

Demonstração sobre as leis de Newton através de experimentos simples com materiais caseiros

L.N. Silva, W. Spalenza -2024

Resumo

Este trabalho tem o intuito de explicar e demonstrar de forma prévia, um pouco do conteúdo de mecânica através de materiais simples e explicações de eventos ocorridos no cotidiano, de forma que a compreensão seja abrangida por vários públicos a partir do Ensino Médio. O foco principal será a demonstração do Momento Angular, responsável pelo movimento rotacional, o Momento de Inércia que quantifica a resistência de um corpo à variação de seu estado de rotação em torno de um eixo, fazendo uma ligação com as três Leis de Newton (Lei da Inércia, Princípio Fundamental da Dinâmica e Lei da Ação e Reação), aproximando a explicação com o cotidiano e as práticas da natureza.

Palavras-chave: Momento angular. Momento de Inércia. Leis de Newton.

Abstract

This work aims to explain and demonstrate in advance, some of the mechanics content through simple materials and explanations of events that occur in everyday life, so that understanding is covered by various audiences from high school onwards. The main focus will be the demonstration of the Angular Moment, responsible for rotational movement, the Moment of Inertia that quantifies the resistance of a body to the variation of its state of rotation around an axis, making a connection with Newton's three Laws (Law of Inertia, Fundamental Principle of Dynamics and Law of Action and Reaction), bringing the explanation closer to everyday life and the practices of nature.

Keywords: Angular moment. Moment of Inertia. Newton's Laws.

1. Introdução

Ao falarmos sobre leis de Newton, acabamos envolvendo um pouco sobre o momento de Inércia e conservação do momento angular. Para isso, utilizamos vários experimentos feitos de materiais simples e caseiros para apresentar de maneira lúdica um pouco do conteúdo de mecânica, sendo um deles uma simulação do giroscópio, cadeira giratória e movimentação através do giroscópio.

Através desses experimentos iremos apresentar a conservação do momento angular juntamente com momento de inércia e a segunda lei de Newton. Esses experimentos foram utilizados na sala de mecânica, no intuito de demonstrar de forma dinâmica a conservação de energia no movimento e o que pode ocasionar o mesmo .

2. Objetivo

O principal objetivo dos experimentos é explicar a conservação do momento angular através do movimento de rotação realizado pela roda e pela cadeira,mas também poderíamos explicar utilizando um pião ou um carro de fórmula 1.

Seu funcionamento baseia-se no princípio da inércia. O eixo em rotação tem um efeito de memória que guarda direção fixa em relação ao círculo máximo, como se o objeto em questão tivesse uma memória do movimento realizado e só irá perdê-la a menos que uma outra força seja exercida sobre ele, forçando para-ló.

3. Conceitos e Princípios Físicos

3.1 Momento de Inércia

A primeira lei de Newton, também conhecida como Princípio da Inércia, afirma que um objeto em repouso permanecerá em repouso, ou se estiver em movimento, permanecerá em movimento com velocidade constante, a menos que uma força externa atue sobre ele.

Inércia é a propriedade da matéria que indica resistência à mudança, motivo pelo qual é também chamada de força de inatividade.

O princípio da inércia indica a tendência de manter em repouso um corpo que está em repouso. Ao mesmo tempo, indica a tendência de manter o movimento de um corpo que está em movimento constante, ou seja, em movimento retilíneo uniforme.

A mudança do estado de repouso ou de movimento somente acontece se uma força resultante for aplicada sobre esse corpo. A Primeira Lei de Newton, trata do princípio da inércia:

“Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em uma linha reta, a menos que ele seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas sobre ele”. (NEWTON, 1990, p. 15)

Na tecnologia e na engenharia, a compreensão da inércia é crucial para o design e funcionamento de uma ampla gama de dispositivos e sistemas. Por exemplo, em veículos automotivos, os engenheiros consideram a inércia ao projetar sistemas de freios, suspensão e direção para garantir uma condução segura e estável.

Além disso, a inércia é fundamental na concepção de sistemas de transporte de carga, como trens e caminhões, onde o movimento dos veículos e a distribuição de peso devem ser cuidadosamente gerenciados para otimizar a eficiência e a segurança.

Na indústria aeroespacial, a inércia desempenha um papel vital no projeto de foguetes, satélites e espaçonaves. Os engenheiros devem considerar a inércia ao calcular as trajetórias de voo, a estabilidade durante a reentrada na atmosfera e a distribuição de carga útil para garantir o sucesso das missões espaciais. Esses exemplos destacam como a inércia é aplicada de maneira prática e essencial em diversas áreas da tecnologia e da engenharia modernas.

O momento de inércia depende de dois fatores principais:

1. A **massa** do objeto.
2. A **distribuição da massa** em relação ao eixo de rotação (quanto mais longe a massa está do eixo, maior o momento de inércia).

Para demonstrarmos de forma algébrica o centro de massa , utilizamos um ponto de massa m a uma distância r do eixo de rotação, assim encontraremos o momento de inércia I é dado por:

$$I = m \cdot r^2$$

3.2 Conservação do momento angular

A conservação do momento angular é um princípio fundamental que estabelece , em um sistema isolado (sem influência de demais forças externas) permanecer constante ao longo do tempo. Isso significa que, se não houver uma outra força externa (fora do sistema) atuando sobre o mesmo, ele permanecerá realizando o mesmo movimento até que a energia do sistema se dissipe.

Para que o objeto possa realizar o movimento constantemente , é necessário que ocorra uma força para causar uma rotação no eixo ou em um ponto fixo do objeto, essa força que realiza a rotação é chamada de torque, do momento de inércia (movimento realizado pelo objeto) e de uma grandeza física vetorial, que irá medir a variação de velocidade angular de um corpo em movimento circular durante um determinado tempo, ou seja , uma velocidade de aceleração em um ângulo específico. Essa grandeza vetorial é chamada de aceleração angular (velocidade de rotação).

O momento angular é uma grandeza vetorial que descreve o movimento de rotação de um objeto, ou seja , é a descrição do movimento realizado pelo objeto em questão . É determinado por três fatores:

1. A **massa** do objeto.
2. A **velocidade de rotação** (ou velocidade angular).
3. A **distância** da massa em relação ao eixo de rotação (como vimos com o momento de inércia).

Ao colocarmos esse evento em fórmula Física , utilizaremos a seguinte equação para um objeto em rotação, quando se tratar de momento angular , L (que será o nosso momento angular) é dado por:

$$L = I \cdot \omega$$

onde:

- I é o momento de inércia.
- ω é a velocidade angular (a velocidade de rotação).

A conservação do momento angular irá explicar alguns fenômenos do dia a dia, como por exemplo :

O equilíbrio na bicicleta: Ao andarmos de bicicleta, não perdemos o equilíbrio devido a conservação da energia depositada na roda para que ela não perca energia. Ao manter a velocidade constante ,estaremos colocando em prática a conservação do momento angular que atua juntamente com o momento de inércia. Com isso , a bicicleta só irá perder a velocidade e para se alguma outra força atuar sobre essa conservação de movimento . Nesse caso seria o colocar dos pés no chão ou o puxão do freio.

Pilotos de corrida : Ayrton Senna ficou conhecido devido às manobras e as altas velocidades alcançadas em corridas de fórmulas 1, mas para manter sua velocidade ao realizar curvas , Ayrton utilizava uma tática perigosa. Ao alcançar uma velocidade alta o bastante para ultrapassar os adversários , ele utilizava o freio e o acelerador ao mesmo tempo, assim mantia a conservação do momento angular e o centro de massa da máquina era deslocado , porém ele ainda teria o controle do carro para realizar a curva com alta velocidade podendo assim facilmente ultrapassar seus adversário que por não realizar a mesma tática tão perfeitamente , pisava no freio antes das curvas perdendo velocidade e muitas vezes o controle dos carros. A conservação do momento angular nesse caso , atuava juntamente com o centro de massa para que o carro se mantivesse sob o controle do motorista.

3.3 Centro de massa

Em Física, o centro de massa é o ponto hipotético onde toda a massa de um sistema físico está concentrada e que se move como se todas as forças externas estivessem sendo aplicadas nesse ponto.

Se o sistema for constituído por um corpo, o centro de massa pode ser considerado como o ponto onde aplicada uma força o corpo se move sem rotacionar, com torque resultante zero. Se o sistema for constituído por mais de um corpo, o centro de massa será o ponto em que, se unir os corpos em suas respectivas posições por um elemento que os integre (tal como um segmento rígido), pode ser suspenso mantendo todos os corpos a uma mesma altura.

De modo mais prático, o centro de massa será o ponto onde a massa do sistema todo estará mais presente, ou seja, em maior concentração. Sendo assim o ponto de maior resistência do sistema.

Uma forma de enxergarmos essa concentração de massa é um giro de uma bailarina, ao realizar o giro na ponta dos pés , a bailarina fecha os braços e com isso , ela aumenta seu centro de massa tornando o giro mais rápido e fluido. Também percebemos o aumento do centro de massa no simples balançar de um balanço, quando queremos que o balanço ganhe velocidade , escutamos as pernas assim que ele faz o movimento de vinda e quando ele desce, encolhemos as pernas rapidamente fazendo que o balanço ganhe uma velocidade muito rápido.

4. Materiais e Equipamentos Utilizados

Para melhor demonstração dos conteúdos, utilizaremos materiais simples do cotidiano , de forma que podemos assimilar os experimentos com movimentos maiores de acordo com sua natureza física. Sendo assim , os materiais utilizados para a demonstração desses experimentos foram de baixo custo, de forma que pudessem ser feitos de casa. Os materiais escolhidos para a realização desses exemplos foram :

Uma roda de bicicleta: precisaremos de uma roda de bicicleta com a câmara de ar cheia e em bom estado. A mesma será utilizada para demonstrar a conservação do momento angular e momento de inércia.

Apoio de pés para bicicleta: Juntamente com a roda , iremos precisar de 2 apoios de pés para bicicleta, utilizaremos eles para segurarmos e assim temos facilidade para aplicar a movimentação. Certifique que estejam firmes na roda para que não ocorra nenhum acidente.

Barbante: Precisamos também de 2 metros de barbante, o mesmo será utilizado para colocar sobre o apoio de pés como demonstramos na figura 2 deste texto, utilizamos o barbante para demonstrar o equilíbrio ao realizar o movimento de rotação.

Cadeira giratória : Para os 2 últimos experimentos , iremos utilizar uma cadeira giratória simples de escritório, de preferência com os pés fixos no chão, de forma que a mesma só gire em torno de si mesma e não deslize na hora da demonstração . podemos utilizar outros tipos de bases giratórias , como no exemplo a abaixo :



Figura 1: Material utilizado para demonstração.

Fonte: Google .

Dois garrafas com areia/ água : Para demonstração do centro de massa , precisaremos de 2 garrafas cheias com areia ou água para usarmos como pesos , caso tenha dois halteres de aproximadamente 1 kg , a demonstração acaba sendo mais fácil e menos trabalhosa.

5. Demonstração

Para apresentarmos o nosso conteúdo em questão , utilizaremos os materiais descritos acima de forma que podemos demonstrar com experimentos simples o conteúdo e familiarizar os ouvintes com a Física , mostrando um pouco mais dessa natureza científica. Os experimentos escolhidos para essa apresentação , foram :

5.1 Giroscópio

Giroscópio é um dispositivo cujo eixo de rotação mantém sempre a mesma direção na ausência de forças que o perturbem, ou seja , manterá o mesmo movimento a menos que outra força atue sobre ele .É usado em diferentes aparelhos de navegação. Seu funcionamento baseia-se no princípio da inércia.

Para fazermos a demonstração desse experimento, iremos precisar de um barbante , uma roda de bicicleta e o apoio de pés.



Figura 2: Material utilizado para demonstração.

Fonte: A autora.

Inicialmente colocaremos o apoio de pés na roda , para que possamos colocar o barbante por cima do mesmo de forma que possamos “laçar” a roda podendo assim manter-lá em equilíbrio. Ao tentar colocar a roda no ar , podemos observar que a mesma perderá o equilíbrio facilmente , pois não há nenhuma força atuando sobre ela ,mas ao colocarmos a roda para girar, iremos ver a mesma em equilíbrio ao segurada apenas pelo barbante para melhor demonstração. Isso acontece devido ao movimento de rotação que foi iniciado após colocarmos uma força de movimento para atuar sobre a roda . Com isso, a roda só irá parar quando ela perder essa força ou se outra força oposta a ela agir sobre a mesma.



Figura 3: Apresentação do experimento.

Fonte: A autora.

Esse experimento nos permite perceber o equilíbrio ao andarmos de bicicleta ou de moto, o rodar de um pião, o giro de uma bailarina, entre outros. Nele trabalhamos com o Momento de Inércia e a Conservação do Momento Angular.

5.2 Giroscópio com a cadeira giratória

Dessa vez, ao invés de usarmos um barbante, simplesmente seguraremos no apoio de pés e sentamos na cadeira, devemos ressaltar que para melhor atuação do experimento, é importante cruzar as pernas como “índios”, assim o centro de massa do nosso sistema (cadeira, pessoa, roda) estará presente no ponto de rotação da cadeira.

Após essa preparação, deve-se colocar a roda para girar novamente assim como no experimento anterior com ajuda de um amigo. Diferente do experimento anterior, nesse não demonstraremos apenas o momento de inércia, mas também a conservação do momento angular juntamente com o centro de massa.



Figura 4: Apresentação do experimento.

Fonte: A autora.



Figura 5 : Apresentação do experimento.

Fonte: A autora.

Ao colocarmos o experimento em prática, iremos perceber que a pessoa que estiver sentada na cadeira irá fazer o movimento de rotação oposto da roda, isso ocorre devido ao torque, uma força que será oposta a força do movimento.

Esse experimento permite entendermos o fato de não perdermos o equilíbrio dentro do ônibus após uma curva em uma velocidade mais alta ou de um piloto de moto não perder o controle ao virar uma curva.

5.3 Cadeira giratória com pesos

A cadeira giratória nos traz a mesma ideia do balanço, ao concentrarmos a massa corporal de um objeto ou indivíduo em um ponto específico, seu índice de movimento aumenta, pois com a massa distribuída necessitamos de um aumento de forças para que a velocidade seja maior. Para demonstrar isso, utilizaremos a cadeira e duas garrafas com água ou areia, na figura 6 vemos o uso de 2 halteres, sendo cada um de 1 kg.

Em seguida, uma pessoa se sentará na cadeira de braços abertos na horizontal enquanto outra pessoa colocará a cadeira pra girar, logo após a cadeira realizar os primeiros giros, a pessoa que está sentada deve fechar os braços. Ao fazer isso, perceberemos que a pessoa sentada na cadeira irá girar mais rápido, ganhando velocidade no giro e perdendo novamente ao abrir os braços.

Isso ocorre devido ao deslocamento de massa para o centro do sistema ou para fora dele, com isso, o corpo em questão ganha velocidade ao se juntar e perder ao se abrir novamente.

Esse experimento mostra-nos o aumento de velocidade em uma balanço, o giro de uma bailarina ou juntar os braços, entre outros.



Figura 6: Apresentação do experimento.

Fonte: A autora.

6. Referências

AMLEF. O giroscópio e a conservação de momento angular. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/amlef/2020/06/01/o-giroscopio-e-a-conservacao-de-momento-angular/>.

Acesso em: 3 dez. 2024.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de Física Volume 1: Mecânica, 8.ª Edição. **LTC–Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., Rio de Janeiro, Brasil**, 2008.

ARAÚJO, Mariana de. Centro de massa. *Revista de Ciência Elementar*, v. 1, n. 1, 2013. DOI: 10.24927/rce2013.011. Disponível em: <https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2013/011/>. Acesso em: 3 dez. 2024.