

# 9

## Os giros também se conservam

Nas rotações também existe uma lei de conservação do movimento.

## Os incríveis potinhos girantes

Agora nós vamos produzir movimentos de rotação em algumas montagens feitas com potinhos de filme fotográfico. Essas montagens simularão situações reais, como o movimento do liquidificador e do toca-discos, que estaremos discutindo. A idéia é tentar "enxergar" a conservação da quantidade de movimento também nas rotações.

### material necessário



### monte o equipamento

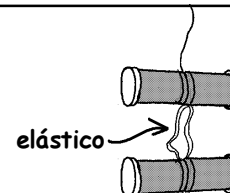
#### 1ª ETAPA:

Una dois potinhos pelo fundo com fita adesiva. Prenda-os a um barbante.



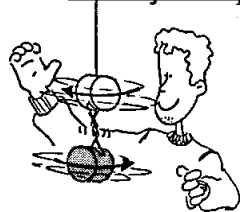
#### 2ª ETAPA:

Monte outro conjunto igual. Una ao primeiro com o elástico



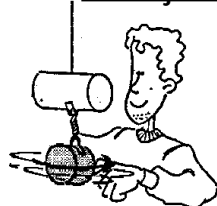
### fazendo as coisas funcionar...

#### Rotações que se compensam



Torça bem o elástico, segurando os potinhos. Solte os potinhos de cima e de baixo ao mesmo tempo, deixando-os girar livremente.

#### Rotações que se transferem



Com o elástico desenrolado e os potinhos parados e livres, dê um giro repentino e suave apenas nos potinhos de baixo.

### ...e pensando sobre elas!

Para cada uma das duas experiências, tente responder às perguntas abaixo:

Logo no início dos movimentos, compare o movimento dos potinhos de cima com o dos potinhos de baixo, respondendo:

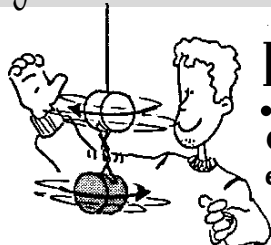
Eles têm a mesma velocidade?

Eles ocorrem ao mesmo tempo?

Eles são movimentos em um mesmo sentido?

Você consegue "enxergar" alguma conservação de quantidades de movimento nessas duas experiências?

Explique!



## Rotações que se compensam

Como nessa experiência, em aparelhos elétricos, dois movimentos simultâneos e opostos tendem a surgir.

Quando um motor começa a girar, sua carcaça tende a girar no sentido contrário. Em geral não notamos isso, pois os aparelhos funcionam fixos a alguma coisa. Mas quando os manuseamos diretamente, como no caso de uma enceradeira ou de uma furadeira, assim que eles são ligados sentimos um “tranco”, que é devido justamente a essa tendência de giro da carcaça em sentido oposto.

Nossas mãos impedem o giro da furadeira e da enceradeira.



Mas isso não ocorre apenas em aparelhos elétricos. Na verdade, nenhum objeto pode iniciar um movimento de rotação “sozinho”. Máquinas, motores e muitas outras coisas que aparentemente começam a girar isoladamente, na realidade estão provocando um giro oposto em algum outro objeto.

Quando um automóvel sai em “disparada”, em geral observamos que sua traseira se rebaixa. Isso acontece porque o início de uma forte rotação das rodas tende a provocar o giro do resto do veículo no sentido oposto.

Porém isso só ocorre quando o veículo tem a tração nas rodas da frente. Carros de corrida e motocicletas, cujas rodas de tração se localizam na traseira, têm a tendência de “empinar”, levantando a sua dianteira quando iniciam seu movimento muito repentinamente.

## Liquidificadores e conservação

Quando um liquidificador está desligado, a quantidade de movimento do sistema é nula, simplesmente porque não há nenhum movimento. Quando é ligado, seu motor começa a girar, e aí temos uma quantidade de movimento. Porém, diferentemente dos exemplos anteriores, o movimento agora é de rotação. Podemos dizer que há uma quantidade de movimento angular.

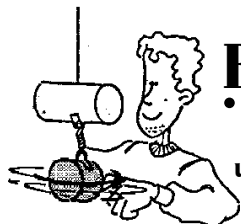
Se o liquidificador não tivesse “pés” de borracha e estivesse sobre uma superfície lisa, veríamos sua carcaça girar em sentido oposto ao do motor. A quantidade de movimento angular do motor é, portanto, “compensada” pela da carcaça, que tem sentido contrário. Por isso, podemos considerar que as quantidades de movimentos angulares do motor e da carcaça têm mesmo valor, mas com sinais opostos. O mesmo vale para outros sistemas, como por exemplo os potinhos da nossa experiência.

Vamos esquematizar este papo:

	ANTES	DEPOIS
MOTOR:	0 +	20 +
CARCAÇA:	0	-20
TOTAL:	0	0

Parece que nas rotações também há conservação

Quer dizer que para algo girar para um lado, outra coisa tem de girar ao contrário, da mesma forma que para algo ir para a frente tem de empurrar outra coisa para trás. Nos dois casos temos uma conservação de quantidades de movimento, de translação em um caso, e de rotação em outro.



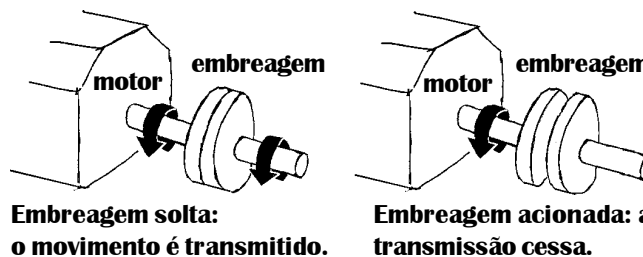
## Rotações que se transferem

**Essa experiência mostra mais uma forma de se iniciar uma rotação: a transferência de movimento.**

Na maior parte das máquinas, temos uma transmissão contínua de rotação de um motor para outras peças por meio de várias engrenagens, polias e correias. Esse tipo de transmissão é mais complicado do que o exemplo da experiência, mas podemos identificar algumas situações em que a transmissão de rotações é razoavelmente simples.

Encontramos um exemplo nos automóveis, que se movem através da transmissão do movimento do motor para as rodas. Como o motor está sempre em movimento, é necessário um dispositivo que “desligue” o eixo das rodas no momento das mudanças de marcha. Esse dispositivo, conhecido como embreagem, é formado por dois discos: um ligado ao motor em movimento e outro ligado ao eixo que transmite o movimento às rodas.

Normalmente, esses discos estão unidos de modo que a rotação do motor seja transferida aos eixos. Quando pisamos no pedal da embreagem, esses discos são separados, interrompendo a transmissão de movimentos, enquanto se muda de marcha. Ao fim da mudança de marcha, o pedal é solto, os discos se unem e o movimento é novamente transmitido às rodas. Se mantivermos o pé no pedal da embreagem, o motor não estará acionando as rodas e o carro irá perder velocidade.



## Uma conservação que não deixa ninguém sair do eixo!

Como você vê, a conservação está presente também nos movimentos de rotação, que podem surgir aos pares, ou ser transferidos de um corpo para outro. Portanto, da mesma forma que nas translações, os movimentos de rotação também possuem uma lei de conservação. Podemos chamar essa lei de Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento Angular:

**Lei da Conservação da Quantidade de Movimento Angular:**

**“Em um sistema isolado a quantidade de movimento angular total se conserva”**

Mas o que acontece quando um objeto em rotação não tem “para quem” perder seu movimento? É o caso de um planeta, por exemplo! Sua rotação só não se mantém para sempre porque na verdade ele interage um pouquinho com os outros corpos celestes, conforme você verá mais adiante.

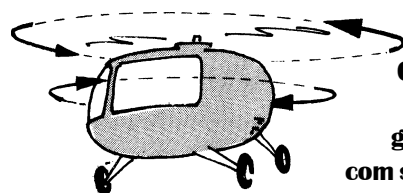
A tendência de um corpo que perde sua rotação devagar é manter sua velocidade e também a direção do eixo de rotação. É o que acontece com um pião, que tende a ficar em pé! E com a bicicleta, que devido à rotação de suas rodas se mantém em equilíbrio. A própria Terra mantém a inclinação de seu eixo quase inalterada durante milhões de anos, o que nos proporciona as estações do ano. Em todos esses casos, os movimentos só se alteram porque há interações com outros corpos, embora bastante pequenas.

**Piões, bicicletas e o nosso planeta: não “saem do eixo” graças à conservação da quantidade de movimento angular!**

# Helicópteros

O primeiro projeto de um veículo semelhante a um helicóptero, uma “hélice voadora”, data da Renascença e foi elaborado pelo artista e cientista italiano Leonardo da Vinci (1452-1519). Entretanto, somente no início do século XX foi desenvolvida a tecnologia necessária para fazer um aparelho como esse realmente voar.

O helicóptero, da forma como o conhecemos hoje, só levantou voo em 1936. Um primeiro modelo, de 1907, possuía apenas uma hélice e decolava sem problemas, atingindo altura de aproximadamente 2 metros. Porém, logo após a decolagem, quando se tentava variar a velocidade de rotação da hélice, para atingir alturas maiores, o corpo do helicóptero girava no sentido contrário da hélice, desgovernando-se.

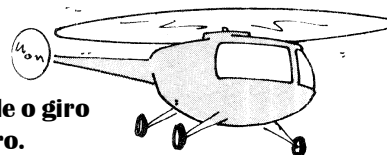


**Os primeiros helicópteros giravam junto com suas hélices.**

Por que isso não ocorria quando o helicóptero estava no chão? Como contornar esse problema?

A solução encontrada foi prolongar o corpo do helicóptero na forma de uma cauda e colocar nela, lateralmente, uma segunda hélice.

**A hélice na cauda impede o giro do helicóptero.**



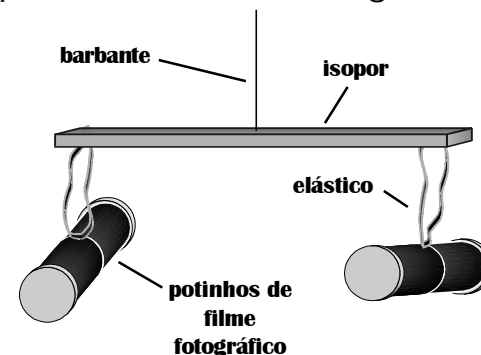
A função dessa hélice lateral é produzir uma força capaz de compensar o giro do corpo do helicóptero, proporcionando assim a estabilidade do aparelho.

Quando o veículo estava no solo esse problema não era percebido porque o aparelho estava fixo ao chão. Ao ligar-se o motor, a aeronave sofria uma torção no sentido oposto que era transferida à Terra por meio das rodas. Dessa forma, devido à elevada massa da Terra, não se notava nenhum movimento.

Mais tarde, modelos bem maiores, com duas hélices girando na horizontal, foram projetados para transporte de cargas, geralmente em operações militares. Nesse caso, cada hélice deve girar em um sentido diferente para impedir a rotação.

## Simulando um helicóptero

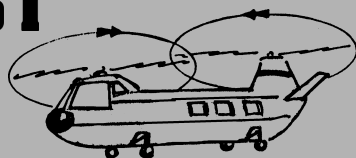
Nesta leitura vimos os efeitos interessantes do funcionamento do helicóptero. O helicóptero militar, discutido nos exercício "ROMBO I", pode ser simulado com a montagem abaixo.



**Torça o elástico dos dois pares de potinhos de forma que, ao soltá-los, eles girem no mesmo sentido. O que você observa? Como você explica?**

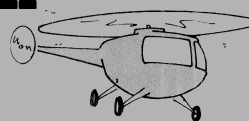
**Agora torça, fazendo com que os potinhos girem em sentidos contrários. E agora, o que você percebe? Tente explicar.**

## Rombo I



Um grande herói americano, conhecido como Rombo, viaja no possante helicóptero militar da figura, que possui duas poderosas hélices que giram na horizontal. Nessa aeronave bélica, as duas hélices giram sempre em sentidos opostos. Por que isso é necessário? *DICA: é para que o Rombo não fique (mais) tonto.*

## Rombo II



Em mais uma espetacular aventura, nosso herói Rombo, com um único tiro de revólver, inutiliza a hélice traseira de um helicóptero inimigo, fazendo-o desgovernar-se e cair. É possível derrubar um helicóptero dessa forma? Discuta. *DICA: para Rombo nada é impossível.*

## Rombo III



Cansado após um dia de heroísmo, Rombo decide tomar um copo de água que passarinho não bebe. Porém, ao sentar no banquinho giratório do bar, percebe que não consegue virar, pois seus pés não alcançam o chão. Explique por que é tão difícil se virar, sentado num banquinho sem apoiar-se.