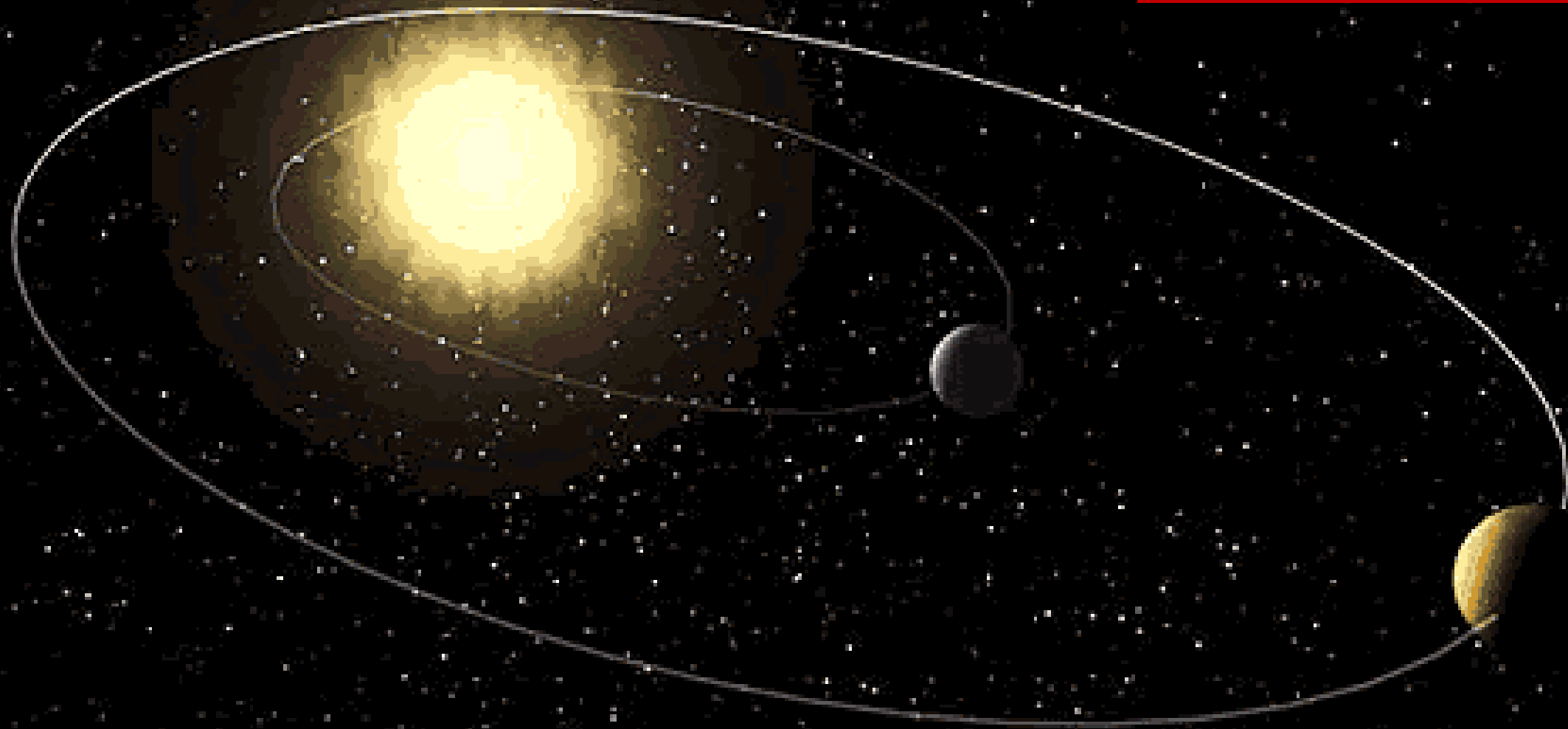


# Leis de Kepler

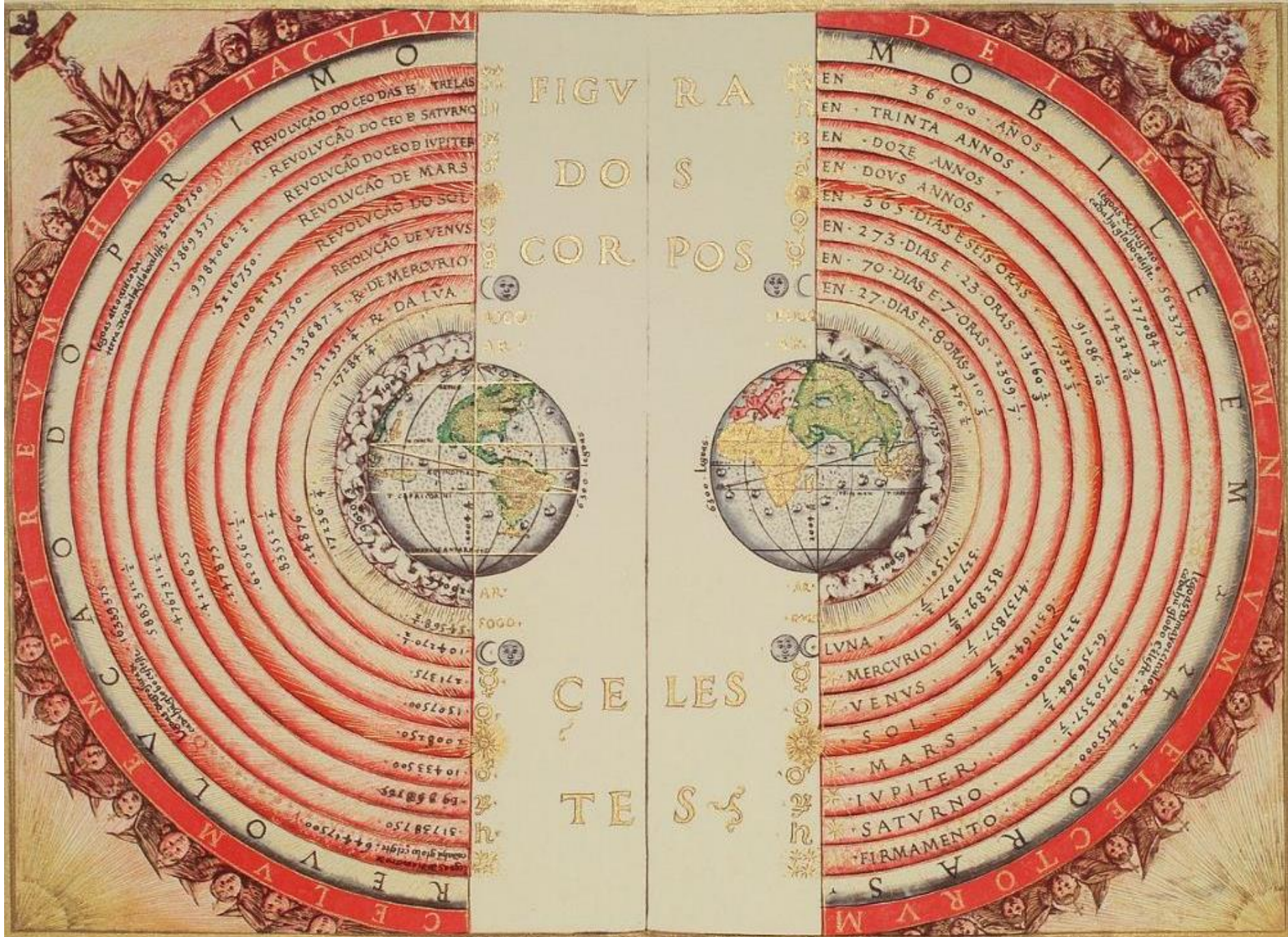


# Sistema Geocêntrico

## Grécia antiga

A Terra como centro geométrico do Universo.

- Lua
- Mercúrio
- Vénus
- Sol
- Marte
- Júpiter
- Saturno
- estrelas numa esfera exterior



[Imagem: Bartolomeu Velho (1568)]

## Sistema Geocêntrico

### Grécia antiga

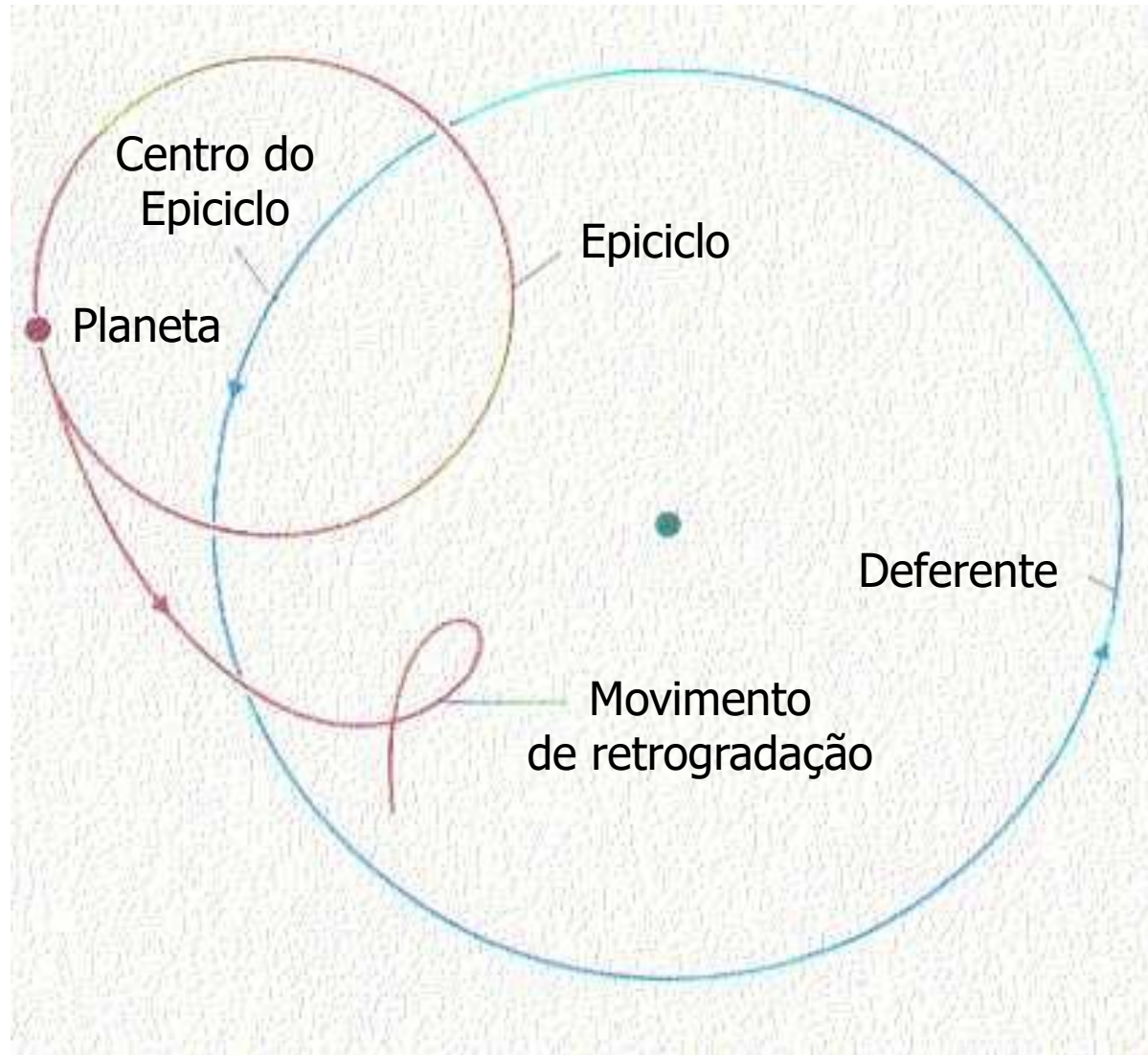
Não explica o movimento (retrógrado) dos planetas!



## Sistema Geocêntrico

### Ptolomeu

Usa **epiciclos** para explicar movimentos retrógrados de alguns planetas.



[Ptolomeu](#) (87-151).

# Sistema Heliocêntrico

## Aristarco de Samos

## Copérnico

Demonstrou que a Terra roda sobre si mesma.

Todos os planetas movem-se em redor do Sol (órbitas circulares!).

Mercúrio  
Vénus  
Terra  
    Lua  
Marte  
Júpiter  
Saturno



[Aristarco](#) (310-230 a.C.).



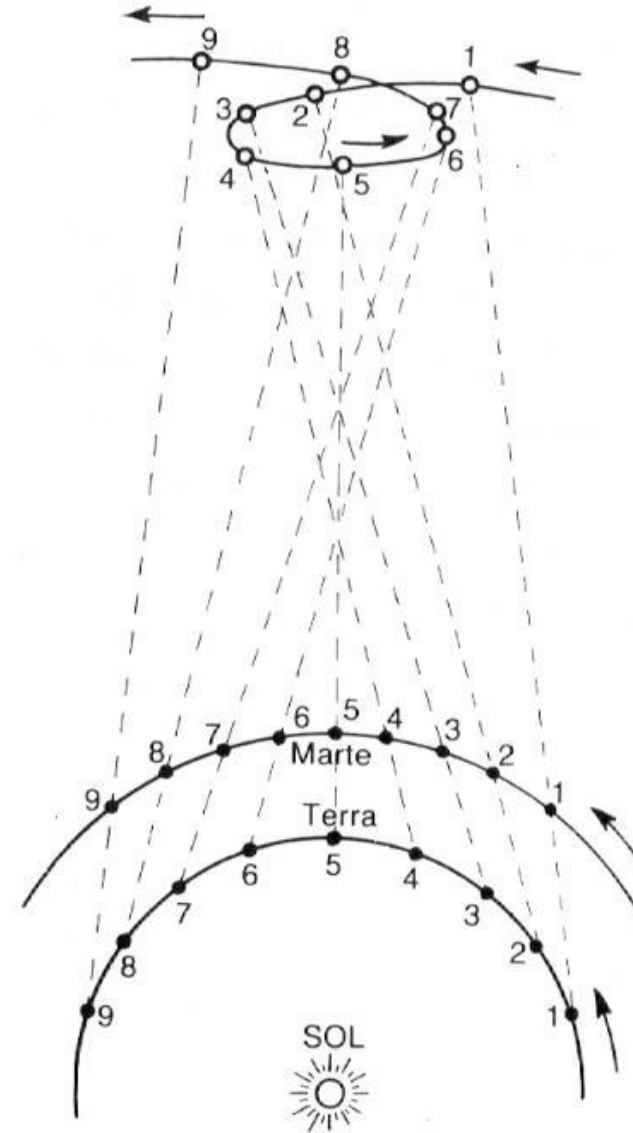
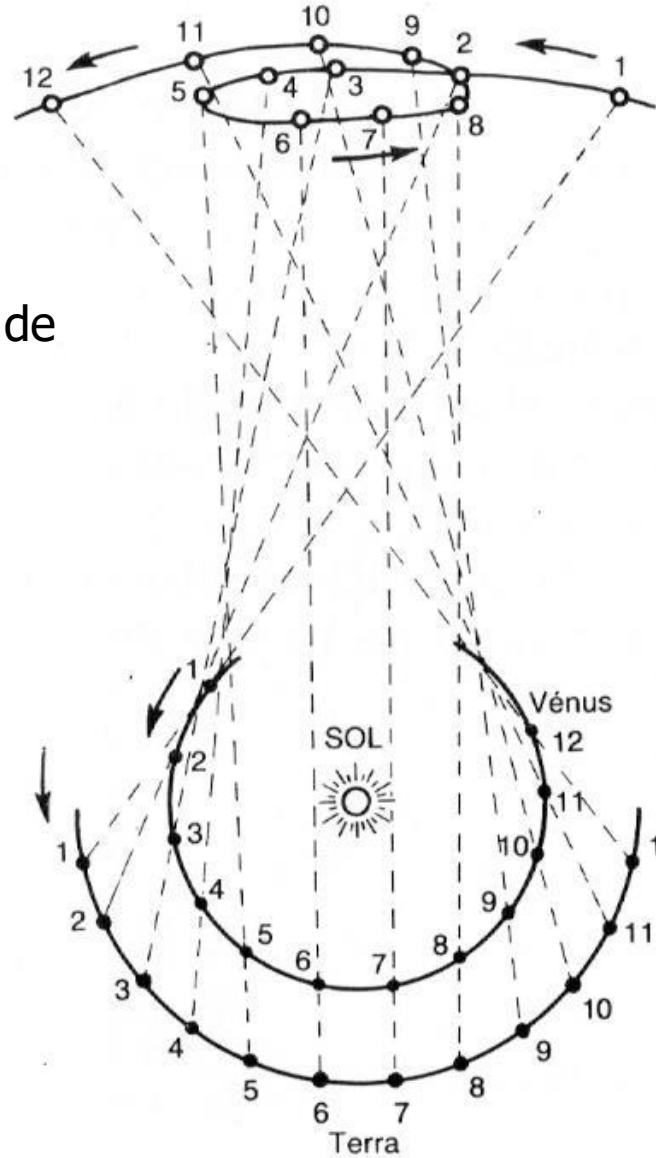
[Copérnico](#) (1473-1543).

# Sistema Heliocêntrico

Aristarco de Samos

Copérnico

Explicação da retrogradação de planetas!



Aristarco (310-230 a.C.).



Copérnico (1473-1543).

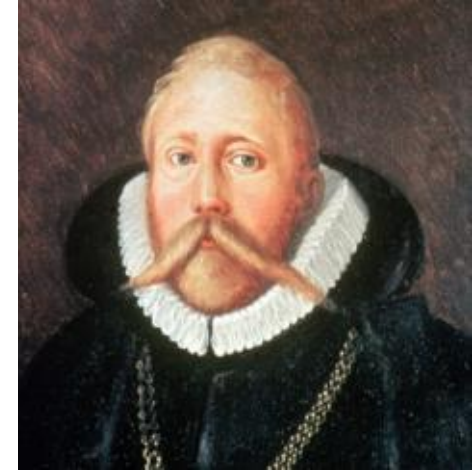
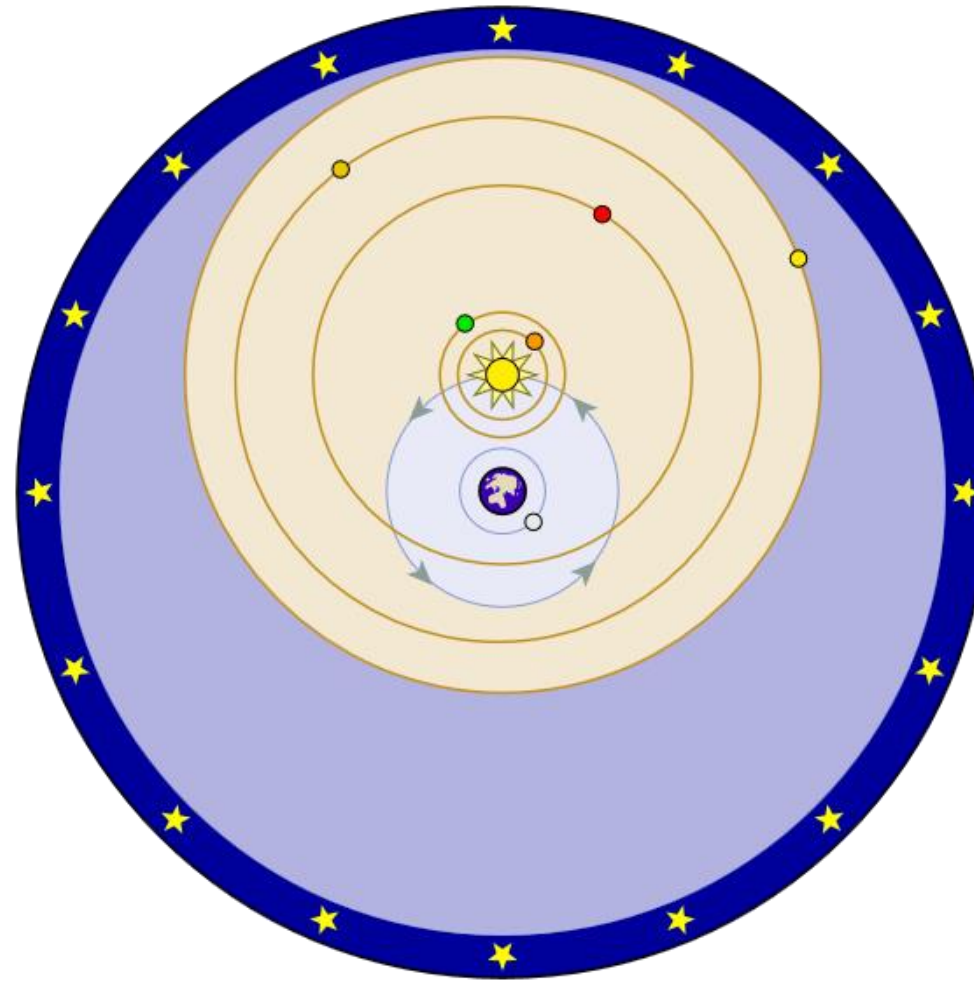
## Sistema de Tycho Brahe

**Tycho Brahe** defende um sistema intermédio geocêntrico-heliocêntrico.

O Sol e a Lua giram em torno da Terra;

Os restantes astros giram em torno do Sol.

Regista muitos dados mas não tem tempo de os tratar.



[Tycho Brahe](#) (1546-1601).

## Leis de Kepler

**Johannes Kepler** analisou durante mais de uma década os registos de Brahe...

... chegou à conclusão que o Sistema Heliocêntrico era o correto...

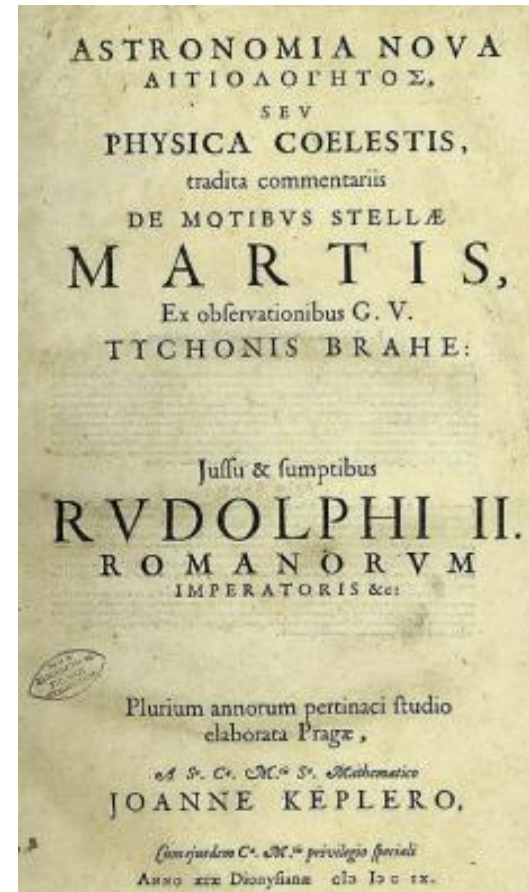
... formula três Leis:

Lei das **Eplises**

Lei das **Áreas**

Lei dos **Períodos**

(as primeiras duas foram publicadas, em **1609**, no *Astronomia Nova... De Motibus Stellae Martis* e a terceira, em **1610**, em *Harmonices Mundi*).



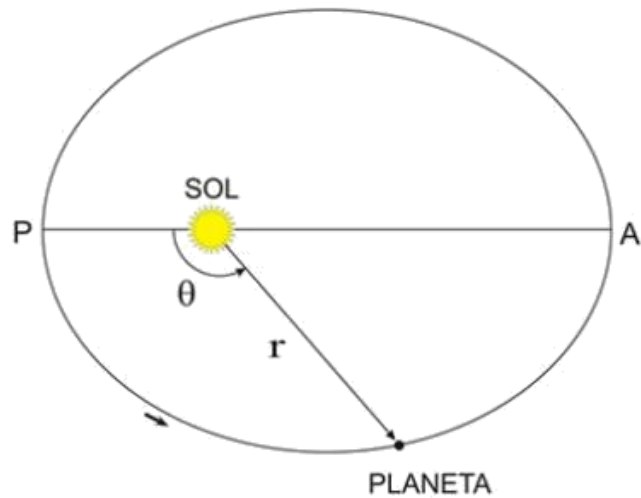
[Johannes Kepler](#) (1571-1630).



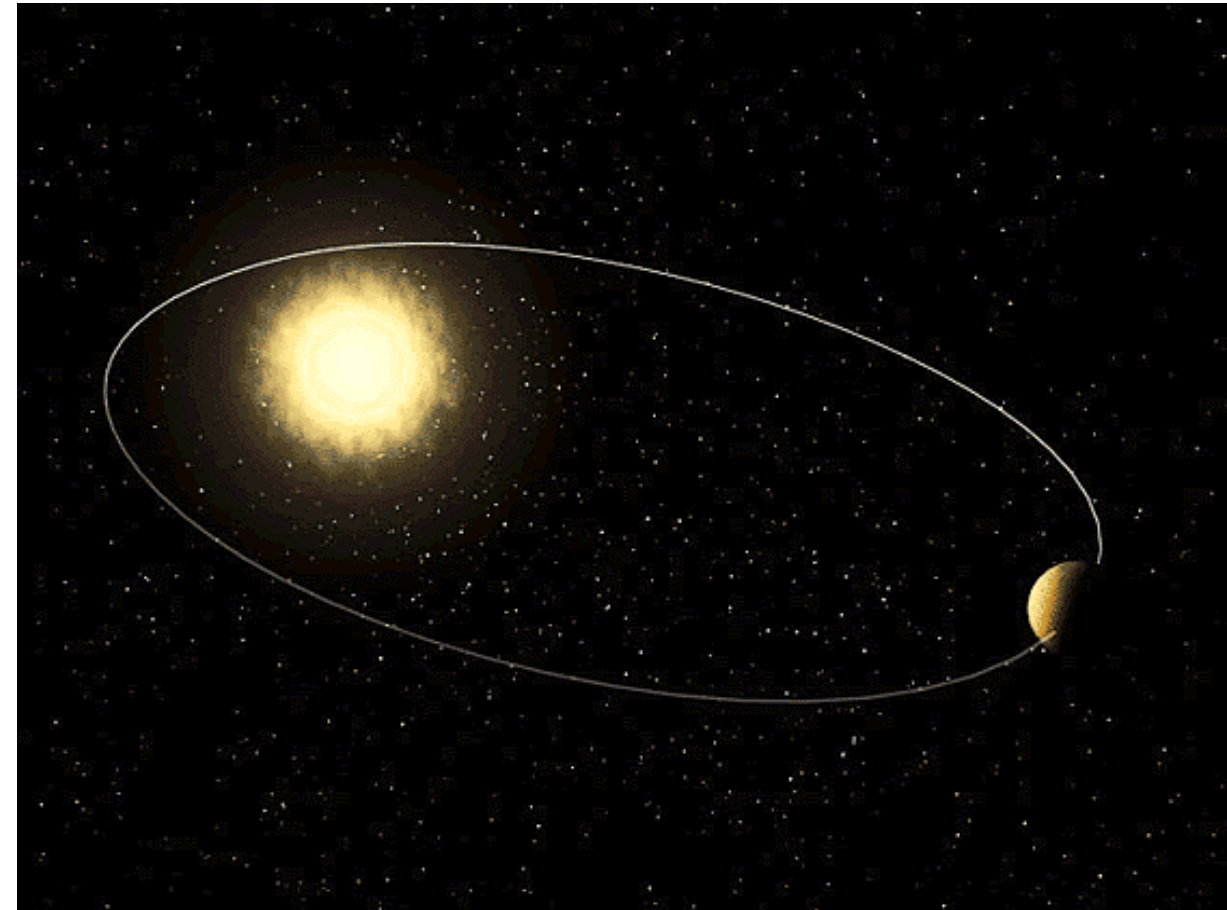
## Leis de Kepler

### 1ª Lei de Kepler – Lei das Elipses

O planeta em órbita em torno do Sol descreve uma elipse em que o Sol ocupa um dos focos.



[[1ª Lei de Kepler](#)]

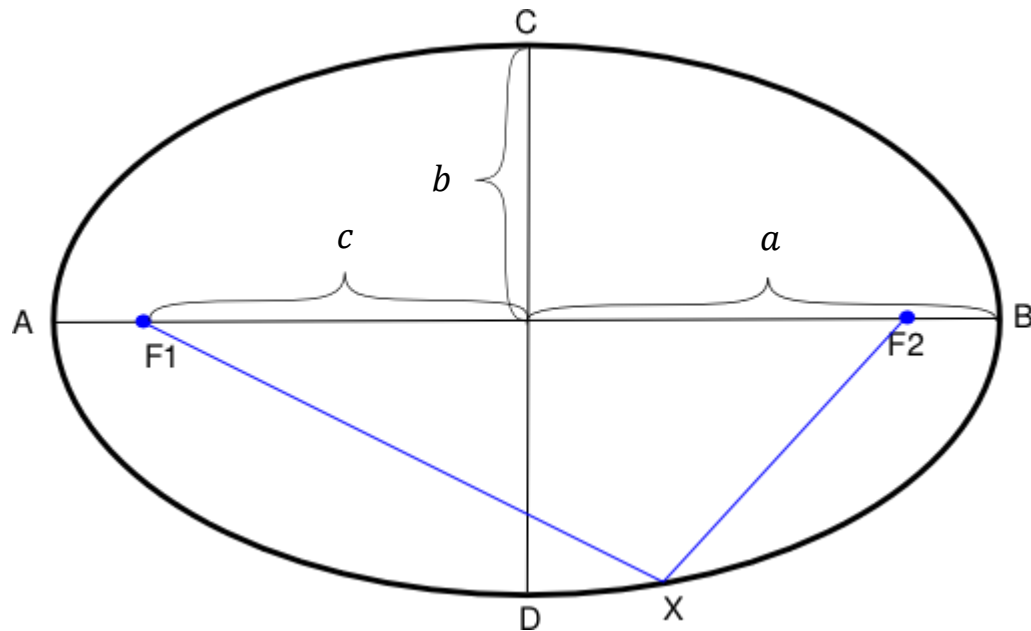


[Imagem: [www.wonderwhizkids.com](http://www.wonderwhizkids.com)]

# Leis de Kepler

## 1ª Lei de Kepler – Lei das Elipses

### Elipses



Excentricidade:  $e = \frac{c}{a}$

$e = 0 \Rightarrow$  circunferência (F1 e F2 coincidem)

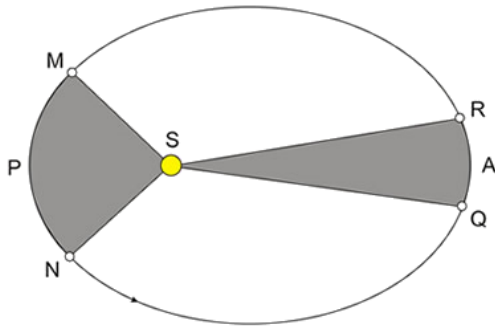
$e = 1 \Rightarrow$  segmento de reta (F1 e F2 a distância  $\infty$ )

Astro	Semi-eixo maior (ua)	Excentricidade	Período de translação	Velocidade orbital (km/s)
Mercúrio	0,387	0,2056	87,969 d	47,87
Vénus	0,723	0,0068	224,701 d	35,02
Terra	1,000	0,0167	365,256 d	29,79
Marte	1,524	0,0934	686,971 d	24,08
Júpiter	5,203	0,0484	11,870 A	13,07
Saturno	9,537	0,0542	29,477 A	9,69
Urano	19,19	0,0472	84,070 A	6,81
Neptuno	30,07	0,0113	164,90 A	5,43

## Leis de Kepler

### 2ª Lei de Kepler – Lei das Áreas

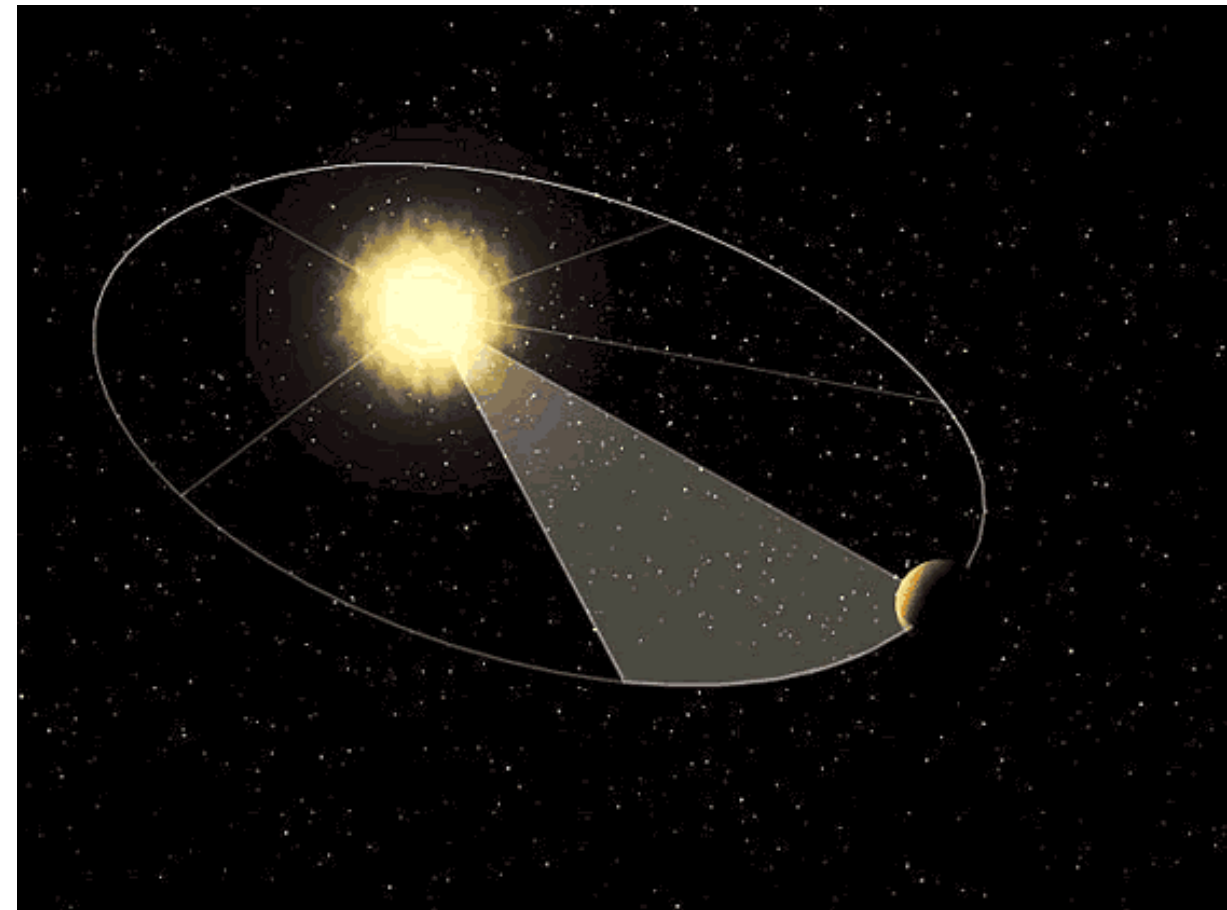
O vetor posição do planeta relativamente ao Sol varre áreas iguais da elipse em tempos iguais.



A **velocidade** com que um planeta se move é **diferente ao longo da sua órbita**.

No **periélio (P)** o planeta move-se **mais rapidamente** e no **afélio (A)** move-se **mais devagar**.

[[2ª Lei de Kepler](#)]



[Imagem: [www.wonderwhizkids.com](http://www.wonderwhizkids.com)]

## Leis de Kepler

### 3ª Lei de Kepler – Lei dos Períodos

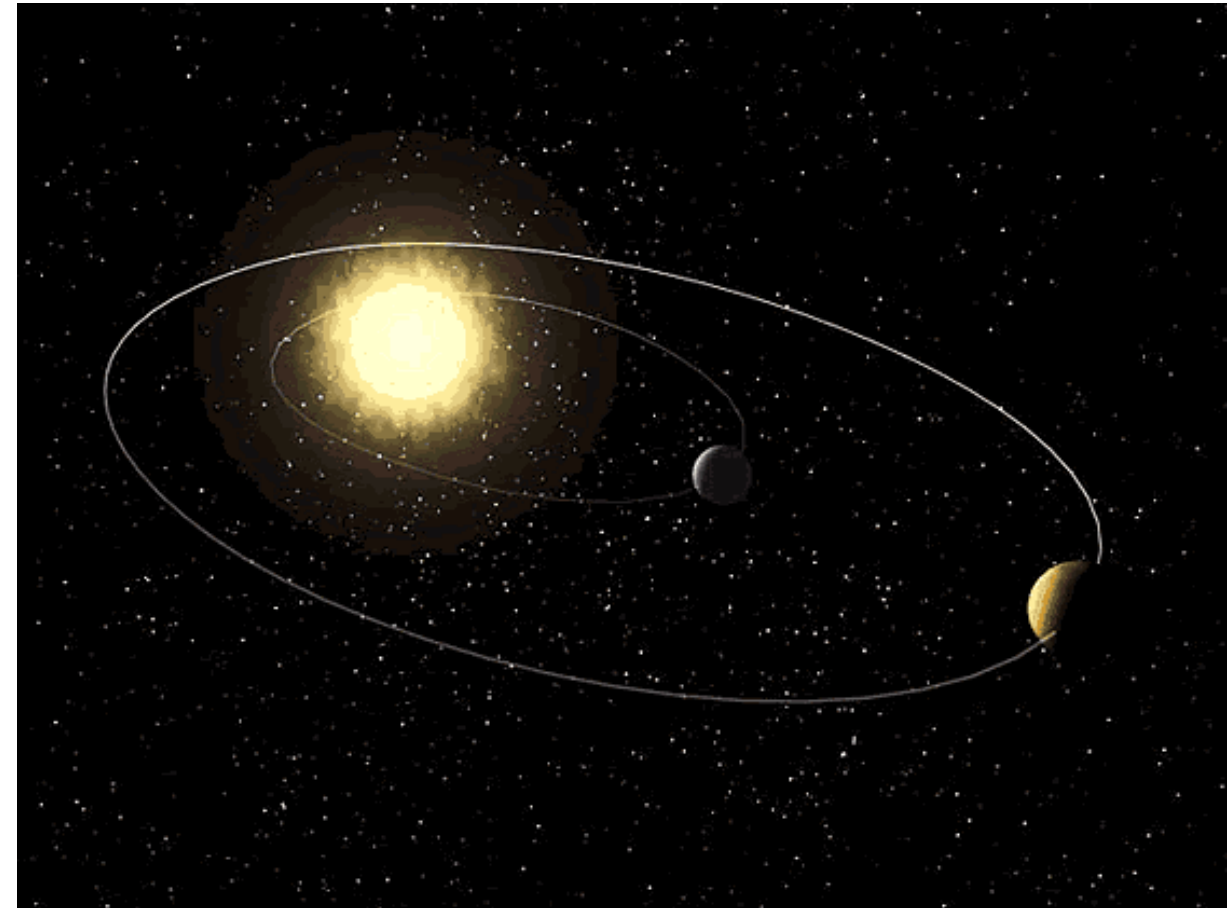
O quadrado do período de revolução,  $T$ , de um planeta é proporcional ao cubo do semieixo maior,  $r$ , da sua órbita.

$$\frac{T^2}{r^3} = k$$

em que:

$k$  – constante\* ( $k = 2,99 \times 10^{-19} \text{ s}^2 \text{ m}^{-3}$ )

\*igual para todos os planetas



[Imagem: [www.wonderwhizkids.com](http://www.wonderwhizkids.com)]

## Leis de Kepler

### 3ª Lei de Kepler – Lei dos Períodos

O quadrado do período de revolução,  $T$ , de um planeta é proporcional ao cubo do semieixo maior,  $r$ , da sua órbita.

$$\frac{T^2}{r^3} = k$$

Quando **mais longe do Sol** estiver a órbita de um planeta, **mais tempo demora** a realizar a sua **translação**.

$$T_{Terra} = 1 \text{ ano} / r_{Terra} = 1 \text{ ua}$$

$$T_{Neptuno} = 164 \text{ anos} / r_{Neptuno} = 30 \text{ ua}$$

Astro	Semieixo maior (ua)	Excentricidade	Período de translação	Velocidade orbital (km/s)
Mercúrio	0,387	0,2056	87,969 d	47,87
Vénus	0,723	0,0068	224,701 d	35,02
Terra	1,000	0,0167	365,256 d	29,79
Marte	1,524	0,0934	686,971 d	24,08
Júpiter	5,203	0,0484	11,870 A	13,07
Saturno	9,537	0,0542	29,477 A	9,69
Urano	19,19	0,0472	84,070 A	6,81
Neptuno	30,07	0,0113	164,90 A	5,43

[[3ª Lei de Kepler – planetas interiores](#)]

[[3ª Lei de Kepler – planetas exteriores](#)]

## Leis de Kepler

As Leis de Kepler **explicam os movimentos** dos planetas.

**Não explicam o porquê** destes movimentos!

---

## Essencial

- Compreender a **evolução histórica** do conhecimento científico ligada à formulação da Lei da Gravitação Universal, interpretando o papel das **Leis de Kepler**.
- 

## Formulário

$$\frac{T^2}{r^3} = k$$

---

## Bibliografia

- G. Ventura, M. Fiolhais, C. Fiolhais, J. A. Paixão, R. Nogueira e C. Portela, "Novo 12F", Texto Editores, Lisboa, 2017.
  - M. Alonso, E. J. Finn, "Física", Escolar Editora, 2012, Lisboa.
  - A. P. S. Correia, J. R. Ribeiro, "Propriedades mecânicas dos principais astros do Sistema Solar" (disponível em <https://imagem.casadasciencias.org/online/35809616/35809616.php>), Casa das Ciências, 2018.
  - <https://www.geogebra.org/m/ShAaWCwT>, 24/09/2019.
- 

## Ligações

- [1ª Lei de Kepler](#), 16/01/2018.
- [2ª Lei de Kepler](#), 16/01/2018.
- [3ª Lei de Kepler – planetas interiores](#), 16/01/2018.
- [3ª Lei de Kepler – planetas exteriores](#), 16/01/2018.