Interação gravítica e 3ª Lei de Newton

Miguel Neta, outubro de 2023

[Imagem: NASA, JPL-Caltech, Space Science Institute]

Relembrar

Interação gravítica

É **sempre atrativa**;

A sua ação é **até ao infinito**;

É **a mais fraca** das quatro;

É responsável pela estabilidade do Universo;

Partículas mediadora: **gravitão** (ainda não observado).

Leis de Kepler

Johannes Kepler analisou durante mais de uma década os registos de Brahe…

… chegou à conclusão de que o Sistema Heliocêntrico era o correto…

… formulou três Leis:

Lei das **Eplises**

Lei das **Áreas**

Lei dos **Períodos**

Johannes Kepler (1571-1630).

Leis de Kepler

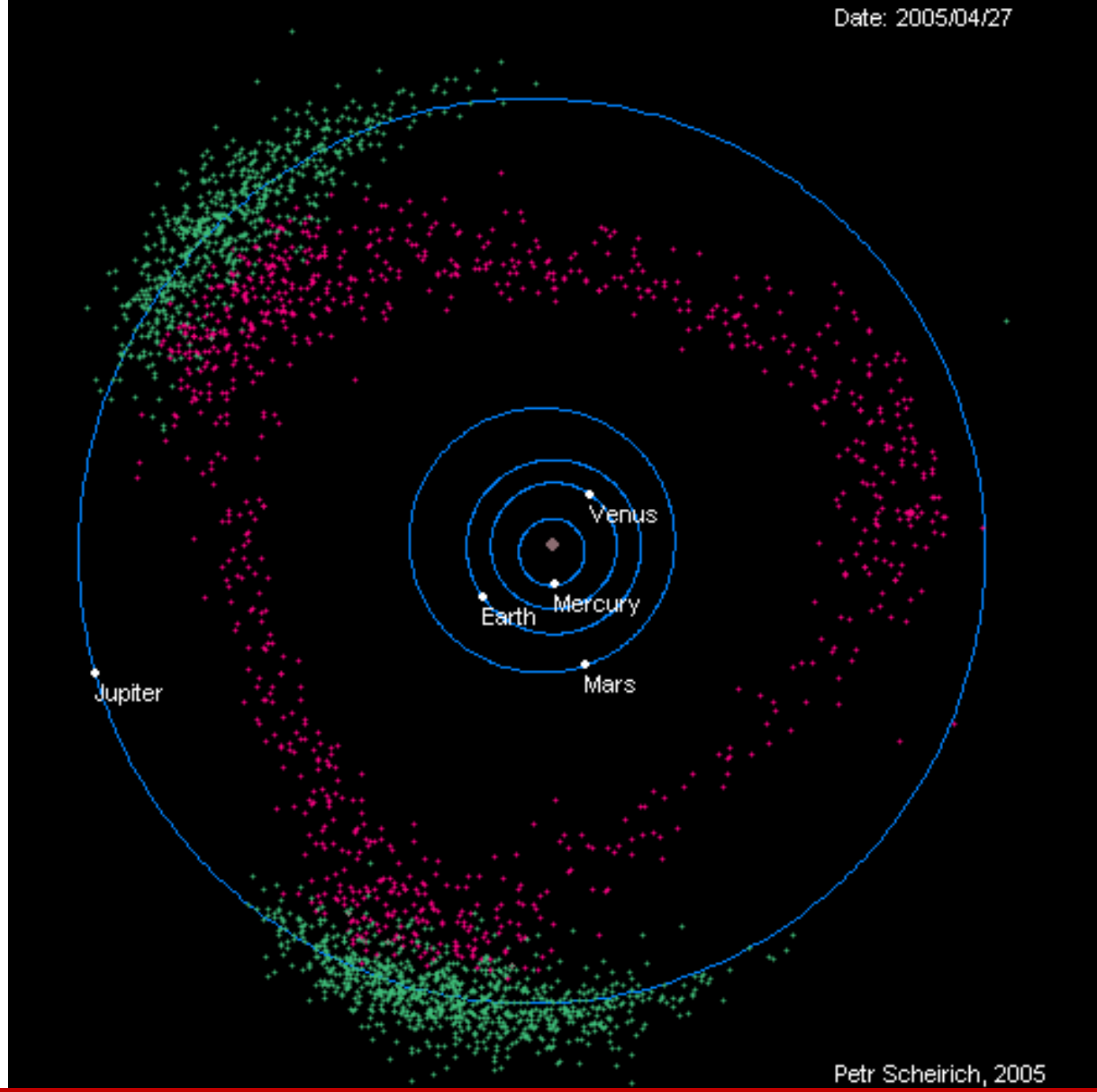
3ª Lei de Kepler – Lei dos Períodos

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

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

em que:
k – constante, igual para todos os planetas (k = 2,99 × 10^{-19} s^2 m^{-3})

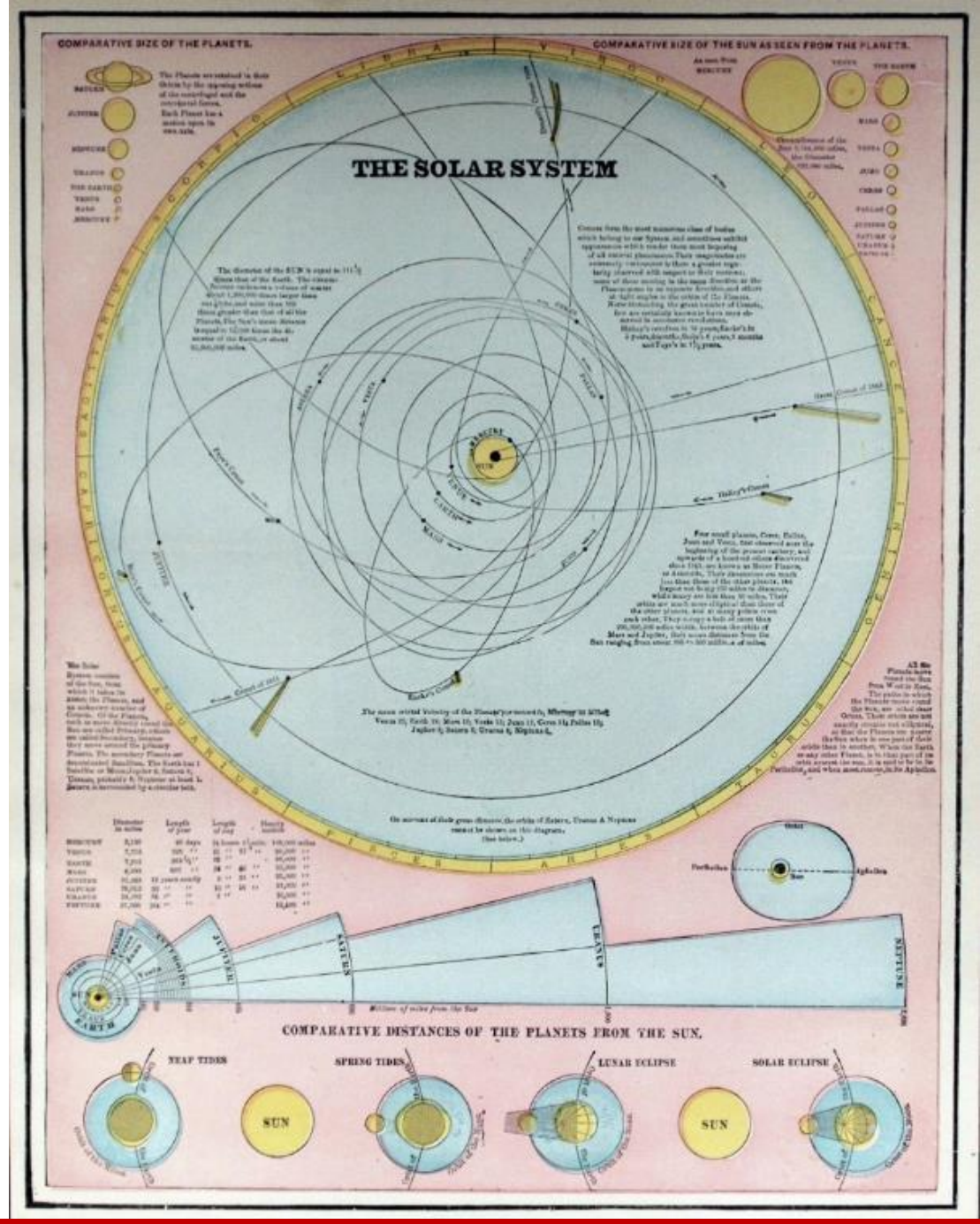
Quando **mais longo do Sol** estiver um planeta, **mais tempo** esse planeta **demora** a realizar o seu movimento de **translação** em torno do Sol.

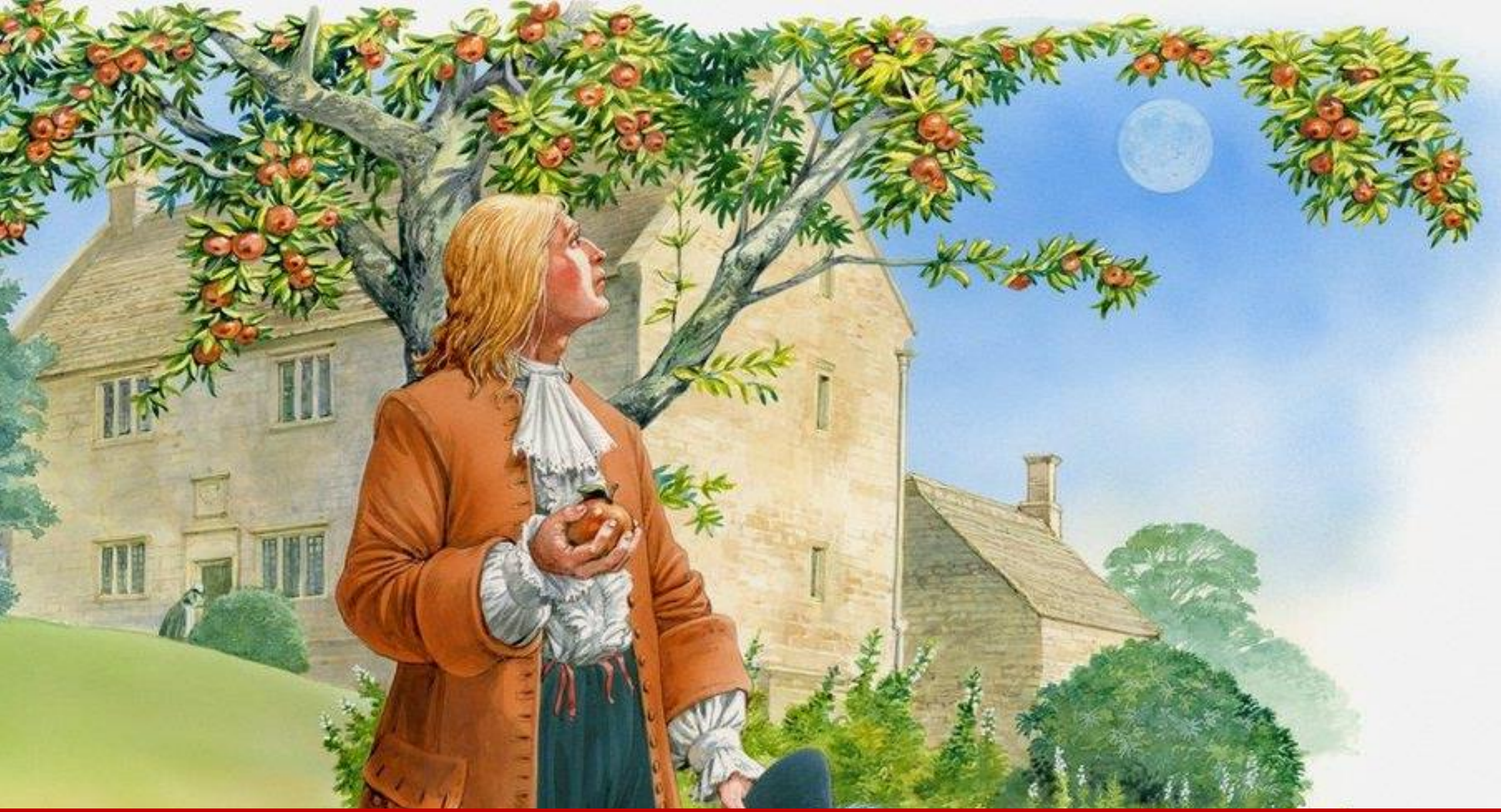


Leis de Kepler

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

Não explicam o porquê destes movimentos!





Lei da Gravitação Universal

Newton verificou que a aceleração com que:

A Lua é atraída para a Terra = $2{,}72 \times 10^{-3}$ m s^{-2}; $\simeq 10^{-3}$

Um corpo à superfície da Terra é atraído para esta = 9,8 m s^{-2}. $\simeq 10^{1}$

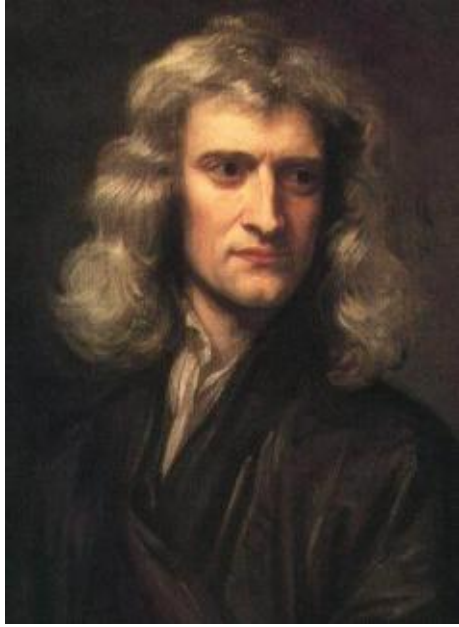
Percebeu que este valor poderia depender da **distância** entre os objetos.

Newton deduziu a **Lei da Gravitação Universal** a partir

da **2ª Lei de Newton** e da **3ª Lei de Kepler**.

$$F = m\,a$$

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



Isaac Newton (1643-1727).

Lei da Gravitação Universal

Em 1687 Newton publicou a **Lei da Gravitação Universal**:

A interação gravitacional entre dois corpos corresponde a uma força central, atrativa, proporcional às massas dos corpos e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles.

$$F_g = G\frac{m_A\, m_B}{r^2}$$

em que:
m_A – massa do corpo A (kg)
m_B – massa do corpo B (kg)
r – distância entre o centro de massa dos corpos A e B (m)
G – Constante de Gravitação Universal ($6{,}67 \times 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2})

Lei da Gravitação Universal

$$F_g = G\frac{m_A\, m_B}{r^2}$$

Maior massa ⇒ Maior força [proporcional a m]

Dobro da massa ⇒ Dobro da força

Triplo da massa ⇒ Triplo da força

Maior distância ⇒ Menor força [proporcional com o inverso do quadrado de r]

Dobro da distância ⇒ $\frac{1}{4}$ da força

Triplo da distância ⇒ $\frac{1}{9}$ da força

3ª Lei de Newton – Lei da Ação-Reação

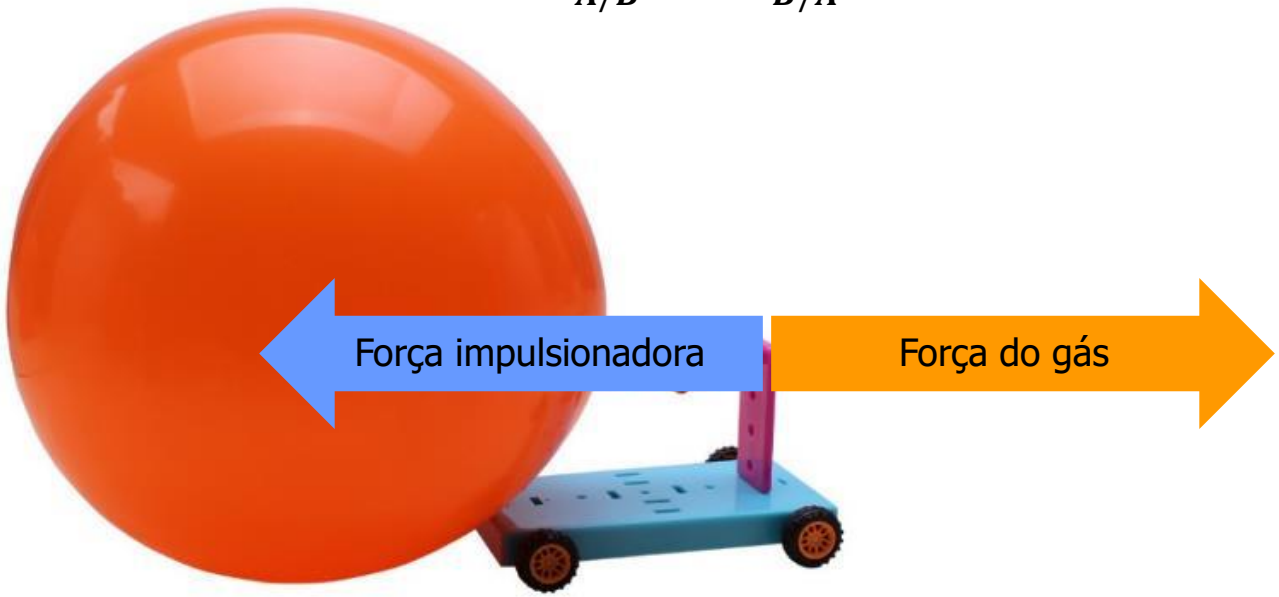
Havendo interações entre dois corpos há sempre duas forças: **par ação-reação**.

As forças surgem sempre aos pares, mas **aplicadas em corpos diferentes**.

Terceira Lei de Newton

Se um corpo A exerce uma força sobre o corpo B, este exerce sobre o corpo A uma força de igual linha de ação e igual intensidade, mas com sentido contrário:

$$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$$

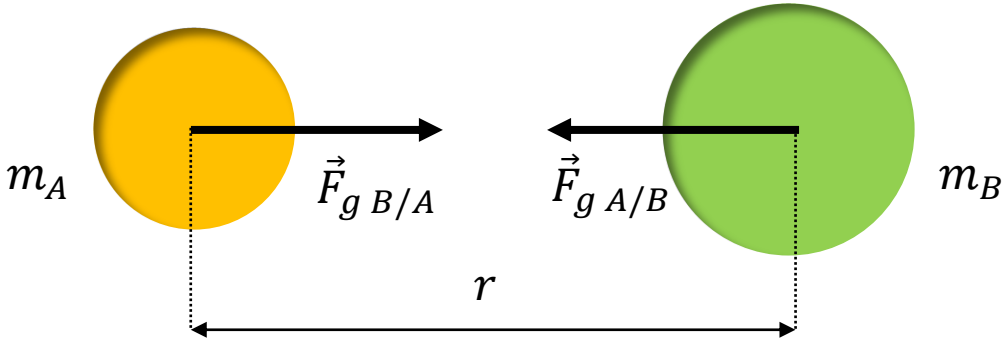


Lei da Gravitação Universal e a 3ª Lei de Newton

3ª Lei de Newton

$$\vec{F}_{B/A} = -\vec{F}_{A/B}$$

$$F_g = G\,\frac{m_A\,m_B}{r^2}$$



em que:

$\vec{F}_{g\ B/A}$ – força gravítica que o corpo B provoca no corpo A (força aplicada no centro de massa de A) (N)

$\vec{F}_{g\ A/B}$ – força gravítica que o corpo A provoca no corpo B (força aplicada no centro de massa de B) (N)

r – distância entre o centro de massa dos corpos A e B (m)

G – Constante de Gravitação Universal ($6{,}67 \times 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2})

$\vec{F}_{g\ B/A}$ e $\vec{F}_{g\ A/B}$ constituem um **par ação-reação**.

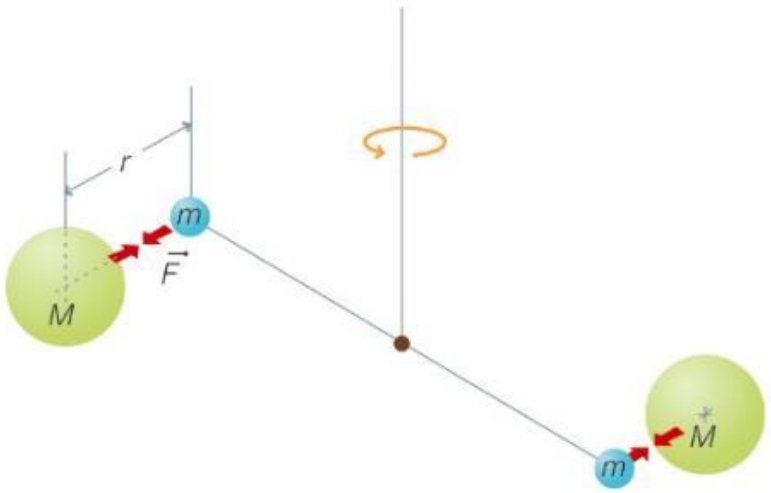
[Laboratório de Força Gravítica]

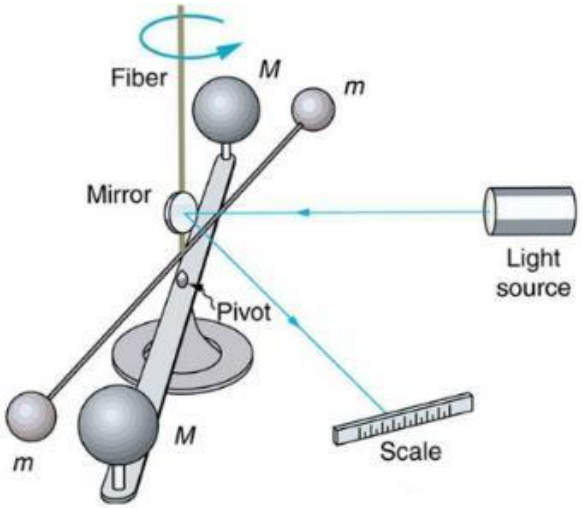
Lei da Gravitação Universal

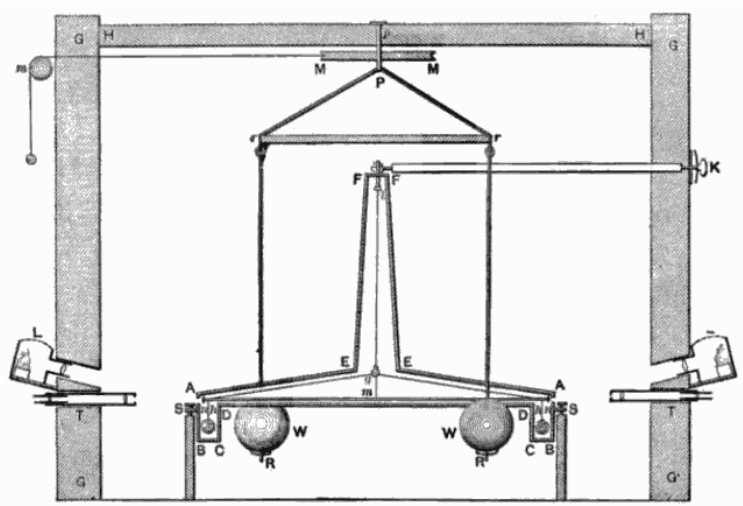
Em 1797 e 1798 Henry Cavendish realizou uma experiência para determinar a densidade da Terra.

Uma das consequências dessa experiência foi a determinação do valor da Constante da gravitação universal.

Henry Cavendish (1731-1810).







G = 6,672 × 10^{-11} N m^2 kg^{-2} (**Constante de gravitação universal**)

Bibliografia

- C. Rodrigues, C. Santos, L. Miguelote, P. Santos, S. Machado, "Física 11 A", Areal Editores, Porto, 2016.
- M. Alonso, E. J. Finn, "Física", Escolar Editora, 2012, Lisboa.
- C. Rodrigues, C. Santos, L. Miguelote, P. Santos, "Rumo à Física – 11º Ano", Areal Editores, Porto, 2022.

Ligações

- Laboratório de Força Gravítica, 09/10/2017.
- Minute Physics: What is Gravity?, 09/10/2017.
- Mission 1: Newton in Space, 09/10/2017.