

# A ISS está sob gravidade ZERO?

Claudir Barbieri  
www.eletricatotal.com  
email: cbeletrica2016@gmail.com  
Porto Alegre - RS - Brasil  
03 de Agosto de 2022

Em inúmeros programas e entrevistas realizadas pela mídia, seja oral, escrita ou televisionada, alguns físicos, alguns professores de física e outras pessoas menos esclarecidas insistem em afirmar que a ISS está sob gravidade zero. E, mais seriamente, com base no fato de que a gravidade é zero (segundo eles) a 400 km acima da superfície da Terra (na altura da ISS), eles afirmam categoricamente que a ISS mantém sua órbita ao redor da Terra apenas por causa de sofrer repetidas quedas livres.

Vejam essas afirmações de uma perspectiva mais científica. Qualquer livro de física ensina que os corpos na superfície da Terra estão sob a ação da gravidade. Arredondando para baixo, podemos dizer que a aceleração gravitacional da Terra é  $g = 9,80 \text{ m/s}^2$ . Além disso, essa gravidade cria uma atração gravitacional entre os corpos e o planeta Terra. Isso faz com que corpos em repouso permaneçam em contato ou próximos à superfície da Terra.

Agora, vamos fazer um exercício cerebral: suponha que, estalando os dedos, podemos zerar a aceleração da gravidade e eliminar a atmosfera.

O que acontece com os corpos que estão próximos à superfície da Terra?

Bem, se não temos atmosfera e gravidade, não há o que impeça corpos estacionários e não ancorados à superfície da Terra de voar pelo espaço com pequenas perturbações, como por exemplo, pequenos terremotos.

Suponha que um satélite orbite a Terra devido à gravidade e esta gera uma força atrativa em direção ao centro do planeta. A certa altura, a gravidade deixa de existir. Portanto, nada impede que sua rota seja radicalmente alterada. Como? Bem, sabemos que os satélites em suas órbitas têm velocidades razoavelmente constantes (em módulo), mas sua orientação muda a todo instante porque é sempre tangente à sua órbita. Isso é verdade se a gravidade

existir. Como supomos que não existe, não há razão para o satélite manter sua órbita. Na verdade, ele irá exatamente na direção de sua velocidade. Como mencionado anteriormente, a direção da velocidade é tangente à órbita e sua direção segue o sentido de rotação de sua velocidade angular. Então, obviamente, o satélite seguirá essa trajetória, indo para o infinito.

Se a aceleração da gravidade for zero, isso é exatamente o que aconteceria na Estação Espacial Internacional. Ela não pode ficar na órbita da Terra, e está destinada a ir ao infinito, ou, se você preferir, aos confins do universo.

O mais engraçado em toda essa enganação é que ela tomou conta de toda a mídia. Toda vez que reportam sobre o espaço, todos aceitam silenciosamente essa blasfêmia. Talvez os leitores ainda tenham dúvidas sobre essas afirmações. Vamos fazer uma análise mais rigorosa usando recursos de livros de física. Vamos tomar como base o livro de Halliday [1].

## Fatos Matemáticos

É importante notar que nesta análise, ignoramos alguns detalhes que levam a um erro inferior a 2%. Primeiramente, vamos provar matematicamente que a aceleração gravitacional da ISS orbitando a Terra não é zero. Para demonstrar isso, usando o livro de Halliday [1], podemos escrever as equações que descrevem a gravidade conforme mostrado no livro, na Equação 13-9 (página 32), reproduzida abaixo.

$$F = G \frac{M_T \cdot m}{r^2} \quad (1.1)$$

E de acordo com a segunda lei de Newton, os módulos de  $F$  e  $g$  estão relacionados pelas equações 13-10 no livro (página 32) como segue:

$$F = m g \quad (1.2)$$

Substituindo a equação (1.2) em (1.1) e cancelando a massa  $m$ , obtemos uma equação que nos permite calcular a aceleração da gravidade em um ponto acima da superfície da Terra. Quando nos referimos à Estação Espacial Internacional, chamamos de  $g_I$  a aceleração da gravidade onde ela se encontra.

---

$$g_I = G \frac{M_T}{r^2} \quad (1.3)$$

Devemos lembrar que a distância no denominador da equação (1.3) representa a soma do raio da Terra e a altura do objeto acima da superfície da Terra.

Os valores das variáveis envolvidas na equação (1.3), são [1]:

- $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
- $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$
- $R_T = 6,37 \cdot 10^6 \text{ metros}$
- $h = 4,0 \cdot 10^5 \text{ metros}$

Vamos calcular o valor de  $g_I$  na órbita da ISS.

$$g_I = \frac{G M_T}{(R_T + h)^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24}}{6,37 \cdot 10^6 + 4 \cdot 10^5}$$

Efetutando o cálculo, encontramos:

$$g_I = 8,7 \text{ m/s}^2$$

Como já havíamos afirmado, existe muita aceleração gravitacional na órbita da ISS. Ou seja, cerca de 12% menor que na superfície terrestre. Portanto, a afirmação de que temos ausência de gravidade onde a ISS orbita o planeta Terra é pura blasfêmia.

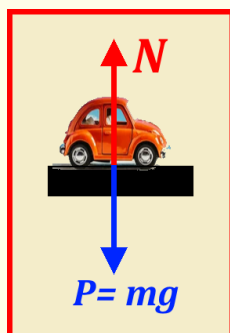


Figura 1

Mas, afinal, na órbita da ISS há ausência de qual grandeza?

Bem, o que não existe na órbita da ISS é uma grandeza chamada PESO. Primeiro devemos definir a grandeza peso. Usando a Figura 1 como referência, podemos identificar as seguintes variáveis: a Força-Peso ( $P$ ) e a Normal ( $N$ ). Na figura vemos um automóvel sendo suportado por uma plataforma fixa.

Neste caso, temos duas forças atuando sobre o automóvel. Uma chamada Força-peso, que é a força de atração proporcionada pela aceleração da gravidade  $g$ , outra, chamada de força Normal, que é a reação que a plataforma exerce sobre o automóvel. Isso devido à terceira lei de Newton:

“Um corpo em repouso ou em movimento retilíneo uniforme (MRU) a ação e a reação possuem o mesmo módulo e direção, porém sentidos contrários.”

É exatamente isso que vemos na Figura 1. E a definição de Peso está ligada diretamente à existência da força Normal. Sem normal, não há Peso. A Força-peso continua existindo, proporcionado pela aceleração da gravidade. Esse é o caso de um corpo em queda livre, onde temos a Força-peso atuando sobre o corpo e puxando-o em direção ao centro do planeta. Porém, não há força Normal, pois o corpo não está apoiado. Logo, o peso de um corpo em queda livre é NULO. Isso Einstein já havia concluído no início do século XX.

Mas como descrever coerentemente a órbita da Estação Espacial Internacional e por que os astronautas flutuam nela?

Primeiro, vamos declarar explicitamente que há gravidade na órbita da Estação Espacial Internacional. Em segundo lugar, há uma velocidade aproximadamente constante que é tangencial à órbita. Porém, sua direção varia a todo instante. Quando o astronauta flutua, não há apoio, logo seu peso é nulo. E se estivesse em contato com a nave? É a mesma coisa, pois como a nave não tem apoio, seu peso também é nulo. Mas, foi dito que, nesse caso, continua existindo a Força-peso. Por que a nave não cai em direção ao planeta? Simples. Não esqueça que temos uma velocidade tangente à órbita, de valor bastante vantajado (como calcularemos adiante) e que tenta jogar, a todo instante, o conjunto nave-astronauta em direção ao infinito. Só que, exatamente a Força-peso não permite que isso aconteça, mantendo nave e astronauta em órbita do planeta. Assim, em qualquer posição que o astronauta estiver ele flutuará. E isso contesta a afirmação de que a ISS está sempre em queda livre. E a essa Força-peso, a Física dá um nome especial, chamando-a de Força Centrípeta. A força Centrípeta é descrita através da equação (1.5).

---

$$F_C = m \frac{v^2}{r} \quad (1.5)$$

Logo, como as forças devem ser iguais, podemos escrever:

$$m g_I = m \frac{(v_I)^2}{r} \quad \longrightarrow \quad v_I = \sqrt{g_I r} \quad (1.6)$$

Lembrando que  $g_I = 8,7 \text{ m/s}^2$  e  $r = R_T + h = 6,77 \cdot 10^6 \text{ metros}$ , obtemos:

$$v_I = \sqrt{8,7 \cdot 6,77 \cdot 10^6} = 7.675 \text{ m/s}$$

Essa velocidade pode ser transformada em  $km/h$ , simplesmente multiplicando o valor acima pelo fator de correção igual a 3,6. Aplicando, obtemos:

$$v_I = 27.628 \text{ km/h}$$

É importante o leitor observar quão rápido a ISS orbita o planeta Terra, demorando em média 90 minutos para dar uma volta completa em torno do planeta.

Portanto, deve ter ficado bem claro ao leitor a falácia da afirmação que a ISS orbita o planeta Terra sob ausência de gravidade.

E claro, alguém pode perguntar: mas se não há peso na órbita da ISS como vamos medir a massa corporal dos astronautas? Bem, na Física existe o conhecido **Oscilador Harmônico** que permite calcular a massa dos astronautas de uma forma bem engenhosa. Mas, isso é assunto para outro tópico.

Então, a próxima vez que alguém usar o argumento que a ISS orbita o planeta Terra sob ausência de gravidade, o leitor tem base científica e matemática para contestar essa falácia.

## Referência

[1] - HALIDAY RESNICK - Fundamentos de Física - Vol. 2 - 8ª edição - Ed. LTC - 2009.