

— 15 —

Quando é difícil
parar

Se você está no comando de uma espaçonave e passa um cachorro espacial na sua frente, o que você faz?

Quadrinhos de Jim Davis, extraídos da *Folha de S. Paulo* e da revista *Garfield na Maior*.

A lei da inércia segundo Garfield

Newton disse que um corpo permanece em repouso...



se não houver nada que possa tirá-lo desse estado, ou seja, alguma interação com qualquer outro corpo.

Mas também permanece em movimento...



constante, sem alteração de sua quantidade de movimento até que encontre algo com que interaja.

Às vezes não percebemos que estamos em movimento...



porque quando o movimento é uniforme não podemos senti-lo ou distingui-lo do estado de repouso.

Mas uma mudança brusca pode nos lembrar disso!



Somente quando estamos acelerados realmente sentimos algo que nos permite dizer que estamos em movimento.

Barcos e espaçonaves

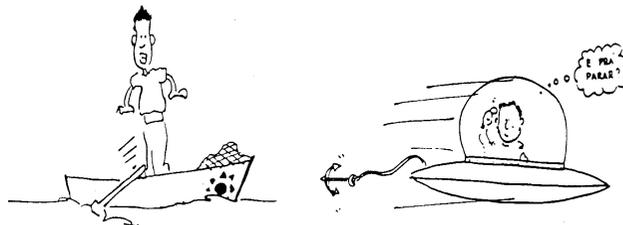
O que existe de semelhante entre o movimento de um barco a remo e o de uma espaçonave? Tanto em um como no outro, algo tem de ser lançado para trás para que o veículo avance. A pessoa exerce força no remo jogando água para trás, provocando com isso um impulso no barco. Na espaçonave é a força de ejeção dos gases combustíveis para trás que produz um impulso no veículo para a frente.

Porém, no momento de parar, existe uma diferença fundamental entre essas duas situações: é muito fácil parar um barco (se não houver correnteza, é claro!) Basta a pessoa parar de remar. Se ela quiser parar mais rápido, pode simplesmente mergulhar a pá do remo na água.

Parar uma espaçonave já é mais difícil. Quando, em pleno espaço, seus “motores” são desligados, ela continua seu movimento sem diminuir a velocidade, a menos que encontre algo em seu caminho. Por que existe essa diferença?

Quando paramos de remar um barco, deixamos de exercer a força que o impulsiona. Assim, no atrito com a água o barco transfere aos poucos toda sua quantidade de movimento para ela. Já uma espaçonave, mesmo sem a força para impulsioná-la, permanece em movimento por centenas de milhares ou até por milhões de quilômetros praticamente sem modificar sua velocidade, até se aproximar de outro planeta ou de um satélite. Isso acontece porque no espaço não há nada para a nave transferir o seu movimento. Não existe ar ou qualquer outra coisa para interagir com ela. Dessa forma, ela mantém constante a sua quantidade de movimento.

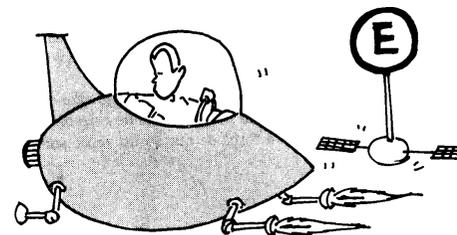
As espaçonaves, na maior parte de seu trajeto, trafegam na “banguela”



Isso mostra que se um objeto em movimento não contar com algo que possa “segurá-lo”, ou seja, aplicar um impulso contrário ao movimento, sua tendência será permanecer em movimento para sempre. Essa tendência em continuar o movimento mantendo constante sua velocidade é chamada na Física de **inércia**.

Se no espaço uma nave se desloca por inércia, como é possível pará-la?

Para conseguir parar ou manobrar, os módulos espaciais possuem jatos direcionados para a frente e para os lados. Uma nave que se aproxima de uma estação espacial, por exemplo, pode lançar jatos para a frente, impulsionando o veículo para trás até que ele pare. Por meio de cálculos feitos por computador, os operadores podem realizar manobras com bastante precisão, sem risco para os tripulantes.



As espaçonaves possuem jatos direcionados.

Mesmo o barco precisa de uma força contrária ao seu movimento para conseguir parar. Embora aparentemente isso não seja necessário, mesmo quando paramos de remar um barco, ele não pára sozinho: é a água que o “segura”: é o que chamamos de força de resistência da água.

Por que não percebemos a Terra se mover?

Galileu Galilei quase foi para a fogueira porque dizia que a Terra estava em movimento. E, realmente, esse fato não parece algo razoável, porque não sentimos o movimento da Terra.

Se você estiver em um trem, em um barco ou no metrô, de olhos fechados, às vezes terá dificuldade de dizer se está ou não em movimento, mas quando olha para fora e vê a paisagem em movimento, logo se dá conta de que está se deslocando.

Na verdade, se o movimento do trem, barco ou metrô for uniforme, ou seja, sua velocidade se mantiver sempre a mesma, em linha reta e se não houver trepidações e vibrações, tudo se passa como se estivéssemos parados. Se não olharmos para fora e não ouvirmos o som dos motores é impossível saber se estamos em movimento ou não.



Galileu percebeu que essa era a explicação para o fato de não sentirmos o movimento da Terra. Mas isso tem conseqüências ainda mais fortes: significa que os movimentos são relativos.

O que quer dizer isso? Uma pessoa sentada no outro banco do trem está parada em relação a você, que está lá dentro mas está em movimento do ponto de vista de quem está fora do trem. Qual é ponto de vista mais correto? O seu, ou o da pessoa que vê tudo de fora? A resposta é: nenhum! Afinal, quem estivesse "de fora" da Terra também veria a pessoa "parada" fora do trem em movimento.

Todos que estejam em movimento uniforme em relação aos outros podem dizer que seu ponto de vista é o correto. A isso chamamos de referencial.

Tudo isso está intimamente ligado à Primeira Lei de Newton, também conhecida como Lei da Inércia. Dê mais uma olhada nela. O estado de repouso de uma bola no chão do trem em movimento uniforme equivale ao estado de movimento de quem vê essa mesma bola de fora do trem.

Para tirá-la do repouso alguém dentro do trem pode dar um cutucão na bola. Quem está de fora verá que a bola, que estava em movimento constante junto com o trem, muda seu movimento, ou seja altera o seu estado de movimento.

E o que acontece se o trem breca de repente? Bem, nesse caso, sim, podemos sentir o efeito. Parece que estamos sendo jogados para a frente. Agora o trem deixa de ser um referencial equivalente aos outros, porque ele mesmo está variando seu movimento.

Nessas condições, uma bola no piso do trem pareceria iniciar um movimento para a frente. Na verdade, quem está de fora terá condições de dizer que o trem está parando e a bola simplesmente tendeu a continuar o movimento que possuía antes. O mesmo aconteceria a todos nós se a Terra freasse de repente o seu movimento: nos sentiríamos sendo "jogados", e isso certamente causaria grandes catástrofes, dependendo da intensidade dessa "freada".

Se a Terra se move, e também os outros planetas, há algo que pode ser considerado realmente "em repouso"? A resposta é não! Mesmos as estrelas, como o Sol, estão em movimento quase uniforme uma em relação a todas as outras. Portanto, a velocidade de algo no espaço sempre tem de ser indicada em relação a alguma outra coisa, porque não há nada que possa ser considerado realmente "parado".

1ª lei de Newton
"Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento em uma linha reta, a menos que ele seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas a ele."

A Teoria da Relatividade

A leitura das páginas anteriores estão bastante ligada à chamada Teoria da Relatividade de Einstein, da qual possivelmente você já ouviu falar.

Na verdade, foi Galileu que começou essa história quando percebeu que as leis da Física não dependem do referencial. Nunca poderemos saber se estamos em repouso ou se nos movemos em velocidade uniforme. Tudo o que acontece é exatamente idêntico.

Albert Einstein, ainda muito jovem, pensou muito sobre isso quando ouviu dizer que a velocidade da luz era de 300.000 km/s. Ora, pensou ele, quer dizer que seu eu corresse a essa mesma velocidade poderia ver a luz parada? Mas a velocidade da luz é medida em relação a quê?

Acreditando que seria absurdo a luz "parada", procurou uma solução para o problema, e chegou à conclusão de que a velocidade da luz era sempre a mesma independentemente do referencial. Quer dizer, se fosse possível, ao ligar uma lanterna, correremos muito, mas muito mesmo, sempre veríamos a luz se afastar de nós a 300.000 km/s. Mesmo que conseguíssemos atingir 299.990 km/s!

Como isso é possível? Para Einstein, conforme nossa velocidade fosse aumentando, o nosso tempo passaria mais devagar e o nosso espaço encolheria, para quem nos visse de fora de nosso veículo.

Assim, para quem visse de fora, a luz poderia ter percorrido 600.000 km/s em 2 segundos. Mas o mesmo espaço para nós teria 300.000 km e teria se passado apenas 1 segundo. De qualquer forma, a velocidade da luz seria a mesma: 300.000 km/s.

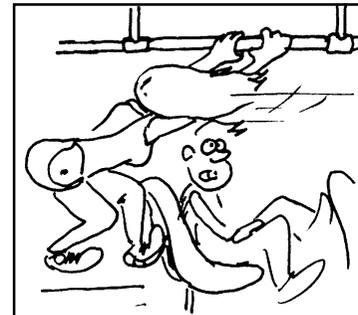
Porém isso também quer dizer que, para quem se desloca a velocidades altas em relação a nós, o tempo passa mais devagar. A pessoa não percebe, mas quando ela volta, passou menos tempo para ela!

Como assim? Imagine que fosse possível fazer uma espaçonave que se movesse com velocidade próxima à velocidade da luz. Os tripulantes poderiam ir até um sistema solar a alguns trilhões de quilômetros e voltar. Aqui na Terra poderiam se passar, por exemplo 20 anos para eles irem e voltarem. Mas, dentro de sua nave poderiam se passar apenas cinco anos, dependendo da velocidade!

Isso quer dizer que eles envelheceriam apenas cinco anos, e que todo o tempo para eles seria absolutamente normal, como sendo de cinco anos. Mas para quem ficou na Terra, se passaram vinte anos. Todos envelheceram vinte anos, tudo se passou normalmente no tempo de vinte anos. Para os astronautas, é como se fosse uma viagem para o futuro!

Vejamos por que. Imagine que em 1998 você tivesse 18 anos e uma irmã de 6 anos de idade. Se fizesse esta viagem, para você se passariam cinco anos, e todos os relógios da nave indicariam isso perfeitamente. Você voltaria à Terra com 23 anos, com aparência e físico de 23 anos. Mas na Terra seria o ano 2018, e sua irmã já teria 26 anos, com tudo o que tem direito.

Como você vê, isso é algo impressionante e parece mentira! Mas se até hoje não experimentamos esses fatos é porque nossos veículos ainda são muito lentos. Se um dia formos capazes de viajar a essas velocidades incríveis, estes problemas certamente surgirão e alguns pais poderão vir a ter filhos que sejam mais velhos do que eles. Quem viver, verá!

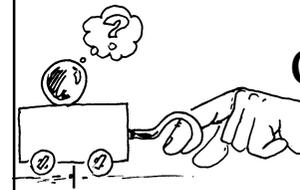


Para fazer no ônibus!

O que ocorre aos passageiros quando um ônibus dá uma freada brusca? Como você explica esse fato?

Quando o ônibus dá uma arrancada repentina, o que ocorre? Explique baseado nas discussões da página anterior.

Por que é tão perigoso saltar de um ônibus em movimento?



O que acontece à bolinha?

A
Uma bolinha de aço está apoiada sobre um carrinho que possui uma superfície muito lisa. Quando uma pessoa puxar o carrinho para a direita, a bolinha irá:

- () cair bem à direita do ponto A.
- () cair aproximadamente sobre o ponto A.
- () cair bem à esquerda do ponto A.
- () acompanhar o carrinho.

Justifique a sua resposta.