



NOME \_\_\_\_\_  
ESCOLA \_\_\_\_\_  
EQUIPE \_\_\_\_\_ SÉRIE \_\_\_\_\_  
PERÍODO \_\_\_\_\_ DATA \_\_\_\_\_

### QUESTÃO PRÉVIA

“Quando uma criança grande vai brincar em uma gangorra com uma criança pequena, qual a possibilidade da gangorra ficar em equilíbrio na horizontal?”

Resposta:

### OBJETIVOS

- Aprender o conceito de torque ou momento
- Verificar as condições para que uma barra fique em equilíbrio de rotação

### INTRODUÇÃO - Momento ou torque de uma força

O que é uma alavanca? É uma barra rígida apoiada (ponto de apoio  $O$ ) utilizada para facilitar o deslocamento de um corpo pesado. A distância do ponto de apoio  $O$ , por onde passa o eixo de rotação, à linha de ação da força  $F$ , é denominada braço de alavanca, ( $L$ ).

Notação:  $L \rightarrow$  braço de alavanca

Quando vai fechar uma porta (fig. 2.2), experimente fechá-la, empurrando-a no centro da porta (fig. 2.2a) e depois, aplicando a mesma força, empurre a porta na extremidade (fig. 2.2b). Vai verificar que a porta é fechada mais facilmente quando é aplicada a força na extremidade da porta. Observe que o braço de alavanca em (a) é menor que em (b).

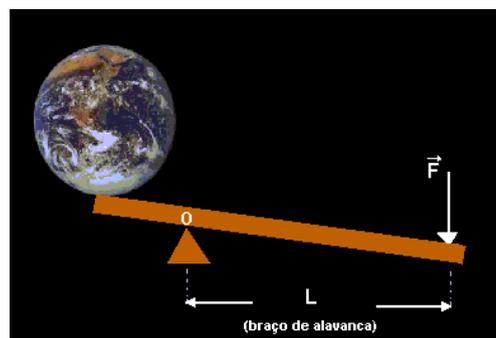


Figura 2.1 – Arquimedes disse: “Dê-me uma alavanca que moverei o mundo”

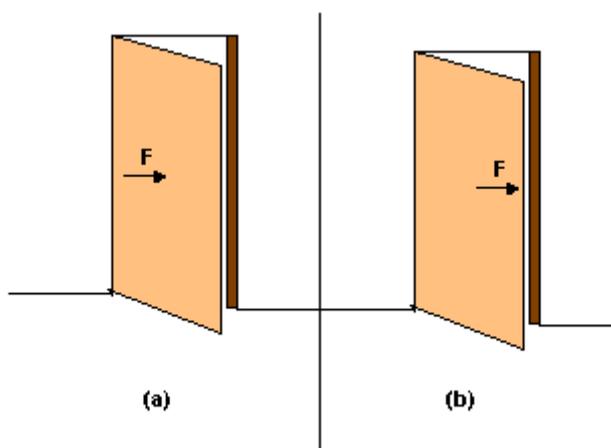


Figura 2.2 – Aplicação de uma força em pontos diferentes em uma porta

Estas situações estão associadas à eficácia de uma força produzir rotação que é relacionada à grandeza física denominada torque ou momento de uma força.

Notação:  $M \rightarrow$  momento ou torque de uma força

Analicamente o momento ou torque de uma força é o produto da força ( $F$ ) pelo braço de alavanca ( $L$ ).

Expressão:  $M = F L$

Unidade de medida de momento – SI

$U(M) = U(F) U(L) = 1 \text{ newton metro (1 Nm)}$

*Convenção*

- Rotação no sentido horário (-)
- Rotação no sentido anti-horário (+)

### **Equilíbrio de translação e rotação**

Para que um corpo rígido fique em equilíbrio, temos duas condições de equilíbrio, decorrentes da 1ª Lei de Newton: equilíbrio de translação e de rotação.

**1ª Condição** – equilíbrio de translação: quando um corpo está em equilíbrio de translação (em repouso ou em movimento uniforme), a resultante das forças que atua sobre o corpo é nula.

$$\mathbf{R} = 0 \text{ ou } \Sigma \mathbf{F}_x = 0 \text{ e } \Sigma \mathbf{F}_y = 0$$

**2ª Condição** – equilíbrio de rotação: quando um corpo está em equilíbrio de rotação (em repouso ou rotação uniforme), a resultante dos momentos ou torques das forças aplicadas, é nula.

$$\Sigma M = 0$$

Exemplo: a barra da fig. 2.3 pode girar em torno de um eixo perpendicular ao ponto de apoio  $O$ . São aplicadas duas forças  $F_1$  e  $F_2$  na barra, que têm respectivamente os braços de alavanca  $L_1$  e  $L_2$ , fazendo com que a barra fique em equilíbrio. A força  $R$  é força de reação do apoio  $O$ .

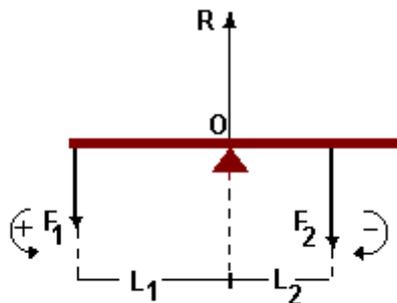


Figura 2.3 – Aplicação de forças em uma barra

Os momentos realizados pelas forças  $F_1$  e  $F_2$  são:

$$M_1 = F_1 L_1 \text{ (positivo porque a barra giraria no sentido anti-horário)}$$

$$M_2 = - F_2 L_2 \text{ (negativo porque a barra giraria no sentido horário)}$$

Estando a barra em equilíbrio, a soma algébrica dos momentos é nula (2ª condição de equilíbrio):

$$F_1 L_1 - F_2 L_2 = 0$$

$$F_1 L_1 = F_2 L_2$$

$$F_1 / F_2 = L_2 / L_1$$

Temos que as forças são inversamente proporcionais aos respectivos braços de alavanca, ou seja, quanto maior o braço de alavanca, menor a força aplicada e vice-versa. A força de reação do apoio é calculada aplicando a 1ª condição de equilíbrio (equilíbrio de translação):

$$\Sigma F_y = R - F_1 - F_2 = 0$$

$$R = F_1 + F_2$$

