

# Eu tenho a força!

**Fascículo 1**  
**Unidade 3**



# Eu tenho a força!

## Para Início de conversa..

Você já praticou musculação? Se a resposta for positiva, você deve ter visto na sua academia algumas pessoas bastante fortes, capazes de erguer uma carga bem acima do que uma pessoa normal é capaz (isto se você mesmo já não se encaixa nessa categoria). Também se costuma associar a palavra força a estivadores de porto, caminhoneiros e halterofilistas. O que essa palavra significa na Física?

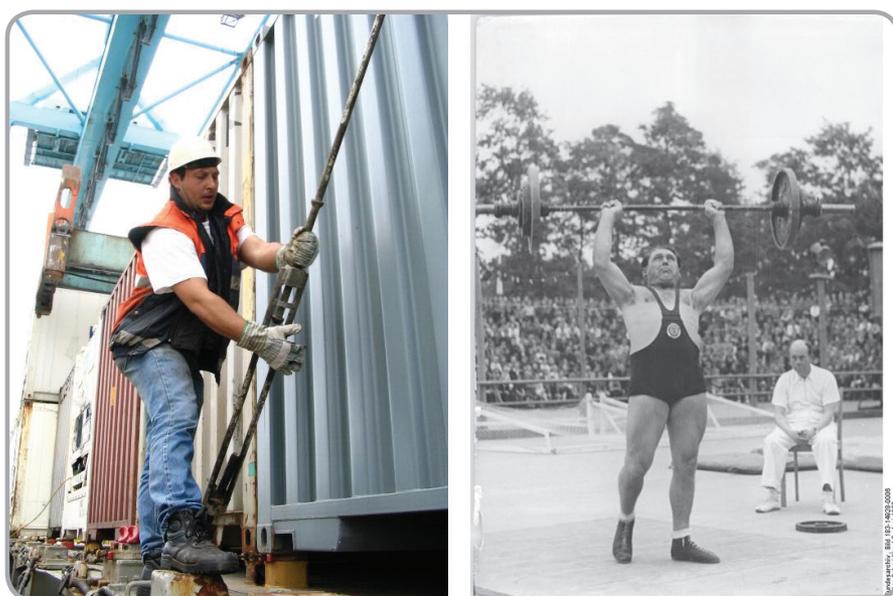


Figura 1: Estivador de porto à esquerda e à direita, um halterofilista.

Conforme veremos neste módulo, as forças são responsáveis por alterar o *estado de movimento* dos corpos. Lembre-se que no módulo passado vimos diversos tipos de movimentos, mas em nenhum momento nos perguntamos o porquê destes movimentos ocorrerem. Desta vez, iremos mais a fundo e traçaremos relações entre o movimento dos corpos e as forças que agem neles.

## Objetivos de aprendizagem

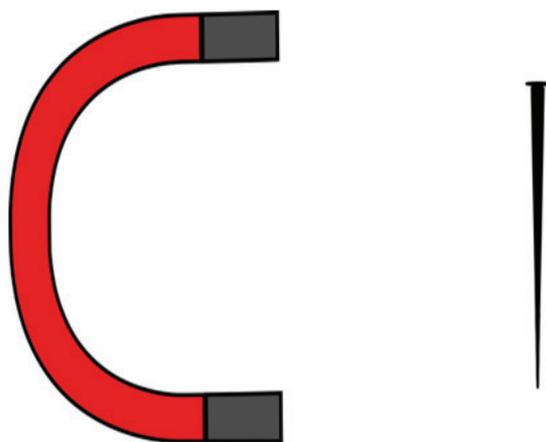
- Identificar em quais condições um corpo realiza um movimento retilíneo uniforme;
- Associar o conceito de força a interações entre os corpos;
- Desenvolver diagramas de corpo livre;
- Explicar fenômenos simples, utilizando a Lei da ação-reação;
- Associar a força peso à interação entre o planeta Terra e os objetos que nele residem;
- Diferenciar força normal de força peso;
- Associar a força normal a uma força perpendicular à superfície em questão.

## Seção 1

### Forçando a barra

Bem, no início desta unidade, vimos que empregamos constantemente a palavra força no nosso dia a dia. Um outro exemplo do emprego desta palavra em nosso cotidiano é quando pedimos uma força para um camarada. Na Física, associamos a palavra força à interação entre os corpos. Eventualmente, as forças que atuam num determinado objeto podem até mesmo deformá-lo.

Existe uma categoria de forças que atuam mesmo que os corpos em questão estejam separados por uma certa distância. É o caso, por exemplo, da força de atração entre um prego e um ímã. Mesmo quando estão um pouco distantes um do outro, o prego e o ímã atraem-se mutuamente, mesmo que estivessem em uma câmara evacuada (sem nenhum ar em seu interior). Veja a Figura 2.



**Figura 2:** Imagem de um ímã e um prego. Mesmo afastados a uma certa distância, há uma interação (força) entre eles. Distantes aqui é um certo exagero. Se os corpos em questão estiverem suficientemente afastados, o pedaço de ferro praticamente não sente a ação do ímã.

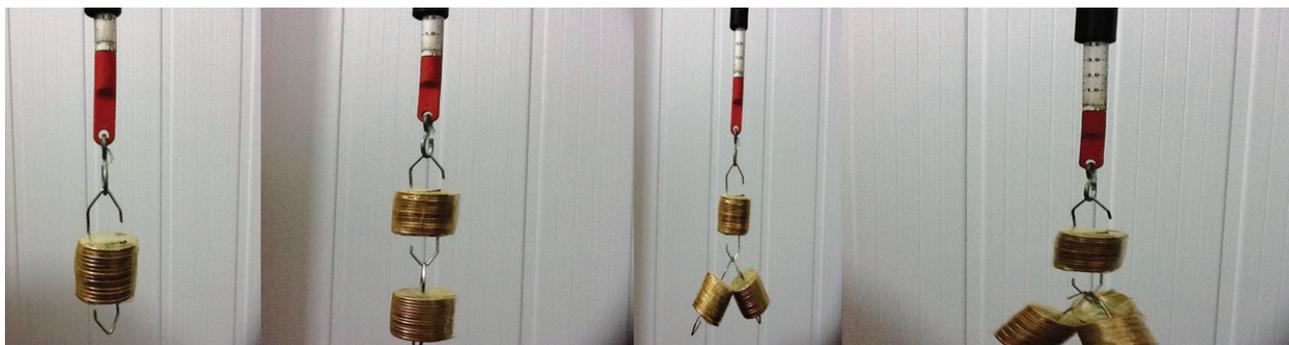
Chamamos esta interação, entre o ímã e o prego, de *força magnética*. Forças como a magnética, que atuam mesmo que os corpos não estejam em contato direto, são chamadas de *forças de campo*. Outros exemplos de forças de campo são a força peso (a força de atração gravitacional entre a Terra e todos nós), a força eletrostática e a força nuclear.

Para dar prosseguimento aos nossos estudos, é importante que saibamos como podemos medir na prática uma força. Para fazer isto, utilizaremos um dispositivo composto por um tubo, com uma **gradação** em milímetros em seu exterior e em seu interior uma mola, tal como pode ser visto na **Figura 3**. Chamamos este tipo de aparelho, que

mede forças, de *dinamômetro*. Um tipo de dinamômetro muito conhecido é o utilizado em pesca, para medir o peso de um peixe capturado.

## Gradação

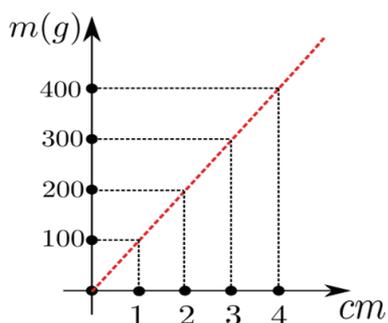
Gradação – marcação de unidades de medida em um determinado objeto, como em uma régua onde há a marcação de cada milímetro, ou em uma balança onde há a marcação de cada grama.



**Figura 3:** Imagens de um dinamômetro com diferentes pesinhos. Cada um dos pesinhos tem 100g de massa. Podemos ver também a marcação apontada pelo dinamômetro, conforme vamos acrescentando os pesinhos, de um em um.

Utilizando alguns pesinhos, cada um de 100 gramas, realizamos a seguinte experiência: colocamos um único pesinho e constatamos que a marcação na gradação exterior do dinamômetro está em 1,0 cm. Colocando 2 pesinhos, vemos que a marcação na balança dobrou. Se pusermos um trio ao invés de um par, a marcação do dinamômetro passa a estar em 3 cm e, finalmente, quando dependuramos 400 g no total (4 pesinhos de 100 g cada), a marcação do dinamômetro passa a apontar para 4 cm. Utilizando um dispositivo como este, podemos medir diversos tipos de forças.

Podemos montar um gráfico que contém a massa posta no dinamômetro e a deformação (expansão ou contração) correspondente, que é lida na marcação feita no mesmo (veja a Figura 4).



**Figura 4:** Gráfico construído a partir da utilização do dinamômetro da figura 3.

Como você pode observar no gráfico, conforme aumentamos gradativamente a quantidade de pesinhos, a deformação do dinamômetro aumenta proporcionalmente à massa dependurada.

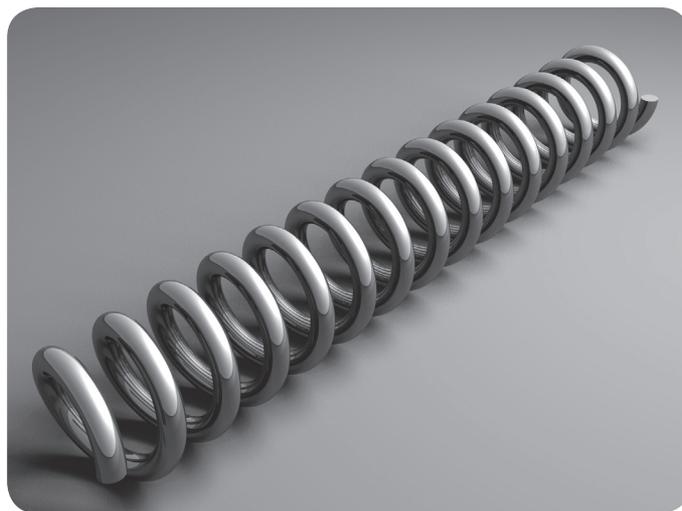
Podemos então expressar esta relação como:

Força = constante x deformação da mola (1)



Esta fórmula é conhecida como *lei de Hooke*.

Você pode observar que há diferentes tipos de mola, desde espirais de caderno até molas utilizadas em suspensões de automóveis. O que diferencia estes tipos de mola? Certamente, será a resistência oferecida à força aplicada na mola. Por exemplo, com pouco esforço somos capazes de deformar a espiral de um caderno (a ponto, inclusive, de estragar a mola). Porém, para deformar uma mola, utilizada em suspensões de ônibus, teríamos de fazer uma força imensa, para verificar uma pequena deformação na mesma (lembre-se que elas são feitas para aguentar o peso da carroceria do ônibus e de mais de 40 passageiros ao mesmo tempo, dos mais variados pesos). O que caracteriza a resistência de uma mola é a constante que aparece na equação 1. Chamamos esta constante de *constante elástica*. Veja um exemplo de mola típico na **Figura 4**.



**Figura 4:** Exemplo típico de uma mola. Há diversas aplicações, como molas de espirais de caderno etc.

A unidade do Sistema Internacional para medir uma força é o Newton, representada pela letra N. Conforme veremos mais adiante, para determinar qual é a força peso que atua em um determinado objeto, devemos multiplicar o valor da sua massa pela aceleração da gravidade ( $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ , que aproximaremos por 10, para facilitar as contas), isto é, temos que

Peso = Massa x Aceleração da gravidade (2)

Deste modo, temos que cada um dos pesinhos do experimento anterior tem o seguinte peso:

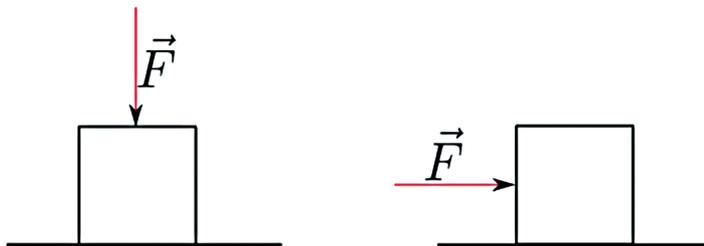
$$P = 100 \text{ (g)} \times 10 \text{ (m/s}^2\text{)} = 0,1 \text{ (kg)} \times 10 = 1 \text{ kg m/s}^2 = 1 \text{ Newton (N)}.$$

Logo, se cada pesinho colocado no dinamômetro do experimento exerce uma força de 1 Newton na mola, podemos descobrir a constante da fórmula (1) da seguinte forma:

$$\text{Força} = \text{constante} \times \text{deformação da mola}$$

$$1\text{N} = \text{constante} \times 1\text{cm} \quad \text{constante} = 1\text{N} / \text{cm}$$

Agora que sabemos medir forças, podemos representá-las em algumas situações. Com um dinamômetro, podemos determinar a *intensidade* (também chamada de **módulo**) de uma força. Entretanto, só a intensidade não nos permite caracterizar completamente uma força. Forças com mesma intensidade podem ter diferentes efeitos num objeto. Veja o exemplo da **Figura 5**.

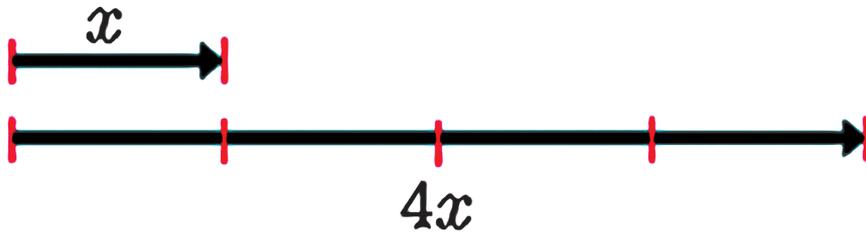


**Figura 5:** Uma mesma força  $F$  é aplicada em duas direções diferentes. Veja que o efeito causado pela força depende da direção e do sentido da mesma!

Dois forças com mesma intensidade tiveram efeitos bastante distintos no objeto da figura. Qual o motivo dessa diferença? Em um dos casos, a força aponta para a direita, enquanto que no outro, a mesma aponta para baixo. Por causa disto, precisamos sempre dizer em qual *direção e sentido* uma certa força aponta.

A *direção* de uma força nada mais é do que a linha reta onde a força se encontra. No caso do bloco que está à esquerda na **Figura 5**, esta linha é uma reta vertical, enquanto que para o bloco da direita, a força está na horizontal. Para representar a direção de uma força, você só precisa desenhar a linha reta sobre a qual a força se encontra.

Só que dizer apenas a linha reta onde a força localiza-se não é o bastante. Uma vez que fixamos a direção, sabemos apenas qual é a reta onde ela se encontra. Entretanto, um vetor sempre pode apontar para cada um dos dois lados de uma reta. Cada um destes lados vem a ser o que chamamos de *sentido*. Quando dizemos qual a *intensidade, direção e sentido* de uma força, caracterizamos esta força completamente. Grandezas deste tipo, que precisam destas três informações para ser efetivamente determinadas, são chamadas de *grandezas vetoriais*. Já vimos anteriormente outros exemplos de grandezas vetoriais, como, por exemplo, velocidade e aceleração. A partir de agora, utilizaremos setinhas para representar forças. O tamanho da seta indicará a intensidade da força, enquanto que a própria seta mostra a sua direção e sentido. Veja o exemplo da **Figura 6**.



**Figura 6:** Temos dois vetores. Como o tamanho do vetor está relacionado ao seu módulo, temos que o módulo do de baixo é quatro (4) vezes maior que o do de cima.

Finalmente, vale a pena acrescentar que a representação de uma grandeza vetorial será feita, utilizando-se uma seta em cima da grandeza em questão. Exemplos:  $(\vec{F})$ ,  $(\vec{V})$ ,  $(\vec{S})$ , dentre outros.

### Está perto ou distante?

Dê 3 exemplos de situações onde encontramos uma força de contato e outros 3 onde encontramos forças que atuam a distância, ou seja, forças de campo.

Anote suas respostas em seu caderno



### Mudando de forma

Um objeto pode ter a sua forma deformada sem a aplicação de uma força?

Anote suas respostas em seu caderno



## Seção 2

### 2 + 2 é mesmo igual a 4?

Como vimos anteriormente, a força é uma grandeza física que se comporta vetorialmente. Ela tem módulo (a sua intensidade, que é representada pelo tamanho da “setinha”), direção (que é a reta onde o vetor se encontra) e sentido (que é um dos dois lados da reta que se pode seguir).

Pelo fato das forças serem representadas por vetores, precisamos aprender como fazer operações matemáticas com eles. Todas as grandezas vetoriais (como a força e a velocidade, por exemplo) não seguem a mesma forma da soma e da multiplicação de grandezas escalares (os números que conhecemos 0, 1, -15, pi, 357.18, ...), como estamos acostumados.

Dois vetores cujos módulos valem 2N podem ter como resultado de sua soma 4N ou qualquer valor que vá de 0 (zero) a 4N. Achou estranho? Então, veja o exemplo da figura 7.

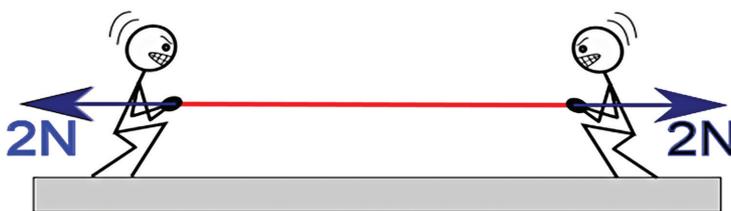


Figura 7: Dois amigos puxam uma corda, um da esquerda para direita e outro da direita para esquerda, com uma força de 2N cada.

Nesse caso, a soma das forças desses competitivos amigos vale zero. Veja por que: ambas as forças aplicadas valem 2N, as direções são iguais (neste caso, a direção seria a linha horizontal) e os sentidos são opostos. Para efetuar essa soma, precisamos escolher um sentido que indique qual das forças está em sentido positivo. Vamos escolher que o sentido positivo é o **da esquerda para a direita**. Sendo assim uma força é positiva (a que o amigo da direita faz) e outra é negativa, por que tem sentido oposto. Matematicamente, escrevemos:

$$2 + (-2) = 2 - 2 = 0 \quad (3)$$

Assim, podemos ver que o sinal da força depende do sentido da mesma. Se ela está no mesmo sentido ou no sentido oposto do que escolhemos como positivo.

Imagine agora que um dos amigos enfezou-se e aumentou a força que aplica na corda, e que o outro a manteve igual. Neste caso, essa soma deixará de ter resultado zero. Digamos que o rapaz da direita aumente a sua força para 5N. Agora a força que está no sentido positivo é maior que a que está no sentido negativo. Matematicamente, temos:

$$5 + (-2) = 5 - 2 = 3N \quad (4)$$

Desta vez, a resultante das forças vale 3N, que acarretará numa aceleração (mudança na velocidade) da esquerda para direita (sentido que escolhemos como negativo. Note que se escolhêssemos o sentido oposto como positivo, o resultado não mudaria em módulo).

Neste caso, em que ambas as forças possuem a mesma direção (no caso a horizontal), foi simples determinar a soma vetorial. Mas se considerarmos vetores que podem ter direções diferentes, a soma vetorial já fica mais complicada. Por causa disso, apresentaremos a seguir um conjunto de instruções (também chamado de algoritmo, ou de “receita de bolo”) que nos permitirá determinar geometricamente a soma vetorial de uma quantidade qualquer de vetores.

## 2.1 - Soma Vetorial: A Regra do Polígono

Agora, apresentaremos um conjunto de instruções que, se seguidas, permitirão que somemos uma quantidade qualquer de vetores. A soma de vetores também é um vetor (do mesmo jeito que a soma de dois números fornece outro número). Assim, imagine que queremos somar os vetores  $\vec{A}$ ,  $\vec{B}$ ,  $\vec{C}$  ..., isto é, obteremos o vetor  $\vec{SOMA} = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C} + \dots$  :

Primeiro, represente (desenhe) o primeiro vetor (no caso o  $\vec{A}$ ) num espaço em branco;

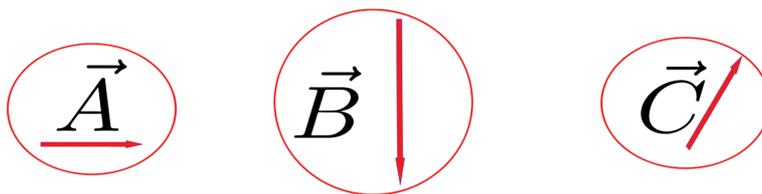
Agora, pegue o próximo vetor da lista ( $\vec{B}$ ,  $\vec{C}$ ,  $\vec{D}$ , ...) e coloque a ponta final (início) deste vetor na cabeça do vetor anterior ( $\vec{A}$ ,  $\vec{B}$ ,  $\vec{C}$ , ...);

Repita o passo 2) até que não haja mais nenhum vetor que desejamos somar;

Finalmente, representaremos o vetor final. Ele será um vetor cuja ponta final sai do início do primeiro vetor da lista (no caso o A) e vai terminar na cabeça do último vetor da lista.

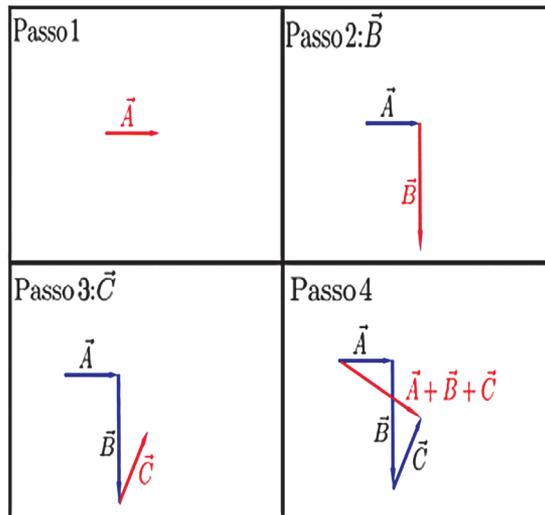
Como aplicação deste algoritmo, considere que desejamos somar os três (3) vetores  $\vec{A}$ ,  $\vec{B}$  e  $\vec{C}$  da **Figura 8** do exemplo a seguir.

Exemplo:



**Figura 8:** Representação de três vetores,  $\vec{A}$ ,  $\vec{B}$  e  $\vec{C}$ , onde a soma é mostrada passo a passo na **Figura 9**.

Na **Figura 9**, temos a aplicação do algoritmo apresentado passo a passo.



**Figura 9:** Diagrama que mostra passo a passo como aplicamos o algoritmo apresentado para os vetores da **Figura 8**.

Há um outro método que nos permite determinar o vetor soma resultante da soma de dois vetores, conhecido como *Regra do Paralelogramo*. Entretanto, não discutiremos esta regra aqui.



Para você entender melhor como uma força age, como funciona um vetor e como podemos realizar sua soma, veja a tele-aula do Telecurso 2000 que está disponível no *link* a seguir:

<http://youtu.be/f05sYSYb5fc>

Propomos agora que você aplique a regra do polígono em algumas situações simples.



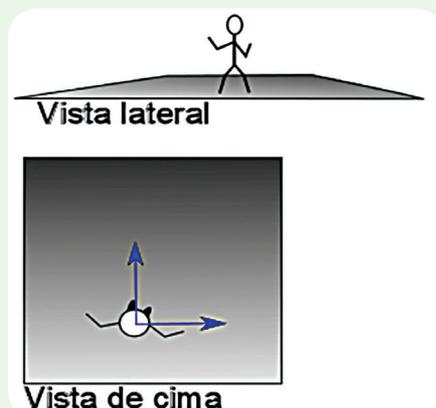
### Faça sua lista!

Liste as três características de um vetor que devem ser levadas em consideração numa operação como a soma.



## Indicando a direção

Se uma pessoa sofre a ação de duas forças (indicadas pelas setas azuis), como mostra a figura a seguir, qual deve ser a direção para qual ela acelerará?

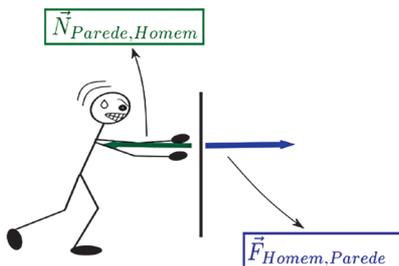


Anote suas respostas em seu caderno



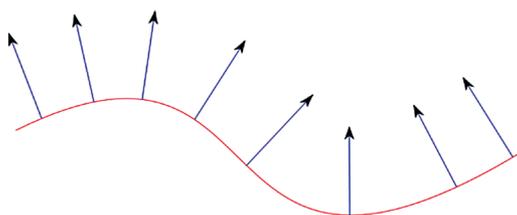
## Seção 3 Saindo do normal

Um tipo bastante comum de força é a força perpendicular (também chamada de normal). Esta força existe para impedir que os corpos penetrem uns nos outros. Por exemplo, se você está lendo este texto, sentado em uma cadeira, esta impede que você penetre nela, fazendo uma força em você para cima. Quando você empurra um carro com as mãos, para ajudar um motorista com problemas em seu automóvel, a carroceria do carro impede que suas mãos penetrem no mesmo. Neste caso, a força também será a normal. Por que este tipo de força, que impede penetrações, leva este nome? Como o nome indica, o motivo deve-se ao fato de esta força ser sempre perpendicular (em Matemática, a palavra normal é sinônimo de perpendicular) à superfície de contato entre os corpos (veja a **Figura 10**).



**Figura 10:** Um homem faz força sobre uma parede com suas mãos. Para evitar que as mãos do homem penetrem na parede, a parede exerce uma força Normal à sua superfície, nas mãos do homem.

A força *Normal* é sempre perpendicular à superfície onde ela atua (veja a **Figura 11**).



**Figura 11:** Temos uma linha sinuosa, para ilustrar o conceito de perpendicularidade. A força normal num ponto qualquer de uma superfície será sempre perpendicular à própria superfície naquele ponto.

## Seção 4

### Vale o quanto pesa

Você deve atentar para um fato importante. Quando subimos em uma balança, esse aparelho indica uma grandeza que não é o **peso** (como comumente chamamos), mas sim a intensidade da força de interação entre seus pés e a balança, que chamamos de *Normal*.

Uma maneira de visualizar o quanto essas duas grandezas (Peso e Normal) são diferentes é a seguinte. Fique em cima de uma balança e dê alguns pulinhos. Conforme você poderá constatar, a marcação da balança sofrerá alterações, à medida que você executa estes pequenos saltos. Entretanto, o seu peso não se altera neste processo. Isto acontece por que o contato entre seus pés e a plataforma da balança, e por conseguinte a força Normal, fica ora mais ora menos intensa.

No início desta aula, vimos que existem alguns tipos de força. O peso na verdade é uma força, do tipo força de campo. Essa força não precisa de contato para existir: ela surge da interação entre dois corpos, mesmo a distância.

A força Peso sempre estará direcionada ao centro da terra. É ela a responsável pela queda das coisas. Quando deixamos um objeto cair, a força Peso faz com que ele acelere com o valor de  $g$ , o que corresponde a um acréscimo de  $10 \text{ m/s}$  em sua velocidade, a cada segundo (se não houver resistência do ar).



### Treinando pesado!

Durante sua preparação para superar o conquistador de planetas Frieza, Goku fez um treinamento rigorosíssimo, onde o mesmo estava sujeito a uma gravidade 100 vezes a da Terra. Supondo que Goku tenha uma massa de  $100 \text{ kg}$ , qual seria o valor da força Peso, exercida sobre ele, enquanto está sob essa gravidade aumentada de 100 vezes ( $100 \times g$ ). Na nossa gravidade, que objetos poderiam ter o valor do peso calculado de Goku na gravidade de  $100 \times g$ ?

Anote suas respostas em seu caderno



### Treinando PESADO: O Retorno!

Agora, suponha que Goku vá até uma anã branca (um objeto celeste que resulta da evolução de diversos tipos de estrelas, tais como o nosso Sol. Esta evolução dura bilhões de anos). A gravidade na superfície de uma Anã Branca pode chegar a até  $100.000$  vezes o valor da aceleração da gravidade na Terra ( $100.000 \times g$ ). Se Goku conseguisse suportar essa gravidade, qual seria o valor da força Peso exercida sobre ele na superfície da Anã Branca? Na nossa gravidade, que objetos poderiam ter o valor do peso calculado de Goku na Anã Branca?

Anote suas respostas em seu caderno





### Será que estou no sobrepeso?

Em que situação uma balança funciona corretamente, expressando o valor da massa do objeto que repousa sobre ele?

Anote suas respostas em seu caderno

## Seção 5

### Diagramas de corpo livre

Para determinar o movimento de um corpo, é importante que primeiro saibamos quais são as forças que atuam sobre o mesmo. Para fazer isto, precisamos representar um *diagrama de corpo livre* (também chamado de *isolamento de forças*). Apresentaremos a seguir uma receita de bolo, que deverá ser sempre seguida, quando formos isolar as forças que atuam num objeto.

1. Represente *apenas* o corpo que será isolado. Não desenhe qualquer outro objeto no diagrama;
2. Identifique e marque primeiro quais forças de campo atuam no corpo em questão, utilizando sempre subíndices para representar o corpo que exerce a força e o corpo que a sofre (por exemplo, se estamos isolando um prego que está próximo de um ímã, a força exercida pelo ímã no prego será indicada como  $F_{\text{ímã, prego}}$ );
3. Veja quantos objetos estão em contato com o corpo que está sendo isolado. Marque *uma única* força para cada contato, usando a convenção de subíndices da regra 2 (por exemplo, se estamos isolando um livro que está sobre uma mesa, a força exercida pela mesa sobre o livro seria representada como  $N_{\text{mesa, livro}}$ . Utilizaremos N neste caso por que a força é uma normal, que impede que o livro penetre na mesa). Vale a pena dar uma dica, que pode nos ajudar a verificar se realizamos o isolamento corretamente. Imagine que estamos isolando uma caneca que está sobre a mesa, conforme pode-se ver na **Figura 12**.

Lembre-se que quando isolamos um corpo, marcamos APENAS as forças que atuam SOBRE ele. Isto significa que, se seguimos corretamente os 3 passos da receita de bolo fornecida anteriormente, todas as forças devem ser do tipo  $\vec{F}_{\text{mesa, caneca}}$ , por que estamos isolando a caneca. Em outras palavras, se o segundo nome que aparece no subíndice das forças não for o mesmo nome do corpo que estamos isolando (neste caso, a caneca), comece a questionar o seu diagrama.

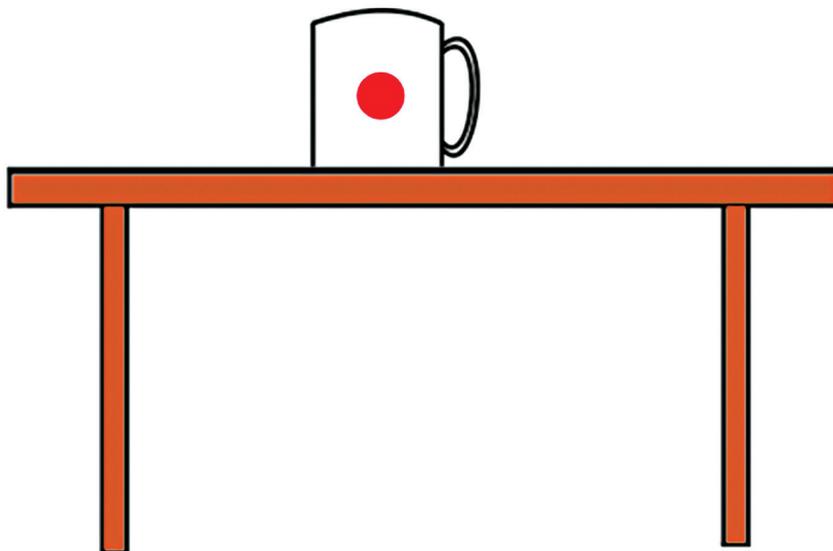


Figura 12: Figura de uma caneca sobre uma mesa.

Deste modo, o isolamento da caneca é representado na Figura 13.

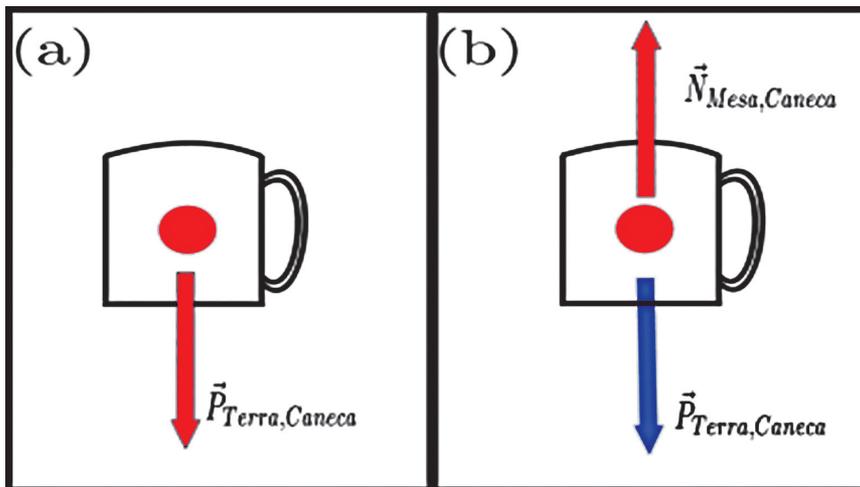


Figura 13: Representação do isolamento da caneca da Figura 12 passo a passo.

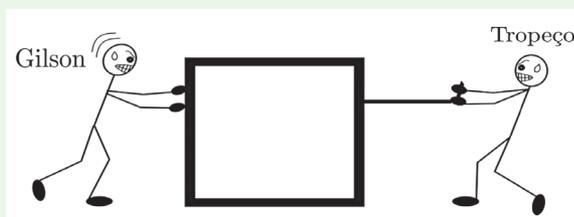
Atividade  
8

### Bate na madeira! Isola!

Considere que dois amigos truculentos, Tropeço e Gilson, desejam transportar uma caixa muito pesada, tal como na figura desta atividade. Faça o diagrama de forças para Gilson, Tropeço e para a caixa, e responda à seguinte pergunta:

- a. Tropeço está fazendo alguma força na caixa? E em Gilson? Justifique.

Agora que conhecemos alguns tipos de forças e sabemos como isolar os corpos, podemos nos perguntar qual a relação entre força e movimento. Esta pergunta será apenas parcialmente respondida neste módulo.



Anote suas respostas em seu caderno

## Seção 6

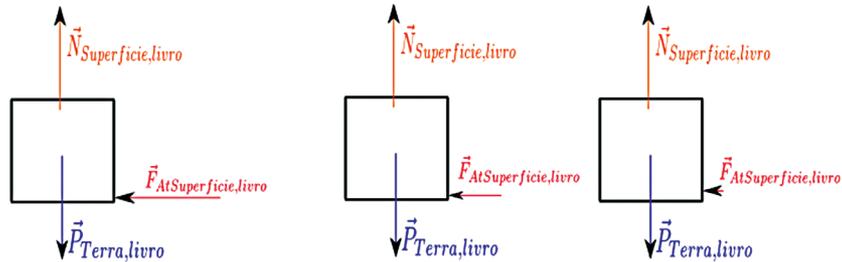
### A Lei do movimento (Primeira Lei de Newton, ou ainda Lei do Movimento de Galileu)

O que acontece quando a resultante das forças que atuam sobre um objeto não é nula? Por exemplo, considere o caso de um livro, que está sobre uma mesa áspera e que sofre um empurrão, de modo a entrar em movimento (veja a **Figura 14**).



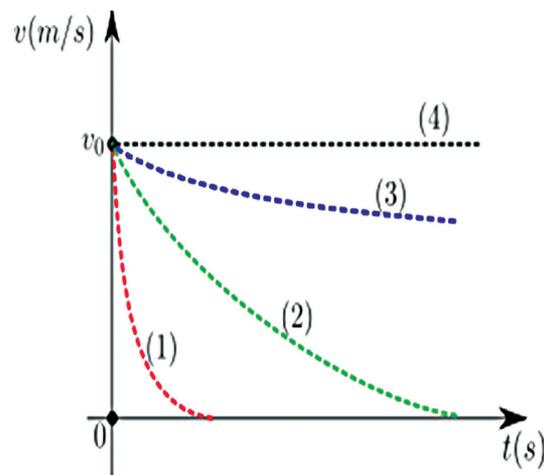
**Figura 14:** Imagem que representa um livro que é posto a entrar em movimento, da esquerda para a direita com uma velocidade inicial  $v$ , numa mesa áspera. Uma força de atrito atuará sobre o livro, até o mesmo entrar em repouso.

Podemos constatar, através da experiência, que existe uma força de contato, chamada força de atrito, que a mesa exerce sobre o livro, enquanto este desliza sobre a superfície da mesa. Quanto maior for a força de atrito, mais rápido ele entrará em repouso. Agora, imagine que a mesa fosse de gelo. Neste caso, o coeficiente de atrito seria muito pequeno! Ao experimentar um empurrão numa mesa como essa, o livro iria percorrer uma distância enorme antes de parar.



**Figura 15:** Representação do isolamento de forças para o livro, que está sobre a mesa áspera. Temos representadas três situações diferentes, onde variamos a aspereza entre o livro e a mesa. Quanto maior o coeficiente de atrito, maior será a força de atrito que o livro exerce na mesma.

Se representássemos a velocidade do livro como função do tempo, para as três situações descritas na **Figura 15**, obteríamos algo muito parecido com o descrito a seguir.



**Figura 16:** Curvas correspondentes às situações da **Figura 15** e ao caso limite [curva (4)], onde o atrito é nulo.

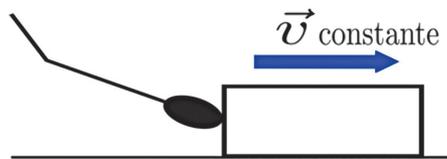
Quanto maior a força de atrito, mais rapidamente o livro atingirá a sua velocidade final, de repouso ( $v = 0$ ). Então, relacionando as situações da **Figura 15** com as da **16**, temos que a curva (1) corresponde ao caso onde a força de atrito é a maior de todas, enquanto que a curva (2) equivale ao caso intermediário da **Figura 15**. Já o caso onde o livro (ou a superfície) é de gelo, o gráfico mais adequado seria o da curva (3).

Newton imaginou o seguinte. Se fosse possível fazer com que o atrito fosse realmente nulo, isto é, se existisse uma superfície *plana e perfeitamente lisa*, o objeto que sofre um empurrão, obtendo uma certa velocidade inicial  $v_0$  teria essa *velocidade constante* a partir daí, como na curva (4) da **Figura 16**. Isto significa que neste caso ideal, a velocidade do corpo não se altera.

E mais ainda, Newton generalizou o que discutimos com esse exemplo específico, dizendo que isto não ocorre apenas no caso de um livro deslizando sobre uma mesa. Esta vem a ser a chamada primeira lei de Newton: sempre que a resultante das forças que atuam num corpo for nula, o corpo em questão ou estará em repouso (conforme discutimos anteriormente), ou executará um Movimento Retilíneo Uniforme (M.R.U.- movimento em linha reta, com velocidade constante). Perceba que se um objeto está em repouso, sua velocidade vale *zero* (e portanto, é constante), então podemos dizer, de maneira mais geral, que se a resultante das forças que atuam sobre um corpo vale zero, a velocidade do corpo será *constante*.

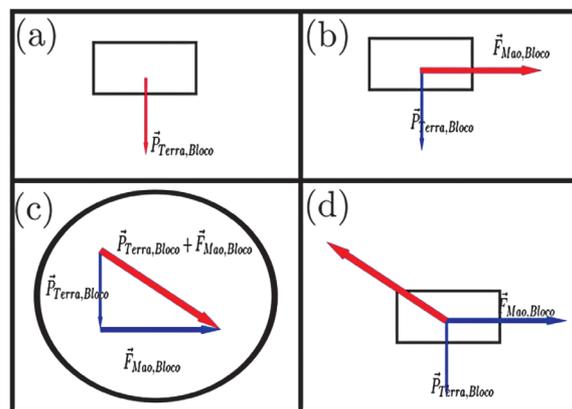
Agora está na hora de aplicar o isolamento de forças em algumas situações diferentes e discutir a primeira Lei de Newton a estas situações.

Considere que uma pessoa empurra uma caixa (que poderia ser um tijolo ou um livro, por exemplo) sobre uma superfície, de tal maneira que a velocidade da caixa seja constante, como vemos na **Figura 17**.



**Figura 17:** Imagem de uma pessoa que empurra uma caixa, de tal maneira que esta caixa desloca-se com velocidade constante sobre uma superfície.

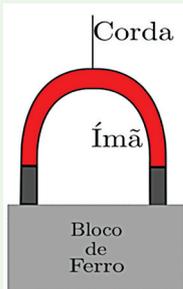
Primeiro, vamos isolar as forças que atuam na caixa da **Figura 17**. Seguindo o procedimento descrito anteriormente, temos na **Figura 18** o isolamento da caixa.



**Figura 18:** Representação esquemática do isolamento do bloco da **Figura 17** passo a passo.

Veja que por causa da Primeira Lei de Newton, a soma das forças que atuam no corpo deve ser nula. Por isso, em (c) primeiro vimos qual é a soma da força peso e da força aplicada pela mão no bloco. Assim, em (d) representamos uma força idêntica à soma de (c), mas com sentido oposto. Deste modo, a soma das três forças anular-se-á.

Repare que só pelo desenho, nós sabemos que a força exercida pela superfície sobre o bloco é maior que as outras duas forças que atuam sobre ele (a força peso e a força que a mão faz no bloco). Neste caso, não é possível dizer se a força peso é maior ou menor que a força que a mão faz no bloco, ou seja, a força em vermelho em (D) é igual à soma de da força de atrito e da força normal que já foram apresentadas anteriormente.



### Saia da Inércia

Na figura ao lado, temos um bloco de ferro que está preso a um ímã, sendo sustentado pelo magneto. O ímã encontra-se amarrado a um fio de massa desprezível, preso ao teto.

Isole, separadamente as forças que atuam no ímã e no bloco de ferro, e utilizando a Primeira Lei de Newton, compare o módulo das forças que aparecem no diagrama de corpo livre do ímã. Em seguida, repita o procedimento para as forças que aparecem no isolamento do bloco de ferro.

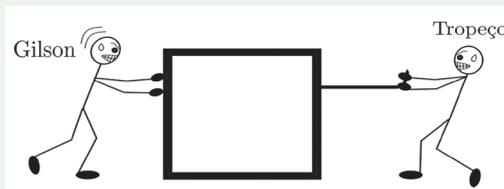
Anote suas respostas em seu caderno



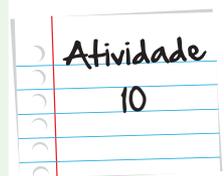
### Puxa que vai!

Considere novamente a caixa, carregada por Gilson e Tropeço.

Sabendo que a caixa desliza à velocidade constante, compare algumas das forças que atuam na mesma.



Anote suas respostas em seu caderno

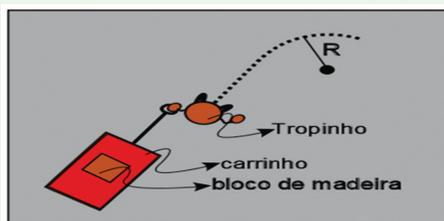




### Saindo pela tangente!

Tropinho brinca com um carrinho que possui um bloco de madeira sobre ele, conforme pode-se ver na figura ao lado.

Num determinado instante Joaquim faz uma curva bem fechada. Diga o que pode acontecer com o bloco, utilizando a primeira lei de Newton, que estudamos há pouco.



Anote suas respostas em seu caderno

## Seção 7 Tração nas 4, pra aumentar a Tensão!

Certamente, você já viu em algum lugar onde há uma obra em andamento (isto se você mesmo já não colocou/coloca a mão na massa), que há alguns dispositivos que se utilizam de cordas para realizar algumas atividades, tais como erguer um balde com cimento do térreo para um andar superior. Esses artefatos utilizam algumas propriedades de cordas para realizar este trabalho. Para entender como se pode utilizar um cabo para este tipo de fim, considere que temos uma corda de aço, amarrada de modo a ficar dependurada e presa nas suas extremidades, tal como na Figura 19.

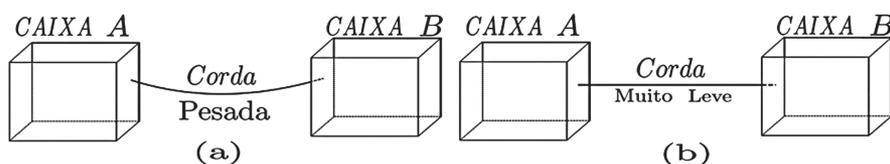


Figura 19: Em (a), temos uma corda que está presa a duas caixas, que chamamos de A (a da esquerda) e B (a da direita). Em (b), temos a mesma situação, mas dessa vez a corda é muito leve.

Por que representamos a corda curvada para baixo? Como no exemplo a corda que está presa aos blocos A e B da Figura 19 é de aço, temos que a massa da mesma (e consequentemente a força Peso) será elevada. Se a corda está em repouso, como seria o diagrama de corpo livre da mesma? Veja na Figura 20.

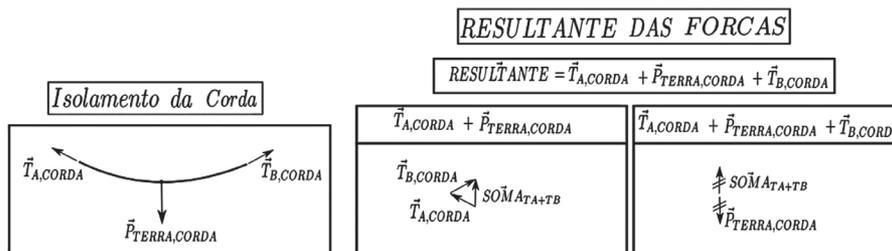


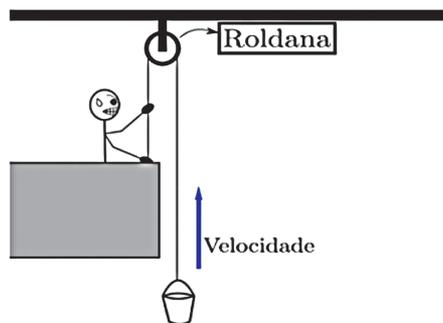
Figura 20: À esquerda, temos o isolamento da corda, que sofre o Peso.

Para que a soma das forças que atuam na corda anule-se, as trações, nas duas extremidades da corda devem ser inclinadas, como vemos no isolamento da corda na Figura 20. O motivo disto é que a força Peso, que a Terra exerce na corda e que aponta para baixo, deve ser cancelada, já que a corda está em repouso. Entretanto, em alguns casos somos capazes de jurar que não há nenhuma “barriga” na corda formada, devido ao seu peso. Veja o caso da corda de um violão: uma vez que ela esteja devidamente tensionada no instrumento, não somos capazes de perceber a olho nu nenhuma barriga. Para que não seja formada nenhuma barriga na corda, é necessário que a força Peso exercida sobre a mesma, que aponta para baixo, seja muito menor que as trações que mantêm a corda tensionada. Neste caso, podemos desprezar a força Peso da corda, e assim, nenhuma barriga se formará. Nesta situação, em que a massa da corda pode ser desprezada, a tração passa a ser a mesma em todos os pontos da corda. Este será o caso da esmagadora maioria (se não for de fato a totalidade) dos problemas que envolvem cordas nos problemas de física que você verá. Então, quando você ler num enunciado que a corda tem massa desprezível (ou algo parecido), só há uma tração na corda, independente do ponto, e a corda poderá ficar perfeitamente estirada na horizontal, sem formar nenhuma barriga (veja a Figura 19, à direita).

Como podemos utilizar cordas e fios para facilitar nossas atividades cotidianas? Veja que utilizamos fios e cordas para diversos fins: para formar as cordas de um instrumento musical, para amarrar seus calçados e até mesmo para sua higiene bucal. Uma aplicação interessante de cordas é a chamada *roldana*. Este instrumento é frequentemente utilizado em construções e obras. Nesses ambientes de trabalho, desejamos erguer objetos de grande peso, como sacos de cimento etc. (veja a **Figura 21**).

Vimos anteriormente que se submetemos uma tração na corda que seja muito maior que o peso dela, podemos considerar que a mesma não forma barriga (embora nesse caso ela não formaria barriga), e que nesse caso, temos que só existe uma tração na corda. Desprezando a massa da corda, temos então que a força que o rapaz da **Figura 21** faz na

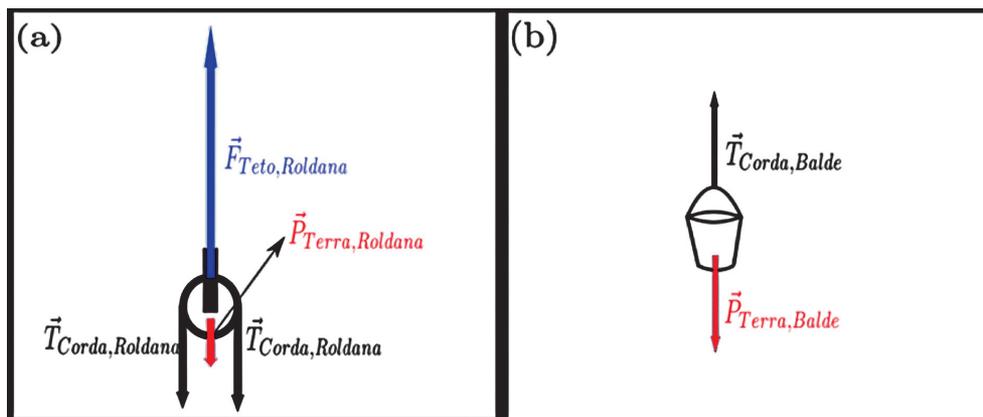
extremidade esquerda da corda é a mesma força em todos os pontos da mesma. Para entender o que está acontecendo em mais detalhes, vamos representar o diagrama de forças para a roldana e para o balde (veja a **Figura 22**).



**Figura 21:** Imagem do uso de uma roldana para erguer diversos objetos

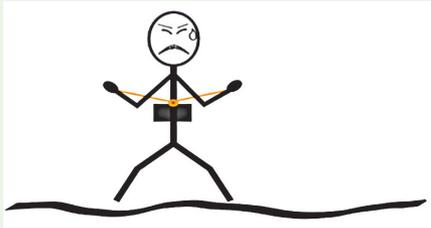
Conforme o que discutimos anteriormente, se a massa da corda for muito pequena, podemos dizer que a tração é a mesma em todos os pontos da corda. Se o balde da **Figura 21** sobe com velocidade constante, sabemos que a resultante das forças que atuam sobre ele é **zero**. Nesse caso, a tração na corda é igual ao peso do balde (veja a **Figura 22 b**). Então, se a massa do balde é de 20 kg, seu Peso (e a tração na corda) vale

$$P = mg = 200 \text{ N.}$$



**Figura 22:** Em (a), temos o diagrama de forças para a roldana. Temos o mesmo em (b), desta vez para o balde.

Por sua vez, este será o valor da força exercida pelo rapaz, já que a tração na corda é a mesma em todos os pontos. Repare que se a roldana está parada (velocidade nula), pela primeira Lei de Newton a força que o teto faz na roldana para cima deve ser igual ao Peso da roldana mais duas vezes a tração na corda.



### Quero ver se tu és brabo!

Imagine que você e um amigo estão competindo para ver quem é mais forte. Na procura de desafios, vocês fizeram queda de braço, cabo de guerra e até foram a uma academia para ver quem

aguentava mais peso. Entretanto, em todos esses desafios vocês empataram! Ao comentar dessa disputa com o professor de Física, ele resolveu ajudar, passando-lhes um desafio final. O desafio consistia em arrumar uma pedra com mais de 5kg e amarrar uma corda, de maneira que sobrem duas pontas de tamanhos iguais e grandes o suficiente para que vocês possam segurar em ambas, veja a figura ao lado.

Então os participantes teriam que puxar nas duas pontas até que a corda fique totalmente reta na horizontal. Pergunta: algum dos dois amigos será capaz de completar a tarefa? Justifique a sua resposta.

Anote suas respostas em seu caderno

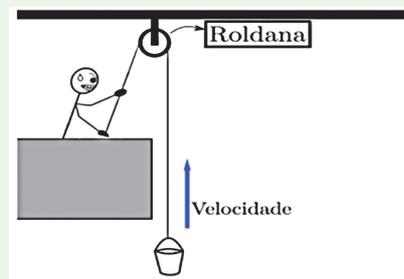
Atividade  
12

### Puxa que sobe!

Um trabalhador puxa um balde cheio de argamassa, pesando 150N, com auxílio de uma corda e uma roldana (veja figura a seguir).

Na primeira situação, o trabalhador puxa a corda de maneira vertical, já na segunda ele se inclina um pouco. Diga em qual das situações o rapaz tem de fazer mais força para erguer o balde. Justifique a sua resposta.

Anote suas respostas em seu caderno



Atividade  
13

## SEÇÃO 8

### A Terceira Lei de Newton

### ("Já está quase no fim! Ânimo! Reaja!")

Conforme já adiantamos anteriormente, na discussão relativa à força Peso (força de interação gravitacional), quando consideramos a interação, referente a um par de corpos, temos que: a força que o corpo 1 faz no corpo 2 é a mesma força que o corpo 2 faz no corpo 1, independente do valor das massas dos corpos 1 e 2. Esta vem a ser a Terceira Lei de Newton (também conhecida como Lei da Ação-Reação):



Quando dois corpos interagem, exercendo-se forças mutuamente, temos que a força exercida pelo corpo A sobre o corpo B tem o mesmo módulo, mesma direção, mas sentido oposto ao da força exercida pelo corpo B sobre o corpo A."

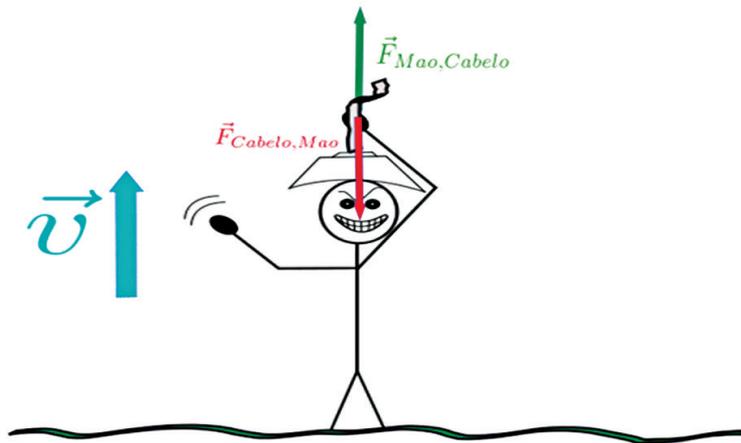


Um argumento interessante, que serve para argumentar em favor da Terceira Lei de Newton é o seguinte. considere o seguinte caso, relatado pelo chamado Barão de Munchausen. Este homem afirma ter conseguido escapar de uma maneira muito peculiar, por certa vez, de um pântano similar à areia movediça. Quando estava prestes a submergir completamente no lodo do pântano juntamente com seu cavalo, ele recorre à força que ainda guardava e ergue a si e à sua montaria, puxando-se pelos cabelos, para fora da armadilha mortal (veja a **Figura 23**).

O que você acha dos relatos deste homem? Eles são razoáveis? Ao refletirmos um pouco sobre a possibilidade de o acontecimento narrado pelo Barão ser de fato verídico, chegamos à conclusão de que este caso não passa de uma história de pescador. Se tivesse sido possível ao Barão tal ato, não haveria necessidade do mesmo utilizar carruagens de qualquer tipo. Bastaria erguer-se a si e viajar tal como o Peter Pan, cruzando os ares. De um ponto de vista lógico, podemos refutar esta história, baseando-nos na Terceira Lei de Newton. Para simplificar, vamos considerar que o Barão está sozinho, sem seu cavalo. Vamos então isolar a região do corpo do Barão em que ele pretende realizar sua "mágica", isto é, suas mãos e seu cabelo (veja a Figura 24).



**Figura 23:** Temos o Barão de Munchausen erguendo-se pelos cabelos e retirando a si e ao seu cavalo de uma armadilha movediça, tal como descrito no texto.

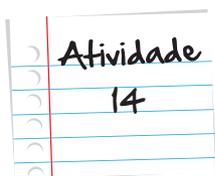


**Figura 24:** Isolamento de forças do Barão

Da figura 24, podemos concluir algumas coisas. Uma vez que os cabelos do Barão estão presos ao seu próprio corpo, temos que:

- As mãos do Barão exercerão uma força nos cabelos para cima;
- Os cabelos do Barão exercerão uma força nas mãos para baixo.

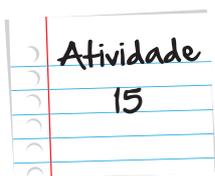
Deste modo, o corpo do Barão sofre a atuação de duas forças, que de acordo com a Terceira Lei de Newton, são iguais em módulo, direção e têm sentidos opostos, anulam-se. **NESSE** caso, por que o par ação-reação atua sobre um mesmo corpo (força da mão sobre os cabelos ou força dos cabelos sobre a mão: pouco importa. Não devemos pensar nos pares ação-reação como uma relação de causa-consequência. Em outras palavras, tanto faz a ação ser a força da mão sobre o cabelo ou a força do cabelo sobre a mão.



### **Bate-rebate**

Um par ação-reação pode ser aplicado em um único corpo?

Anote suas  
respostas em  
seu caderno



### **Natureza das forças**

Existe par ação-reação de naturezas distintas?

Anote suas  
respostas em  
seu caderno

## **Resumo**

Nesta unidade, começamos o estudo de diversos tipos de força que existem na Física, tais como: a força Peso, Tração, Normal e Força de Atrito. Vimos que de um modo geral as forças provocam alterações no estado de movimento de um corpo, ou causam-lhe deformações. Além disso, classificamos as forças em duas categorias distintas: forças de

campo, que atuam mesmo que os corpos não estejam em contato direto e forças de contato, que existem apenas quando os corpos em questão estão encostados um no outro. Exploramos as três qualidades que caracterizam uma força: seu módulo, sua direção e seu sentido.

Finalmente, relacionamos a soma de todas as forças que atuam sobre um corpo (Força Resultante) com o movimento adquirido por este corpo, através da Primeira Lei de Newton. Por fim, fomos capazes de relacionar as forças que um objeto exerce sobre outro (e vice-versa), utilizando a Terceira Lei de Newton (Lei da Ação-Reação). Aplicamos todos estes conceitos a diversas circunstâncias simples, tentando tomar como exemplos situações próximas à realidade do leitor.

## Veja ainda

Caso você deseje aprofundar-se ainda mais no tema, dispomos a seguir um link que mostra como é possível construir materiais que facilitam a compreensão das Leis de Newton.

[http://www.educared.org/educa/index.cfm?pg=ensinar\\_e\\_aprender.turbine\\_interna&id\\_dica=233](http://www.educared.org/educa/index.cfm?pg=ensinar_e_aprender.turbine_interna&id_dica=233)

## Referências

- HEWITTT, P. G. **Física Conceitual**. Ed. Bookman, 2008.
- GUIMARAES, L. A. M., FONTE BOA, M. C. Física Mecânica. Ed. Futura, 2004.

## Imagens



- André Guimarães



- [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Dockworker\\_lashing\\_a\\_container.jpg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Dockworker_lashing_a_container.jpg)



- [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Bundesarchiv\\_Bild\\_183-14928-0006\\_Wuhlheide\\_Volksfest\\_DDR-Meister\\_Ludwig.jpg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Bundesarchiv_Bild_183-14928-0006_Wuhlheide_Volksfest_DDR-Meister_Ludwig.jpg)



- Vitor Lara



- Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.

 • Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.

 • <http://www.sxc.hu/photo/935741>

 • Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.

 • Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.

 • Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.

 • Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.

 • Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.

 • Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.

 • Fonte: <http://www.flickr.com/photos/memoriesofyami/6681736257/sizes/m/in/photostream/> • Yami Ghor

 • Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.

 • Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.

 • Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.

 • Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.

 • Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.

 • Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.

 • Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.

 • Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.



• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.



• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.



• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.



• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.



• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.



• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.



• Fonte: <http://www.ils.uec.ac.jp/~dima/D/gravitsapa.htm>



• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.



• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.



• Leonardo Pereira Vieira e Vitor Lara.



• <http://www.sxc.hu/photo/517386> • David Hartman.



• [http://www.sxc.hu/985516\\_96035528](http://www.sxc.hu/985516_96035528).

### **Atividade 1**

Encontramos forças de contato em diversas circunstâncias. Basicamente, todas as forças que exercemos são forças de contato. Quando seguramos ou empurramos um objeto, realizamos uma força de contato sobre o mesmo.

As forças de campo também não são incomuns. Todos os objetos na superfície da Terra sentem uma força de campo, a força Peso. Outro exemplo bastante comum é a força magnética, responsável pela atração entre ímãs e alguns tipos de objeto (como o ferro, por exemplo).

### **Atividade 2**

Pode. Quando alteramos a temperatura de um corpo, o mesmo normalmente tem seu volume alterado. Este efeito é conhecido como dilatação térmica. Excetuando-se este e possivelmente mais um ou outro caso isolado, as forças que são responsáveis pelas deformações dos objetos.

### **Atividade 3**

Na soma vetorial, devemos levar em consideração o módulo, o sentido e a direção dos vetores.

### **Atividade 4**

Para responder a essa pergunta, devemos somar os vetores indicados na pessoa e tomar como referência a direção e o sentido do vetor resultante, pois é nessa direção que ele acelerará! Ao fazer essa soma, você verá que será na diagonal, direita para cima.

### **Atividade 5**

Temos que a força Peso exercida pelo planeta Terra sobre um corpo nas proximidades de sua superfície é dada por  $P = mg$ .

Neste caso, a gravidade é aumentada de 100 vezes e; portanto,  $g = 100 \times 10 = 1000 \text{ m/s}^2$ . Temos então que  $P = 100 \text{ (kg)} \times 1000 \text{ (m/s}^2) = 100.000 \text{ N}$

Portanto, devemos procurar objetos que tenham um peso de 100.000 N na Terra, onde a gravidade vale  $10 \text{ m/s}^2$ . Assim, podemos escrever  $P = m \times g$

$$100.000 = m \times 10$$

$$m = 10.000 \text{ kg} = 10 \text{ toneladas.}$$

Como objetos ou corpos que tenham uma massa desta magnitude, podemos citar algumas espécies de baleia ou um ônibus.

### Atividade 6

Neste caso, a gravidade é 100.000 vezes maior que a da Terra. Portanto, o peso de Goku na superfície de uma Anã Branca valeria  $P = m \times g = 100 \times 1000 \text{ 000} = 10^8 \text{ N}$ .

Para determinarmos a massa de um objeto que teria este peso na Terra, usamos novamente a fórmula  $P = m \times g$

$$10^8 = m \times 10$$

$$m = 10^7 \text{ kg (10 milhões de quilogramas – ou 10.000 toneladas).}$$

Para se ter uma ideia do valor desta massa, ela é equivalente ao peso da água de 4 piscinas olímpicas cheias até a borda.

### Atividade 7

A balança funcionará corretamente, se você estiver em repouso sobre a mesma. Ela também funcionará corretamente, se você e ela estiverem se movimentando com velocidade constante.

### Atividade 8

Tropeço não é capaz de realizar força nem em Gilson, e nem na caixa, afinal, ele não está em contato direto com estes objetos. Entretanto, Tropeço realiza uma força na corda, e esta sim, exerce força na caixa.

### Atividade 9

No ímã, a força de tração deve ter o mesmo módulo que a soma entre as força peso do ímã e a força que o bloco faz no ímã. Assim ele estará em repouso. Já no bloco de ferro a força peso do bloco deve ter o mesmo módulo da força que o ímã faz no bloco.

### Atividade 10

Bem, se o bloco viaja com velocidade constante, sabemos que o somatório das forças deve ser zero! Logo, temos que o peso do bloco anulará a normal (força de contato entre o bloco e o chão) e a soma das forças que os homens aplicam deve ter sentido oposto e módulo igual a força de atrito entre a caixa e o chão. Assim, garantimos que a força resultante vale zero! Logo, o bloco só poderá estar parado ou se movimentando com velocidade constante.

### Atividade 11

Antes de realizar a curva o bloco tenderá a se mover em linha reta e com velocidade constante, como diz a primeira lei de Newton. Logo, para que o bloco realize a curva, terá de surgir uma força que o acelere. Essa força é a força de atrito entre o fundo do carrinho e o bloco, que apontará para o centro da curva. Mas, se a rapidez com que Tropinho realizar a curva for muito grande, o bloco pode seguir em linha reta, pois assim a força de atrito será muito pequena para mudar a trajetória do bloco.

### Atividade 12

Não! Note que ao puxar a corda estaremos aplicando duas forças, cujas componentes verticais têm de anular o peso da pedra. Entretanto, ao aplicar essa força, de início a pedra tenderá a subir. Pois o somatório dessas duas componentes será maior que o peso da pedra.

À medida que ela sobe maior tem de ser a força aplicada por você, pois menor será a componente. Em verdade podemos dizer que para deixar a corda totalmente n horizontal a força aplicada por você terá de ser infinita.

### **Atividade 13**

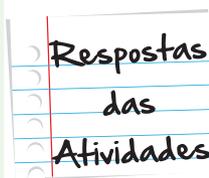
Na verdade, ele terá de aplicar a mesma força. Pois a inclinação obtida não influenciará na resultante. Talvez um desconforto, mas a força é a mesma e tem de ser igual a força peso.

### **Atividade 14**

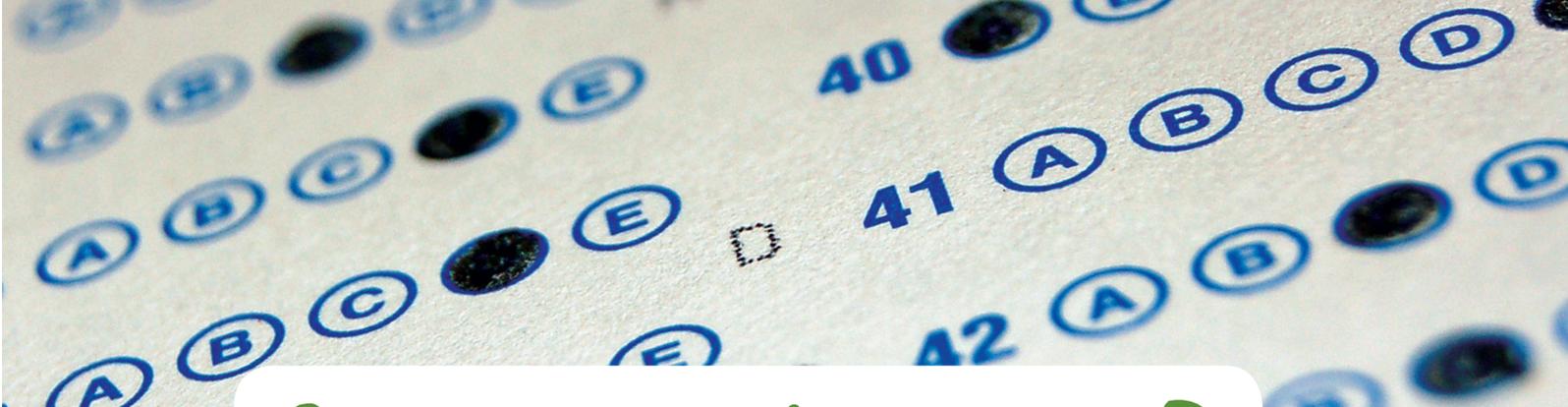
Sim, entretanto o objeto não acelerará. Essa pode ser uma definição de força interna!

### **Atividade 15**

Não! Eles precisam ser de mesma natureza!







## O que perguntam por aí?

Veja a seguir alguns problemas de vestibular para o seu aprofundamento.

**(UFMG)** Uma pessoa está empurrando um caixote. A força que essa pessoa exerce sobre o caixote é igual e contrária à força que o caixote exerce sobre ela. Com relação a essa situação assinale a alternativa correta:

- a. a pessoa poderá mover o caixote porque aplica a força sobre o caixote antes de ele poder anular essa força.
- b. a pessoa poderá mover o caixote porque as forças citadas não atuam no mesmo corpo.
- c. a pessoa poderá mover o caixote se tiver uma massa maior do que a massa do caixote.
- d. a pessoa terá grande dificuldade para mover o caixote, pois nunca consegue exercer uma força sobre ele maior do que a força que esse caixote exerce sobre ela.

Gabarito: b

**(FAU.S.J.CAMPOS)** Se você empurrar um objeto sobre um plano horizontal que imagina tão polido como para não oferecer nenhuma oposição ao movimento, você faz com que ele se movimente com uma certa intensidade. No momento em que você solta o objeto:

- a) ele para imediatamente.
- b) diminui a intensidade da sua velocidade até parar.
- c) continua se movimentando, mantendo constante a sua velocidade vetorial.
- d) para após uma repentina diminuição da intensidade de sua velocidade.
- e) n.r.a.

Gabarito: c

## Material Não Formatado\_Links:



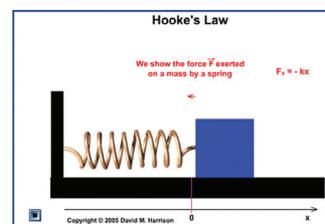
Simulação

**Assunto:** Lei de Hooke

Link: <http://faraday.physics.utoronto.ca/GeneralInterest/Harrison/Flash/ClassMechanics/HookesLaw/HookesLaw.html>

**Descrição:** Recurso educacional que demonstra, através da mudança no sentido de um vetor, a força que está sendo exercida sobre um corpo quando uma mola é comprimida e estendida.

Veja que não é qualquer objeto que utilizamos no interior do dinamômetro. As molas em geral possuem uma propriedade bastante peculiar. Quando imprimimos uma força em uma espiral, ela se deforma, e exerce uma força contra você, na tentativa de trazer a mola ao seu formato original. Isto é, se esticamos uma mola, ela exerce uma força na direção de fazê-la encolher-se e quando a comprimimos, ela nos exerce uma para crescer. Chamamos forças deste tipo de forças restauradoras. Veja que no exemplo anterior, o dos pesinhos, a força exercida pela mola cresce na mesma proporção que a deformação provocada por esta força. Isto é, quando dobramos o peso, a deformação dobrou, quando triplicamos o peso, a deformação aumentou na mesma proporção etc..



Texto/animações

**Assunto:** Soma de vetores e regra do paralelogramo.

Link: [http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/11253/05\\_teorias.htm?sequence=65](http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/11253/05_teorias.htm?sequence=65)

**Descrição:** Recurso educacional que mostra noções básicas de vetores.



Um exemplo bastante corriqueiro de Força Normal será a força exercida pelo chão sobre um objeto que esteja sobre ele. Se não fosse o chão, você estaria caindo neste exato momento, em direção ao centro da Terra. O chão faz em você uma força para cima que é sempre igual à força que você faz no chão evitando que você caia, por que o chão quer evitar que você penetre nele (tanto é que se no lugar do chão tivéssemos água, que é muito mais maleável, você penetraria na água, por que a mesma não consegue realizar uma força normal que impeça essa penetração).



**Título:** Existe uma força de atração entre você e os objetos a sua volta!

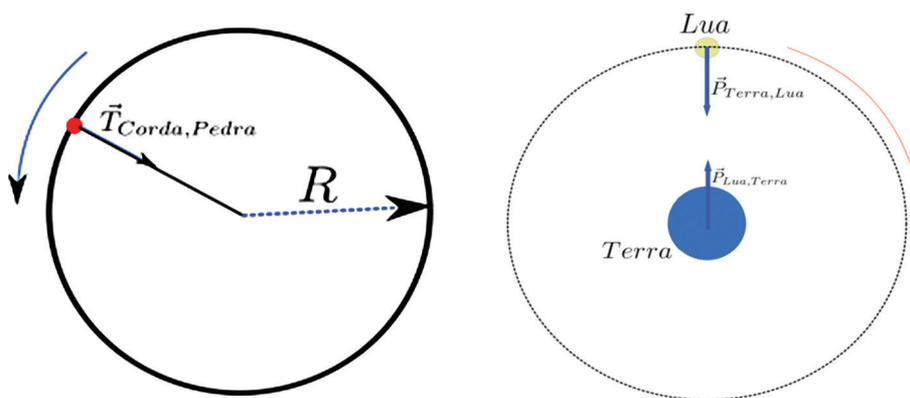
**Assunto:** Força campo

**Link:** O arquivo anexo ficará disponibilizado no AVA.

## Existe uma força de atração entre você e os objetos a sua volta!

A afirmação feita no título desse anexo pode ser explicada através do conceito de *força campo*, aquela que não precisa de contato para existir. Para entender fisicamente essa força, usaremos o exemplo de atração que ocorre em nosso Sistema Solar.

Sabemos que todos os planetas do nosso Sistema Solar orbitam em torno do astro rei, o Sol. Os planetas giram em torno do Sol devido à interação gravitacional entre eles, de maneira análoga a uma pedra amarrada num barbante (conhecida popularmente como marimba), posta a girar por uma criança.



**Figura 1:** À esquerda temos uma marimba, posta a girar. À direita, temos a Lua, que gira em torno da Terra, devido à força de atração gravitacional.

No caso dos astros que compõem o Sistema Solar, estamos falando de objetos cuja massa ultrapassa a marca de trilhões de toneladas. Sir Isaac Newton, físico britânico e brilhante do século XVII, foi a primeira pessoa a dizer que a força que atrai todos os objetos na superfície da Terra para baixo tem a mesma natureza que a força que mantém os astros em movimento.

Na verdade, ele foi ainda mais longe. A Lei da Gravitação Universal de Newton estabelece que todo par de objetos, contanto que possuam massa, atraem-se mutuamente, como você verá na próxima unidade. No caso da interação entre os planetas e o Sol, as massas dos objetos são estupidamente grandes, o que faz com que a força gravitacional também seja bastante intensa. Entretanto, mesmo objetos cuja massa seja muito pequena em comparação à massa de planetas, tais como você e outros corpos ao seu redor, tais como lápis, cadeiras, carros, ou mesmo prédios etc. atraem-se mutuamente. Mas se estou afirmando que existe uma força de atração entre você e um objeto, por que esse objeto não se move até você e você não se move em direção a esse objeto?

A resposta é bem simples: a intensidade da interação gravitacional entre dois objetos depende da quantidade de matéria existente nesses corpos. Uma massa como a sua e de seu colega interagem muito fracamente, ou seja, a força de interação gravitacional entre vocês é extremamente pequena!

Concluindo, as forças de campo também são classificadas como forças de ação a distância. Quando pensamos em força de campo, imaginamos que o chamado campo é uma espécie de “mediador”, responsável pela interação entre dois corpos. Assim, existe um tempo para que o campo comunique a interação entre dois objetos que interagem, que depende da distância entre eles.

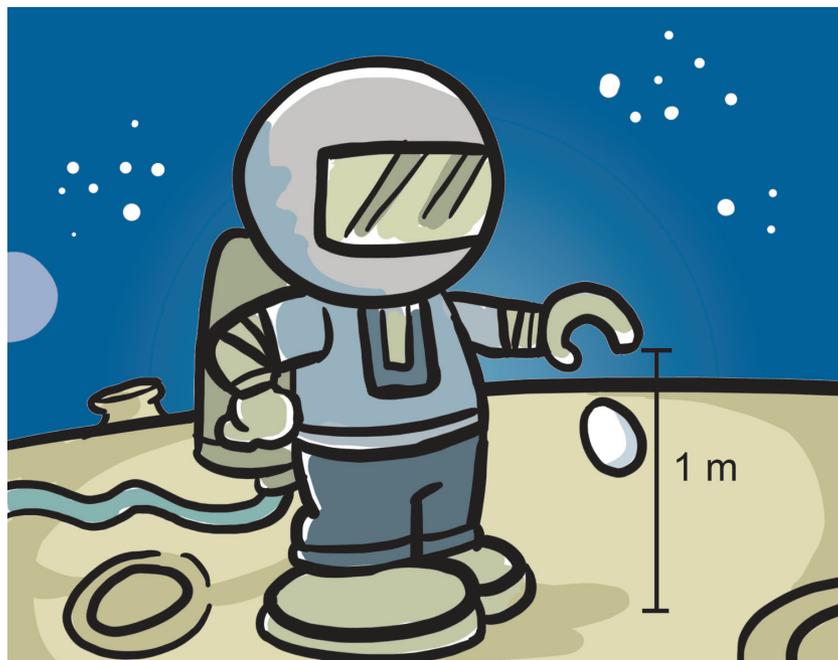


# Atividade extra

## Questão 1

Durante uma viagem de pesquisa à Lua, um astronauta deixa cair um ovo na superfície da Lua, de uma altura de um metro. A aceleração da gravidade na Lua é equivalente a um sexto da aceleração da gravidade da Terra.

Em relação ao movimento de queda do ovo, a velocidade do ovo, ao atingir a superfície é:



### Alternativas

- a. cerca de 2,4 vezes menor do que a velocidade que atingiria na superfície da Terra;
- b. seis vezes maior do que a velocidade que atingiria na superfície da Terra;

- c. dez vezes maior do que a velocidade que atingiria na superfície da Terra;
- d. Exatamente igual à velocidade que atingiria na superfície da Terra.

## Questão 2

Segundo a Organização Mundial de Saúde, 90% dos acidentes de trânsito são causados por falha humana, 6% são por questões relacionadas à estrada e 4%, por falhas mecânicas. No que tange aos motoristas, são três os principais problemas: imprudência, quando alguma regra é conscientemente quebrada; negligência, quando não há cuidado no cumprimento das normas; e imperícia, ou seja, falta da habilidade necessária à condução do veículo ou falta de uso do cinto de segurança.

A legislação exige o uso do cinto de segurança para prevenir lesões mais graves em motoristas e passageiros no caso de acidentes.



<http://www.sxc.hu/photo/602535>

Fisicamente, a função do cinto está relacionada com a:

### Alternativas

- a. Primeira lei de Newton;
- b. Primeira lei de Snell;

- c. Lei de Ampère;
- d. Primeira Lei de Kepler.

### Questão 3

Um astronauta de massa 60 Kg parte para uma expedição na Lua. Na Lua, a aceleração da gravidade tem valor igual a  $1,6 \text{ m/s}^2$ .

Qual deve ser o valor aproximado do peso do astronauta na Lua?

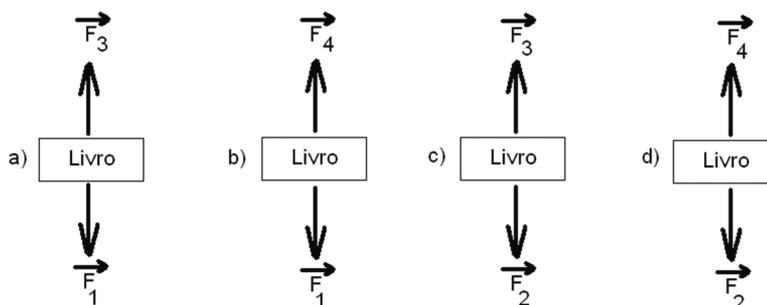
#### Alternativas

- a. 37,5 N;
- b. 60 N;
- c. 70 N;
- d. 96 N.

### Questão 4

Um professor deixou seu livro de Física em cima da mesa da sala de aula e pediu para seus alunos analisarem as forças que atuam no livro.

Qual das opções melhor representa a análise correta das forças que atuam no livro do professor?



#### Alternativas

- a. porque  $\vec{F}_1$  representa o peso e porque  $\vec{F}_3$  representa a força de contato com a mesa;
- b. porque  $\vec{F}_1$  representa o peso e porque  $\vec{F}_4$  representa a reação da força de contato com a mesa;

- c. porque  $\vec{F}_2$  representa a reação do peso e porque  $\vec{F}_3$  representa a força de contato com a mesa;
- d. porque  $\vec{F}_2$  representa a reação do peso e porque  $\vec{F}_4$  representa a reação da força de contato com a mesa.

## Questão 5

Em um livro de Física, por problemas de impressão, em uma das questões saiu impresso um desenho com dois vetores  $\vec{F}_1$  e  $\vec{F}_2$  de mesmo tamanho, atuando no livro. Mas o texto informa que o vetor  $\vec{F}_1$  tem módulo igual a 5 N e o vetor  $\vec{F}_2$  tem módulo igual a 4 N.



Qual o valor da resultante das forças que atuam nesta questão do livro de Física?

### Alternativas

- a. 9 N atuando no sentido de  $\vec{F}_2$  ;
- b. 9 N atuando no sentido de  $\vec{F}_1$  ;
- c. 1 N atuando no sentido de  $\vec{F}_2$  ;
- d. 1 N atuando no sentido de  $\vec{F}_1$  .

# Gabarito

## Questão 1

- A** **B** **C** **D**

## Questão 2

- A** **B** **C** **D**

## Questão 3

- A** **B** **C** **D**

## Questão 4

- A** **B** **C** **D**

## Questão 5

- A** **B** **C** **D**

