

**Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Instituto de Física  
Departamento de Astronomia**

**Fundamentos de Astronomia e Astrofísica: FIS2001**

**Prof. Tibério B. Vale**

# Aula de hoje

As Leis de Kepler

# Histórico

## Tycho Brahe (1546-1601)

- ▶ Astrônomo real dinamarquês,
- ▶ Último grande nome da astronomia observacional antes da invenção do telescópio,
- ▶ Aos 17 anos, corrigiu as efemérides da época,
- ▶ Reduziu a imprecisão das medidas astronômicas da época,
- ▶ Precisão de suas medidas:  $1'$  ,
- ▶ Demonstrou que cometas não eram fenômenos atmosféricos,
- ▶ Descobriu anomalias orbitais dos planetas.





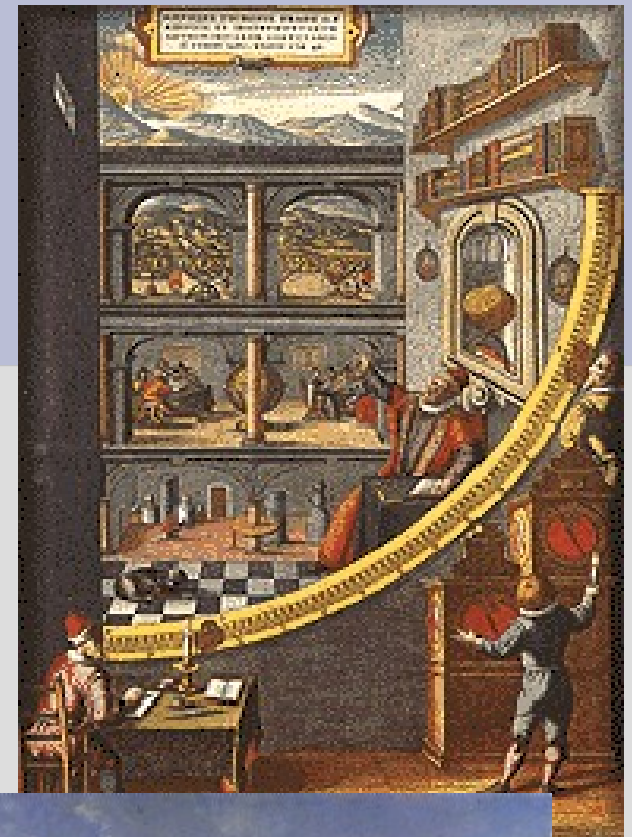
# Histórico

Tycho Brahe (1546-1601)

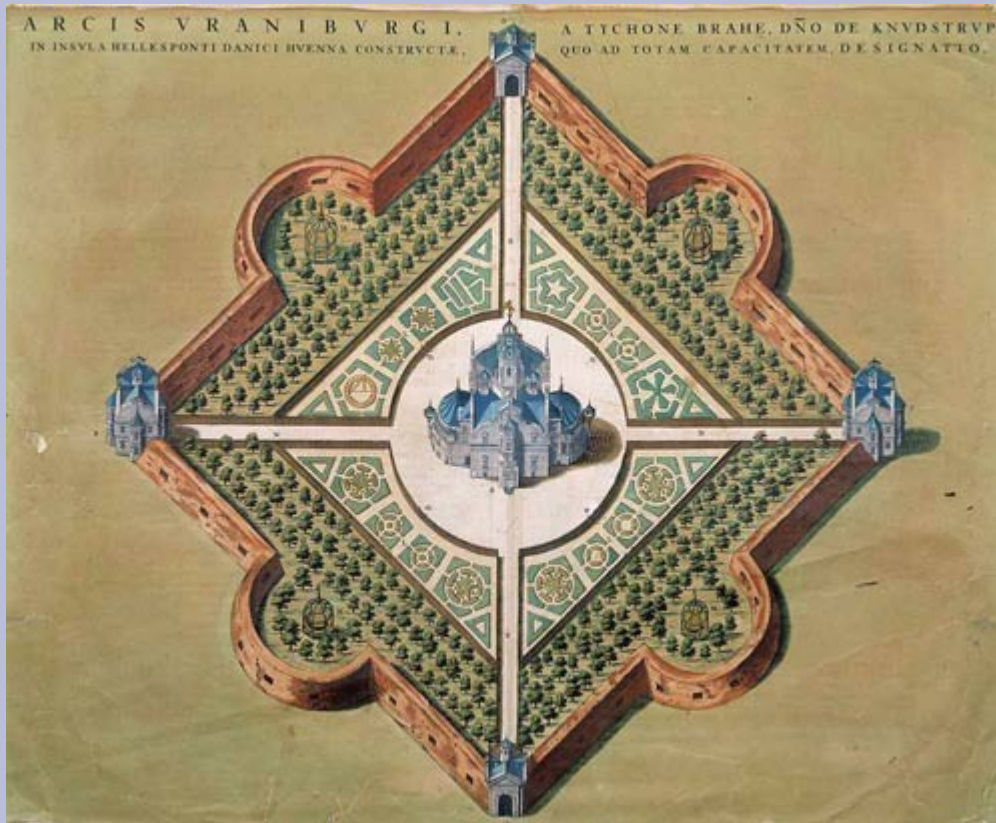
## Uraniborg- Observatório de Tycho



Uraniborg main building. Copper etching from Blaeu's Atlas Major, 1663.

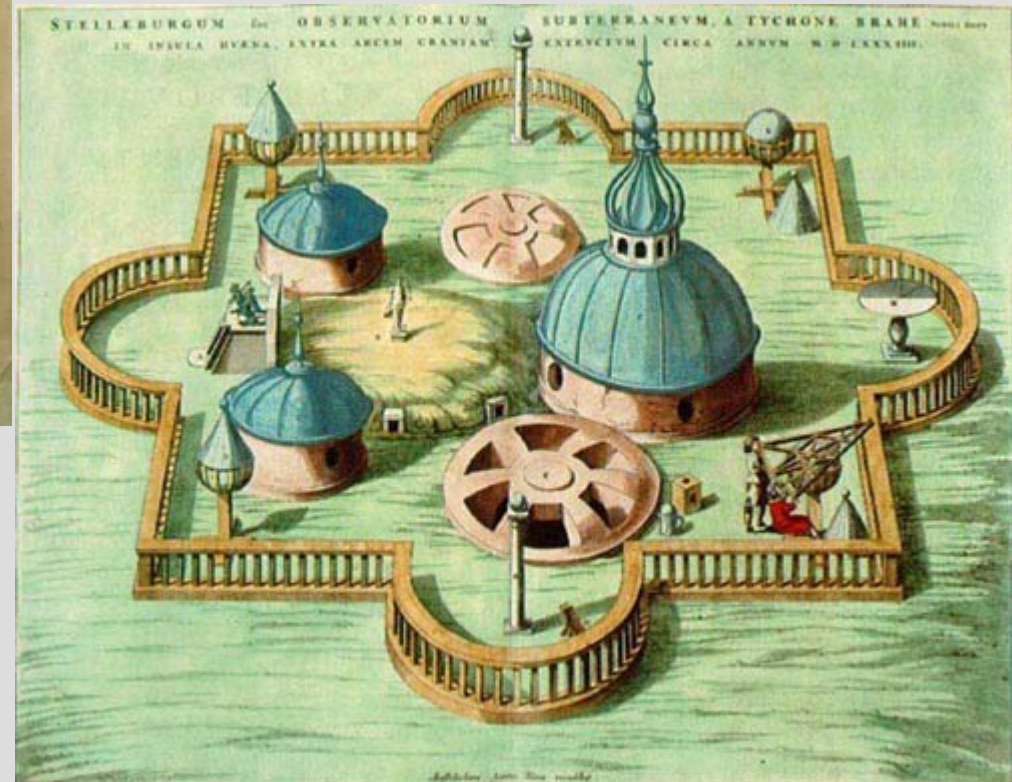


# Histórico



Uraniborg

Stjerneborg



Stjärneborg. Copper etching from Blaeu's Atlas Major, 1663.

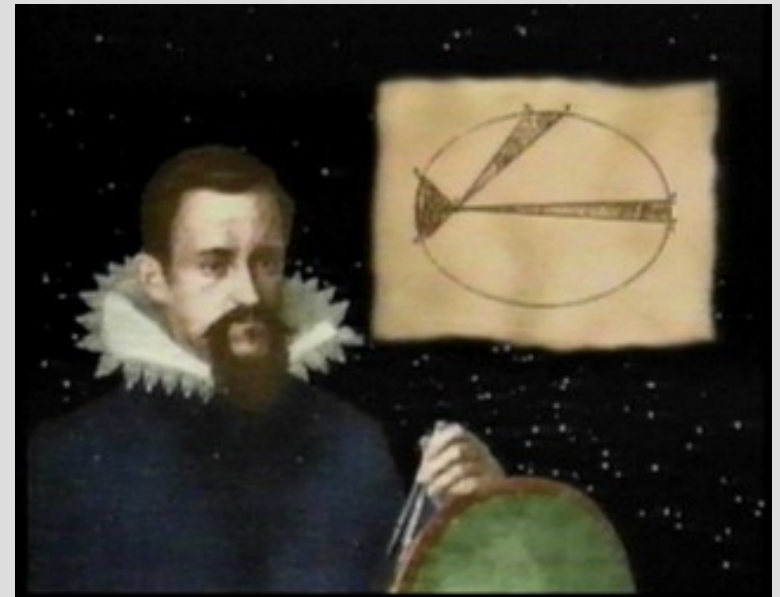
# Histórico



# Histórico

## Johannes Kepler (1571-1630)

- Contratado por Tycho para analisar os dados coletados durante 20 anos;
- Astrônomo e matemático habilidoso, adepto do heliocentrismo;
- Analisou os dados de Tycho Brahe (principalmente Marte);
- Descobriu que as órbitas são elípticas, não circulares.

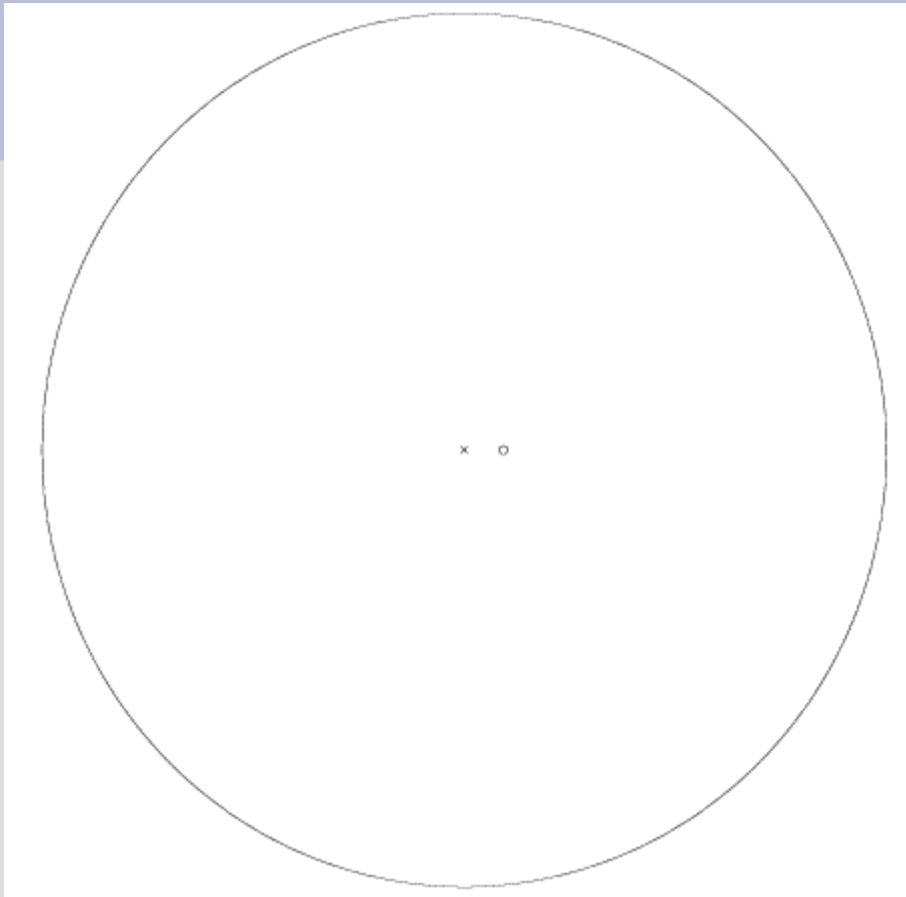


Veja Mais em:

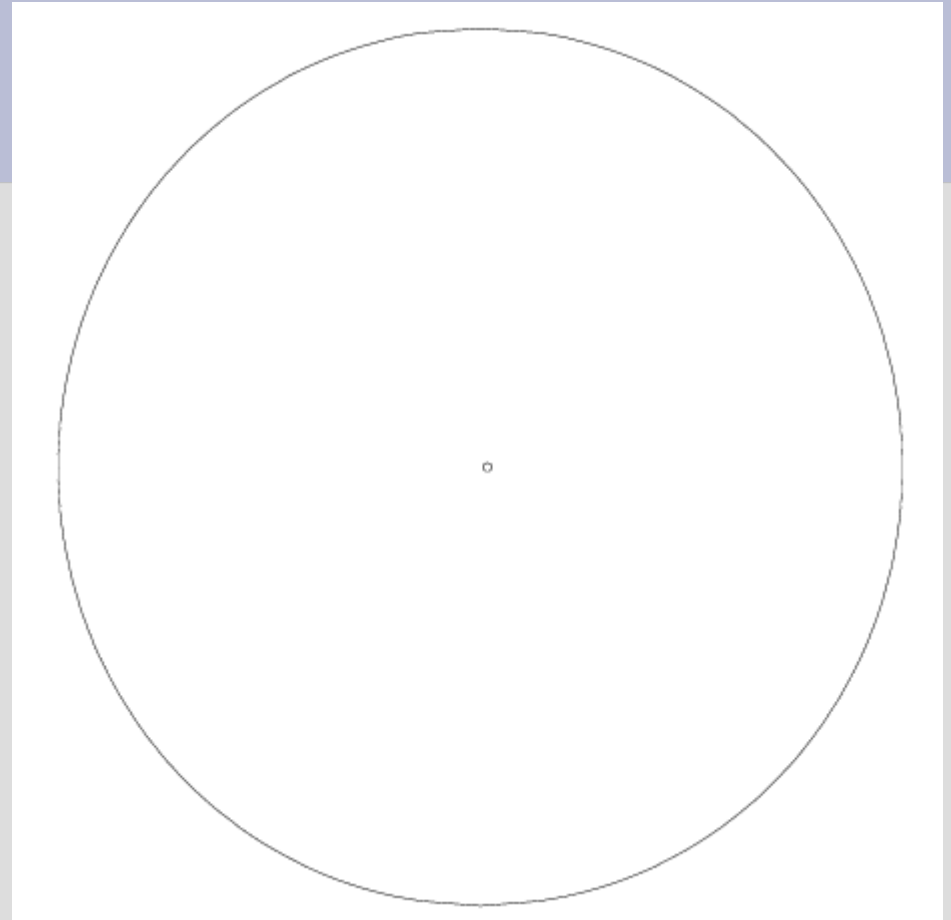
<http://astro.if.ufrgs.br/bib/bibkepler.htm>



# Movimento dos Planetas - As leis de Kepler

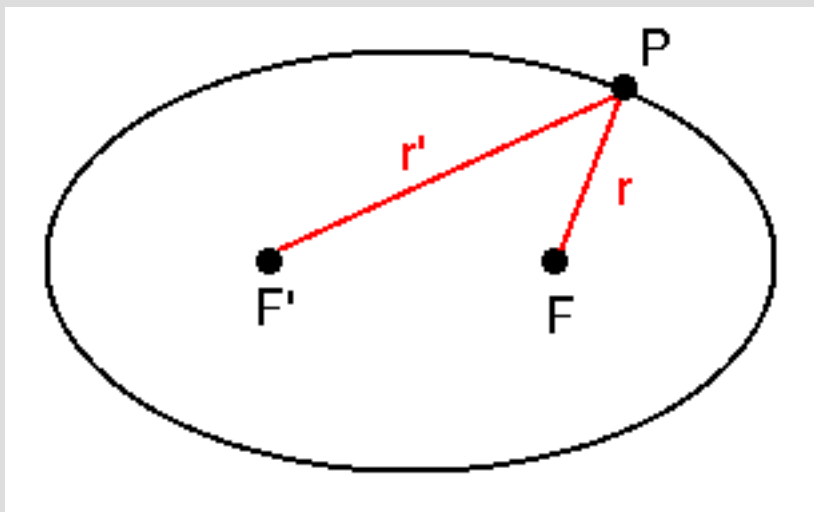


**Órbita de Marte: o x marca o centro da órbita; o círculo marca a posição de um dos focos.**



**Órbita da Terra com o sol em um dos focos.**

# Propriedades das elipses



Em qualquer ponto da curva, a soma das distâncias desse ponto aos dois focos é constante.

$$F P + F' P = \text{cont.} = 2a$$

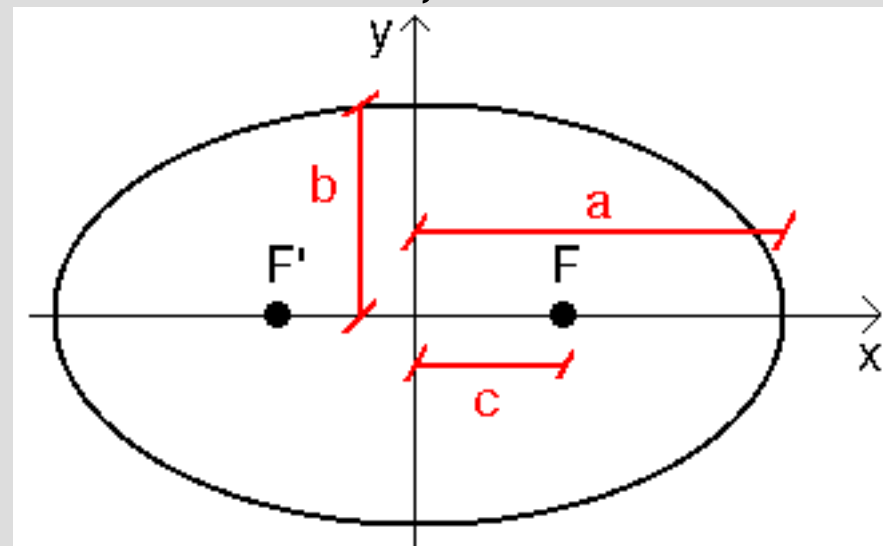
Quanto maior a distância entre os dois focos, maior é a excentricidade ( $e$ ) da elipse.

$$e = \frac{c}{a} = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}}$$

**a= semi-eixo maior**

**b=semi-eixo menor**

**c=distância do foco ao centro**

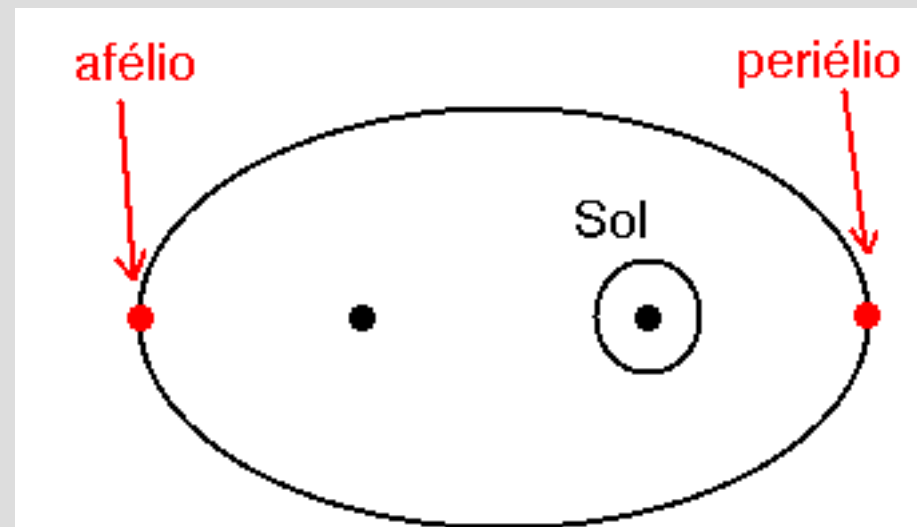


# Propriedades das elipses

Se imaginamos que um dos focos da órbita do planeta é ocupado pelo Sol, o ponto da órbita mais próximo do Sol é chamado periélio, e o ponto mais distante é chamado afélio.

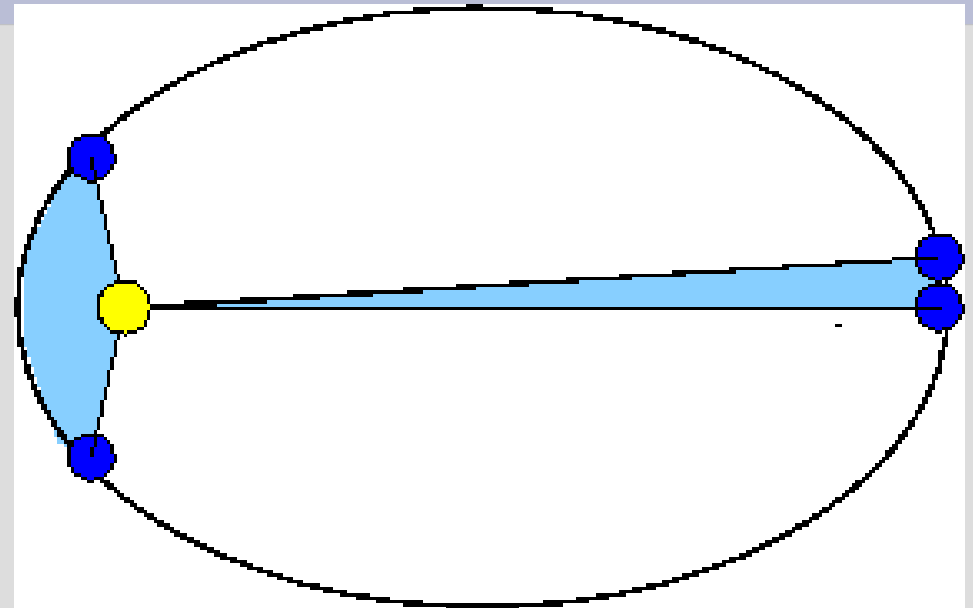
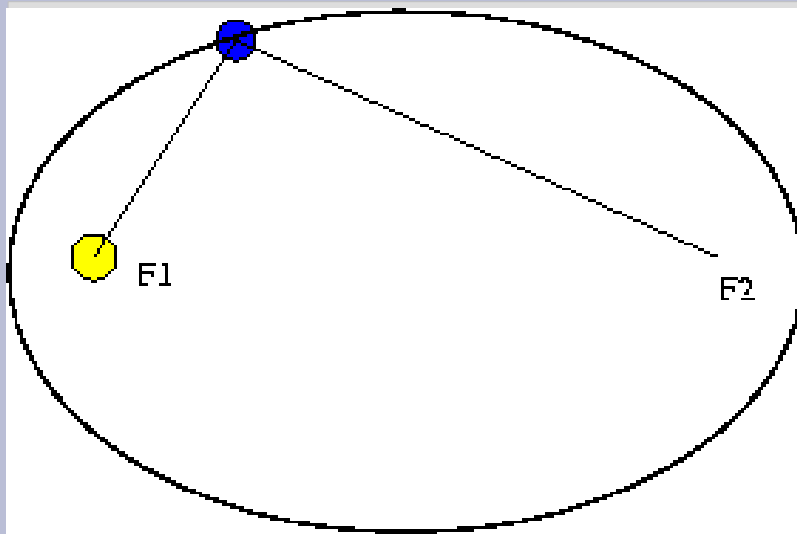
$$R_a = a + c = a + a \cdot e = a(1 + e)$$

$$R_p = a - c = a - a \cdot e = a(1 - e)$$



# Leis de Kepler

**Primeira Lei (1609)- lei das órbitas elípticas:** as órbitas dos planetas são elipse tendo o Sol em um dos focos.



**Segunda Lei (1609) – lei das áreas:** a linha reta unindo o planeta ao Sol varre áreas iguais em tempos iguais.

**Terceira Lei (1618) – lei harmônica:** O quadrado do período orbital dos planetas é diretamente proporcional ao cubo de sua distância média ao Sol.

$$P^2 = K a^3$$

Se P em anos e a em UA

$$P^2 = a^3$$

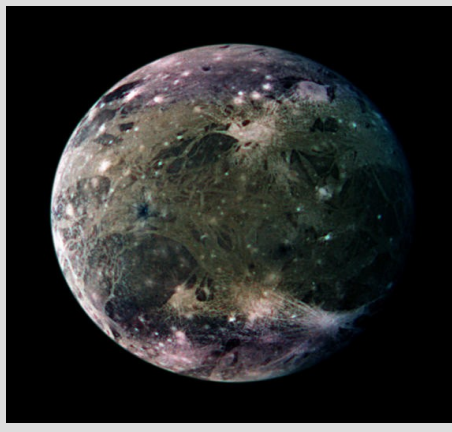
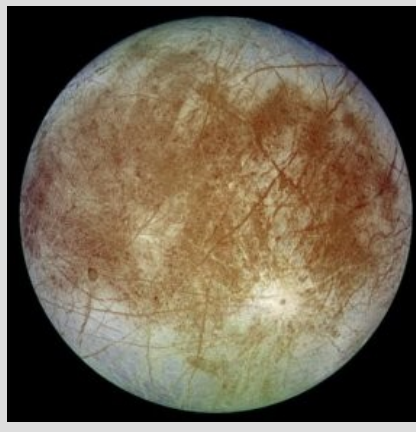
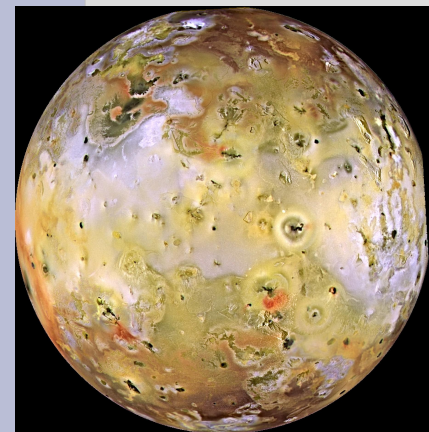
## Terceira Lei de Kepler (planetas visíveis a olho nú)

Planeta	Semi-eixo Maior (UA)	Período (anos)	$a^3$	$P^2$
Mercúrio	0,387	0,241	0,058	0,058
Vênus	0,723	0,615	0,378	0,378
Terra	1,000	1,000	1,000	1,000
Marte	1,524	1,881	3,537	3,537
Júpiter	5,203	11,862	140,8	140,7
Saturno	9,534	29,456	867,9	867,7

**Simulação:** <http://astro.if.ufrgs.br/Orbit/orbits.htm>

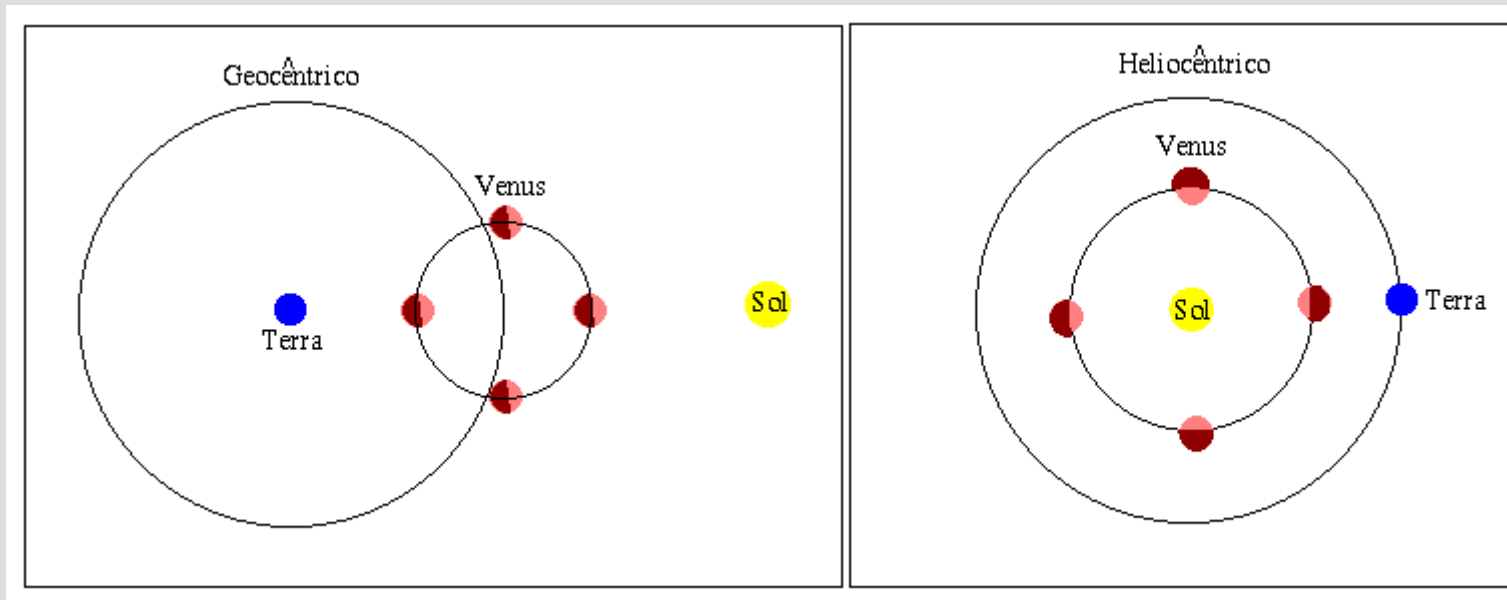
# Galileu Galilei (1564 - 1642)

- ◆ Construiu seu próprio telescópio e observou o céu com ele;
- ◆ Descobriu que a Via Láctea era constituída por uma infinidade de estrelas.
- ◆ Descobriu que Júpiter tinha quatro satélites, ou luas, orbitando em torno dele, com períodos entre 2 e 17 dias. Esses satélites são chamados "galileanos", e são: Io, Europa, Ganimedes e Calisto.
- ◆ Prova que podem haver centros de movimento que também estão em movimento.



# Galileu Galilei (1564 - 1642)

- Descobriu que Vênus passa por um ciclo de fases como a lua;
- Essa descoberta também foi fundamental porque, no sistema ptolomaico, Vênus está sempre mais próximo da Terra do que o Sol, e como Vênus está sempre próximo do Sol, ele nunca poderia ter toda sua face iluminada voltada para nós (fase cheia) e, portanto, deveria sempre aparecer como nova ou no máximo crescente.
- Descobriu a superfície em relevo da Lua, e as manchas do Sol;



# Galileu Galilei (1564 - 1642)

- As descobertas de Galileu proporcionaram grande quantidade de evidências em suporte ao sistema heliocêntrico.
- Por causa disso, ele foi chamado a depor ante a Inquisição Romana, sob acusação de heresia, e obrigado a se retratar.
- A igreja retirou a acusação em 1980 (Papa João Paulo II).

