

DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE DE UM TRILHO DE AR PARA ESTUDO DE COLISÕES EM LABORATÓRIO DIDÁTICO DE FÍSICA.

Henrique N. Silva¹, Vágner R. A. Pereira²

1. Estudante de Engenharia de Controle e Automação no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo-IFSP – Câmpus Catanduva.
2. Professor de Física, Mestre em Educação. Doutor em Ciência, Tecnologia e Sociedade, IFSP, Câmpus Catanduva/ Orientador.

Resumo

O objetivo principal deste trabalho foi analisar a construção de um trilho de ar para estudo de colisões em aulas de laboratório de Física, tanto em nível médio quanto em nível superior. No desenvolvimento do projeto foi utilizado um tubo de alumínio de 1,2 m de comprimento e seção transversal quadrada. Também foram construídos quatro carrinhos de alumínio com 8 cm de comprimento cada, sendo dois deles com ímãs, um com borracha e outro com borracha e mola. Um dos objetivos do projeto foi comparar a diferença quanto ao princípio de conservação do momento linear nos experimentos para cada diferente material utilizado no carrinho. Um aspirador de pó invertido foi utilizado para gerar o fluxo de ar necessário à eliminação do atrito. Os softwares Tracker (2019) e Origin (2007) foram usados para a coleta e análise de dados, respectivamente. Sempre que possível, o projeto utilizou materiais reaproveitáveis, disponíveis na instituição, para fins de sustentabilidade e viabilidade econômica.

Palavras-chave: Conservação do momento linear; ímãs; velocidade linear.

Apoio financeiro: Agudecemos ao PIBIFSP pelo apoio financeiro.

Introdução

Um dos fatores que influenciam a má formação de estudantes no Brasil, principalmente nas áreas de Física e Química, é a precariedade ou mesmo a falta de laboratório didático nessas áreas, além da limitada carga horária destinada ao ensino de ciência e a baixa disponibilidade do uso de novas tecnologias nas atividades de ensino e aprendizagem na realidade da sala de aula (SILVA; LEAL, 2017).

Nesse contexto, professores e pesquisadores da área de ensino de ciências geralmente valorizam o espaço de aprendizado de Física proposto nas disciplinas experimentais, existindo um consenso entre docentes e estudantes de que deve haver mudanças na maneira tradicional de se focar estas disciplinas (SILVA, 2002).

Um dos aspectos que esse autor destaca é entender o aprendizado em termos de desenvolvimento conceitual, em vez de simples acréscimo de novas informações ou de simples substituições de concepções existentes por novas. Desenvolvimentos mais recentes consistem em resgatar algumas propostas pioneiras sobre o tema dando um enfoque investigativo às práticas de laboratório.

Nesse sentido, atividades de laboratório de Física vem complementar o trabalho desenvolvido na disciplina teórica sob vários aspectos, não somente para ilustrar o conteúdo abordado em aula, mas também desenvolver outras habilidades como o trabalho em equipe, observação, análise e interpretação de dados, além de estimular a participação ativa do estudante, visando a aprendizagem significativa do conteúdo (ROSA; ROSA, 2007).

Segundo Laudaes, Lopes e Cruz (2004), a eliminação de forças de atrito indesejadas é uma dificuldade frequente na montagem de experimentos de mecânica, sendo que nos laboratórios didáticos essa dificuldade é comumente superada com o auxílio de trilhos de ar.

Tendo em vista essas considerações, o objetivo do projeto foi estabelecer e construir a melhor configuração possível para um trilho de ar e também para os carrinhos, analisando para esses três materiais: ímãs de neodímio, borrachas (escolar branca) e molas, para que fosse possível definir o melhor material para o estudo de colisões.

Metodologia

Para o desenvolvimento do trilho (figura 1) e dos carrinhos foi estudada uma maneira que atendesse as necessidades requeridas para o estudo de colisões e da lei de conservação do momento linear. Optou-se por utilizar um tubo de alumínio de seção transversal quadrada para a confecção do trilho, a fim de que o carrinho utilizado não gire e caia do trilho, como poderia ocorrer em um trilho de seção transversal circular. Para injeção do ar no trilho foi utilizado um aspirador de pó invertido desenvolvido em projeto anterior.

O trilho foi fixado em dois suportes para que ficasse na forma de um losango permitindo assim a utilização de carrinhos com o formato que se assemelha a letra v invertida. Os suportes foram feitos de material reaproveitável de uma carteira quebrada. Foram feitas duas linhas de furação em cada uma das duas faces

superiores do trilho, para redução do atrito devido ao fluxo de ar, ou seja, o ar serve de lubrificante.

Optou-se por utilizar três tipos de carrinhos (figura 2), o primeiro par foi construído com ímãs de neodímio, dessa forma, a interação entre os carrinhos ocorre por meio da repulsão eletromagnética. Já para o segundo par, um deles foi feito com pontas de borrachas, e o outro uma das pontas é de borracha e na outra há uma mola, no segundo par ocorre a colisão mecânica. Decidiu-se pela construção de carrinhos de vários materiais diferentes para que fosse analisada a viabilidade de cada um deles para estudo do movimento de colisões em aulas de física.



Figura 1. Trilho de ar com aspirador.

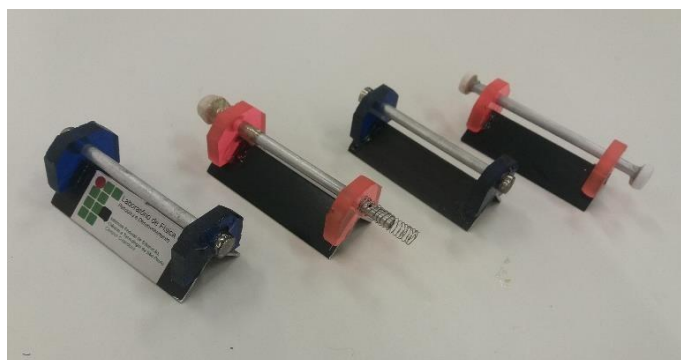


Figura 2. Carrinhos desenvolvidos para o estudo.

Para os testes foram utilizados um tripé e uma câmera de celular para filmar os carrinhos em funcionamento no trilho e registrar as colisões. Posteriormente utilizou-se do software Tracker (2019) para efetuar as análises desses vídeos. Posteriormente, o software Origin (2007) foi utilizado para gerar tabelas e gráficos.

Em cada teste realizado os carrinhos que interagem tinham sempre mesma massa. Os carrinhos com ímãs apresentam uma massa de 36 gramas e os outros dois tem um peso de 34 gramas. Vale ressaltar que o peso dos carrinhos foi ajustado em uma balança de precisão semi analítica.

A partir de testes preliminares observou-se um fluxo de ar muito intenso, como havia-se imaginado, pois houve um impulsionamento dos carrinhos e com isso o princípio da conservação do momento linear não pode ser verificado. Sendo assim, foi planejado, construído e instalado um dispositivo eletrônico denominado dimmer para controle desse fluxo de ar. Ele reduziu o fluxo de ar por meio do controle do disparo da corrente elétrica. Quando ele atrasa o disparo da corrente, obtêm-se uma corrente média menor, o que resulta em um fluxo de ar de menor intensidade no trilho. Uma vez que foi empregado no trilho um fluxo de ar de menor intensidade, observou-se o fim de grandes vibrações nos carrinhos. Após instalado o dispositivo foram realizados todos os testes novamente.

Resultados e Discussão

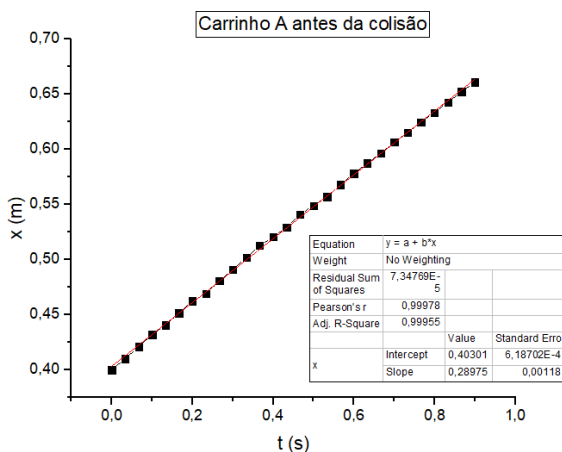
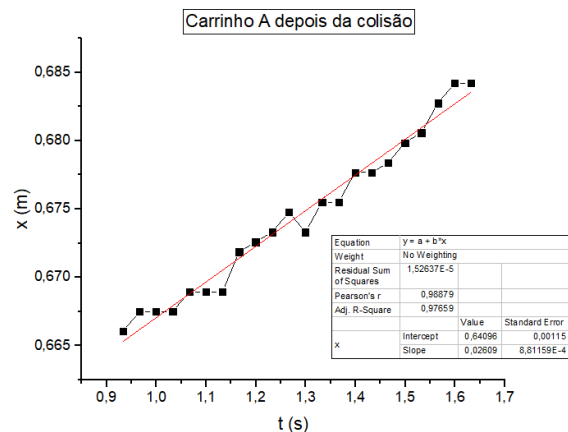
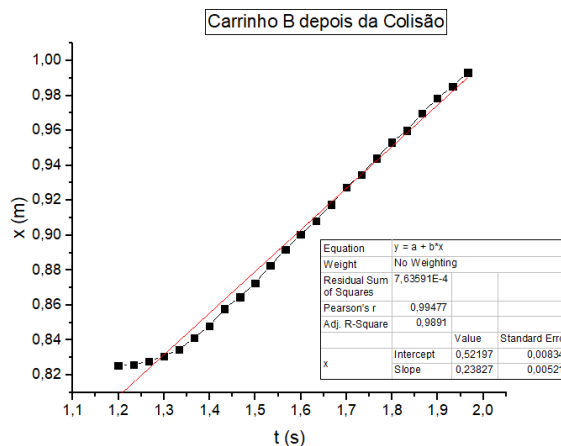
A Tabela 1 apresenta o melhor resultado obtido para cada um dos três materiais utilizados nos testes. Nessa tabela é possível ver o momento linear antes e depois da colisão (colunas 2 e 3) e o erro percentual de cada teste (coluna 4), relativo ao momento linear.

TABELA 1. Momentos lineares dos sistemas e erro percentual do melhor teste de cada material.

Material utilizado no carrinho	Momento linear do sistema antes da colisão	Momento linear do sistema depois da colisão	Erro percentual
imã	$10,30 \cdot 10^{-3}$ Kg.m/s	$9,7664 \cdot 10^{-3}$ Kg.m/s	5,32
Borracha	$18,62 \cdot 10^{-3}$ Kg.m/s	$14,84 \cdot 10^{-3}$ Kg.m/s	22,59
Mola	$8,30 \cdot 10^{-3}$ Kg.m/s	$8,23 \cdot 10^{-3}$ Kg.m/s	0,85

Fonte: Autoria própria.

Nas figuras 3, 4 e 5 é possível ver exemplos de alguns gráficos gerados pelo software Origin (2007) que foram utilizados para extrair o valor da velocidade linear dos carrinhos nos experimentos. Nas figuras encontramos evidenciados os gráficos de uma das análises no teste com molas. Nas figuras 3, 4 e 5 podemos ver o gráfico do carrinho A (carrinho em movimento) antes da colisão, o gráfico do carrinho A depois da colisão e do carrinho B após a colisão, respectivamente. As velocidades de cada carrinho podem ser vistas nas tabelas de cada um dos seus respectivos gráficos. Nas tabelas o valor da velocidade é correspondente ao slope que é o coeficiente angular da reta. Na figura 3 o slope corresponde à 0,28975, na figura 4 o seu valor é de 0,02609 e na figura 5 ele corresponde à 0,23827.

**Figura 3.** Carrinho A antes da colisão**Figura 4.** Carrinho A depois da colisão**Figura 5.** Carrinho B depois da colisão

Nota-se que não houve a necessidade de construir um gráfico do carrinho B antes da colisão pois ele estava inicialmente em repouso. Os gráficos foram gerados, principalmente, para obter-se a velocidade linear dos carrinhos e ser possível, assim, o cálculo dos seus respectivos momentos lineares. Todos os testes foram feitos seguindo a mesma premissa, ou seja, o carrinho B encontrava-se inicialmente em repouso.

Para cálculo do momento linear dos carrinhos foi utilizada a equação que diz que o momento linear de um sistema é a massa do objeto (no caso os carrinhos) a ser estudado multiplicado pela velocidade (no caso o slope) do objeto, como descrito na equação 1.

$$Q_{linear} = M * V \quad (\text{Equação 1})$$

Acredita-se que os carrinhos com ímãs não alcançaram resultados tão bom quanto os carinho onde a colisão ocorreu por meio de ímas, pois ocorreu o surgimento de correntes parasitas.

Segundo Halliday, Resnick e Walker (2012), quando movimentamos um campo magnético (ímãs) em relação à um condutor (trilho de ar de alumínio), isso induz uma corrente no material condutor. Dessa forma, a corente criada faz surgir uma força que se opõe ao movimento. Essa força induzida atrapalha o movimento obrigando-nos a realizar mais trabalho para executar um mesmo movimento. Essa corrente é denominada corrente parasita e recebe uma denominação própria por ter a ordenação dos seus elétrons diferente de uma corrente elétrica normal. Ou seja, os eletros não seguem todos em uma mesma direção, eles circulam no interior do material condutor, como em um redemoinho.

Conclusões

Podemos observar por conta dos resultados das análises expressas na tabela 1 que o melhor material para construção de carrinhos e estudo do movimento de colisões em aulas de laboratório de física é a mola, pois é no teste com as molas que podemos observar o princípio da conservação do momento linear no sistema com os menores erros experimentais. Podemos observar também que o ímã de neodímio é um material intermediário onde os erros da conservação do momento linear não são tão altos. Já quando utilizamos a borracha como material de teste para colisões podemos observar erros maiores e a não conservação do momento linear.

Para trabalhos futuros em que haja o desejo ou a necessidade de utilizar-se ímãs para construção de carrinhos para um trilho de ar recomenda-se que o trilho seja feito de material não condutor, como polímeros isolantes, por exemplo.

Referências bibliográficas

HALLIDAY, D. ; RESNICK, R. ; WALKER, J. Fundamentos de Física: eletromagnetismo. 9ª edição. Rio de Janeiro: Performa, 2012.

LAUDARES, F.; Lopes, M. C. S. M; F. A. O. Cruz. Usando sensores magnéticos em um trilho de ar. **Revista Brasileira de Ensino Física**, vol. 26, no.3, 2004.

ORIGIN (2007) [Software]. Versão 8 SRO. Origin (2007)Lab Corporation, 2007.

ROSA, C. W.; ROSA, A. B. O ensino de Física na universidade de Passo Fundo: uma investigação nos objetivos das atividades experimentais. EDUCERE – **Investigación Arbitrada**. n. 37, p. 327-332, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.org/ve/pdf/edu/v11n37/art19.pdf>>. Acesso em: 14/09/2017.>

SILVA, J. H. D. Algumas considerações sobre ensino e aprendizagem na disciplina laboratório de Eletromagnetismo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 4, 2002.

SILVA, J. C. X.; LEAL, C. E. S. Proposta de laboratório de física de baixo custo para escolas da rede pública de ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 39, nº 1, e1401, p. 2017. Disponível em: . Acesso em: 20/11/2017.

TRACKER (2019) [Software]. Versão 5.0.9. Trackerr (2019), Open Source Physics.