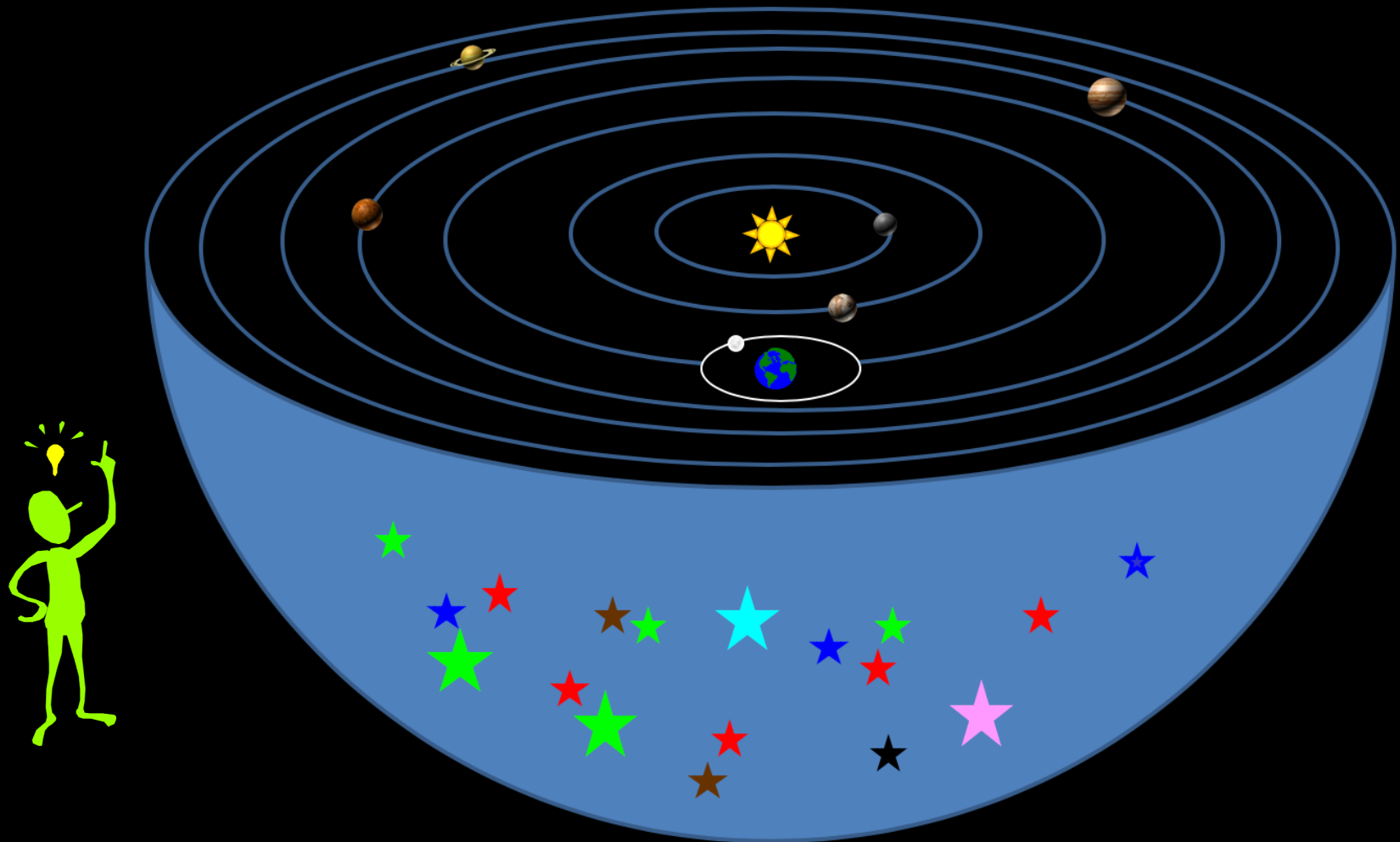
31/12  
23:59:50

*Universo Heliocêntrico*

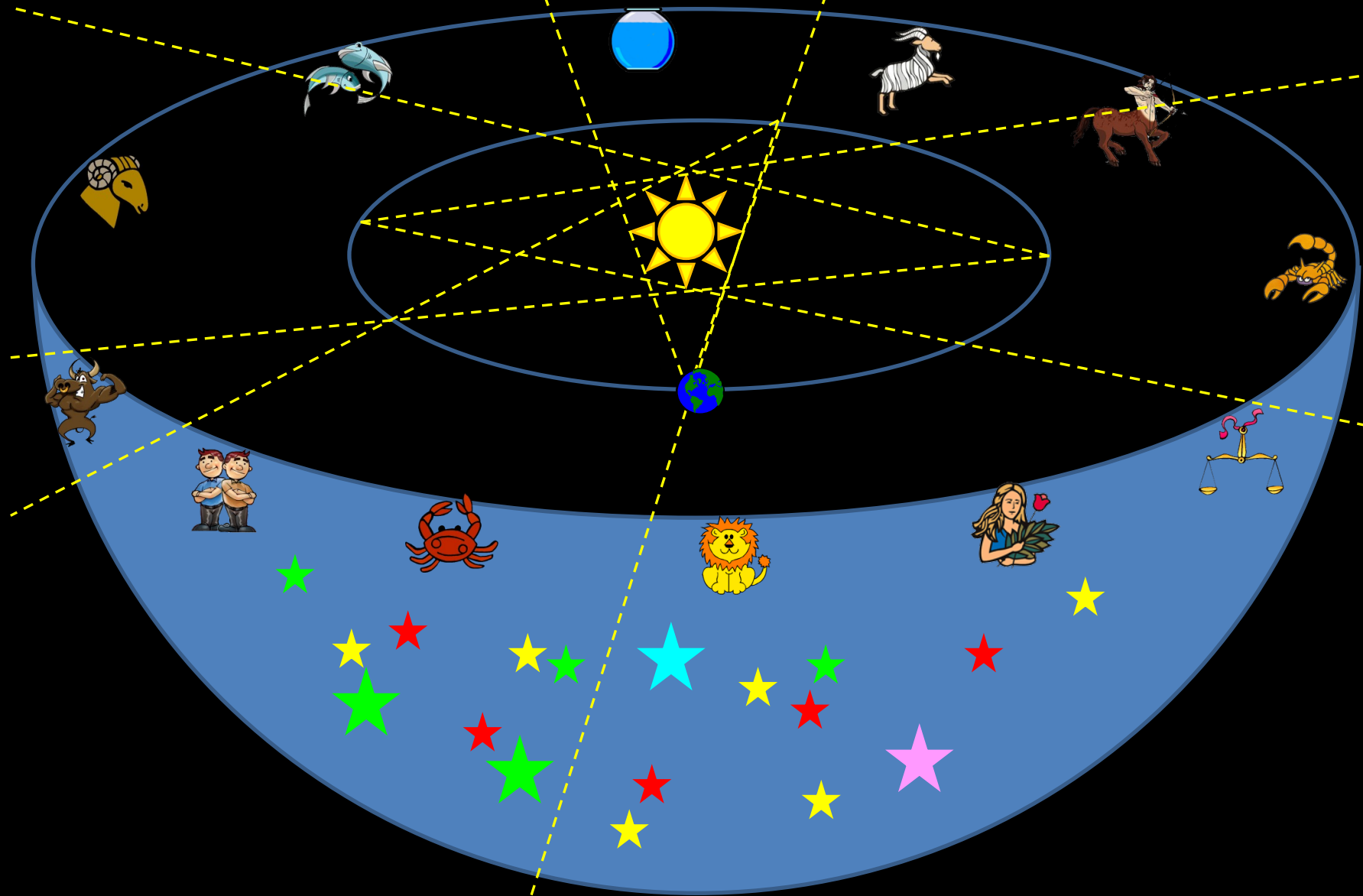


# *Copérnico (1473 – 1543)*

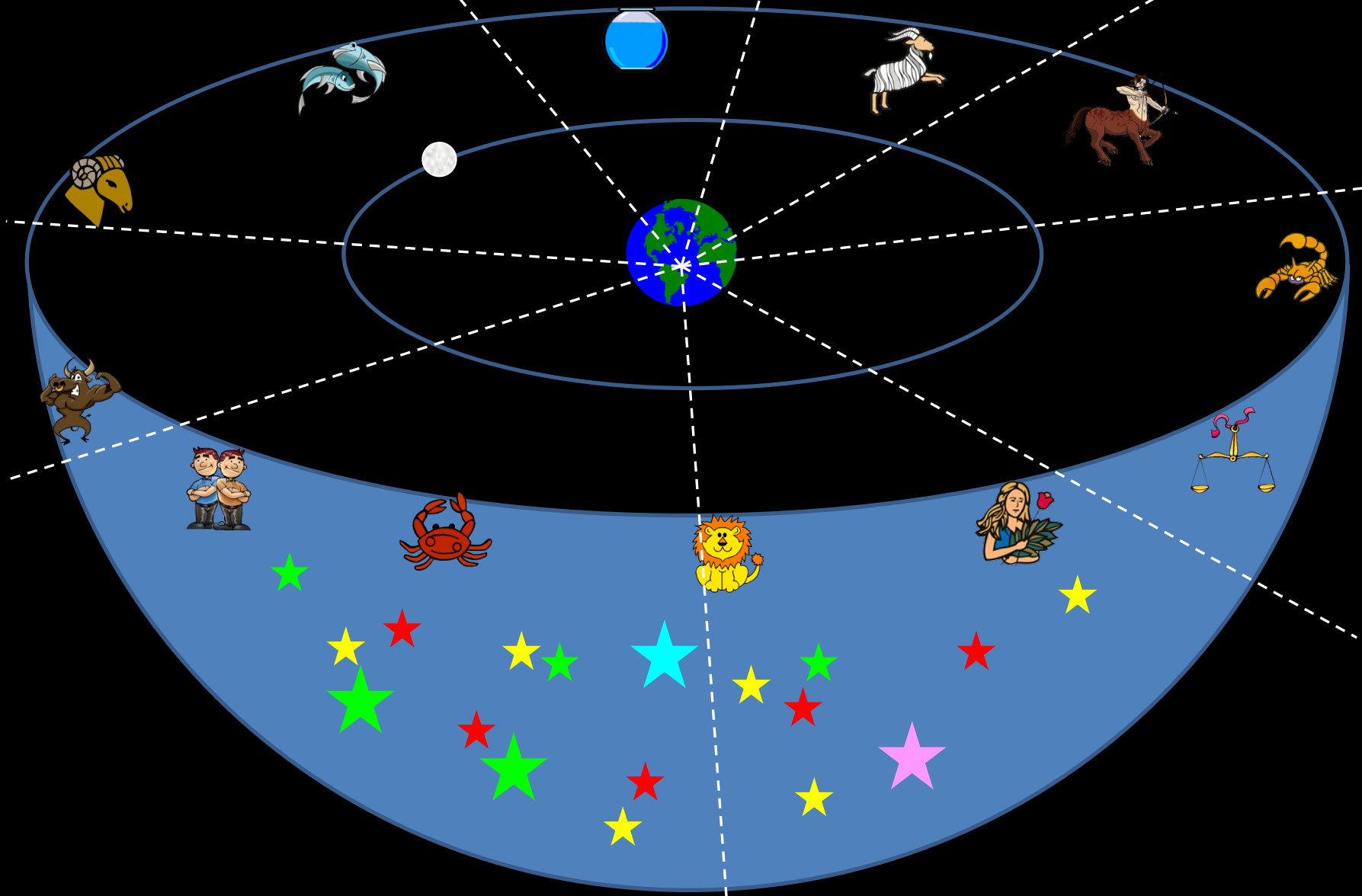
*Terra em movimento ao redor do  
Sol imóvel no centro*



# *Movimento anual aparente do Sol*



# *Movimento da Lua em relação às estrelas*

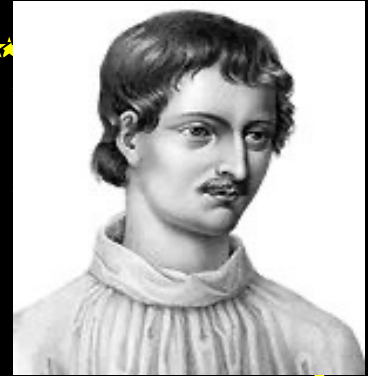




# modelo x observação



# Giordano Bruno (1548-1600)



*Universo*

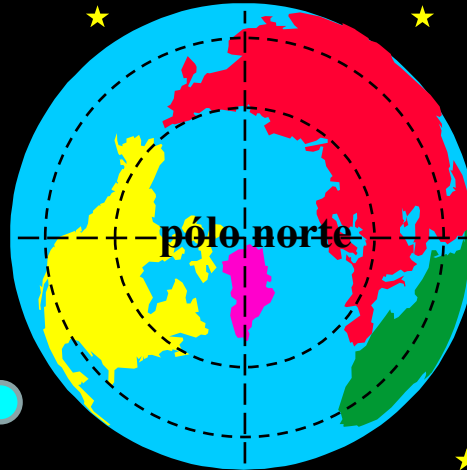


*sem esferas*

*infinito*

*número infinito de estrelas*

*infinitas formas de vida e todas abençoadas por Deus*

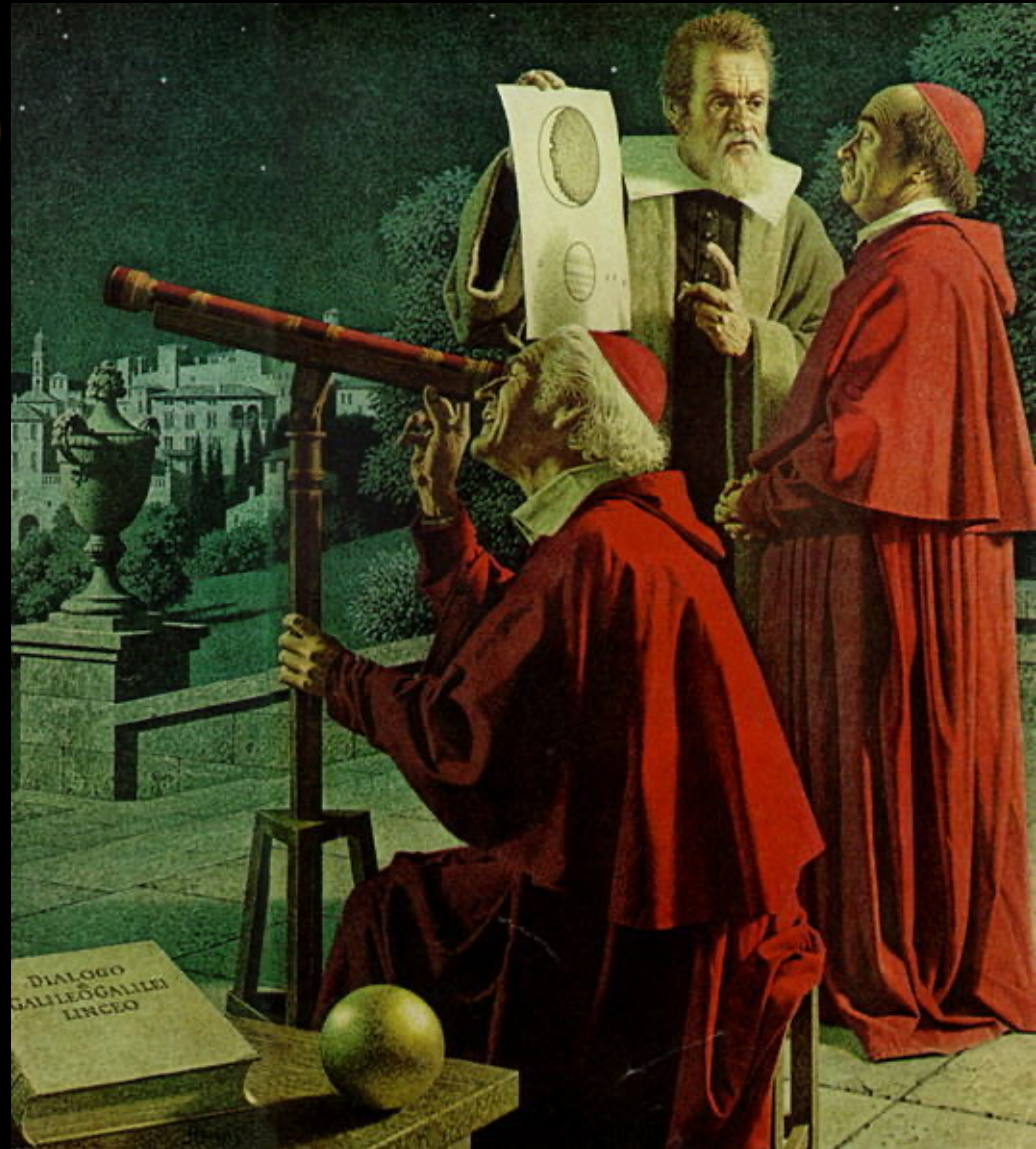


# *observações cuidadosas*

*Galileu (1564-1642)*



*relevo da Lua*  
*manchas solares*  
*fases de Vênus*  
*satélites de Júpiter*  
*estrelas*



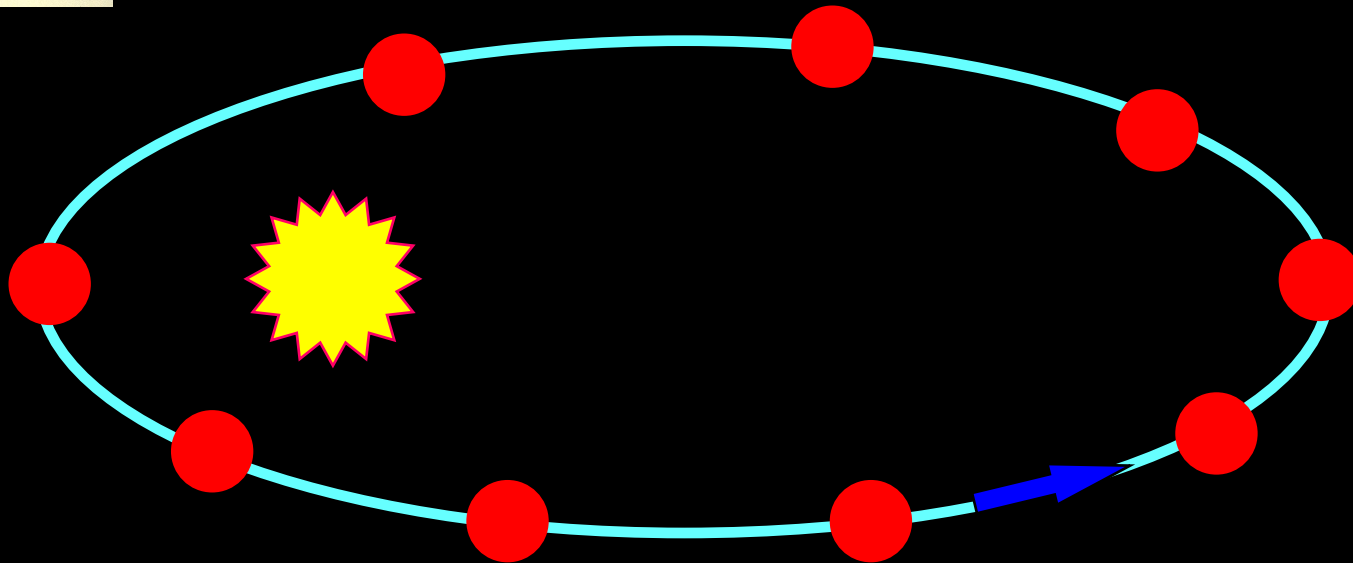


*observações cuidadosas*

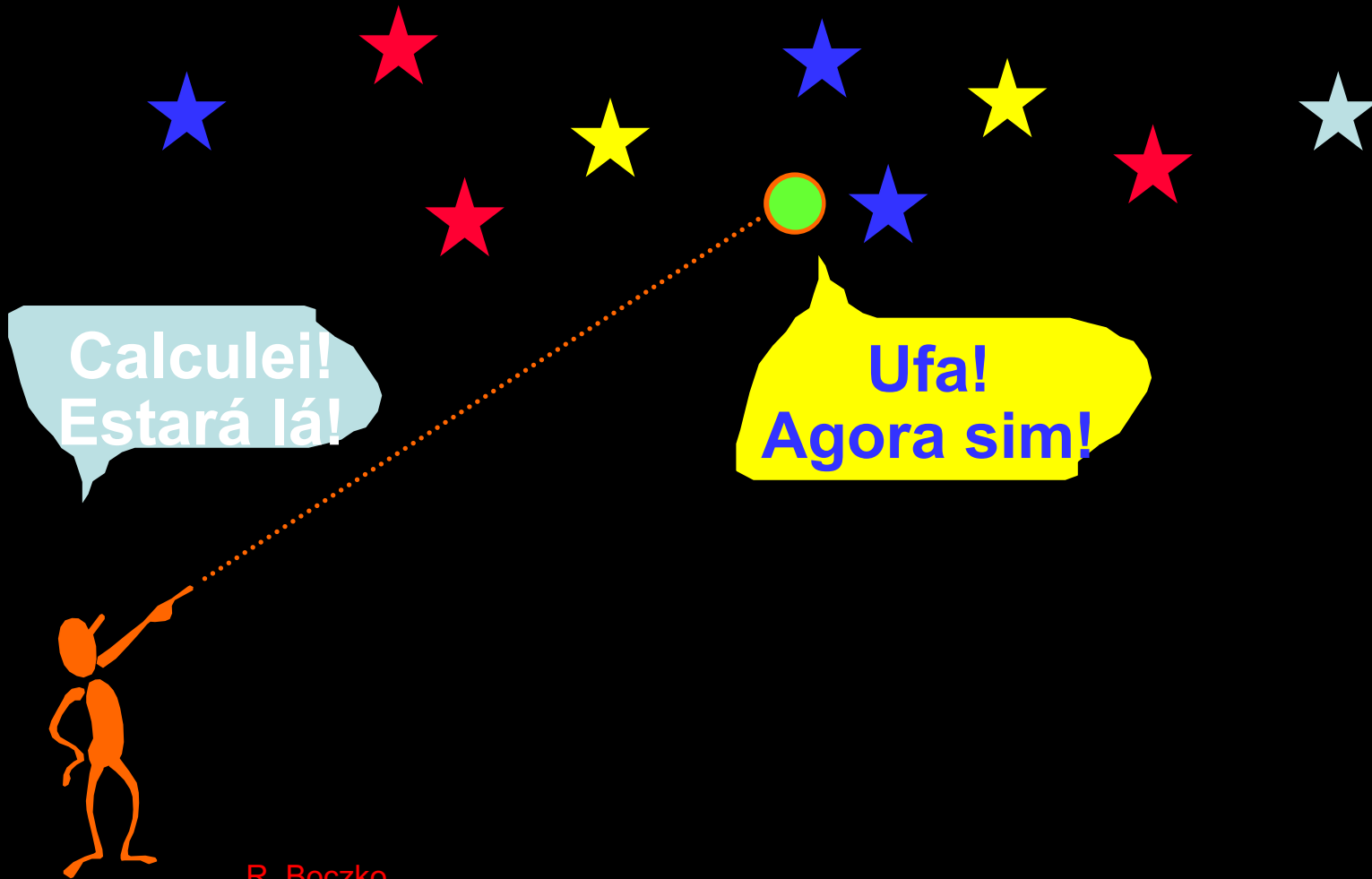
*Tycho Brahe (1546-1601)*



*Kepler (1571-1630)*



# *modelo x observação*



Por que a lua não cai na terra?

Por que os planetas não vão embora?

O que mantém os astros no céu?





# *Newton (1642-1727)*



*gravidade*  
*propriedade da matéria*



*observações cuidadosas*  
*estrelas:*  
*movimento e distribuição*

*Halley (1656-1742)*

*movimento próprio*

*Herschel (1738-1822)*

*distribuição não uniforme*





# *observações cuidadosas*

## *distâncias estelares*

*Bessel (1784-1846)*

*61 Cygni ~ 11a.l.*

*Henderson (1798-1844)*

*$\alpha$  Centauro ~ 4a.l.*

*Struve (1793-1864)*

*Vega ~ 27 a.l.*





# *Início do século XX*

*universo excêntrico*

*Via Láctea*

*estrutura em forma lenticular*

*200 bilhões de estrelas*

*diâmetro 100 mil a.l.*

*Sistema Solar em movimento ao redor do centro*

Sistema  
Solar

