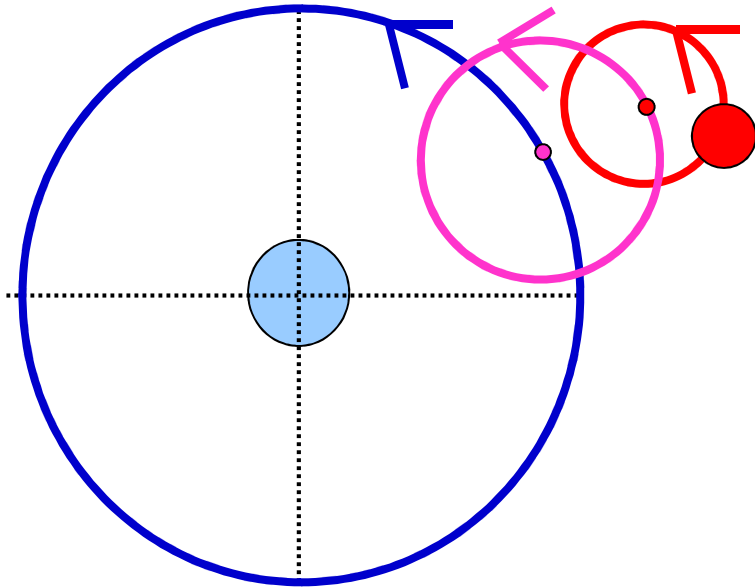


Problemas com o modelo de Ptolomeu.



- Apesar do seu imenso sucesso, o sistema de Ptolomeu teve que ser adaptado à medida que observações mais precisas eram feitas.

- Uma saída comum era “adicionar epiciclos” para dar conta do movimento observado.

- Na verdade, é possível mostrar que, adicionando um número suficientemente grande de epiciclos, é possível descrever *qualquer* trajetória:

<https://www.youtube.com/watch?v=QVuU2YCwHjw>

- (É o equivalente de uma “série de Fourier” para uma curva contínua).

- No séc. XVI, o número de epiciclos adicionados era tão grande que tornava o modelo de Ptolomeu impraticável.

Nicolau Copérnico (1473-1543)

-Matemático e astrônomo, viveu na Prússia (atual Polônia).

-Filho de um rico mercador de cobre, teve uma educação formal que incluiu um doutorado em direito canônico

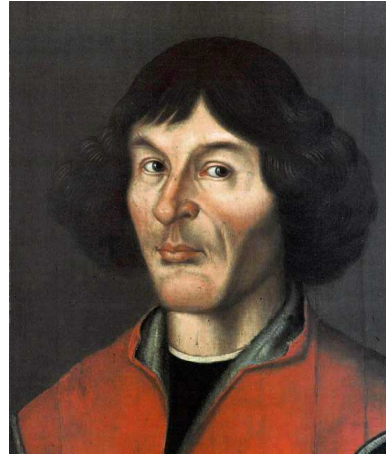
-Tratado (1543):

De revolutionibus orbium coelestium –
(*Das revoluções das esferas celestes*)

-Segundo Arthur Koestler (em “The Sleepwalkers”), é o “livro que ninguém leu”: menos de 1000 cópias vendidas em 300 anos.

- Livro bastante denso e com várias falhas e imprecisões (algumas das quais identificadas pelo próprio Copérnico ainda em vida).

- Ainda evoca conceitos Aristotélicos (como esferas celestes e órbitas circulares) mas retoma o sistema heliocêntrico proposto por Aristarco de Samos (embora não o mencione explicitamente).



http://en.wikipedia.org/wiki/Nicolaus_Copernicus



Da revolução das esferas celestes.

- Hipóteses do sistema Coperniano:

- 1. Não há um centro único para todas as esferas e círculos celestes.*
- 2. O centro da Terra não é o centro do Universo mas apenas o da gravidade e da esfera lunar.*
- 3. Todas as esferas giram em torno do Sol, como se ele estivesse em seu ponto médio: portanto, o centro do Universo está perto do Sol.*
- 4. A razão entre a distância da Terra ao Sol e a altura do firmamento (a esfera celeste mais afastada, que contém as estrelas) é muito menor que a razão entre o raio da Terra e a sua distância ao Sol, de modo que a distância da Terra ao Sol é imperceptível em comparação à altura do firmamento.*

Da revolução das esferas celestes.

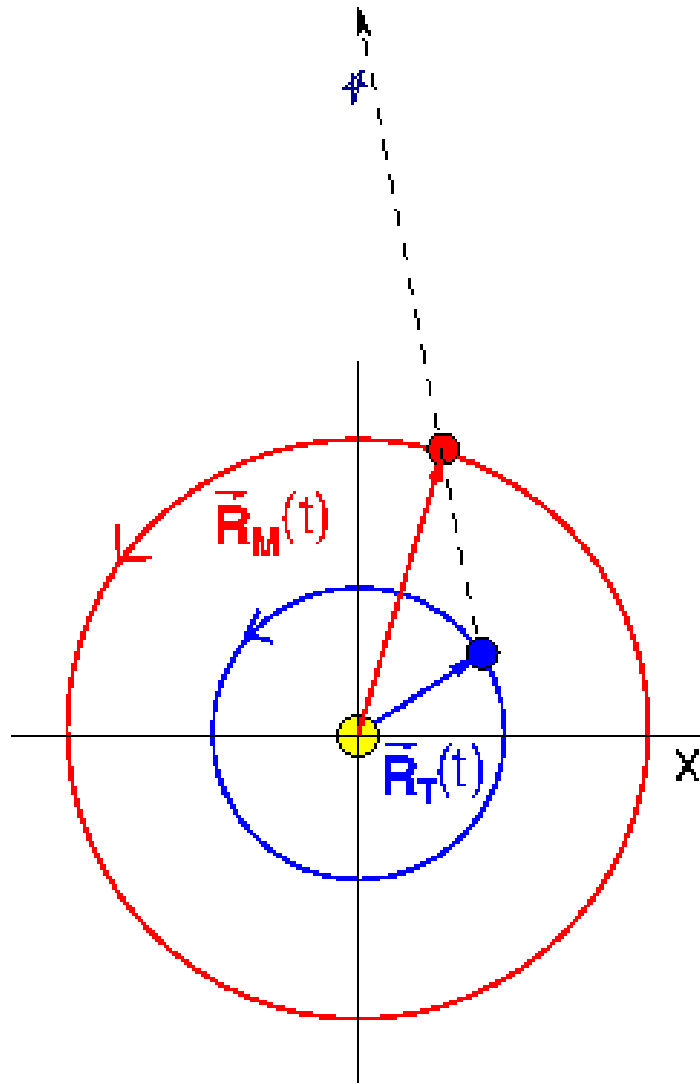
- Hipóteses (cont):

5. *Qualquer movimento aparente do firmamento advém não do movimento do firmamento mas do movimento da Terra. A Terra, em conjunto com seus elementos circunjacentes faz uma rotação completa em seus pólos fixos em um movimento diário, enquanto que o firmamento e os céus permanecem imutáveis.*

6. *O que aparentam ser movimentos do Sol provém não de seu movimento mas do movimento da Terra e de nossa esfera, a qual gira em torno do Sol como qualquer outro planeta. A Terra tem, assim, mais de um movimento.*

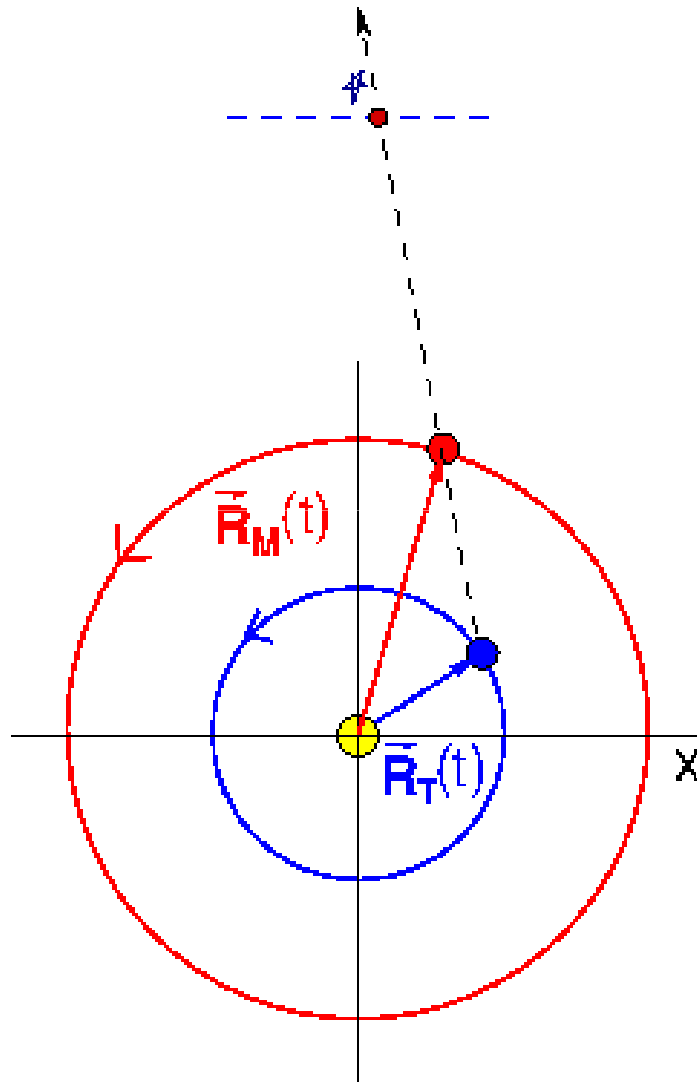
7. *O aparente movimento retrógrado e progressivo dos planetas provém não do seu movimento mas do movimento da Terra. O movimento da Terra apenas, portanto, é suficiente para explicar tantas desigualdades no céu.*

Movimento retrógrado dos planetas.



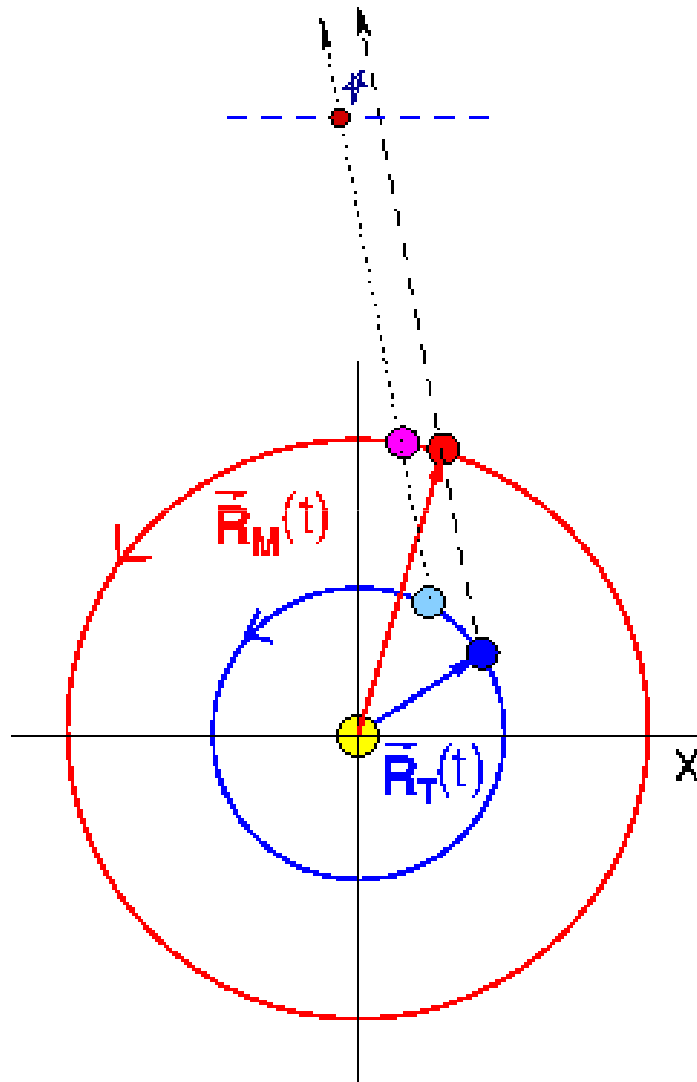
7. O aparente movimento retrógrado e progressivo dos planetas provém não do seu movimento mas do movimento da Terra. O movimento da Terra apenas, portanto, é suficiente para explicar tantas desigualdades no céu.

Movimento retrógrado dos planetas.



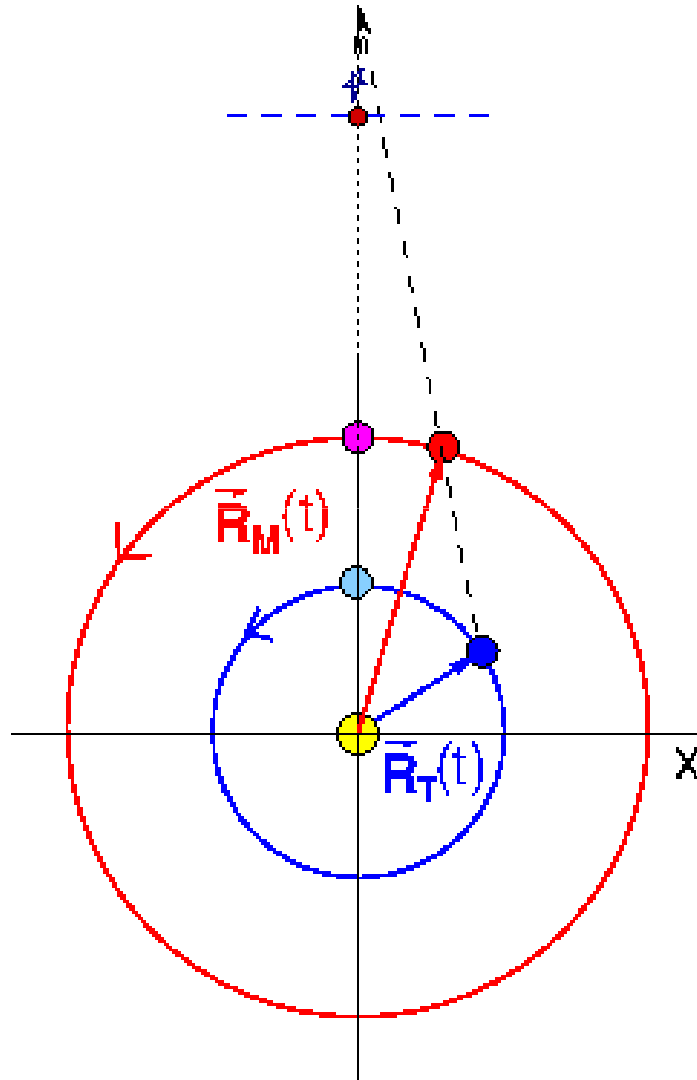
7. O aparente movimento retrógrado e progressivo dos planetas provém não do seu movimento mas do movimento da Terra. O movimento da Terra apenas, portanto, é suficiente para explicar tantas desigualdades no céu.

Movimento retrógrado dos planetas.



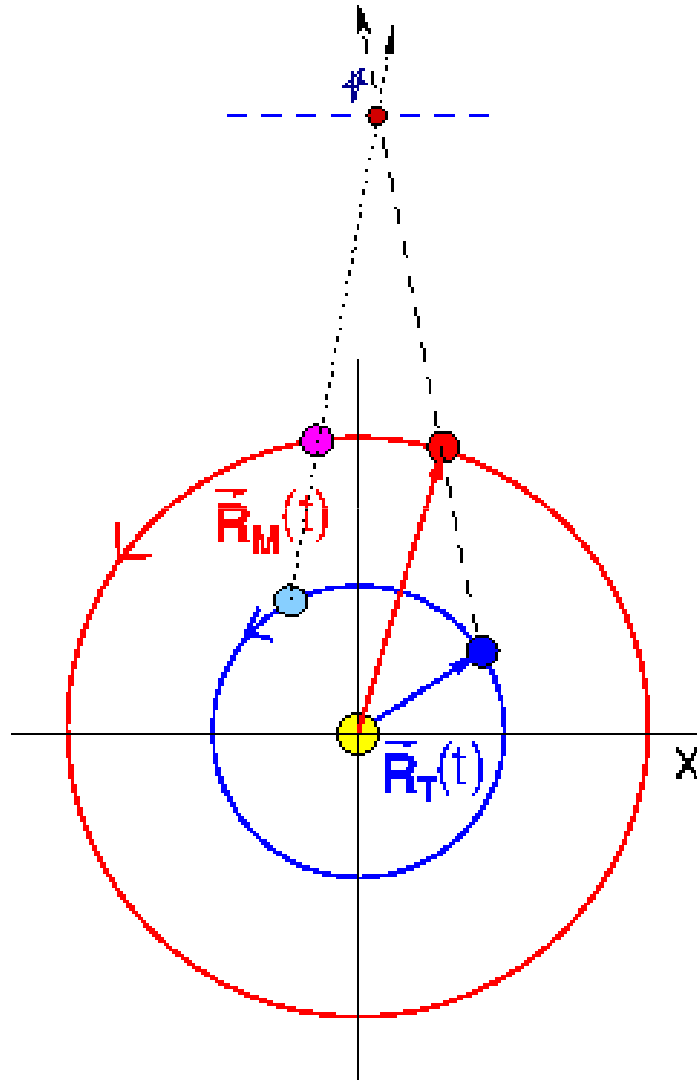
7. O aparente movimento retrógrado e progressivo dos planetas provém não do seu movimento mas do movimento da Terra. O movimento da Terra apenas, portanto, é suficiente para explicar tantas desigualdades no céu.

Movimento retrógrado dos planetas.



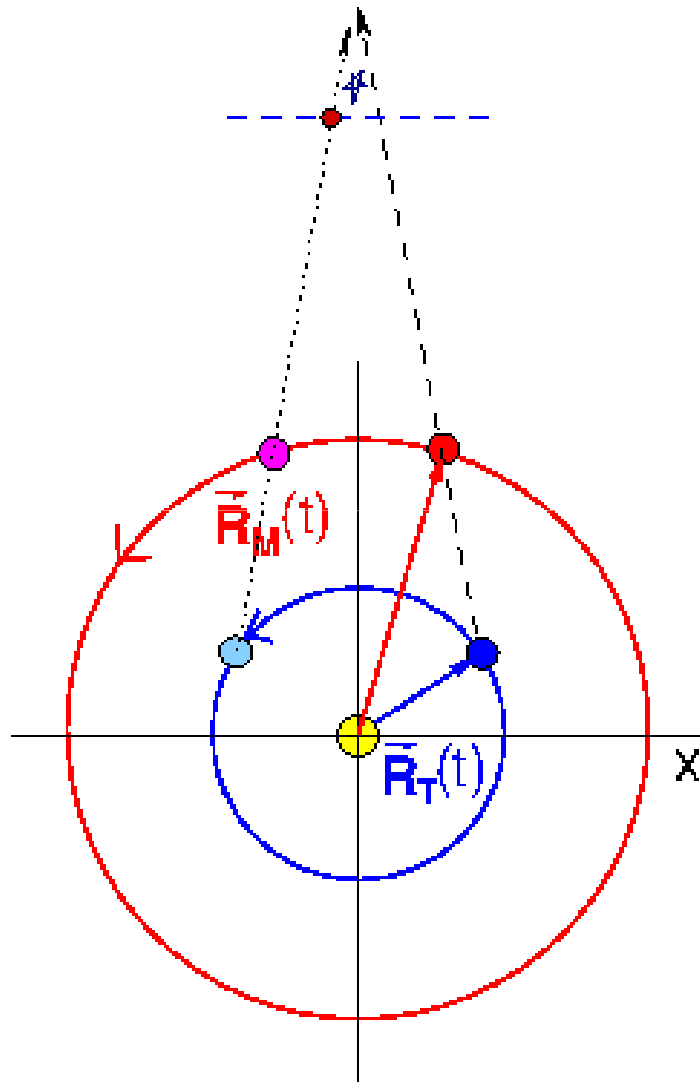
7. O aparente movimento retrógrado e progressivo dos planetas provém não do seu movimento mas do movimento da Terra. O movimento da Terra apenas, portanto, é suficiente para explicar tantas desigualdades no céu.

Movimento retrógrado dos planetas.



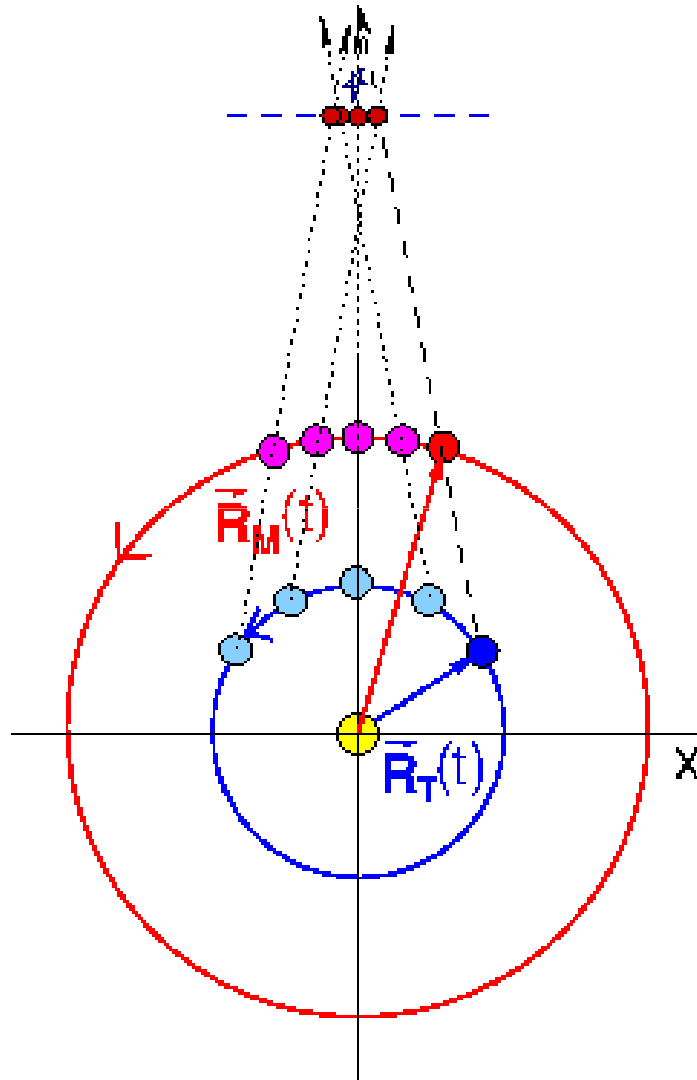
7. O aparente movimento retrógrado e progressivo dos planetas provém não do seu movimento mas do movimento da Terra. O movimento da Terra apenas, portanto, é suficiente para explicar tantas desigualdades no céu.

Movimento retrógrado dos planetas.



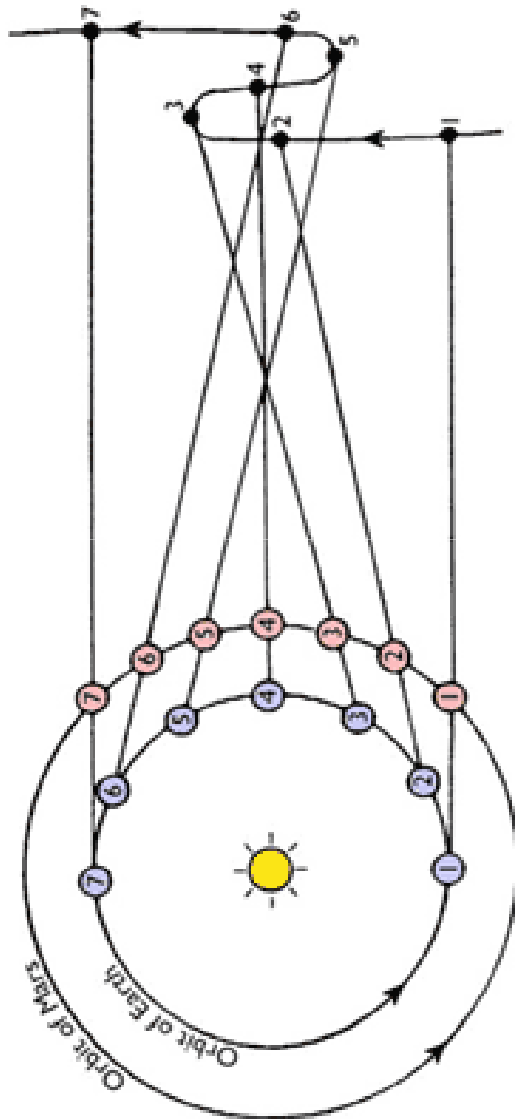
7. O aparente movimento retrógrado e progressivo dos planetas provém não do seu movimento mas do movimento da Terra. O movimento da Terra apenas, portanto, é suficiente para explicar tantas desigualdades no céu.

Movimento retrógrado dos planetas.



7. O aparente movimento retrógrado e progressivo dos planetas provém não do seu movimento mas do movimento da Terra. O movimento da Terra apenas, portanto, é suficiente para explicar tantas desigualdades no céu.

Movimento retrógrado dos planetas.



7. O aparente movimento retrógrado e progressivo dos planetas provém não do seu movimento mas do movimento da Terra. O movimento da Terra apenas, portanto, é suficiente para explicar tantas desigualdades no céu.

Modelos de Ptolomeu (1:26) vs Copénico (2:16):

<https://www.youtube.com/watch?v=hhikvgDVcGY>

Ordem dos planetas (Copérnico).



<http://astro.unl.edu/naap/ssm/modeling2.html>

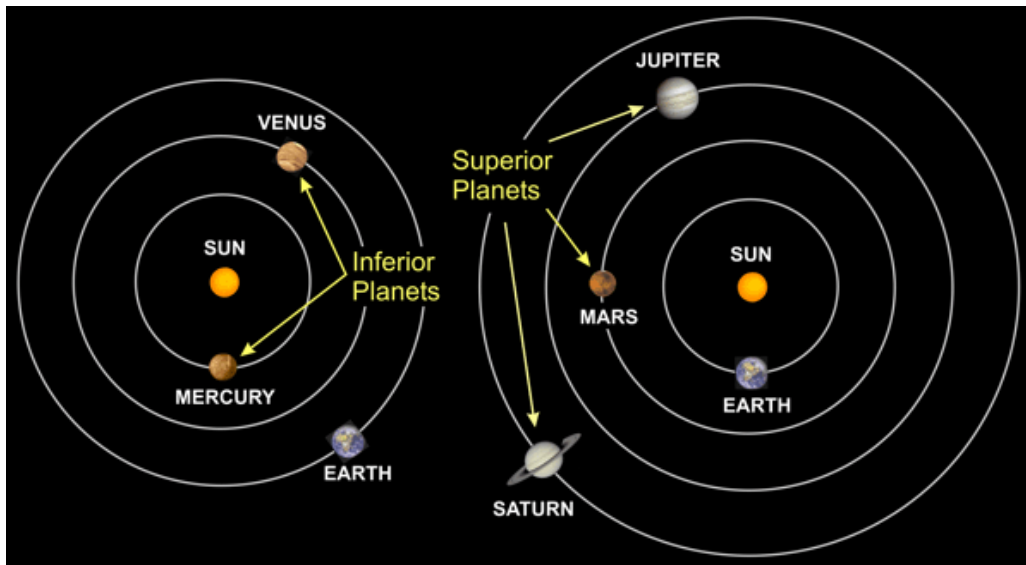
Com base em medidas das configurações planetárias (ângulo de elongação, conjunções, oposições), Copérnico conseguiu determinar a ordem dos planetas:

- **Planetas inferiores:** (entre a Terra e o Sol) Vênus e Mercúrio.

- **Planetas superiores:** (além da Terra): Marte, Júpiter e Saturno.

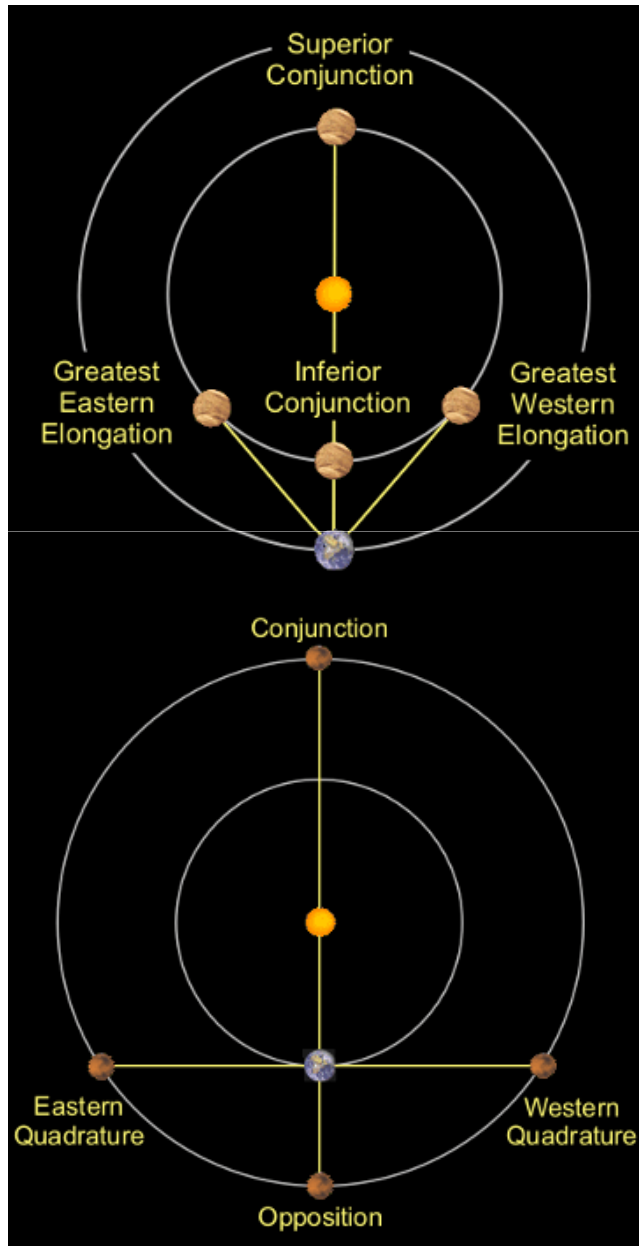
Link:

<http://astro.unl.edu/naap/ssm/modeling2.html>



Elongação máxima

<http://astro.unl.edu/naap/ssm/modeling2.html>



- A *elongação máxima* ocorre quando a separação angular entre o Sol e planeta (vistos da Terra) atinge o seu máximo.

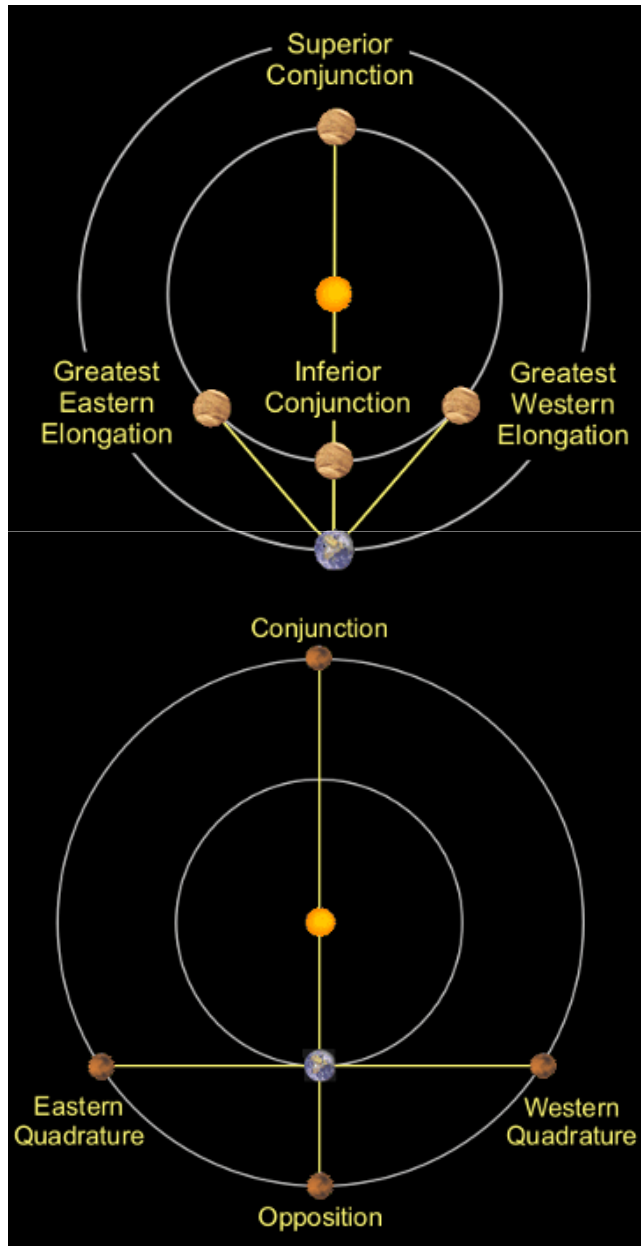
- **Planetas inferiores** (Vênus e Mercúrio):

- O ângulo de elongação máximo é necessariamente menor que 90° (Mostre!)

- **Planetas superiores:** O ângulo de elongação máximo pode chegar a 180°

<http://astro.unl.edu/naap/ssm/modeling2.html>

Conjunções



<http://astro.unl.edu/naap/ssm/modeling2.html>

- *Conjunções* ocorrem quando Terra-Planeta e Sol estão alinhados (tem a **mesma ascensão reta**) de modo que, vistos da Terra, o ângulo de elongação é próximo de zero.

- **Planetas inferiores** (Vênus e Mercúrio):

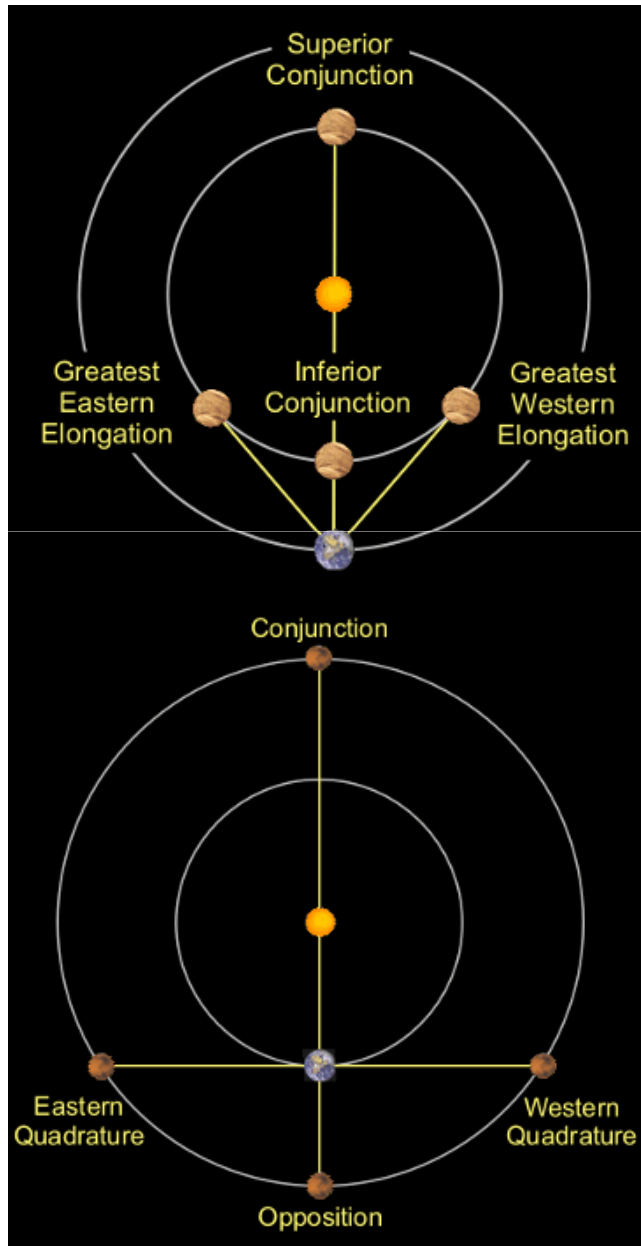
- *Conjunção inferior*: planeta está entre a Terra e o Sol.

- *Conjunção superior*: Sol está entre a Terra e o Planeta.

- **Planetas superiores**: (Marte, Júpiter, Saturno,...). Apenas a conjunção superior com Terra e Sol é possível.

<http://astro.unl.edu/naap/ssm/modeling2.html>

Oposições



<http://astro.unl.edu/naap/ssm/modeling2.html>

- *Oposições* ocorrem quando Terra-Planeta e Sol estão alinhados de modo que vistos da Terra, o ângulo de elongação é próximo de 180° .

- **Planetas inferiores** (Vênus e Mercúrio):

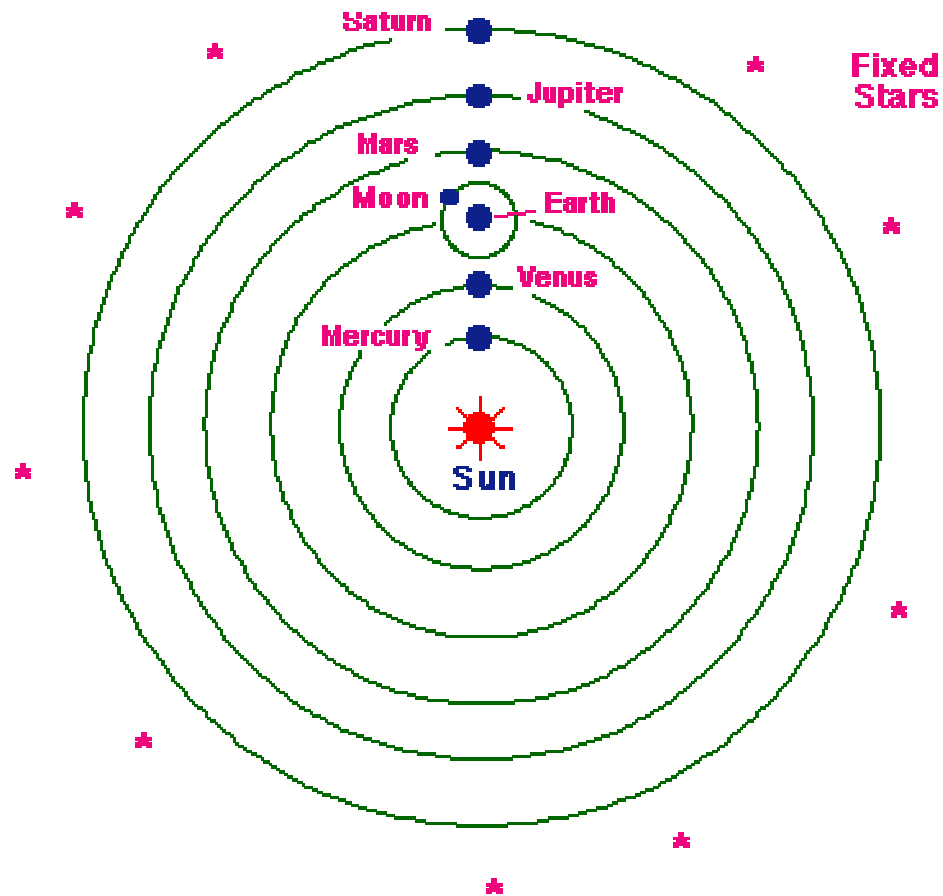
- ***Nunca estão em oposição***

- Logo, são sempre observados próximos ao Sol (ao amanhecer ou entardecer).

- **Planetas superiores:** (Marte, Júpiter, Saturno,...). Podem estar em oposição e são vistos no meio da noite.

<http://astro.unl.edu/naap/ssm/modeling2.html>

Ordem dos planetas (Copérnico).

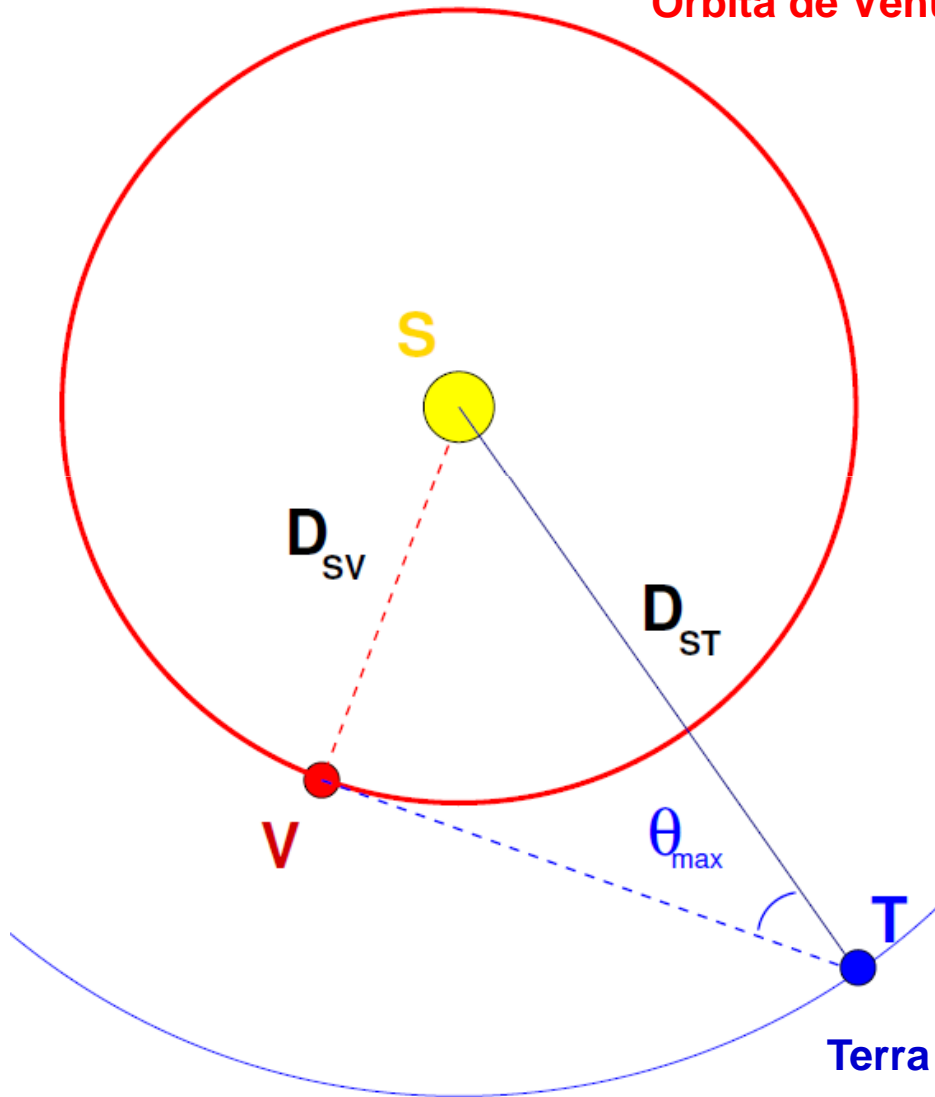


Com base em medidas das configurações planetárias (ângulo de elongação, conjunções, oposições), Copérnico conseguiu determinar a ordem dos planetas:

- **Planetas inferiores:** (entre a Terra e o Sol) Vênus e Mercúrio.
- **Planetas superiores:** (além da Terra): Marte, Júpiter e Saturno.

Tarefa 8: Elongação máxima.

Órbita de Vênus



- Considere a situação em Vênus está em elongação máxima em relação à Terra (vide figura).

- 1) Qual o ângulo $\hat{S}VT$ na situação de elongação máxima? **Justifique seu raciocínio** com diagramas/figuras.
- 2) Se o ângulo de elongação máxima de Vênus é $\theta_{max}=46^\circ$, calcule a razão D_{SV}/D_{ST} entre as distâncias Sol-Vênus e Sol-Terra.

Procedendo de maneira similar, Copérnico conseguiu determinar as distâncias relativas dos planetas.