

4300156 - Gravitação

Marcos Vinicius de Moraes

Estudo dirigido V

No livro *Elementos da Filosofia de Newton* (1738), Voltaire escreve¹

“Um dia no ano de 1666, Newton, em seu retiro no campo, ao ver cair frutas de uma árvore, segundo me contou sua sobrinha (Mme. Conduit), se entregou a uma profunda meditação sobre a causa que arrasta todos os corpos em uma linha que, se fosse prolongada, passaria mais ou menos pelo centro da Terra.”

Embora a cena da maçã caindo na cabeça de Newton seja extremamente divulgada — inclusive por Voltaire, como podemos ler no trecho acima — ela é, provavelmente, apenas uma história fictícia. De qualquer modo, vamos investigar as relações entre a força gravitacional que age na queda de uma maçã com a força gravitacional que mantém a Lua na sua órbita.

Assumindo uma órbita circular, podemos calcular a aceleração da Lua considerando o módulo da aceleração centrípeta a_c

$$a_c^L = \frac{v_L^2}{R_L}, \quad (1)$$

onde $R_L \approx 384400$ km é a distância entre o centro da Terra ao centro da Lua e v_L é velocidade linear

$$v_L = \frac{2\pi R_L}{T_L}, \quad (2)$$

onde T é o período lunar, de aproximadamente 27,3 dias. Substituindo os valores, encontramos que a aceleração a_L da Lua em direção ao centro da Terra é de

$$a_L = \frac{4\pi^2 R_L}{T^2} \approx 2,72 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2. \quad (3)$$

Por outro lado, uma maçã que cai (próxima à superfície da Terra) é acelerada em

$$g = \frac{GM_T}{R_T^2} \quad (4)$$

onde G é a constante universal da gravitação, M_T e R_T é a massa e o raio da Terra, respectivamente. A Lua é atraída gravitacionalmente em direção à Terra pela força gravitacional, pela força gravitacional, em módulo

$$F = m_L a_L = \frac{Gm_L M}{R_L^2}, \quad (5)$$

¹Tradução livre do livro na versão em espanhol.

simplificando, obtemos a aceleração da Lua

$$a_L = \frac{GM}{R_L^2}. \quad (6)$$

A razão entre a aceleração da Lua pela a aceleração da maçã é

$$\frac{a_L}{g} = \left(\frac{R_T}{R_L}\right)^2. \quad (7)$$

Como $R_L = 60R_T$, vale que

$$a_L = \left(\frac{R_T}{R_L}\right)^2 g = \frac{g}{3600} \approx 2,72 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2 \quad (8)$$