



*Astronomia de Posição*  
*2º semestre - 2023*

*Aula\_5 – 28/08/2023*

*Noções de geometria esférica e  
elementos da esfera celeste*

*Gaia/ESA/DPAC*

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

*“Muitos tolos se perguntaram: por que as estrelas não caem do céu? Mas, vocês, instruídos pelos sábios, sabem que as estrelas não se movem para cima e para baixo. Apenas gravitam de leste para oeste seguindo a rota mais perfeita já criada: o círculo. Como o círculo reina no céu, as estrelas nunca caem e nunca cairão. Mas o que acontece aqui na Terra? Aqui os corpos caem, mas não em movimentos circulares, e sim, lineares! Agora eu vos pergunto: Qual mistério imaginam existir nas profundezas da Terra para que, cada pessoa, animal ou objeto permaneça aqui na Terra e não se perca pelos ares?” – Hipátia*

**Quais as características principais do modelo de Universo  
aceito na época de Hipátia?**

# *Universo Geocêntrico*

## *Terra esférica e imóvel no centro*

*altas esferas ⇒ mundo perfeito*  
*éter e movimento circular e uniforme*

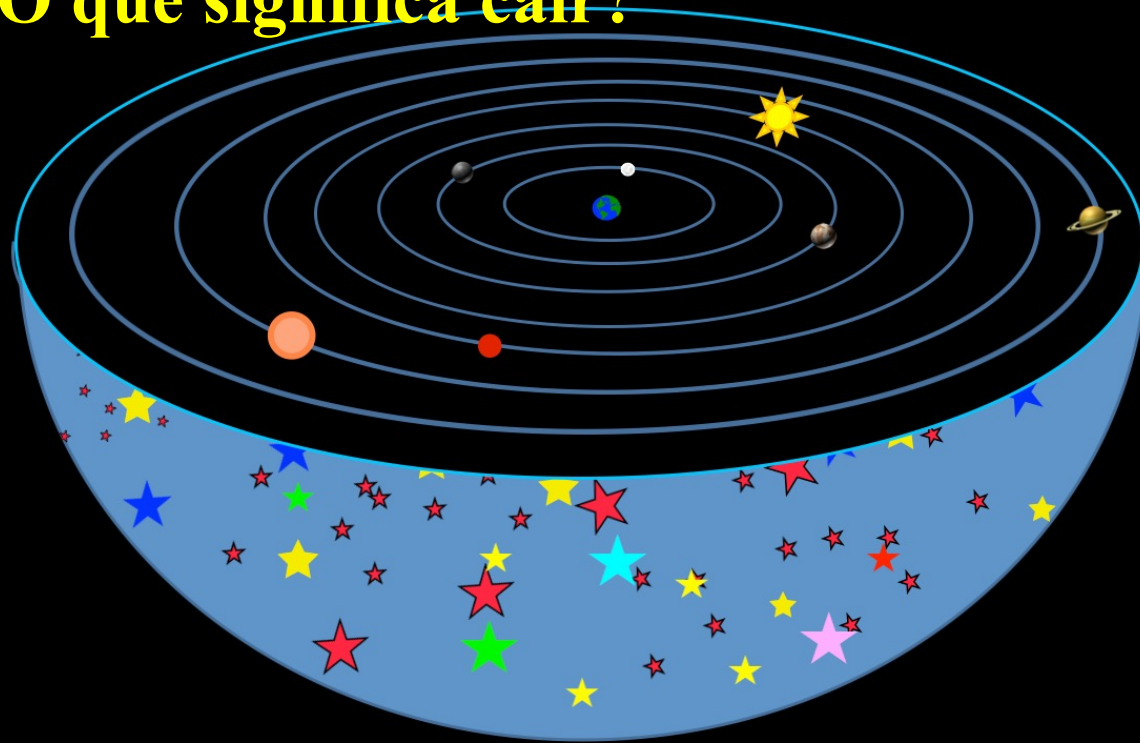
*sub-lunar ⇒ mundo imperfeito*  
*água, terra, ar e fogo e movimento qualquer*



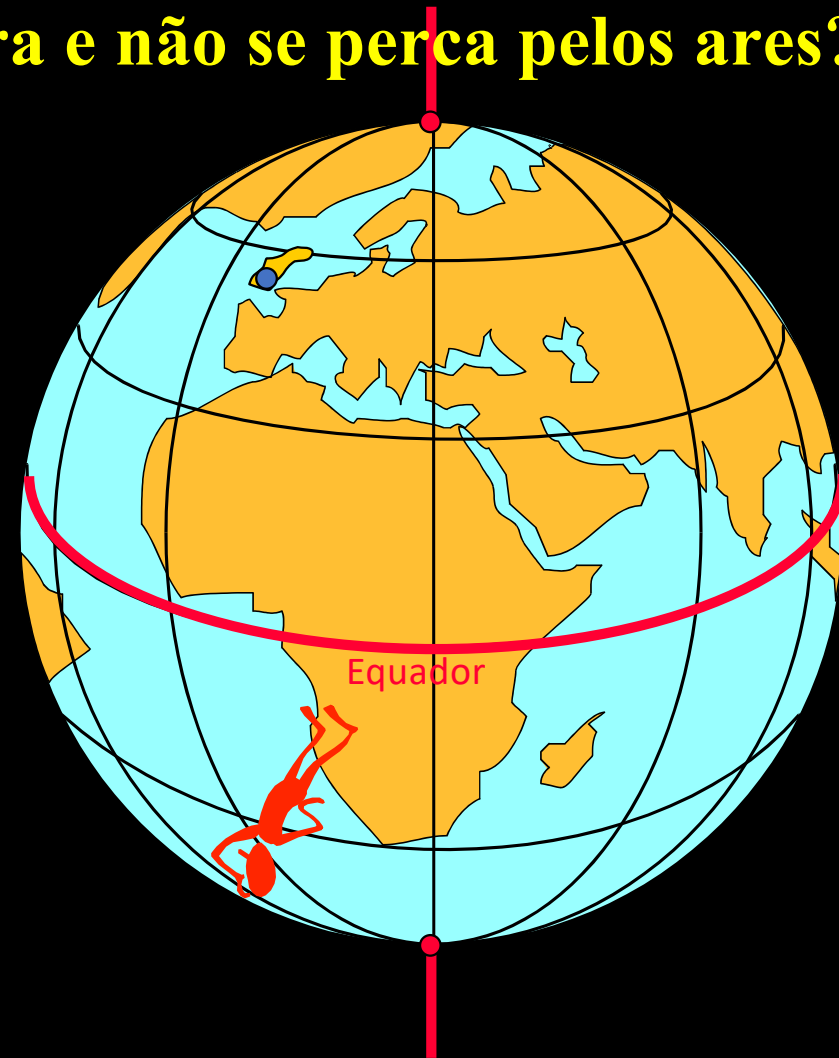
**Por que as estrelas não caem do céu?**

**Por que aqui na Terra os corpos caem?**

**O que significa cair?**

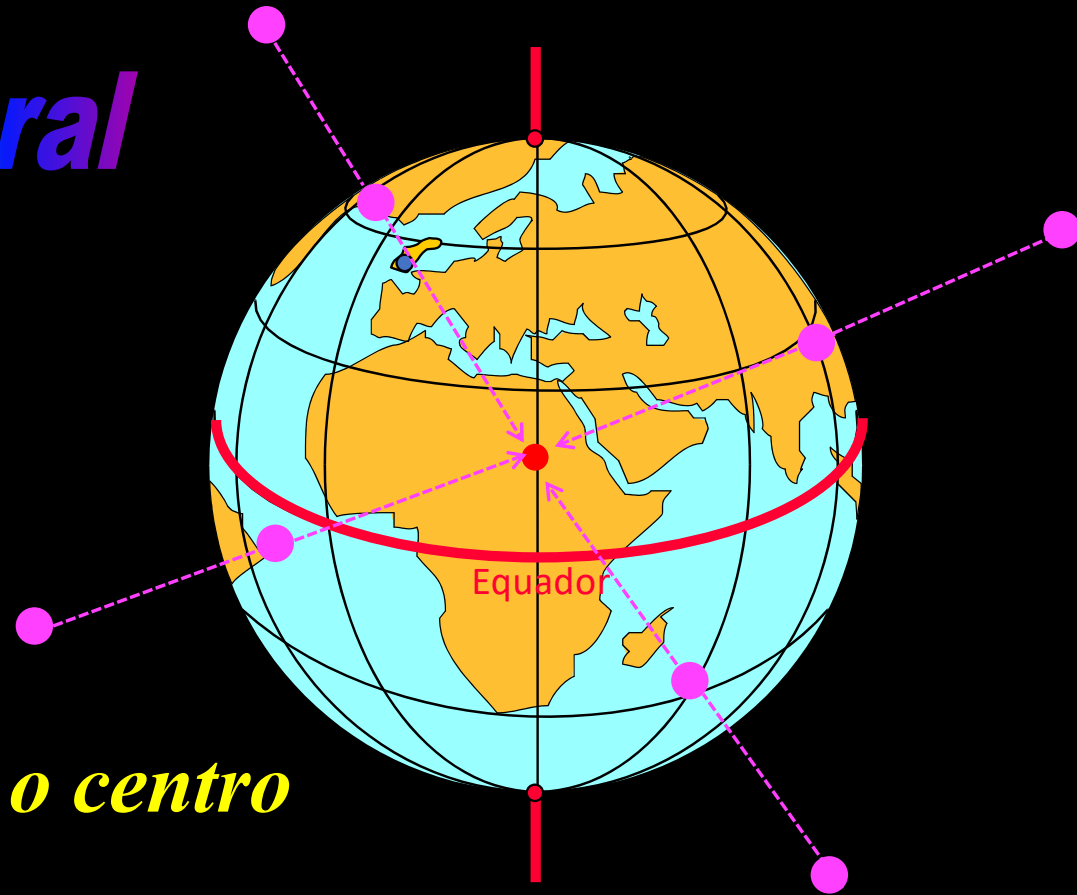


**Qual o mistério para que cada pessoa, animal ou objeto permaneça aqui na Terra e não se perca pelos ares?**



# *Aristóteles (384 – 322 a.C.)*

*lugar natural*



*cair ⇒ ir para o centro*

# Newton (1642-1727)



*Por que a Lua  
não cai?*



**Hipátia: “Estive pensando em algo que me disse no dia em que criticou o mecanismo celeste, chamando-o de arbitrário.”**

**Orestes: “Na verdade, eu criticava Ptolomeu por complicar tudo com epiciclos, mas talvez seja meu pensamento simplista.”**

**Hipátia: “O céu deveria ser simples! E se houvesse uma explicação mais simples para os errantes...”**

**Personagem oculto: “Existe, mas é tão absurda, tão antiga, que ninguém acredita. . .**

**Aristarco argumentou que a Terra se move. O estranho comportamento dos errantes é apenas uma ilusão de óptica causada pelo nosso movimento em combinação com o deles ao redor do Sol.”**

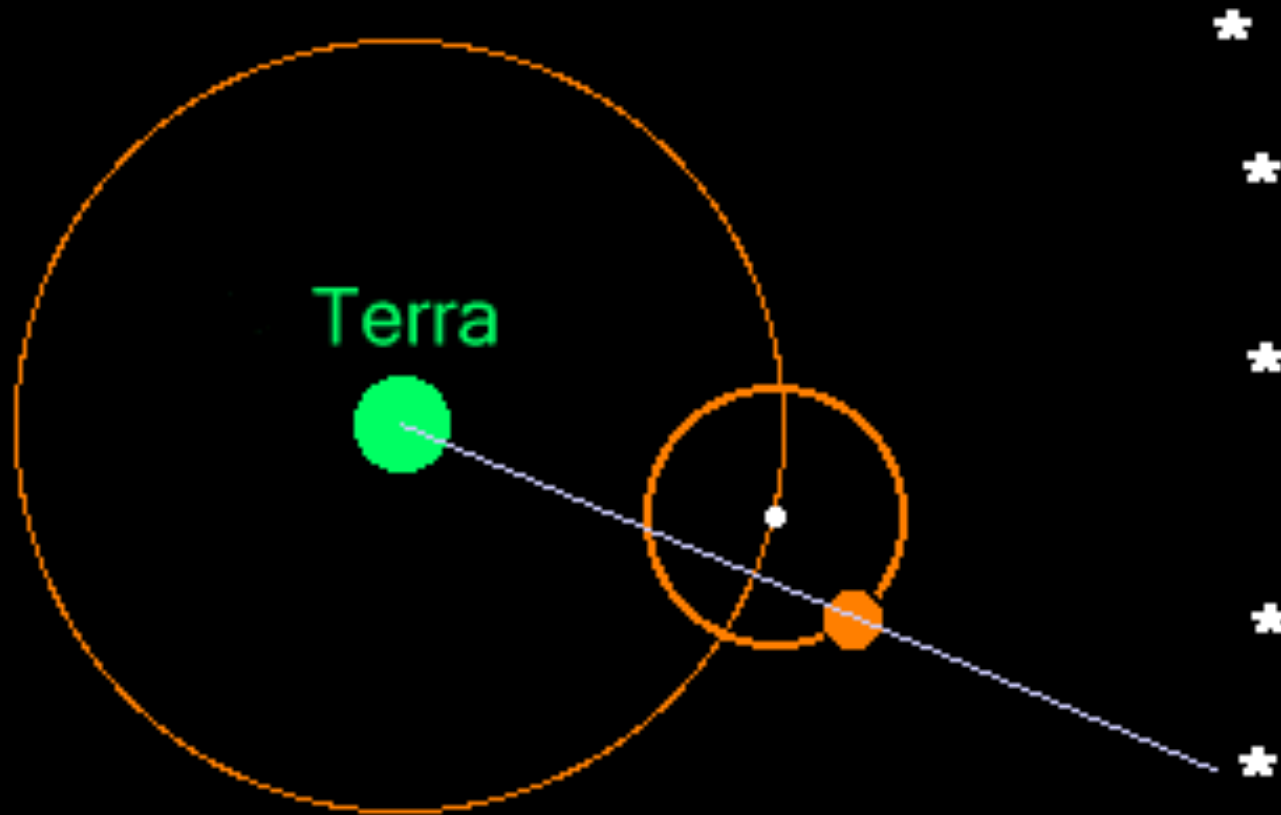
**Qual fenômeno observacional não pode ser explicado  
pelo modelo de Aristóteles? Como Ptolomeu tentou  
superar essa dificuldade?**

# *Ptolomeu (90 – 168 d.C.)*

laçadas planetárias



*laçadas dos planetas:  
epiciclos e deferentes*



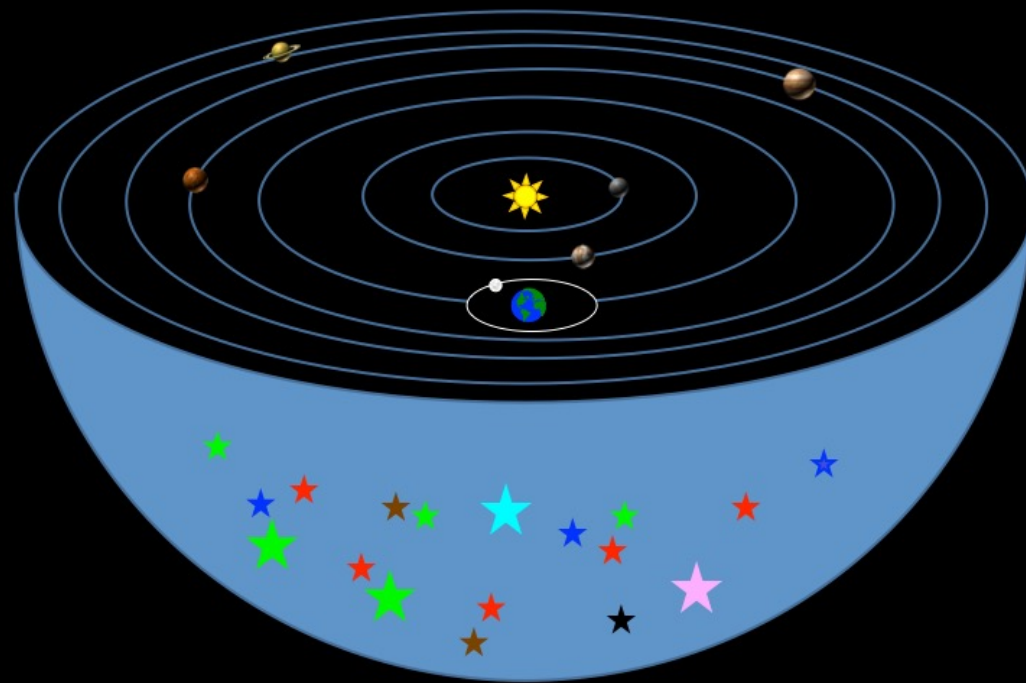
# *modelo x observação*



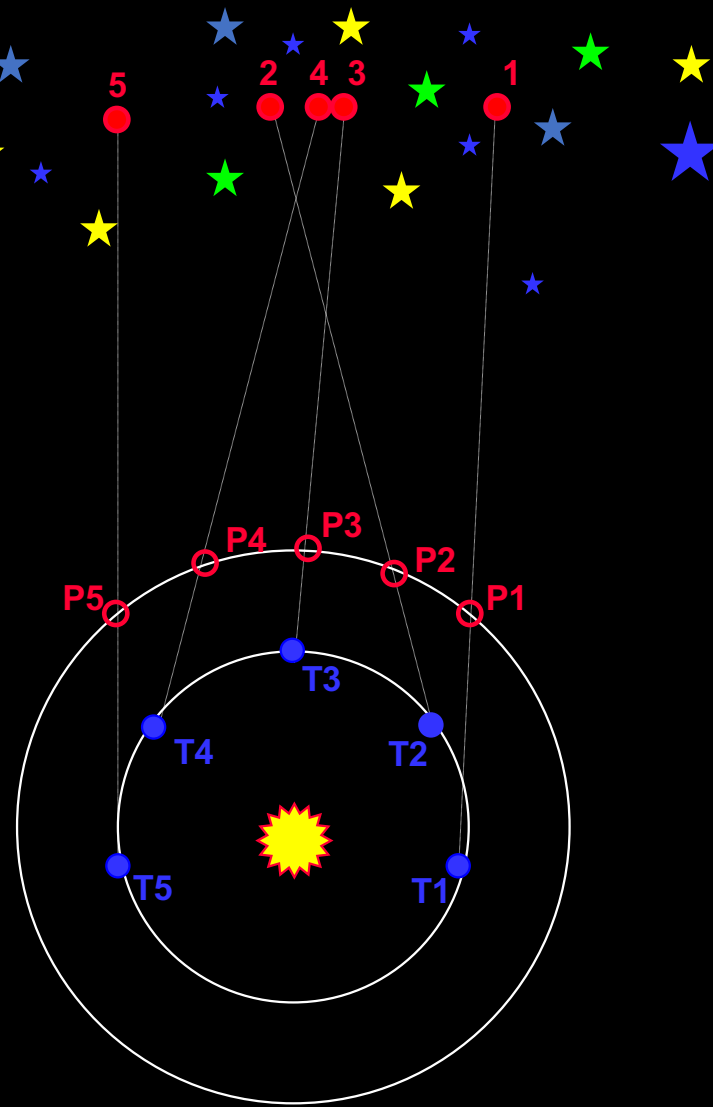
# *Universo Heliocêntrico*

*Sol imóvel no centro*

*Terra em movimento*



# *E as laçadas?*



# *modelo x observação*





**Davos (escravo de Hipátia): “Se a Terra está se movendo, toda vez que derrubamos um objeto ele deveria cair mais para trás...” Como podemos refutar a hipótese de Davos com a física que conhecemos?**

**Cena do barco - Hipátia: “O saco caiu no mesmo lugar como se o barco estivesse parado”.**

**Se soltarmos uma bola de boliche do alto de uma torre (Eiffel, por exemplo - pouco mais de 300 m de altura), onde ela cairá?**

**Comente a frase atribuída ao personagem Orestes: “Ptolomeu não é perfeito, mas funciona.” Como a visão de Ptolomeu se relaciona com ideia de universo que a antiga sociedade grega possuía? Por que esta visão era tão amplamente aceita?**

**A visão de Aristarco (310 a.C. - 230 a.C.), que defendia um pré-modelo Heliocêntrico, foi reapresentada no século XVI por Nicolau Copérnico. Por que demorou tanto tempo para que as ideias inicialmente discutidas por Aristarco voltassem à cena?**

**Se diversas explicações para os mesmos fenômenos são formuladas ao longo do tempo, como podemos ter certeza se, atualmente, a Ciência oferece respostas que não serão negadas no futuro?**

**Hipátia: “Por que os errantes mudam seu brilho tão de repente? E o que é pior, por que o Sol muda de tamanho do verão para o inverno?”**

**Aspásius: “Porque talvez esteja mais perto algumas vezes, e mais longe outras.”**

**Seria possível que Hipátia ou qualquer de seus contemporâneos pudessem efetivamente verificar que a distância entre o Sol e a Terra varia entre o inverno e o verão?**

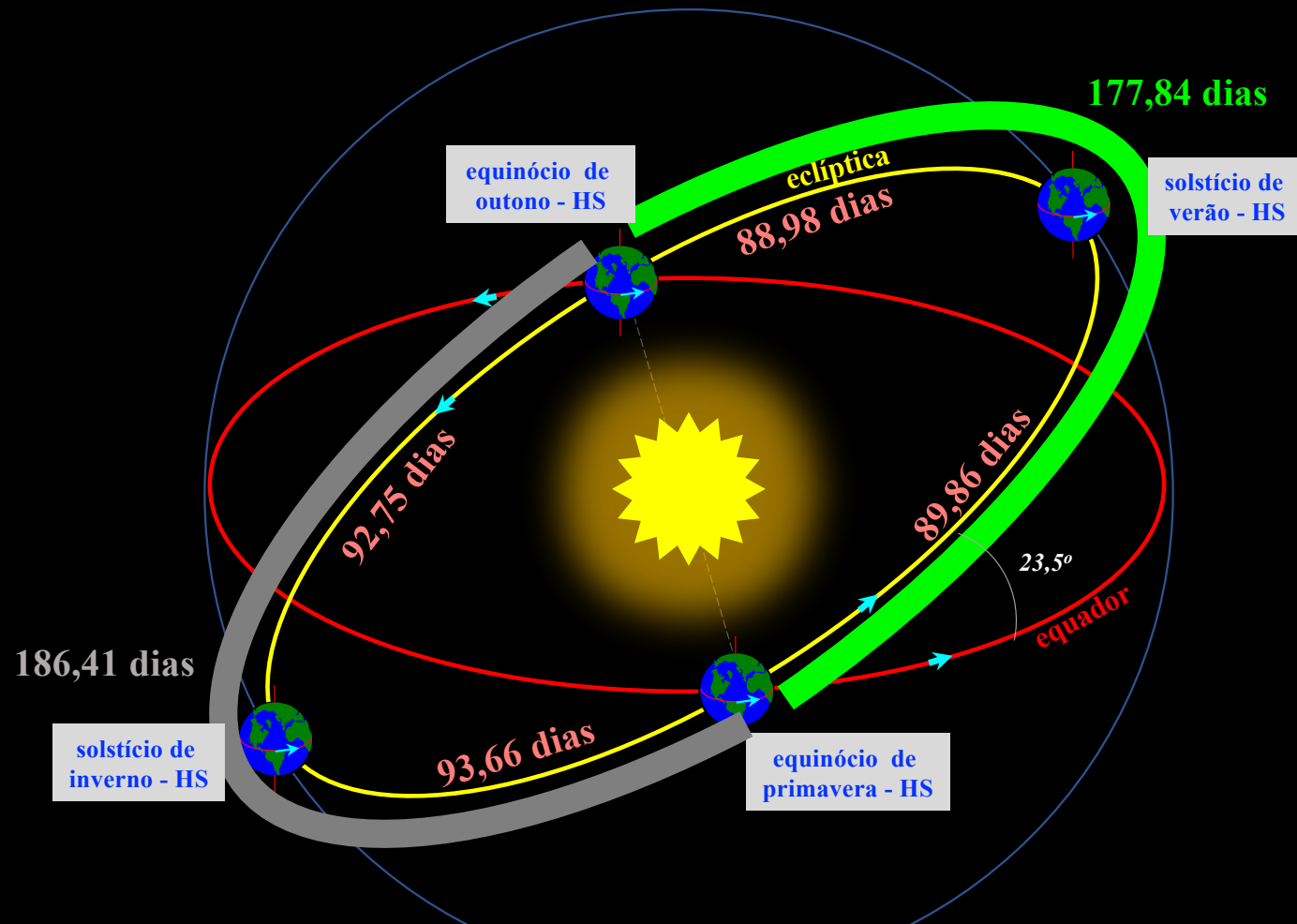
**Sabendo que Alexandria encontra-se no hemisfério norte da Terra, responda em que estação do ano para esta cidade o Sol estará mais próximo da Terra.**

**Se fosse possível perceber um aumento de tamanho aparente no Sol, por causa da alteração da distância Terra-Sol, então a que conclusão Hipátia chegaria?**

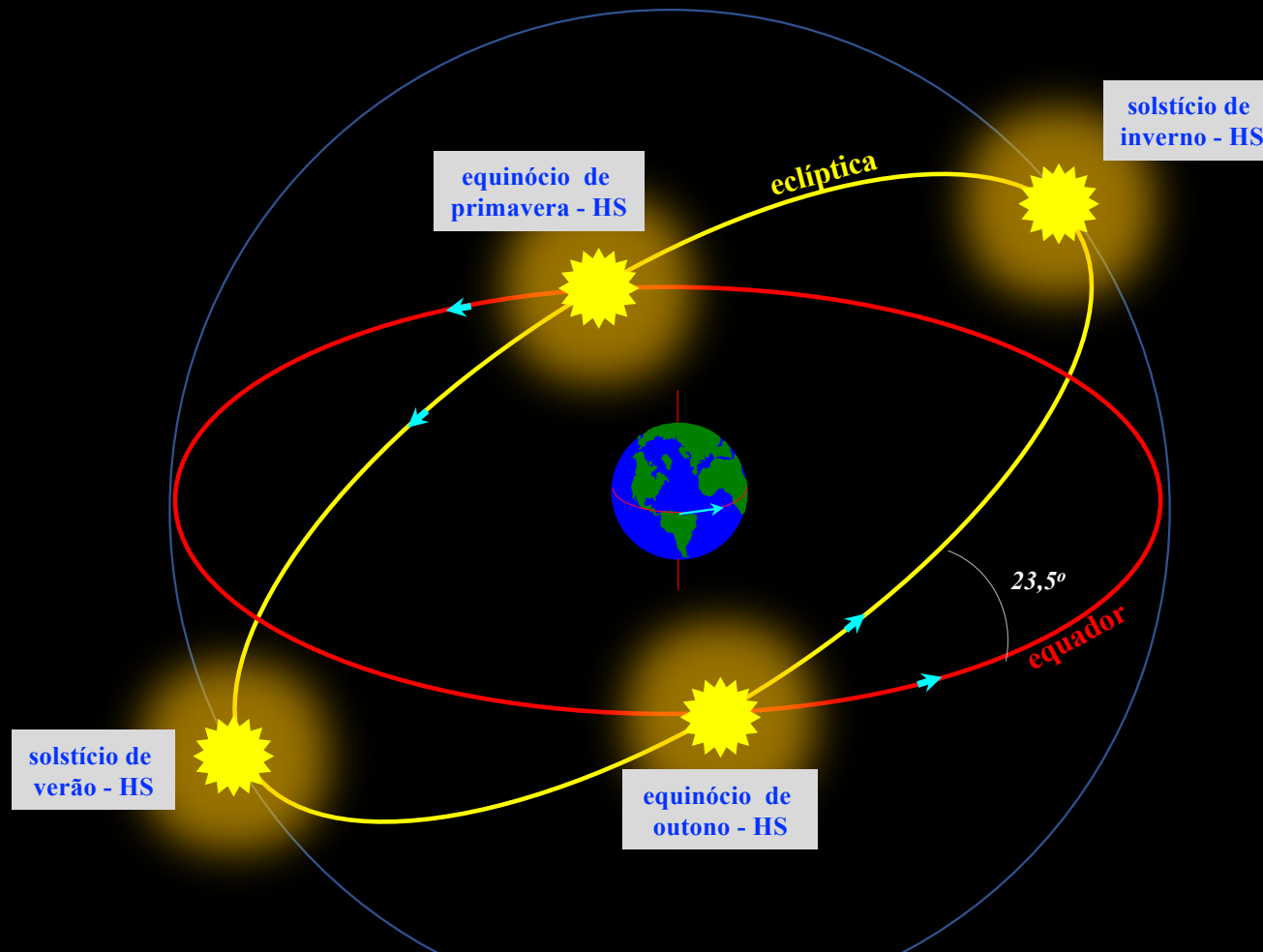
**Como podemos perceber que o movimento da Terra ao redor do Sol não é uniforme?**

**Cite um fenômeno (experiência, observação) na natureza que possamos associar ao inverno e/ou verão?**

# Estações do ano - durações



# *Estações do ano - durações*



**Por que as trajetórias dos planetas ao redor do Sol não são circulares?  
Poderiam ser?**

