



**Universidade Estadual de Campinas
Instituto de Física Gleb Wataghin**



Relatório Pré Final

“Vivenciando a quantidade de movimento”

F 609 - 2º Semestre de 2013

Aluno: Suéllen Romão Rodrigues Ra: 082829
[s082829 @ dac.unicamp.br](mailto:s082829@dac.unicamp.br)

Orientador: Prof Mauro Monteiro Garcia de Carvalho
[mauro @ ifi.unicamp.br](mailto:mauro@ifi.unicamp.br)



1. O Projeto:

1.1 Descrição:

O projeto consiste em um experimento de construção simples e fácil para que qualquer professor de física possa levar para sua aula e mostrar aos seus alunos de ensino médio.

Tal experimento simulará situações tais como o choque das bolas do jogo de sinuca, o taco acertando uma bola no jogo de beisebol, e o choque em uma batida de carro.

A montagem experimental consiste em duas hastes fixadas em uma extremidade em um suporte e a outra contendo um corpo de massa m , como pêndulos, que se chocarão. Como mostra a figura a seguir:

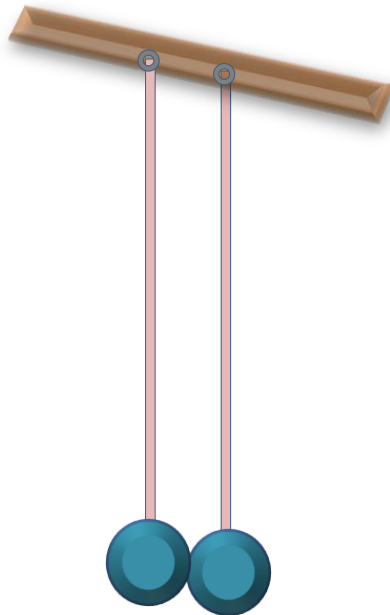


Figura 1: Montagem experimental do projeto

Com essa montagem, soltaremos as hastes de diversas alturas e diferentes massas para estudar o que acontece em cada tipo de choque, inelástico e elástico.

Filmaremos os choques para depois poder estudá-los mais detalhadamente.

Meu orientador, o Prof. Mauro concorda com os termos aqui estabelecidos para o projeto e declara que poderá dispor de todos os elementos necessários, não exceções e não solicita sigilo.

1.2 Importância Didática:

O conceito de “quantidade de movimento e colisões” é muito estudado no ensino médio (EM). E, por praticas pessoais é uma das matérias que os alunos mais gostam, infelizmente não por entenderem fisicamente os conceitos envolvidos, mas por considerarem fáceis os exercícios teóricos ao resolver.

Tal conceito pode ser observado em situações rotineiras, porém os alunos muitas vezes não conseguem fazer esse link.

Esse experimento ensinará os alunos a pensarem e resolverem situações tais como:

- a) Se um automóvel e um caminhão com mesma velocidade (80 km/h) colidem frontalmente com um poste, o efeito dessa colisão é o mesmo para os dois veículos?



Figura 2: Situações em que aplicamos a teoria de Quantidade de Movimento (Maior massa, maior o efeito da colisão).

Com o experimento o aluno verificará que o efeito dessa colisão será maior para o caminhão, pois ele tem maior massa.

- b) Dois veículos de mesma massa colidindo de frente com uma parede, um a 80 km/h e outro a 60 km/h: em qual deles o efeito da colisão será maior?

Com o mesmo experimento o aluno verificará que o estrago será maior no carro a 80 km/h.

Assim com esse experimento o aluno poderá presenciar na pratica e entender como funcionam esses conceitos envolvidos e então ver uma aplicação física nos problemas teóricos que estão acostumados a resolver, tais como:

“(Unicamp-SP) Um objeto de massa $m_1=4,0$ kg e velocidade $v_1=3,0$ m/s choca-se com um objeto em repouso, de massa $m_2=2,0$ kg. A colisão ocorre de forma que a perda de energia cinética é máxima, mas consistente com o princípio da conservação da quantidade de movimento.

- a) *Quais as velocidades dos objetos imediatamente após a colisão?*
- b) *Qual a variação da energia cinética do sistema?”*

1.3 Originalidade:

O projeto consiste aprimorar um experimento (“Colisões com pêndulos de grande tamanho e estudo por quadros fotográficos”) sobre quantidade de movimento e colisão realizado pelo aluno *Lucas David Feitosa Campos RA:073367*.

Trata-se de uma montagem aperfeiçoada do projeto citado que teve como considerações finais:

- Aluno: *“O experimento precisa ser aperfeiçoado no que diz respeito alguns de seus aspectos. A calibração dos pêndulos para que todos fiquem à uma mesma altura e contidos em uma mesma linha é algo trabalhoso e que precisa ser cuidadosamente feito antes do estudo da colisão entre os pares de esferas. Além disso, uma escala de medida mais precisa traria resultados melhores. Apesar de todos os limitantes, os resultados foram razoáveis e perfeitamente explicáveis dada a situação em questão. De todo modo, o estudo de experimentos usando instantâneos fotográficos associados a filmes parece ser, além de inovador, interessante. Resta, apenas, achar uma maneira de minimizar problemas de observação relacionados a cada experimento em particular.”*

- Orientador: *“O trabalho do Lucas David terminou com sucesso apesar das dificuldades experimentais. Ele foi capaz de resolver os problemas tais como o alinhamento das esferas, movimento de rotação, medição das velocidades com precisão (dentro do possível) e verificar a conservação do momento com três pares de massas. Seu trabalho ficará no Lief onde pretendemos aperfeiçoá-lo para torná-lo mais atraente.”*

2. Teoria:

A teoria envolvida neste projeto é uma teoria simples de entendimento e de esquematização.

A quantidade de movimento (**p**) é uma grandeza vetorial determinada pela massa do corpo (**m**) multiplicada pelo seu vetor velocidade (**v**):

$$\mathbf{p} = m \mathbf{v}$$

Para a realização do experimento consideraremos um sistema formado pelos dois corpos que se chocarão. Assim se os corpos se acham em repouso no início da experiência, temos que a quantidade de movimento do sistema, naquele momento, é nula, **p = 0**.

Porém, os corpos não permanecerão em repouso durante toda a experiência. A ideia é que desloquemos um deles de certa distância do outro e, então, o soltemos, observando o que acontecerá imediatamente antes e depois da colisão.

A lei da conservação da quantidade de movimento linear aplicada ao estudo das colisões nos diz que, na ausência de forças internas, a quantidade de movimento imediatamente antes do choque é à quantidade de movimento imediatamente depois do choque é constante, ou seja, $\mathbf{p}_{\text{inicial}} = \mathbf{p}_{\text{final}}$.

$$\text{Assim: } m_{\text{corpo 1}}\mathbf{v}_{\text{inicial, corpo 1}} + m_{\text{corpo 2}}\mathbf{v}_{\text{inicial, corpo 2}} = m_{\text{corpo 1}}\mathbf{v}_{\text{final, corpo 1}} + m_{\text{corpo 2}}\mathbf{v}_{\text{final, corpo 2}}$$

Para este experimento as montagens foram feitas para que tenhamos apenas choques frontais entre os corpos. Assim tendo os possíveis tipos de choques:

- a) Choque Frontal contra um obstáculo fixo
- b) Choque Frontal em que nenhum corpo é fixo

Para esse estudo dos choques definimos o conceito de coeficiente de restituição.

$$e = \frac{v_B - v_A}{v_{0A} - v_{0B}}$$

$e \rightarrow$ coeficiente de restituição

$v_B \rightarrow$ velocidade do corpo B depois da colisão

$v_A \rightarrow$ velocidade do corpo A depois da colisão

$v_{0A} \rightarrow$ velocidade do corpo A antes da colisão

$v_{0B} \rightarrow$ velocidade do corpo B antes da colisão

O numerador representa a velocidade de afastamento entre os corpos (ou seja, a velocidade com que se afastam um em relação ao outro). O denominador representa a velocidade de aproximação relativa entre eles.

No **choque perfeitamente elástico**, não havendo deformações permanentes, a velocidade de afastamento será igual à de aproximação e, portanto, o coeficiente de restituição será $e = 1$.

No **choque perfeitamente inelástico**, os corpos permanecem unidos, portanto não se afastam um do outro. A velocidade de afastamento é zero e, portanto, o coeficiente de restituição será $e = 0$.

Nos **choques parcialmente elásticos** a velocidade de afastamento será sempre menor que a de aproximação. Portanto, de maneira geral, teremos um valor do coeficiente de restituição compreendido entre zero e um, ou $0 < e < 1$.

3. Resultados Atingidos:

Depois de muita discussão e estudos, chegamos a conclusão que a melhor montagem foi a mostrada na figura abaixo, mas mesmo assim não conseguimos um sistema perfeito.



Figura 3: Montagem experimental final



Figura 4: Montagem vista de cima

Devido ao parafuso do choque inelástico não ter ficado pronto realizarem, por enquanto, só o choque elástico e fotografaremos para verificar as velocidades.

Inicialmente o primeiro corpo tem uma velocidade u_1 e o segundo está inicialmente em repouso $u_2=0$. Faremos para massas iguais e massas diferentes. Assim:

Princípio de conservação do momento linear:

$$m_1 u_1 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

Em um choque elástico, a energia cinética inicial é igual a final:

$$\frac{1}{2} m_1 u_1^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

Resolvendo este sistema de duas equações com duas incógnitas, obtemos as velocidades v_1 e v_2 depois do choque

$$v_1 = \frac{(m_1 - m_2)u_1}{m_1 + m_2}$$

$$v_2 = \frac{2m_2u_1}{m_1 + m_2}$$

Para um sistema de dois corpos, a máxima velocidade que alcança a segunda partícula é $2u_1$ quando a massa da segunda partícula m_2 é muito pequena comparada com a massa da primeira partícula m_1 . Podemos ver melhor se escrevermos v_2 em função de $x=m_2/m_1$.

$$v_2 = \frac{2u_1}{1+x} \quad \lim_{x \rightarrow 0} v_2 = 2u_1$$

Quando $m_1=m_2$ a velocidade da primeira partícula depois do choque é zero $v_1=0$, a primeira partícula para e a segunda partícula adquire a velocidade (e a energia) da primeira partícula, $v_2=u_1$.

Da sequencia de fotos tiradas conseguiremos medir o espaço e tempo do deslocamento dos corpos e então verificar a velocidade.

4. Dificuldades encontradas:

As dificuldades mais encontradas foram na hora das decisões da escolha dos materiais. Tivemos que trocar os materiais inicialmente os corpos de massas e depois as hastes para termos uma diferença razoável entre haste e corpo. Depois de conseguir isso, a haste de acrílico tinha uma elasticidade o que atrapalhava o movimento, então trocamos para hastes de alumínio.

Porém outros fatores influenciaram para o experimento não se tornasse ideal como, o fato de que as roldanas não serem perfeitas e os materiais pedidos à oficina não terem sido feitos com uma boa qualidade.

5. Declaração do Orientador: (PROFESSOR MAURO AQUI VAI O COMENTARIO DO SENHOR)

6. Pesquisa Realizada em:

- <http://www.ifi.unicamp.br/lei/f129>, acessado em 03/09/2013

http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F609_2012_se m1/LucasD-Mauro_RF2.pdf, acessado em 03/09/2013

http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_sem2_2005/RicardoL-Nagai_F809_RF1.pdf, acessado em 03/09/2013

- <http://www.coladaweb.com/fisica/mecanica/quantidade-de-movimento>, acessado em 04/03/2013

- <http://guiadoestudante.abril.com.br/estudar/fisica/resumo-fisica-quantidade-movimento-impulso-colisoes-698027.shtml>, acessado em 04/09/2013

- <http://www.brasilecola.com/fisica/colisoes.htm>, acessado em 03/09/2013

- <http://www.slideshare.net/AulasFisica/fsica-coliso>, acessado em 04/09/2013