

Princípio das Proporções Físicas

André K. T. Assis

Instituto de Física - UNICAMP

www.ifi.unicamp.br/~assis

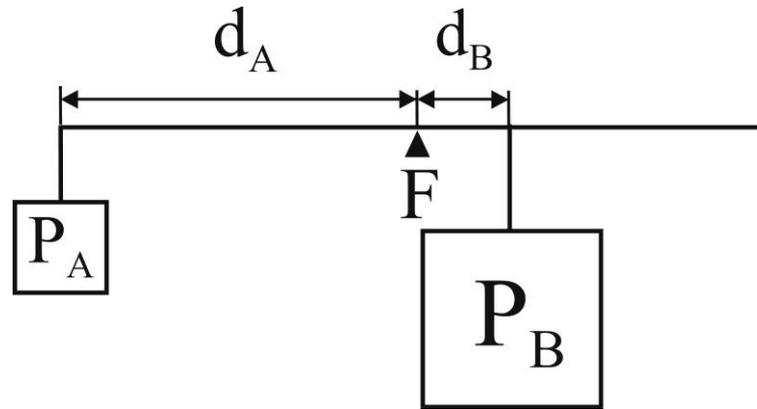
Ideia Intuitiva:

- Se todas as coisas do universo aumentarem de tamanho na mesma proporção, não seremos capazes de perceber. Da mesma forma, se a massa de todos os corpos triplicar, não saberemos. Se tudo andar em câmera lenta, ninguém vai notar.
- Acredito que só podemos perceber as propriedades de alguma coisa A em relação às propriedades de uma outra coisa B. Por exemplo, o tamanho de A pode ser 3 vezes maior do que B. Se a razão entre estes tamanhos aumentar para 5 vezes, não dá para saber se foi apenas A que cresceu, se foi apenas B que diminuiu, ou se foi A que cresceu um pouco enquanto B diminuiu um pouco.
- Esta ideia pode ser chamada de Princípio das Proporções Físicas.

Leis satisfazendo o PPF

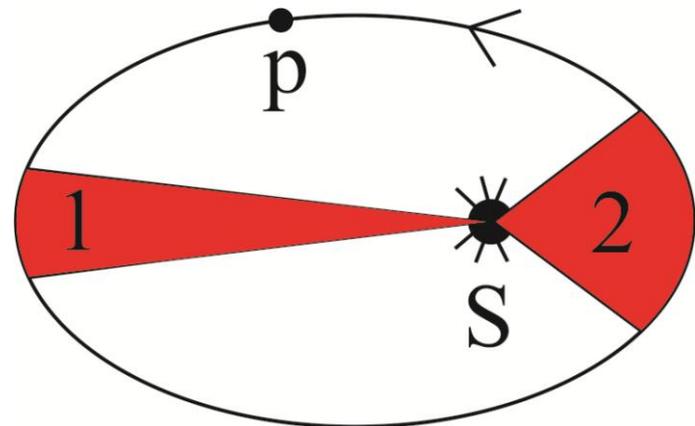
Lei da alavanca:

$$\frac{P_A}{P_B} = \frac{d_B}{d_A}$$



Lei das áreas de Kepler:

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{T_1}{T_2}$$



Leis que **NÃO** satisfazem o PPF:

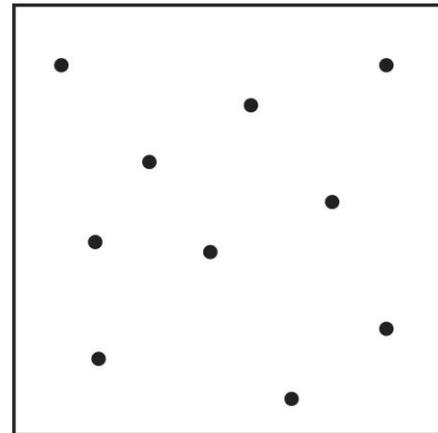
Aceleração de queda livre:

$$a = G \frac{M}{r^2}$$

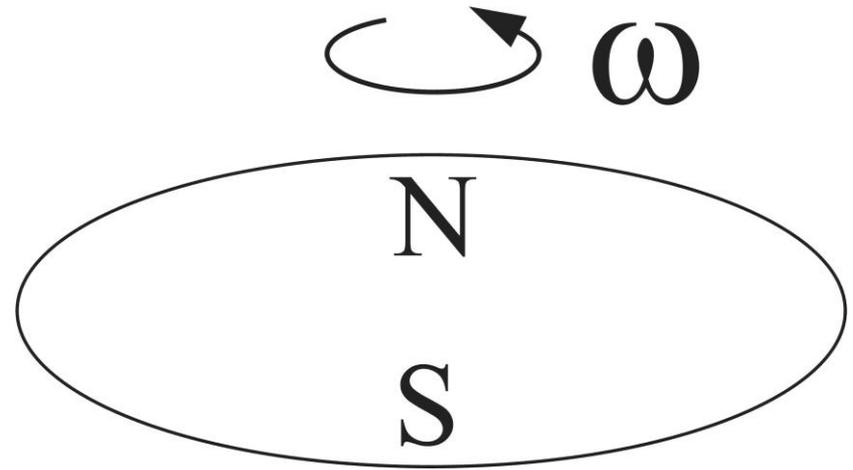


Lei dos gases ideais:

$$PV = NkT$$



Achatamento da Terra:



Newton, Principia: “O diâmetro da Terra no equador está para seu diâmetro de pólo a pólo assim como 230 está para 229.”

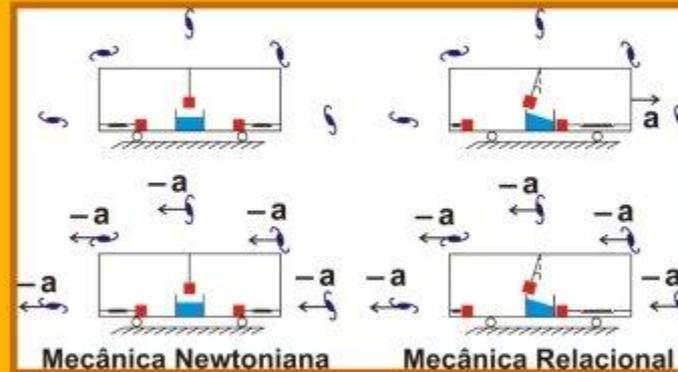
$$\frac{D_E}{D_P} = 1 + \frac{15}{16\pi G \rho_T} \omega_T^2 = \frac{230}{229} = 1,004$$

Princípio das Proporções Físicas

- Todas as leis da física só podem depender da razão de grandezas conhecidas do mesmo tipo (razões entre massas, razões entre cargas, razões entre distâncias, razões entre frequências etc.)
- Constantes universais dimensionais não devem aparecer nas leis da física (G , c , h , k_B , ... têm de depender de propriedades cosmológicas ou microscópicas do universo).

Mecânica Relacional

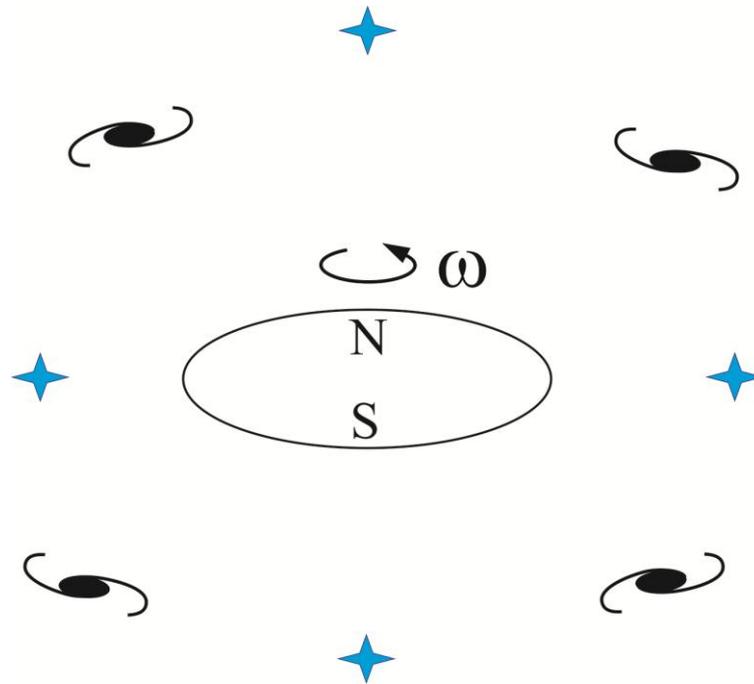
e Implementação do Princípio de Mach
com a Força de Weber Gravitacional



André Koch Torres Assis

Disponível em:
www.ifi.unicamp.br/~assis

Achatamento da Terra:



Qual seria o formato da Terra se ela ficasse parada e o conjunto de estrelas e galáxias girasse ao redor do seu eixo NS no sentido contrário com um período de 24 horas?

Isaac Newton, O Peso e o Equilíbrio dos Fluidos (1687):

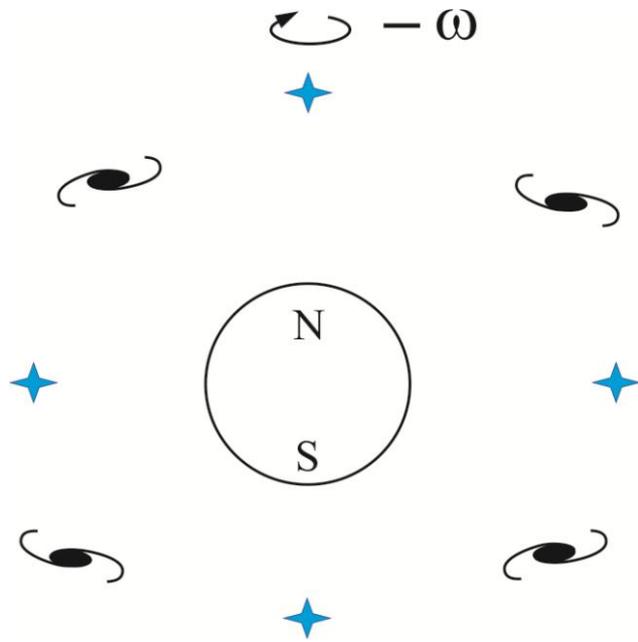
“Por exemplo, se Deus impulsionasse o céu estrelado juntamente com a parte mais longínqua do universo com uma força muito grande, de modo a fazê-lo girar em torno da Terra — suponhamos com um movimento diurno —, ainda assim a partir disso, na opinião de Descartes, só a Terra se moveria verdadeiramente, e não o céu. Como se fosse a mesma coisa, se Deus, com uma força tremenda, fizesse o céu girar do Oriente para o Ocidente, ou fizesse a Terra girar na direção oposta. Todavia, quem imaginará que as partes da Terra tendem a afastar-se do seu centro em virtude de uma força aplicada exclusivamente ao céu? Não é porventura mais condizente pensar que, quando uma força aplicada ao céu o faz tender a afastar-se do centro da revolução assim produzida, ele é, por este motivo, o único corpo que se move no sentido próprio e absoluto? Não é mais condizente pensar que, quando uma força aplicada à Terra faz com que as suas partes tendam a afastar-se do centro de revolução assim produzida, ela é, por este motivo, o único corpo que se move em sentido próprio e absoluto, embora exista o mesmo movimento relativo dos corpos em ambos os casos?”

Ernst Mach (1838-1916)

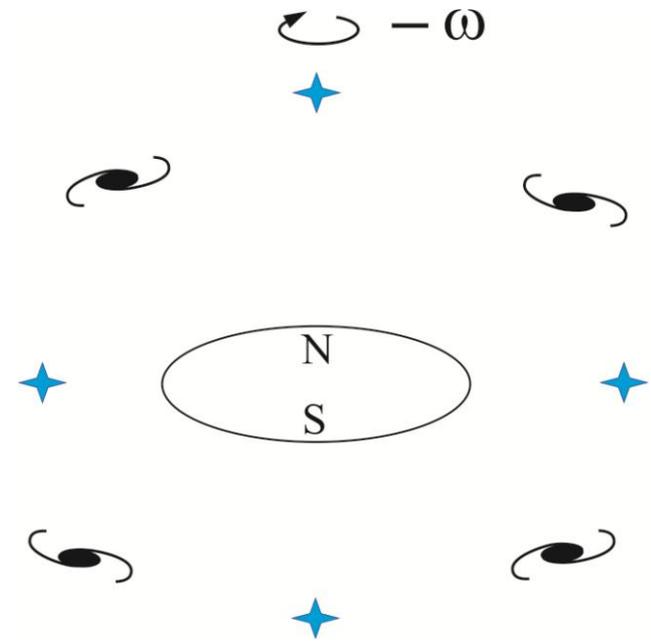
A Ciência da Mecânica – 1883:

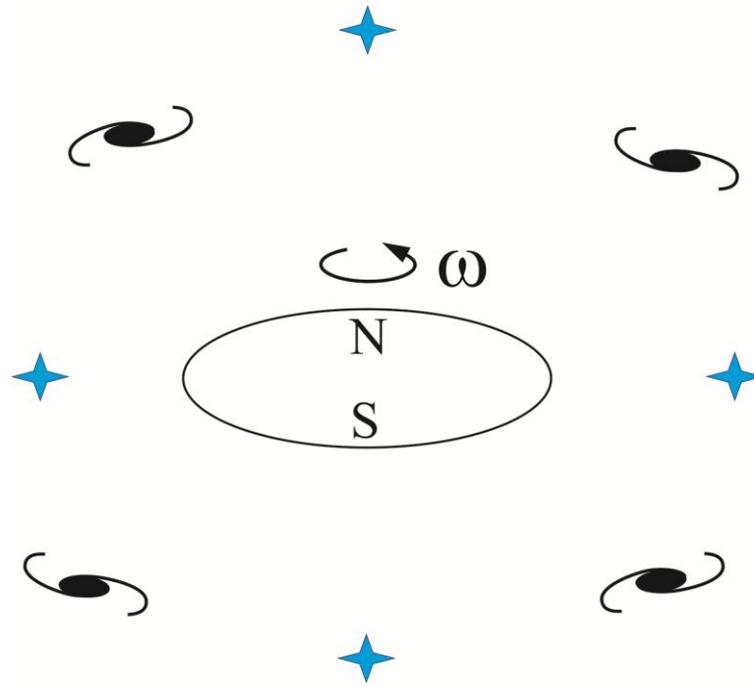
- “Os princípios da mecânica podem ser concebidos de tal maneira que mesmo para rotações relativas surgem as forças centrífugas.”
- “Tente parar o balde de Newton e girar o conjunto das estrelas fixas, e então prove a ausência das forças centrífugas.”

Newton



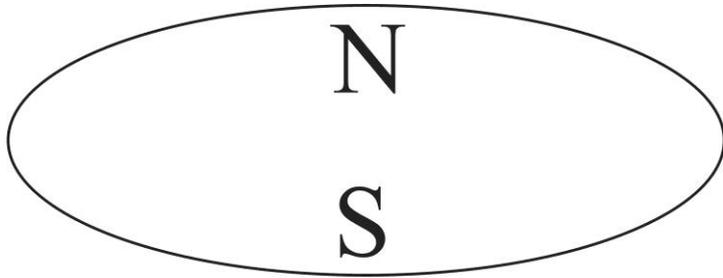
Mach



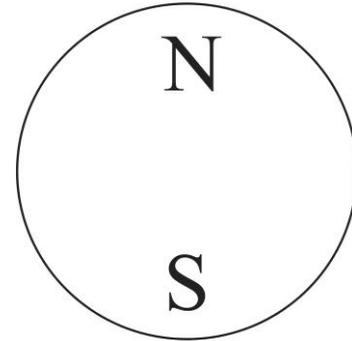


Carl Neumann (1869): Qual seria a forma da Terra caso todos os outros corpos astronômicos desaparecessem?

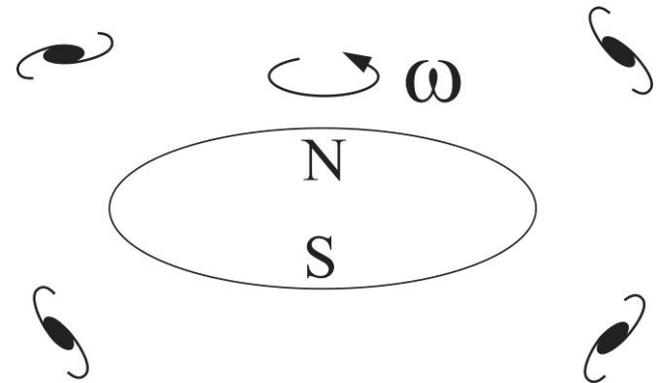
Newton, Einstein



Mach



Achatamento da Terra:



Newton:

$$\frac{D_E}{D_P} = 1 + \frac{15}{16\pi} \frac{\omega_T^2}{G \rho_T} = \frac{230}{229} = 1,004$$

Mec. Rel.:

$$\frac{D_E}{D_P} = 1 + 4 \frac{\rho_*}{\rho_T} \frac{(\omega_T - \omega_U)^2}{H_o^2} = \frac{230}{229} = 1,004$$

Objetivos Futuros:

Gases ideais:

$$PV = Nk_B T$$

$$\frac{P}{P_*} \frac{V}{V_*} = \frac{N}{N_*} \frac{T}{T_*}$$

Dinâmica:

$$\frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} = m_1 a_1$$

$$\frac{q_1 q_2}{Q_*^2} \frac{R_*^2}{r^2} = \frac{m_1}{M_*} \frac{a_1}{a_*}$$

Conclusão

- A mecânica relacional implementou o PPF em relação à gravitação.
- A maior parte das outras leis da física ainda precisa ser completada para que satisfaçam ao PPF.

www.ifi.unicamp.br/~assis