

19

Quem com ferro
fere...

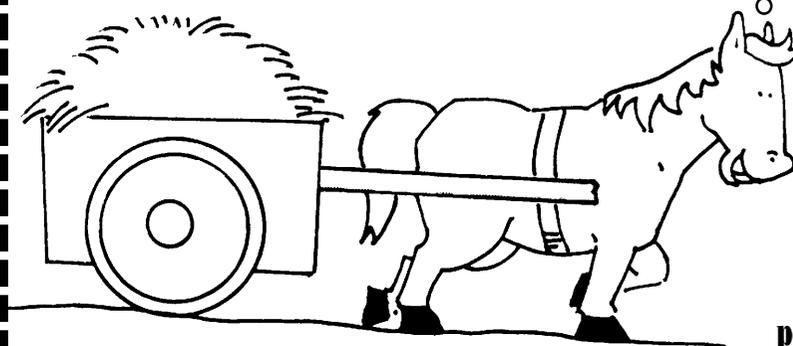
...com ferro será ferido.
Será que esse ditado
popular tem algo a ver
com a Física?
Pergunte ao cavalo...

Eta cavalinho filho
duma égua!

Um problema cavalares

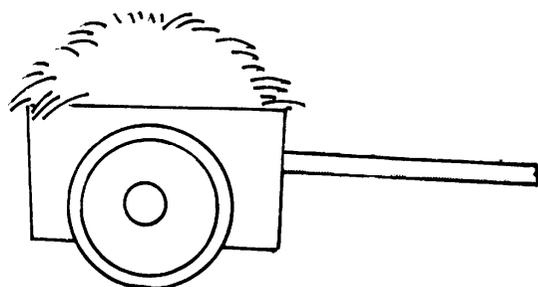
Um estudioso cavalo, ao ler *Os Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*, de Isaac Newton, na sua versão original em latim, passou a questionar seu papel na sociedade. Como poderia puxar uma carroça, se de acordo com a Terceira Lei ela o puxa para trás com a mesma força?

SE A CARROÇA ME PUXA PARA TRÁS COM A MESMA FORÇA QUE EU FAÇO PARA A FRENTE, COMO É QUE EU VOU MOVÊ-LA?

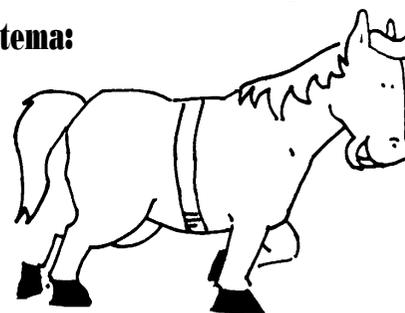


Cabe a nós o triste papel de convencer o cavalo a permanecer na árdua tarefa de puxar a carroça.

Antes de mais nada, sugerimos que você pense em todas as interações que existem entre os objetos do sistema:



CARROÇA



CAVALO

CHÃO
(Planeta Terra)

Quem com ferro fere...

...com ferro será ferido. Esse agressivo ditado popular é muitas vezes traduzido pelo enunciado da lei que provavelmente é a mais conhecida da Física: a **lei da ação e reação**...

Mas o significado dessa lei, conhecida na Física como **3ª Lei de Newton**, não é tão drástico nem tão vingativo como seu uso popular leva a crer. O uso do ditado reflete a *decisão de revidar* uma ação. Esse direito de escolha não está presente, porém, na **3ª Lei de Newton**.

Um exemplo bastante comum é a batida entre dois veículos: nesse tipo de incidente, ambas as partes levam prejuízo, mesmo que um deles estivesse parado, pois os dois carros se amassam. Não é necessário, portanto, que o

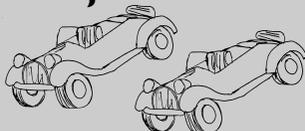
motorista do carro parado decida *revidar* a ação, pois a *reação ocorreu simultaneamente à ação*.

Da mesma forma, quando chutamos uma bola, a força exercida pelo pé empurra a bola para a frente, enquanto a bola também age no pé, aplicando-lhe uma força no sentido oposto. Se não fosse assim, poderíamos chutar até uma bola de ferro sem sentir dor.

A bola recebe um impulso que a faz “ganhar” uma certa quantidade de movimento. Já o pé do jogador “perde” essa quantidade de movimento que foi transferida para a bola, ou seja, sofre um impulso equivalente ao da bola, mas em sentido oposto.

Faça & Explique

Arranje:



Dois Carrinhos de Fricção

Depois Pegue... e Faça:

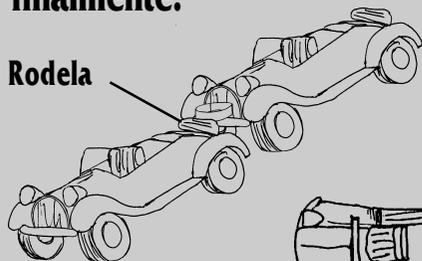


Um Copinho Plástico

Fita Adesiva

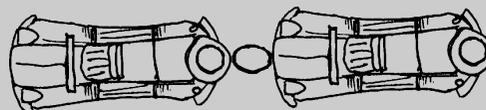
Uma Rodela

E finalmente:



Rodela

Conecte os dois carrinhos usando a rodela:



Primeiro:

Acione a fricção apenas do carrinho da frente e coloque-os em movimento.

1. A aceleração dos carrinhos é igual à de quando temos apenas um carrinho? Por quê?
2. Durante o movimento, o que ocorre com a rodela? Como você explica isso?

Segundo:

Agora acione a fricção apenas do carrinho de trás e coloque-os em movimento.

1. E agora, como é a aceleração dos carrinhos? Por quê?
2. O que ocorre com a rodela agora? Como você explica isso?

Terceiro:

Acione a fricção dos dois carrinhos.

1. Como é a aceleração agora? Por quê?
2. O que acontece com a rodela? Explique.

Como você relaciona essas observações com a Segunda e a Terceira Lei de Newton?

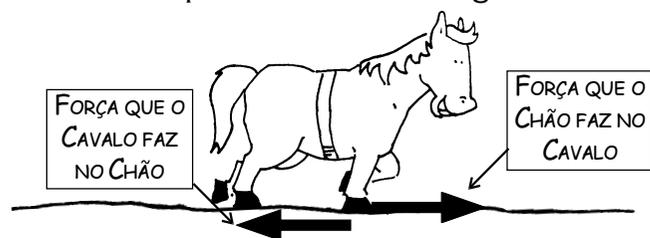
O cavalo que sabia Física

Na interação entre objetos as forças de ação e reação atuam ao mesmo tempo, **mas uma em cada corpo**, possuindo mesma intensidade e direção e sentidos contrários. O fato de a força de ação agir em um objeto e a de reação em outro é a idéia básica da 3ª Lei de Newton.

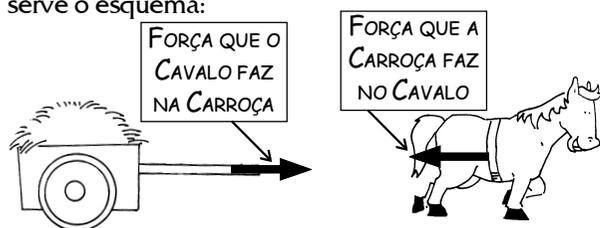
Isso está diretamente ligado à história do cavalo. A desculpa do nosso esperto quadrúpede para não ter de puxar a carroça não é válida. Vejamos por quê, analisando o que acontece à carroça e ao cavalo.

Como o cavalo se move?

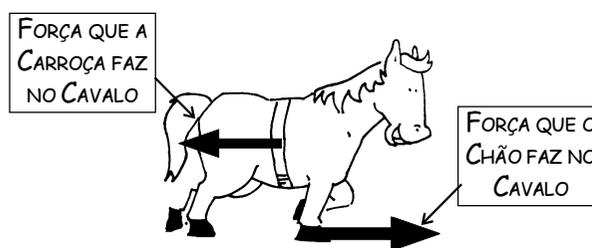
Se você disser que o cavalo empurra o chão está absolutamente certo. Mas o que faz *realmente* o cavalo andar é a força de reação que o chão faz no cavalo. Poderíamos esquematizar tudo isso da seguinte forma:



Mas o cavalo tem de puxar a carroça. Como ficaria o esquema das forças com a carroça? É preciso lembrar que da mesma forma que o cavalo "puxa", ela "segura" o cavalo, ou seja, aplica nele uma *força de reação*, para trás. Observe o esquema:



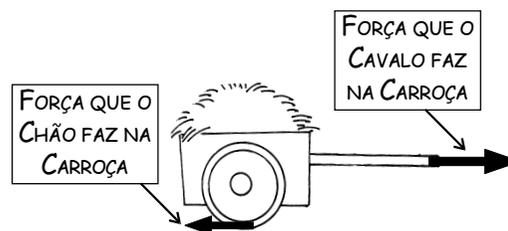
Essa discussão mostrou dois pares de forças de ação e reação. O primeiro representando a interação entre o cavalo e o chão e o segundo mostrando a interação entre o cavalo e a carroça. Mas para entender o movimento do cavalo que puxa a carroça, podemos fazer um esquema somente com *as forças que são aplicadas nele*. Observe:



Se o cavalo consegue se mover para a frente é porque a força que o chão faz no cavalo é maior que a força que a carroça faz no cavalo. Portanto, o cavalo tem de aplicar uma grande força no chão, para que a reação deste também seja grande. Se não for assim, ele "patina" e não consegue arrastar a carroça.

E a carroça, como se move?

É claro que ela se move porque o cavalo a puxa. Mas não podemos nos esquecer de que, além do cavalo, a carroça também interage com o chão, que a segura pelo atrito. Evidentemente, a força que o cavalo faz na carroça tem de ser maior do que força que o chão faz na carroça.



Faça & Explique:

Uma atração a distância

Uma menina resolve fazer a seguinte experiência: em uma vasilha com água coloca dois “barquinhos” de isopor, um com um prego e outro com um ímã, posicionados a uma pequena distância entre si. O que você acha que ela observou? Explique.

Barquinho movido a ímã

A mesma menina tem a seguinte idéia: se colocar um ímã na frente de um prego, ambos sobre o mesmo barquinho, a atração fará o barquinho se movimentar. Discuta essa questão.

Quem faz mais força?

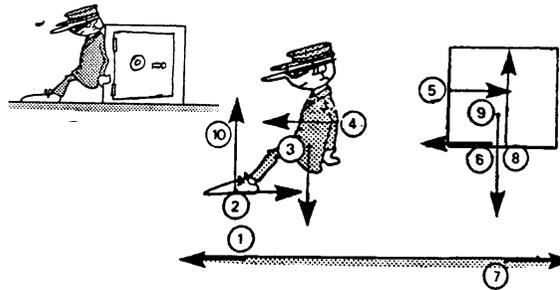
Um menino puxa seu companheiro preguiçoso de uma cadeira tentando levá-lo para dar um passeio. Aparentemente, essa é uma situação que viola a Terceira Lei de Newton, uma vez que só um dos garotos faz força. Isso é mesmo verdade? Discuta.

resolução:

Essa situação é enganosa, pois nos leva a confundir força com esforço muscular, que são coisas diferentes. De fato, somente o garoto que puxa o companheiro realiza um esforço muscular, que pode ser fisicamente identificado como um consumo de energia dos músculos do seu braço. Mas em relação à força que ele aplica, a situação é diferente: ao mesmo tempo que suas mãos puxam o braço do companheiro para cima, este resiste, forçando as mãos do garoto no sentido oposto. Portanto, o braço do menino sentado também aplica uma força nas mãos do outro menino, embora essa força não esteja associada a um esforço muscular.

Boletim de ocorrência

Um amigo do alheio, não obtendo êxito em sua tentativa de apropriação indébita do conteúdo de um cofre, decide que a melhor solução é arrastá-lo até o recesso de seu lar. O diagrama de forças ao lado indica as várias interações presentes nessa delicada operação executada pelo meliante.



Sua tarefa:

Copie a tabela e coloque o número correto na descrição de cada força.

Quais forças possuem a mesma intensidade?

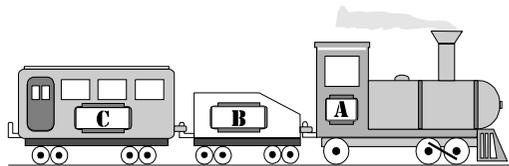
Que forças constituem pares de ação e reação?

Quais forças deixaram de ser incluídas na tabela?

Número	Força
	Atrito do pé aplicado ao chão
	Atrito do chão aplicado ao pé
	Normal do ladrão aplicada ao cofre
	Normal do cofre aplicada ao ladrão
	Atrito do cofre aplicado ao chão
	Atrito do chão aplicado ao cofre
	Peso do cofre
	Normal do chão aplicada ao cofre
	Peso do ladrão
	Normal do chão aplicada ao ladrão

DESAFIO

Se você se divertiu com o exercício acima, poderá desfrutar agora um prazer ainda maior: desenhar todas as forças a que estão sujeitas cada uma das partes do trenzinho da figura abaixo.



1

2

3

Explique o que é cada uma dessas forças. Diga quais possuem o mesmo valor. Indique todos os pares de ação e reação.

Mentira pantanosa

Um personagem conhecido como Barão de Munchausen é considerado o maior mentiroso da literatura internacional. Em uma das suas aventuras, o simpático barão conta que, ao se ver afundando em um pântano, conseguiu escapar puxando fortemente seus próprios cabelos para cima. Mostre que essa história é uma mentira usando a Terceira Lei de Newton.