



ANTONIO JOSÉ SILVA OLIVEIRA, físico, doutor em Física Atômica e Molecular, pós-doutor em Jornalismo Científico. Professor da UFMA

UM PIÃO SIMÉTRICO COM GIRO ETERNO

No presente artigo de revisão faremos uma análise do comportamento de um objeto carregado quando se desloca sobre uma superfície metálica. O presente estudo, objeto de patente do Departamento de Física da Universidade Federal do Maranhão, tendo como autores o consultor científico desta coluna, o prof. Clovis Bosco Mendonça Oliveira do Departamento de Engenharia Elétrica e a participação do prof. Carlos Cesar Costa. Para tanto, fizemos uma metodologia de juntar evidências empíricas verificáveis - baseadas na observação sistemática e controlada, resultante da pesquisa básica e experiências - e analisar com o uso de lógica, conhecida como Método Científico.

Inicialmente, como parte da pesquisa básica, realizamos uma análise teórica do comportamento de uma carga q que se desloca com velocidade v e de uma carga q^* sobre uma placa metálica (condutora) e chegamos ao resultado da existência no sistema carga-placa de duas forças, sendo uma contrária e paralela ao deslocamento da carga, denominada de força de arrasto e de outra perpendicular e positiva ao deslocamento, denominada de força de sustentação. A representação normalizada dessas forças em relação a velocidades iniciais e finais está na figura 1.

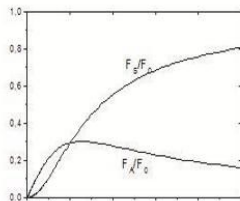


Figura 1 - Relação da Força de Arrasto e de Sustentação geradas a partir dos cálculos do comportamento de uma carga elétrica q ou um dipolo (carga magnética q^*) se deslocando com velocidade v sobre uma superfície condutora.

Para uma melhor compreensão do fenômeno foi montado um aparato experimental para determinação do comportamento de uma carga magnética q^* (fonte de campo magnético) quando se move com velocidade v sobre uma superfície condutora a uma altura y . Para tanto utilizamos um disco condutor de material paramagnético em rotação. Sobre este colocamos a carga. Na verdade se o disco gira uma velocidade angular constante a carga, para efeito dos nossos cálculos, sempre observará uma superfície plana infinita. Observe também, que esse anteparo, relativamente é a mesmo que o de uma fonte de campo magnética q^* que se deslocando com velocidade v , basta que multipliquemos pelo raio a velocidade angular em cada ponto do disco. Ou seja, o resultado é a Força de Arrasto pela velocidade angular ω .



Figura 2 - Desenho esquemático do aparato experimental para os dados experimentais das forças de sustentação e de arrasto

A partir do desenvolvimento de nossos cálculos chegamos a equação para a função potencial em coordenadas retangulares no plano provocada pela Forças de sustentação e de arrasto:

$$U(x,y) = -\frac{M^2 \mu_0}{4\pi} \frac{(2x^2 - y^2)}{(x^2 + y^2)^{5/2}} + U(x_0, y_0)$$

Equação 1 - Equação da energia potencial

A partir da equação podemos obter o gráfico da desta função e se variarmos esta energia em função das coordenadas x e y obteremos as equações das forças do sistema. Com esses dados foi feita a simulação teórica do comportamento das linhas de campo entre uma placa condutora e um corpo carregado, nesse caso, um quadrípulo magnético.

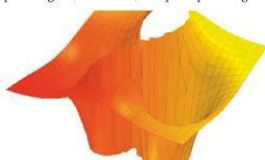


Figura 3 - Gráfico da energia potencial em coordenadas retangulares

Após obtermos todo o comportamento teórico do fenômeno foi montado um aparato experimental para determinação e conformação do com-

portamento de uma carga magnética q^* (fonte de campo magnético) movendo com velocidade v sobre uma superfície condutora a uma altura h . Para tanto utilizamos um disco condutor de material paramagnético em rotação. Sobre este colocamos a carga. Na verdade, se o disco gira uma velocidade angular constante a carga, para efeito dos nossos cálculos, sempre observará uma superfície plana infinita. Observe também, que esse anteparo, relativamente é a mesmo que o de uma fonte de campo magnética q^* que se desloca com velocidade v , basta que multipliquemos pelo raio a velocidade angular em cada ponto do disco. Ou seja, o resultado é a força de arrasto pela velocidade angular ω .

Os resultados experimentais são mostramos na figura 4. Temos que observar aqui que para os resultados da força de sustentação utilizamos um dipolo com orientação normal ao plano do disco e para força de arrasto utilizamos um quadrípulo magnético com orientação normal ao eixo do disco alternadamente N-S-S-N.

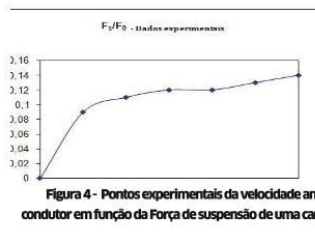


Figura 4 - Pontos experimentais da velocidade angular do disco condutor em função da Força de suspensão de uma carga magnética q^*

O experimento resultante dos dados teóricos e experimentais, na forma de protótipo, foi concebido e confeccionado pela equipe de pesquisadores da Universidade Federal do Maranhão, Antonio José Silva Oliveira, Clovis Bosco Mendonça Oliveira e Carlos Cesar Costa que resultaram na confecção de um artefato composto de uma base cilíndrica onde está contido um motor DV, sistema de alimentação, chave liga desliga e circuito para controle de velocidade, voltagem e segurança (controle e servomecanismo). O presente artefato está depositado no INPI para solicitação de patente, registro BR1020160269237, com o nome de "Equipamento para transferência de movimento rotacional sem conexão física" sendo publicado na Revista de Propriedade Industrial 14/08/2018, RPI 2484 e RPI 2548. Para aquisição dos dados foi utilizado um datarquistion da Agilent de 12 canais, Gaussímetro da Phywe, osciloscópio e multímetros. Como fonte de alimentação foi utilizada uma fonte de tensão DV. No eixo do motor foi acoplado um apoio para o disco condutor paramagnético. O disco paramagnético utilizado neste protótipo foi de 2 mm de espessura e 80 mm de diâmetro, feito em Alumínio rígido. Na parte superior da Base cilíndrica de PVC foi feito um Apoio para colocação de uma superfície côncava. Levamos neste caso a influência da força gravitacional atuando no corpo do Pião. Para confecção do protótipo do Pião utilizamos uma liga metálica TM23 (Bronze) que apresenta boas propriedades anti-frição e resistência média. É indicada para pequenas peças submetidas a velocidade e pressões superficiais baixas. A peça Pião foi usinada em um torno rotativo composta de três peças, parte superior, parte do centro, e parte inferior. A parte superior tem como função de equilíbrio da peça total, elevação do centro de massa e estética do conjunto. A parte central é aonde colocamos um conjunto de magnetos de Neodímio. Esta parte é aonde se encontra a Inovação, portanto ficará embuída entre a parte superior e inferior. Foi construído um suporte para colocação de quatro magnetos de Neodímio disposto com orientação N-S-S-N. Este suporte é fundamental para termos um balanceamento perfeito do Pião Simétrico. Um desenho esquemático das dimensões das peças que compõe o pião simétrico e a base é apresentado.



Pião simétrico como corpo de prova. Vermelhadisco paramagnético, grafite: superfície côncava, dourado: pião simétrico



Figura 6 Esquemático das peças disposta para formação do Pião Simétrico

Utilizando o pião simétrico como corpo de prova e os dados obtidos foi feita a simulação teórica do comportamento das linhas de campo entre uma placa condutora e corpo carregado, nesse caso, um quadrípulo magnético, incrustado no pião.

Após a usinagem das peças e montagem da base foi feito o protótipo para apresentação e possível colocação em linha de produção em uma indústria que tenha interesse. Neste protótipo o interesse maior foi para fins didáticos mostrando a Física do Pião e a transmissão mecânica sem acoplamentos convencionais tais como, correias, engrenagens, eixos e mancais. O protótipo tem uma boa rotação se comportando dentro dos cálculos teóricos e estudos dos dados experimentais. A transferência de

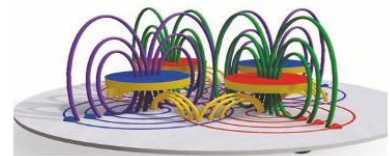


Figura 7 - Simulação teórica do comportamento das linhas de campo entre uma placa condutora e um corpo carregado



Figura 8 - Protótipo de um pião simétrico em movimento.*

rotação se mostrou em 98% da rotação do servo motor.

De forma geral o problema resolvido foi à transmissão mecânica de um motor sem acoplamentos convencionais tais como, correias, eixos, engrenagens e mancais. Então o principal benefício é o desacoplamento em um motor quando na transmissão mecânica, que pode ser no mesmo eixo ou entre dois meios separados por interface rígida. Por exemplo vácuo e pressão normal. Outro benefício que poderemos citar é que todo motor utiliza o mesmo eixo de rotação para a parte elétrica (rotor e estator) para realizar trabalho. Podemos citar como exemplo, um ventilador, que no mesmo eixo temos a parte elétrica (motor) e a parte que realiza trabalho (hélice) totalmente acopladas. Caso não tenha um bom sistema de proteção e se ocorrer uma obstrução na rotação das hélices, o sistema poderá travar e provocar um sinistro. Já com os sistemas desacoplados isto não ocorreria.

Para concluir gostaríamos de voltar a falar sobre as diferentes etapas que foram realizadas até chegarmos a sua conclusão final e compararmos com o método científico. Os cientistas utilizam o método científico há anos para realizar pesquisas. Por exemplo Galileu Galilei, para formular as leis da Física, fundamentou-se nas leis da matemática, na prática de observar e realizar experimentos. A Física, classificada como ciência da natureza, tal qual a Química, a Biologia e a Astronomia podem ser estudadas por intermédio do método experimental composto por quatro fases: a observação científica, a elaboração de hipótese (s), a realização do experimento e a construção de conhecimento com base nas conclusões obtidas a partir dos resultados da experimentação.

A primeira fase, a observação científica, trata-se de uma observação feita com exatidão e rigor, cujo objetivo é a explanação minuciosa dos fatos e já permeada pela teoria acerca do objeto de estudo. Nosso questionamento era como manter um corpo simétrico em movimento sem acoplamento mecânico, como acontece com os planetas, só que no interior do campo gravitacional da Terra. Caso resolvemos o problema poderíamos estudar os movimentos de rotação e translação, como o movimento de uma bailarina, com o tempo bem maior do que se tem até o momento, um pião simétrico cujo movimento se transmite através do torque produzido por um cabo enrolado em seu corpo. A observação científica está direcionada para algumas particularidades do objeto estudado com base no questionamento que originou a investigação por intermédio da observação. Vale ressaltar que um mesmo fato ou objeto, observado nas mesmas condições, pode ter determinadas características ressaltadas por um observador que podem não ser ressaltadas por outro observador nas mesmas condições; duas pessoas que observam o mesmo arco-íris vêm de um ângulo completamente diferente, porque a luz que reflete através dos pingos de chuva para o arco-íris está refletindo em outros pingos de chuva. Da mesma forma a mesma paisagem não registram como uma câmara fotográfica, porque o olhar humano é dirigido por uma intenção, ele tende para certos pontos e não outros.

A segunda fase, a elaboração de hipótese (s), pode se originar das reflexões do cientista acerca de seu experimento por intermédio da indução, de um pensamento hipotético-dedutivo ou da análise de situações ou acontecimentos que podem gerar explicações sobre o objeto de estudo. Nessa fase desenvolvemos o corpo de prova. A terceira fase consiste na realização do experimento, na qual o cientista observa os acontecimentos cujos fatores envolvidos estão sob seu domínio. Por fim, a quarta fase, na qual ocorre a construção de conhecimento fundamentado nas conclusões pautadas nos resultados da experimentação (in: O QUESTIONAMENTO DOS MÉTODOS CIENTÍFICOS E A FENOMENOLOGIA, <https://editora.pucrs.br/anais/semanadafilosofia/XI/18.pdf>). Portanto o desenvolvimento do protótipo seguiu completamente o método científico e o progresso da ciência em uma nação é de fundamental importância para sua independência.

Concluímos nosso artigo com uma frase de Voltaire sobre o conhecimento científico "O mais competente não discute, domina a sua ciência e cala-se". Acredite na ciência e nos cientistas. ●