



**III CONEDU**

CONGRESSO NACIONAL DE  
E D U C A Ç Ã O

## **Construção de um protótipo de freio a tambor automotivo para uma aplicação ao ensino do Princípio de Pascal**

Zowguifer Emilio Nolasco dos Anjos (1); Francisco Antonio Lopes Laudares (2); Claudio Maia Porto (3)

*(1) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - zowguiferemilio@hotmail.com; (2) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – laudares@ufrj.br; (3) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – claudio@ufrj.br*

### **Introdução:**

Uma das possíveis formas de se superar as dificuldades encontradas pelo professor ao lecionar física para turmas de ensino médio seria encontrar uma maneira de evidenciar ou de explicar os fenômenos de interesse através do exemplo de dispositivos utilizados no cotidiano pelos alunos. Com isto é necessário criar dispositivos que melhorem essa comunicação entre professor e aluno e façam com que este último tenha diversas ferramentas para atingir esta compreensão, através de um ensino de física não abstrato e com aplicações cotidianas.

Especificamente neste trabalho trataremos do princípio de Pascal e apresentaremos uma proposta experimental de abordagem do tema, com a construção de um protótipo de um freio automotivo a tambor com materiais de custo reduzido e fácil aquisição. Este protótipo será uma ferramenta para que o professor possa falar deste princípio e de suas diversas aplicações.

Os PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) fazem uma crítica ao ensino de física muitas vezes praticado na atualidade: apresentam a física como nada mais sendo do que uma quantidade enorme de leis, enunciados e equações, tratados de forma desarticulada e geralmente distanciada do mundo vivido pelo aluno, de tal modo que os conteúdos apresentados acabam se tornando bastante abstratos e pouco interessantes. Adota-se frequentemente um modelo de aprendizado baseado em repetição de exercícios, “pretendendo que o aprendizado ocorra pela automatização ou memorização e não pela construção do conhecimento através das competências adquiridas” (PCN Ensino Médio, 2000, p. 22).

Os Pcn’s estabelecem, ao contrário, que o ensino de física seja um ensino contextualizado, onde o aluno irá construir uma explicação para o mundo que o cerca, como, por exemplo, para o funcionamento da televisão, dos eletrodomésticos e de qualquer dispositivo ou fenômeno natural que o cerque. O aluno usará este conhecimento mesmo que nunca mais tenha o contato com o ensino de física em níveis superiores (PCN + Ensino médio, 2002).

Consideremos então a aplicação desta estratégia a uma área de conhecimento presente em diversos currículos de física do Ensino Médio, a hidrostática, em especial, ao tema do princípio de Pascal. Este tema tem a seu favor o fato de que conta com diversas aplicações na vida cotidiana, como, por exemplo, em elevadores hidráulicos, retroescavadeiras, sistemas de direção e freio de automóveis e em alguns sistemas de voo dos aviões, entre outras. Trata-se, portanto, de um tópico



# III CONEDU

CONGRESSO NACIONAL DE  
E D U C A Ç Ã O

em que o aspecto concreto do conhecimento científico pode ser bastante explorado, tornando o processo de aprendizagem bem mais significativo.

O princípio de pascal estabelece que a variação de pressão produzida em qualquer ponto de um fluido em repouso é transmitida a todos os demais pontos deste fluido e, conseqüentemente, às paredes que contêm este fluido. Analisando o enunciado deste princípio vemos a característica de transmissibilidade das variações de pressão através de um fluido. Uma consequência deste resultado é que podemos indiretamente provocar a realização de uma força de grande intensidade em um objeto, através da aplicação de uma outra força, de intensidade muito menor, sobre um fluido com o qual este objeto esteja em contato. Este é o princípio de funcionamento dos diversos dispositivos mencionados anteriormente.

Consideremos por exemplo a situação em que desejamos levantar um determinado objeto, como um carro que tenha furado o pneu em uma estrada, que possui uma massa considerável, acima de 1000 Kg. Um dos dispositivos utilizados para levantar o carro afim de efetuar a troca do pneu é o macaco hidráulico.

Conforme dissemos anteriormente, a partir do princípio de Pascal, ao produzirmos uma variação  $\Delta p_1$  em um ponto qualquer do fluido, esta variação se transmite igualmente a um outro ponto do fluido. Assim, em qualquer outro ponto, 2, teremos uma variação  $\Delta p_2$  dada por

$$\Delta p_1 = \Delta p_2 .$$

Conhecendo-se a relação entre força e pressão, podemos escrever

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

(Relação das forças aplicadas as paredes de um recipiente em diferentes pontos)

A proposta de construção de um freio automotivo a tambor com materiais de custo reduzido tem por objetivo fazer com que os alunos tenham uma melhor visualização da aplicação do princípio de Pascal, que explica o funcionamento do cilindro mestre do protótipo do freio. O caráter de custo reduzido e fácil construção do protótipo faz com que ele seja de fácil reprodução em ambiente escolar.

### **Metodologia de construção:**

A construção do protótipo do freio possui um nível mínimo de complexidade, tanto para se obter os materiais, quanto para a montagem do freio propriamente dita. As pequenas dificuldades que podem surgir na montagem serão relacionadas a questões de acabamento.

### **Materiais utilizados:**

Os materiais utilizados para a construção do protótipo de freio a tambor são:

1 prato de jardinagem de 30 cm de diâmetro; 1 prato de jardinagem de 28 cm de diâmetro; 1 prato de jardinagem com 23 cm de diâmetro; 2 seringas de 20 ml; 1 peça de madeira de 10 cm x 17 cm (Peça 1); 1 peça de madeira de 26 cm x 17 cm (peça 2); 1 peça de madeira de 29,5 cm x 16,5 cm (peça 3); 4 Parafusos de 4 mm diâmetro; 4 parafusos de 5 mm diâmetro; 1 elástico comum de



**III CONEDU**

CONGRESSO NACIONAL DE  
E D U C A Ç Ã O

escritório; 4 laminas de metal 60 mm x 20 mm; 1 rolamento diâmetro externo de 45 mm e interno de 10 mm; 1 haste de madeira 60 cm de comprimento e 10 mm de diâmetro foi utilizado um poleiro de passarinho; 1 massa epóxi; 1 conexão de pvc de 20 mm em T.

## Construção do protótipo:

### Construção do suporte para o protótipo do freio

A construção do suporte para o freio será realizada obedecendo as seguintes etapas: 1) Na peça 1, fazer um orifício em seu centro com o diâmetro de 5 mm, conforme a figura 1. 2) Na peça 2, fazer um furo de 4 mm distante uns 40 mm de uma das extremidades, conforme a figura 2. 3) Na peça 3, fazer um orifício com um diâmetro de 45 mm em seu centro, e um outro orifício a 10 mm da base inferior com um diâmetro de 4 mm e fazemos outros 2 orifícios, um em cada lateral, a uma distância de 10 mm da extremidade, e na parte superior fazemos um corte semicircular com um diâmetro de 45 mm, conforme a figura 3.

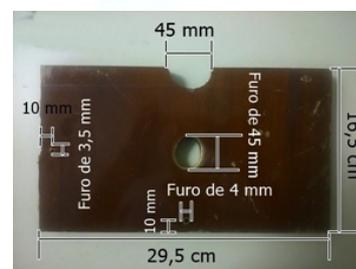


Figura 1: Peça 1 com o orifício. Figura 2: Peça 2 e seus orifícios. Figura 3: Peça 3 e seus orifícios.

### Construção das sapatas do freio

A Sapata do freio é um componente formado por uma placa metálica coberta por um material feito de resina, fibras sintéticas e partículas metálicas. Este componente, em contato com o tambor de freio gera o atrito para a desaceleração do veículo. Para a construção das sapatas seguiremos as seguintes etapas: 1) Pegamos o prato com diâmetro de 23 cm e fazemos um furo com um diâmetro de 5 cm, depois de efetuado o furo, deve-se cortar o prato ao meio, formando dois semicírculos, e efetuar um corte em formato de V na parte superior do prato; deve-se fazer dois furos de 4 mm para parafusá-lo no suporte da sapata, conforme mostrado na figura 4. 2) Depois parafusamos as partes do prato de diâmetro 23 cm (sapatas) com as bordas dos pratos viradas para cima, depois faz-se um furo na lateral de cada parte do prato para prendermos as partes com um elástico.

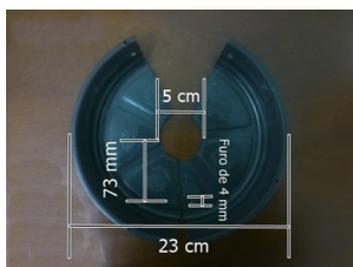


Figura 4: Montagem das sapatas do freio.



# III CONEDU

CONGRESSO NACIONAL DE  
E D U C A Ç Ã O

## Construção do suporte para as sapatas de freio

Para a construção do suporte devemos pegar o prato de jardinagem de 28 cm de diâmetro, e fazer 2 furos sendo o primeiro no centro do prato. Este deve ter um diâmetro de 45 mm para que seja acoplado o rolamento que possui um diâmetro interno de 10 mm, e o segundo orifício, com diâmetro de 26 mm, deve ser próximo à borda do prato e a uma distância de 75 mm do centro do prato, conforme mostrado na figura 5. Depois de feito o orifício central, inserimos o rolamento e o colamos com a cola epóxi (é necessário aguardar secar). Abaixo do furo central, deve-se fazer 2 orifícios de 4 mm e parafusar as sapatas de freio. E em cada extremidade lateral do prato devemos fazer um furo de 4 mm para parafusar o suporte da sapata ao suporte do freio.



Figura 5: Montagem do suporte das sapatas do freio.

## Cilindro mestre

O cilindro mestre possui internamente dois pistões alinhados. Quando o pedal de freio é acionado, eles pressurizarão o líquido dentro do circuito. Devido ao princípio de Pascal, ele empurrará os pistões das outras extremidades, empurrando as sapatas e fazendo com que o freio exerça sua função. Para a montagem do cilindro mestre, seguiu-se as seguintes etapas: 1) cortar 2 seringas de 20 ml na faixa correspondente a marca de 17 ml, conforme a figura 6. 2) cortar a haste do embolo de ambas as seringas e deixa-las com um comprimento de 62 mm, depois deve-se cortar uma parte do plástico do embolo de modo que consigamos uma base plana, nesta devemos efetuar um furo de 5 mm, distante 46 mm da extremidade de borracha, conforme as figuras 7 e 8.



Figura 6: Corte das seringas.



Figura 7: Corte das hastes das seringas.



Figura 8: confecção do orifício de 5mm nas hastes das seringas.

3) No furo de 5 mm dos êmbolos das seringas deve-se prender uma lâmina de metal por um parafuso com 5 mm de diâmetro e uma porca, como mostrado na figura 9. 4) Na conexão em T inserimos as seringas em cada uma das extremidades, de modo que as seringas cortadas estejam paralelas, conforme mostrado na figura 10.



**III CONEDU**

CONGRESSO NACIONAL DE  
E D U C A Ç Ã O



Figura 9: fixação da lâmina na haste da seringa.



Figura 10: fixação das seringas na conexão em T no suporte das sapatas.

## Roda

Para a confecção da roda devemos utilizar o prato com diâmetro de 30 cm e fazer um orifício em seu centro com um diâmetro de 10 mm conforme a figura 11.



Figura 11: Confecção da roda.

## Montagem total do protótipo

### A montagem do protótipo seguem as seguintes etapas:

1) Fixamos a peça 1, através do seu furo central, com parafuso de 5 mm de diâmetro na parte inferior da peça 2, de acordo com a figura 12. 2) Fixamos a peça 3 com parafusos de 4 mm de diâmetro, nas outras duas peças, conforme a figura 13. 3) Parafusamos o suporte das sapatas conforme mostra as figuras 14. 4) Fixa-se as sapatas de freio em seu suporte, ajustando-as para que fique conforme a figura 15. 5) Passamos a haste de madeira com diâmetro de 10 mm pelos orifícios do rolamento, conforme a figura 16. 6) Fixamos a roda encaixando a haste de madeira, que servirá de eixo transmissor de movimento, conforme a figura 17. 7) Encaixe da seringa na parte de trás da conexão em T de 20 mm, com a finalidade de acionarmos o freio conforme a figura 18.



Figura 12: Confecção do suporte do protótipo.



Figura 13: Confecção do suporte do conjunto final.



Figura 14: Fixação do suporte das sapatas.



**III CONEDU**

CONGRESSO NACIONAL DE  
E D U C A Ç Ã O



Figura 15: suporte das sapatas.



Figura 16: Conexão do eixo transmissor pelo rolamento.



Figura 17: Encaixe da roda no eixo



Figura 18: Seringa para o acionamento do freio.

## Conclusão

Espera-se que com a construção deste protótipo de freio a tambor, desenvolvido com materiais de fácil aquisição, o professor de física do ensino médio tenha mais um instrumento didático para fornecer uma melhor visualização e entendimento do princípio de pascal, e desta forma demonstrar de forma didática fenômenos físicos relacionados a este princípio presentes em alguns equipamentos hidráulicos comuns no cotidiano dos seus alunos, e explicar de forma clara o seu funcionamento, relacionando os princípios físicos envolvidos em cada parte do dispositivo. Dessa forma acreditamos que o aluno, ao manipular um equipamento construído por ele, consiga tornar a física parte integrante do seu dia-a-dia, e não um mero apanhado de fórmulas sem significado prático.

## Referências

HALLIDAY, RESNICK, WALKER. *Fundamentos da Física*, Vol. 2, 8ª Edição, LTC, 2009.

SEARS, ZEMANSKY, *Física*, Vol 2, 10ª Edição, Pearson, 2003.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio). Brasília: MEC, 2000.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) - Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias - FÍSICA. Brasília: MEC/SEC, 2002.