

# CAPÍTULO 8

## As Leis de Newton

### Introdução

Ao estudarmos queda livre no capítulo cinco do livro 1, fizemos isto sem nos preocuparmos com o agente Físico responsável que provocava a aceleração dos corpos em queda livre. Pois bem, este agente Físico é a força e nos estudo de queda livre é a força gravitacional, força essa exercida pela Terra sobre os corpos que estão próximos a ela.

A dinâmica é a parta da física que estuda a relação das forças sobre os corpos, onde esta pode provocar movimento com ou sem aceleração dependendo de cada situação. As Leis de Newton explicam esta relação e elas são a base de toda a mecânica clássica. As forças presente na natureza podem ter origem de diverso tipo como: forças elétricas, magnética, atrito, nuclear entre outras. As Leis de Newton estão presentes no nosso dia-a-dia o que veremos no decorrer deste capítulo.

Estas leis são baseadas em três princípios:

- Princípio da inércia ou primeira lei de Newton;
- Princípio fundamental da dinâmica ou segunda lei de Newton;
- Princípio da ação e reação ou terceira lei de Newton.

### 1- Primeira Lei de Newton (Inércia)

Vamos relatar alguns fatos do dia -a- dia para entendermos a primeira lei de Newton.



O cavaleiro foi pego desprevenido e foi arremessado quando o cavalo, que vinha correndo e de repente freou.

Passageiros em um ônibus, também são jogados para frente no momento em que ele é freado.



Quando você está andando e de repente leva uma topada. O que acontece com você. Explique?

Do observado acima vemos que corpos em movimento tendem a continuar em movimento retilíneo, a menos que haja uma força que modifique este estado de movimento, parando (desacelerando) ou aumentando a velocidade (acelerando). Da mesma forma um corpo em repouso tende a ficar em repouso.

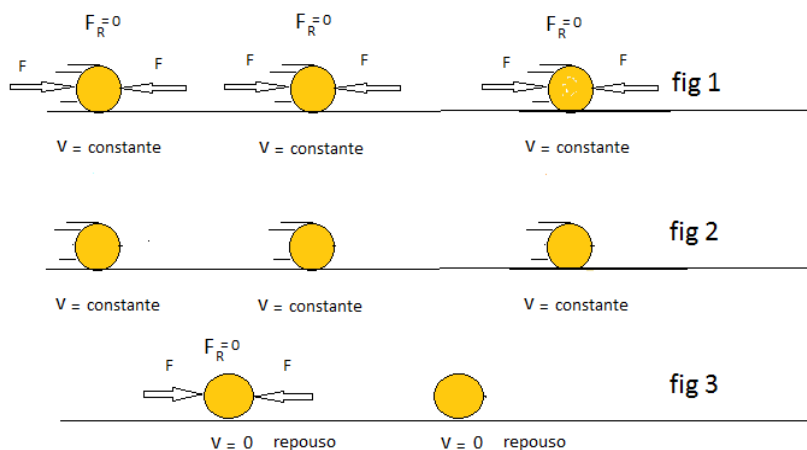
O que será mais fácil colocar em movimento empurrando, um carro de passeio ou um ônibus? É claro que o carro de passeio, pois o ônibus possui maior inércia e fica mais difícil modificar o seu estado de movimento que é o de repouso. Por isto dizemos que quanto maior a massa do corpo maior é a sua inércia.

Podemos enunciar o princípio da Inércia (1ª Lei de Newton) da seguinte forma: Todo corpo tende a conservar o seu estado de movimento retilíneo uniforme ou de repouso, a menos que haja uma força resultante atuando sobre ele que venha a modificar um desses estados que o corpo esteja.

## 2-Força e Massa

Força é uma grandeza física, que pode deformar um corpo, ou alterar o seu estado de movimento ou de repouso. Quando o efeito da força é apenas de deformar o corpo chamamos de *efeito estático* e quando é de alterar o movimento chamamos de *efeito dinâmico*, portanto, amassar uma lata *efeito estático*. Frear ou acelerar um corpo *efeito dinâmico*.

Um corpo em movimento uniforme (velocidade constante) pode estar sobre ação de forças? No primeiro momento, poderíamos até pensar que não, pois não há modificação na velocidade (aceleração zero), mas podemos ter um conjunto de forças cuja resultante seja igual a zero, e por isto ela não produziria efeito de alterar o movimento do corpo e diríamos que o corpo estaria em *equilíbrio dinâmico* (MRU). A figura abaixo temos a representação de um corpo em equilíbrio dinâmico sob ação de forças, porém  $F_R = 0$  fig 1 e na ausência de forças fig 2. Na fig 3 temos dois outros em equilíbrio estático, onde o corpo está em repouso sob ação de  $F_R = 0$  e outro onde não há forças atuando sobre ele.



As unidades mais comuns da grandeza física força são: o Newton (N) e o quilograma-força (kgf). O Newton (N) é a unidade do SI. Um quilograma-força, por exemplo, é a força correspondente a massa de 1 kg. Quando colocamos uma massa de 1 kg pendurada em um dinamômetro, esta distende a mola correspondente a uma força de 1kgf. Veja a ilustração na figura.

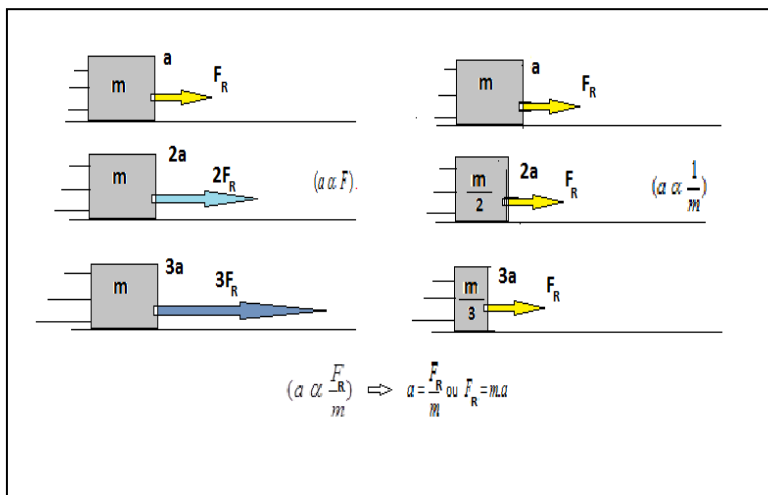


A massa de um corpo está relacionada a Inércia deste corpo e Inércia vimos que é a propriedade que os corpos têm de resistir a mudança de seu estado de movimento. Sabemos que quanto maior a massa maior será a sua Inércia, ou seja, maior será a força resultante que teremos que colocar no corpo para alterar o seu estado de movimento ou de repouso.

### 3- Segunda Lei de Newton

Agora que já sabemos um pouco sobre o que é força vamos falar da 2ª lei de Newton.

A experiência nos mostra que um corpo de massa **m** sob ação de uma força resultante  $\mathbf{F}_R \neq 0$ , fica sujeito a uma aceleração **a**. Se a força for duplicada a aceleração também será e, assim por diante. Para este comportamento dizemos que a aceleração é



diretamente proporcional ao valor da força aplicada ( $a \propto F$ ). Se ao invés de alterarmos a força, alterarmos a massa, teríamos uma aceleração inversamente proporcional a massa ( $a \propto \frac{1}{m}$ ), ou seja, se reduzimos a massa a metade a aceleração duplica. Se reduzimos a massa a terça parte a

aceleração será triplicada, onde concluímos que ( $a \propto \frac{F}{m}$ ), ou seja, a aceleração é diretamente proporcional a razão entre a força **F** e a massa **m**. A relação matemática que representa esta duas proporcionalidades é  $a = \frac{F_R}{m}$  ou  $F_R = m.a$

A equação  $F_R = m.a$  é denominada de Equação fundamental da Dinâmica.

### 4- A Força Peso

Peso é a força que os corpos ficam submetido quando sobre eles atuam a aceleração da gravidade e esta depende do astro em questão. Por exemplo, o nosso planeta Terra atrai outros corpos quando estes estão próximos a ela fazendo com que

estes adquiram uma aceleração denominada aceleração da gravidade. Próximo a superfícies da Terra todos os corpos caem com uma aceleração em torno de  $9,8\text{m/s}^2$ , isto significa dizer que qualquer que seja a massa de um corpo, quando ele está em queda livre, sob ação apenas da força peso (força da gravidade), chegaram juntos quando abandonados de uma mesma altura independentemente da massa de cada um deles.

O cálculo do peso de um corpo é simples, pois dado pela 2ª lei de Newton.

$$F_R = m.a$$
$$P = m.g$$

onde g é a representação da aceleração da gravidade.

## 5-Unidade de força no SI

Newton é a unidade de força do Sistema Internacional de Unidades. 1N corresponde a força aplicada a um corpo de massa 1kg e, que por isto comunica-lhe uma aceleração de  $1\text{m/s}^2$ .

### Exercícios/Exemplos

- 1- Certo corpo de massa 1kg, possui uma aceleração de  $1\text{m/s}^2$ . Determine a força resultante que está sendo aplicada sobre este corpo.

Solução:

Aplicando a equação fundamental da dinâmica temos:

$$F_R = m.a \rightarrow F_R = 1\text{kg} \cdot 1\text{m/s}^2 \rightarrow F_R = 1\text{kg} \cdot \text{m/s}^2 = 1\text{N}$$

- 2- Um corpo de massa 5kg parte do repouso em MUV sobre uma superfície lisa e após 5s sua velocidade é de 10 m/s. Determine:
- Sua aceleração;
  - A força resultante atuante sobre ele;
  - O que acontecerá ao corpo se após os 5s a força deixar de atuar?

Solução:

- a) Como o movimento é uniformemente variado a aceleração é constante e aí podemos calculá-la a partir da definição  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ , logo:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{10-0}{5-0} = \frac{10}{5} = 2m/s^2$$

b)  $F_R = m.a = 5kg.2m/s^2 = 10N$

- c) Como a superfície é lisa (sem atrito) não haverá forças sobre o corpo e, portanto, ele obedecerá a 1ª Lei de Newton, ou seja, ele terá velocidade constante de valor igual que ele possuía no instante  $t = 5s$ .

Como desafio, determine o valor desta velocidade.

- 3- Os fabricantes de carros têm a preocupação de que os projetos de seus carros tenham uma aerodinâmica que dê sustentabilidade em altas velocidades e que a força de resistência do ar sobre eles sejam a menor possível para economizar combustível. Esta força de resistência depende da velocidade relativa do carro com o ar, da área do carro voltada para o movimento, da densidade do ar e do coeficiente aerodinâmico do objeto (carro), que depende do seu formato.



Um carro de massa  $m=1000kg$  a  $100\text{ km/h}$  sofre uma força de resistência do ar dado pela fórmula  $f_{ar} = kv^2$ , onde  $k$  é uma constante de proporcionalidade, que depende da densidade do ar, forma do

corpo (área frontal em contato com o ar) e da aerodinâmica do corpo. O carro desenvolve velocidade constante de  $108\text{ km/h}$ . Determine:

- a) O valor da constante  $k$ , onde a força de resistência é de  $5000N$ .

Solução:

- 4- Um corpo de massa  $m=20\text{ kg}$  encontra-se em um local onde a aceleração da gravidade é de  $9,8m/s^2$ . Qual é o seu peso?

Solução:

Sabemos que todo corpo de massa  $m$ , quando imerso num campo gravitacional, fica sujeito a uma força gravitacional devido a aceleração da gravidade. Esta força é denominada de peso que calculada pela segunda lei de Newton.

$$F_R = m.a$$

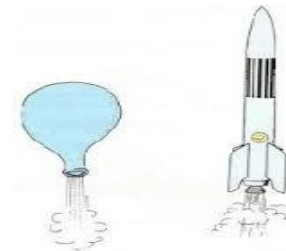
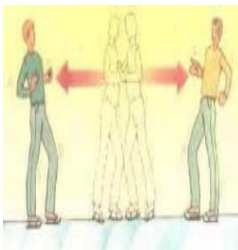
$$P = m.g = 20kg.9,8m/s^2 = 19,6N$$

- 5- No tópico 2 sobre Força e Massa, temos um corpo de massa 1kg pendurado no dinamômetro. Qual deveria ser a leitura do dinamômetro se este estivesse calibrada em Newton?

## 6- Terceira Lei de Newton (Ação e Reação)

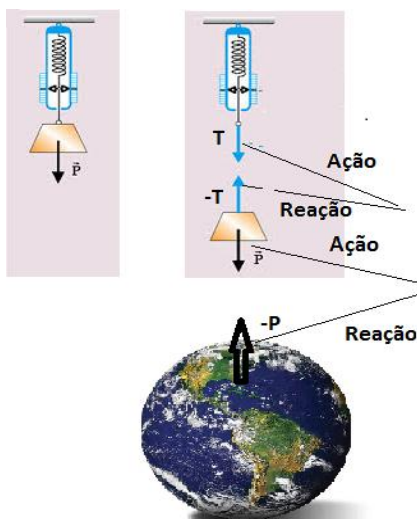
Reflita no seguinte: O que faz você andar? Como você consegue sair do local em um barco a remo? O que acontece quando duas pessoas sobre patins uma empurra a outra, onde ambas possuem a mesma massa, e quando uma delas possui o dobro da massa da outra? O que faz uma bexiga, após ser cheia de ar e solta, sair voando e o foguete?

Os questionamentos estão respondidos na representação das figuras abaixo.



A terceira lei de Newton está muito presente no nosso dia a dia. Ela nos diz o seguinte:

Todo corpo, quando exerce uma força  $F$  sobre o outro, este reage sobre ele com outra força  $-F$ , de mesma direção, mesmo módulo, mas de sentido contrário. O sinal negativo é para indicar que a força tem sentido contrário.



A figura ao lado mostra um conjunto de forças aos pares devido a 3ª lei de Newton.

$P$  (força de atração da Terra sobre o corpo)

$-P$  (força de reação do corpo sobre a Terra)

$T$  (força de tração na corda que o corpo exerce no dinamômetro)

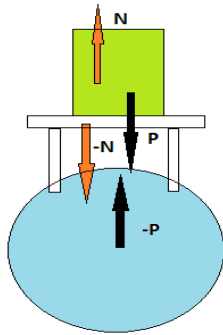
$-T$  (força de tração na corda que o dinamômetro exerce no corpo)

Na Terceira lei de Newton temos que entender que as forças agem aos pares (Ação e Reação), possuem

os mesmos módulos, direção e têm sentidos opostos e além do mais atuam em corpos distintos.

## Exercícios/Exemplos

1-A figura abaixo mostra um esquema de forças que atuam num bloco que está em uma mesa sobre a Terra. Identifique:



- As forças correspondentes de ação e reação;
- A relação entre elas;
- A força resultante sobre o bloco.

### Solução:

a) Vemos que,  $P$  e  $-P$  são ação e reação, a Terra exerce uma força  $P$  sobre o bloco e o bloco reage exercendo uma força  $-P$  sobre a Terra. O bloco pressiona a mesa devido ao seu peso  $P$  ( $-N$ ) e esta exerce uma força de mesmo módulo em sentido contrário ( $N$ ).

b) A relação entre as forças é que elas possuem o mesmo módulo, ou seja,  $N=P$ .

- c) Sendo  $N=P$ , então a força resultante no bloco é:  $F_R = N - P = 0$

Obs: A força  $N$  é uma força de contato e denominada de força Normal, pois sempre é perpendicular a superfície de contato, que neste caso é a mesa.

## Exercícios Propostos 8.1

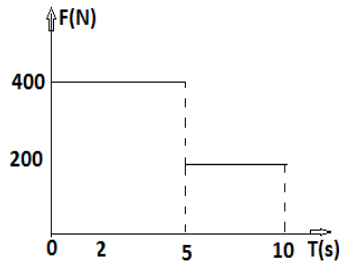
1-(NARB) Uma caixa de 10 kg está em repouso sobre um vagão de uma locomotiva que está a 20m/s. De repente a locomotiva bate em um obstáculo que estava sobre os trilhos e para subitamente. O bloco escorrega sobre o vagão e anda 120 cm.

a) Faça um desenho esquemático da situação mostrando todas as grandezas físicas envolvidas no problema;

b) Determine o módulo da força de atrito.

2- Uma força de intensidade 10N imprime a um corpo de massa  $m_1$  a aceleração de  $5\text{m/s}^2$  e a outro corpo de massa  $m_2$  uma aceleração de  $8\text{m/s}^2$ . Quanto a mesma força imprimirá aos dois corpos juntos?

3- O gráfico abaixo representa a força resultante que atua em um carro de massa  $m = 800$  kg em dado instante. Determine a distância percorrida por ele em  $t = 3\text{s}$ ,  $t = 5\text{s}$  e  $t = 10\text{s}$ . No instante  $t = 0$  o carro estava em repouso.



4-(OBF-2013) A aceleração da gravidade na lua é aproximadamente  $1/6$  da terrestre. Um astronauta de 600N na terra tem massa na lua de aproximadamente.

- (a) 60kg (b) 600kg (c) 100kg (d) 360kg (e) 10kg

5-(OBF-2013) Um astronauta na superfície de um planeta lança uma moeda, verticalmente, para cima e nota que a moeda atinge uma altura aproximadamente de 12m acima do ponto de lançamento e leva 2s para retornar ao ponto em que foi lançada. Se o astronauta tem massa de 80 kg, qual é seu peso neste planeta?

- (a) 40N (b) 80N (c) 160N (d) 320N (e) 1920N