
A PRIMEIRA LEI DE NEWTON É UM CASO PARTICULAR DA SEGUNDA LEI

Fernando Cabral
Depto de Física – UFSC
Florianópolis – SC

Em mecânica muitas são as concepções errôneas que alunos de vários níveis trazem para a sala de aula. Entre as mais freqüentes podemos citar como exemplos;

- a) que é necessário uma força para manter um objeto em movimento⁽¹⁾;
- b) que força é proporcional à velocidade⁽²⁾;
- c) que em queda livre o corpo mais pesado cai mais rapidamente⁽³⁾.

Estes preconceitos são encontrados não só em alunos do Ensino Médio, mas também entre alunos universitários (a,b). Enquanto que as idéias errôneas enumeradas acima são facilmente rebatidas, existem conceitos equivocados que exigem uma discussão mais profunda. Abordaremos aqui a discussão sobre a relação entre a primeira e a segunda Lei de Newton, tópico mais difícil e que é colocado de forma imprópria até em textos consagrados (c).

Freqüentemente encontramos a afirmação “A primeira lei de Newton é um caso particular da segunda lei, pois, para $F = 0$ temos $a = 0$ e, portanto, a velocidade será constante na ausência de forças externas”. Essa afirmação é uma simplificação indevida da primeira lei, pois, na verdade, essa caracteriza, implicitamente, o que são referenciais inerciais e a segunda lei só se aplica a esses.

Um enunciado preciso da primeira lei seria “Existem referenciais chamados inerciais tais que, nesses referenciais, uma partícula isolada se move em linha reta percorrendo distâncias iguais em tempos iguais”. Esse enunciado explicita o que são referenciais inerciais, sem os quais não podemos descrever apropriadamente a Mecânica. Devemos notar que, se um referencial é inercial, qualquer outro referencial que se mova com velocidade (módulo, direção e sentido) constante em relação a esse será também um referencial inercial. Caso não utilizemos um referencial inercial, uma partícula isolada não terá mais velocidade constante. Lem-

bramos a necessidade de “forças fictícias” quando trabalhamos com referenciais acelerados.

Para referenciais inerciais a segunda lei é:

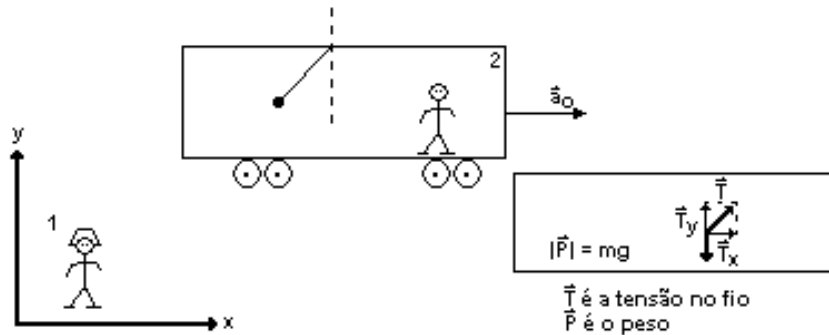
$$\vec{F}_{ext} = m\vec{a}$$

onde F_{ext} é a resultante de forças externas e “m” e “ $\vec{a}$ ” são a massa e a aceleração da partícula. Se não usássemos a primeira lei, a segunda lei teria a forma:

$$\vec{F}_{ext} = m\vec{a} + m\vec{a}_I \text{ ou } \vec{F}_{ext} + \vec{F}_F = m\vec{a}$$

onde $\vec{a}_I$ seria a aceleração de uma partícula isolada e F_F uma força fictícia.

Como exemplo de sistema não inercial, considere um vagão que se move em linha reta com aceleração constante “ a_0 ” e que tem um pêndulo de massa m, preso ao teto. Escreveremos a segunda lei de Newton para dois observadores: um que está fora do vagão (observador 1) que é inercial, e outro dentro do vagão (observador 2) que não é inercial (ver figura). Para o observador 1 a massa “m” se desloca para a direita com aceleração “ a_0 ” e a segunda lei de Newton fica:



(a) para a direção de x:

$$T_x = ma_0;$$

(b) para a direção de y:

$$T_y - mg = 0,$$

ou,

$$F_{\text{ext}} = T + P, \quad |P| = mg$$

$$F_{\text{ext}} = m\ddot{a}$$

Para o observador 2 a massa “m” está parada e a segunda lei de Newton só se aplica se usarmos forças fictícias.

(a) para a direção de y:

$$T_y - mg = 0.$$

(b) para a direção de x:

$$T_x \neq 0;$$

$$T_x - F_{\text{fictícia}} = m \cdot 0$$

$$T_x = F_{\text{fictícia}}$$

Como:

$$F_{\text{ext}} = T + P,$$

$$F_{\text{ext}} \neq m\ddot{a}, \text{ mas}$$

$$F_{\text{ext}} + F_{\text{fictícia}} = m\ddot{a} = 0$$

Portanto, vemos que a segunda lei de Newton só se aplica a referenciais inerciais que são caracterizados pela primeira lei.

As dificuldades conceituais das leis de Newton não param aí. Para uma discussão mais detalhada que inclui definição de massa, a definição de escala temporal e o significado da terceira lei ver Saleton e Cromer⁽⁴⁾ ou Eisenbud⁽⁵⁾.

Referencias Bibliográficas

1. Zylberztayn, A. Revista de Ensino de Física, v. 5, n. 2, 3, 1983.
2. McDermott, L. C. Physics Today, v. 37, n. 7, p. 24, 1984.
3. Halliday, R.; Resnick, D. Física. Ed. LTC 4 ed., 1984.
4. Saleton, E. J.; Cromer, A. H. Theoretical Mechanics. John Wiley e Sons, 1971.
5. Eisenbud, L. Amer.J. Phys., v. 26, p. 144, 1958.

JÁ LHE PERGUNTARAM...

... por que uma garrafa de cerveja deixada no congelador de uma geladeira pode arrebentar? (Wagner Figueiredo, Depto de Física, UFSC)

Quando aquecemos um líquido, ele, em geral, aumenta o seu volume. Este fenômeno é conhecido como expansão térmica. Entretanto, alguns líquidos, como por exemplo a água e a cerveja, podem aumentar o seu volume quando a temperatura diminui. Com a água, isto ocorre para temperaturas menores do que 4°C. A cerveja apresenta um comportamento semelhante; entretanto não sabemos a partir de qual temperatura isso ocorre. Sugerimos que você faça uma experiência para determinar essa temperatura para a cerveja e remeta-nos os resultados, juntamente com o procedimento utilizado para publicarmos no próximo número.