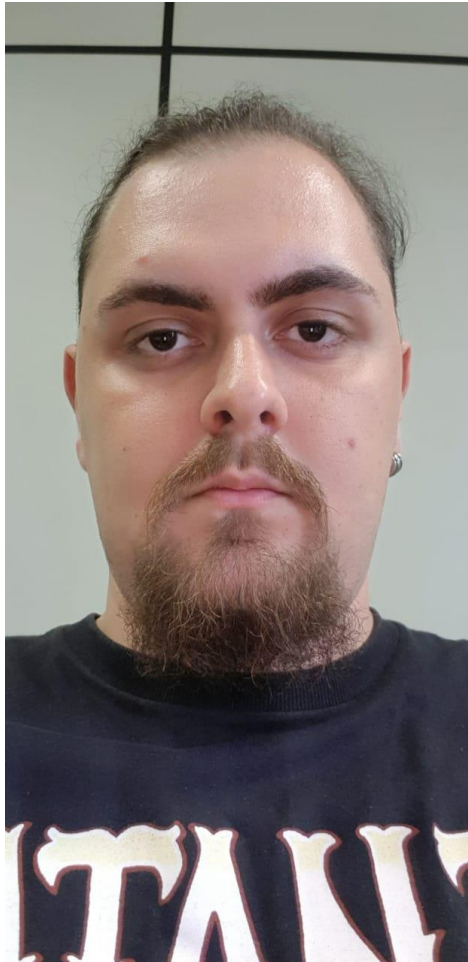


# F 709 – Relatório Final



Aluno: Pedro B. Paolillo  
Gomes

RA: 175667

2º semestre 2019

P175667@dac.unicamp.br

**Tema** : Atrito e plano inclinado.

**Resumo**: Este projeto é destinado a disciplina de F 709 - Tópicos de ensino de física II e consiste em um experimento para de forma mais concreta mostrar os conceitos de atrito e plano inclinado. O projeto irá produzir um plano com inclinação variável e diferentes solos nesse plano para que seja possível calcular os coeficientes de atrito de cada material em um experimento simples e usando o princípio fundamental da dinâmica em uma situação real. Ele será testado com alunos do ensino médio.

**Objetivos**: Promover uma situação problema para os alunos do ensino médio onde os conceitos de atrito e plano inclinado sejam estudados e aplicados em um experimento simples e bem visual.

**Metodologia** :

Para a realização deste experimento será montada uma caixa de madeira com 4 divisões ao longo de seu comprimento formando assim caminhos para que um bloco de madeira possa percorrer esse trajeto.

Essa caixa será colocada sobre um suporte que permita movê-la como uma gangorra podendo variar o ângulo com a horizontal, essa variação poderá ser acompanhada com um esquema do ângulo colocado na lateral da caixa, dessa forma o aluno irá variar o ângulo e verificar quando os blocos irão começar a escorregar. Utilizando os conceitos de atrito e plano inclinado os alunos poderão calcular o  $\mu_e$  da superfície. Em seguida o aluno poderá calcular o  $\mu_d$  observando a distância percorrida pelo bloco (haverá uma régua centimetrada no topo da caixa) e o tempo que o objeto demorou para escorregar a partir do momento que ele rompe o atrito estático.

A ideia é que o aluno construa um gráfico de velocidade x tempo de modo a encontrar a aceleração do bloco em cada superfície e aplicar o princípio fundamental da dinâmica ( $F = ma$ ) para que assim encontre a força de atrito e a partir da definição encontre o  $\mu_d$  de cada superfície.

O sistema conta com 3 superfícies fixas: Lixa, Feltro (tecido usado para colocar embaixo de móveis para que não danifiquem o piso) e elásticos de borracha para pilates.

A quarta seção será preenchida de modo que a superfície possa ser alterada quando quiser com suportes de deck contendo outras superfícies: Plástico (de embalar alimentos), papel alumínio e papelão, além do próprio piso do deck.

Ao lado da caixa será colocado um transferidor de papelão para que os alunos possam olhar o ângulo da eminência de movimento.

**Materiais utilizados**:

- Madeira
- Lixa 80
- Feltro
- Elástico de pilates
- Pisos de deck
- Fita dupla face
- Papelão
- Papel alumínio
- Plástico



Visão superior da caixa





Visão lateral da caixa



ângulos

**Comentários e melhoras após o evento Cac :**

No evento pude apresentar meu projeto para o professor Lunazzi e para um aluno do colégio Rio Branco. Este aluno realizou o experimento e soube discutir sobre as questões teóricas do experimento, porém não quis parar para fazer os cálculos, mesmo assim seus comentários de feedback foram positivos sobre o experimento.

Após o evento eu melhorei o transferidor para que os ângulos ficassem mais visíveis, consertei o suporte que prendia os pisos móveis (parte quebrou um pouco antes do evento) e estou aumentando o número de superfícies que podem ser utilizadas no experimento.

### Introdução Teórica:

Dentro dos estudos sobre as leis de Newton no ensino médio um dos principais tópicos é a força de atrito vista como um caso especial em sistemas de blocos tanto no estudo da estática quanto da dinâmica. Sua importância deve-se ao fato de tornar o exercício mais próximo da realidade além de mostrar as diversas aplicações possíveis da força de atrito, desde o modo de como ela pode atrapalhar um movimento (mover móveis) até o modo como ela permite o movimento (andar, fazer curvas).

Mesmo com toda essa importância esse conteúdo não é um dos mais adorados pelos alunos por apresentar muitas dificuldades aos alunos, um caso clássico é a aplicação do conceito de atrito em planos inclinados que necessitam de mais atenção a matemática vetorial.

### Atrito:

Força gerada pelo movimento (ou tentativa) devido a rugosidade entre superfícies postas em contato (fig.1). Dessa forma o atrito recebe duas classificações: Estático, quando a força aplicada sobre o corpo não consegue romper a inércia (o bloco permanece em repouso) e Dinâmico (ou cinético) que ocorre quando há atrito e o móvel está em movimento seja uniforme ou acelerado.

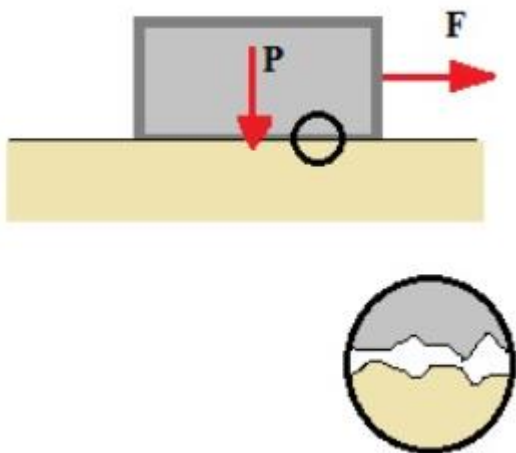


Fig. 1 rugosidade entre as superfícies

A força de atrito é definida matematicamente pela equação  $F_{at} = \mu \cdot N$ ; onde  $N$  é a força normal da superfície no bloco e  $\mu$  é o coeficiente de atrito que pode ser  $\mu_e$  estático ou  $\mu_d$  para o caso em que há movimento e sempre será verdade que  $\mu_e > \mu_d$ , conclui-se então que é mais difícil quebrar a inércia de um móvel do que mantê-lo em movimento e com isso pode-se montar o gráfico da força de atrito em relação a força aplicada.

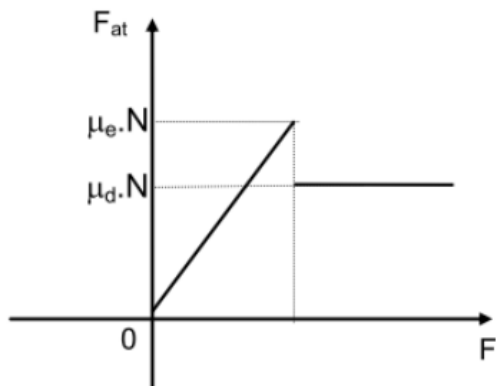


Fig. 2 gráfico força de atrito.

**Plano inclinado:**

Seu conceito é claro pensando no próprio nome, uma região plana que está com um ângulo  $\theta$  em relação a horizontal, dessa forma ele “quebra” a força peso dividindo-a em dois vetores, um na direção paralela à superfície “ $P_x$ ” e outro na direção perpendicular a mesma “ $P_y$ ”.

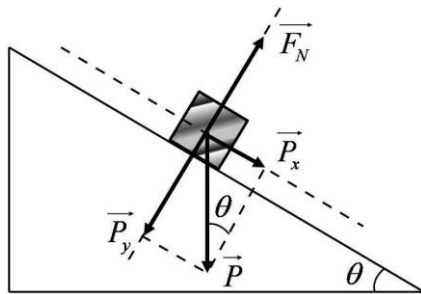


Fig. 3 Exemplo plano inclinado.

O objetivo deste trabalho será promover um experimento que uma plano inclinados e diversas superfícies (coeficientes de atrito diferentes) em que os alunos irão analisar a influência do ângulo de um plano inclinado sobre a força de atrito em um móvel.

**Referências:**

Tópicos de Física - Volume 1 - Ricardo Helou Doca Gualter José Biscuola Newton Vilas Bôas

Física básica - Nicolau, Toledo, Ronaldo

