

# Pêndulos Ressonantes.

## Relatório Final Disciplina: F 709



Professor Orientador: José Joaquim Lunazzi

E-mail: lunazzi (arroba) ifi.unicamp.br

Aluno: Henrique Barbisan

E-mail: h136070XarrobaXg.unicamp.br

RA:136070

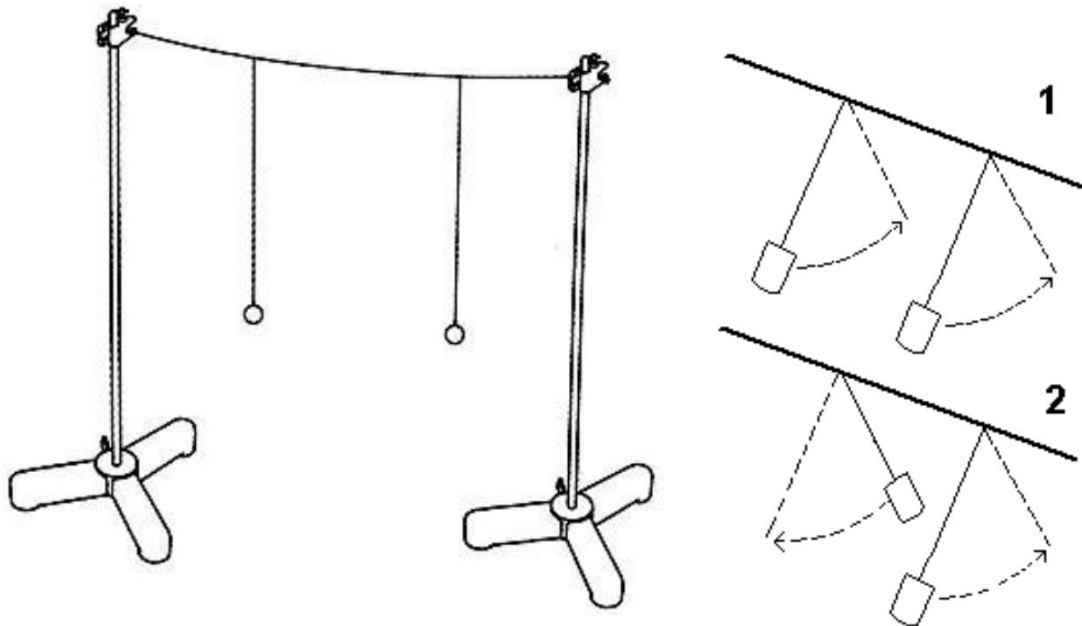


## Sumario

1.Introdução.....	3
2.Objetivos.....	5
3.Desenvolvimento do projeto.....	5
4. Reação do publico .....	10
5. Conclusões.....	10
6.Agradecimentos.....	11
7.Links dos videos.....	11
8.Referencias bibliograficas.....	12

## 1. Introdução

O projeto desenvolvido teve como tema trabalhar a ressonância de frequências entre pêndulos que são fixados em um mesmo ponto de fixação e esse ponto de fixação apresenta como característica a transferência de momento, para que o pendulo que for oscilado transfira a energia para que o outro pêndulo oscile com a mesma frequência, o pendulo que foi oscilado vai começar a diminuir seu período e o pendulo da outra ponta vai começar a oscilar na mesma frequência que o pendulo foi oscilado primeiramente e esse fenômeno se repetirá por muitas vezes até que por conta das forças externas cessem o movimento dos pêndulos por completo. O esquema de montagem e o funcionamento podem ser observados nas imagens abaixo:



Os pêndulos entram em ressonância apenas se tiverem o mesmo período ou seja se tiverem o mesmo comprimento de corda independentemente de a sua massa porém a energia transferida tem que ser a mesma e podemos observar que para a mesma energia potencial e massas diferentes a altura tem que ser maior, ou seja os pêndulos entram em ressonância mais com amplitude de oscilações diferentes quando se muda a massa de um dos pêndulos quando a massa dos pêndulos é igual é possível observar que eles apresentam a mesma amplitude de oscilação, o tal fenômeno ocorre porque o sistema foi montado com um fio que permite a troca de energias entre os pêndulos e como os pêndulos possuem a mesma frequência de oscilação ou seja  $f_1 = f_2$ , podemos dizer que o sistema está em ressonância, o sistema que foi montado possui quatro pêndulos que formam dois pares de períodos e frequências iguais e ao oscilar um pêndulo podemos observar que apenas o par de períodos igual se mexe e passa a oscilar com a mesma frequência e essa energia é transferida de volta para o original fazendo em ciclos repetitivos entre um pêndulo e outro. Lembrando que a frequência do pêndulo é dada por:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}}$$

Onde  $L$  é o comprimento do fio que suporta o pêndulo e  $g$  a aceleração da gravidade terrestre.

## 2.Objetivos:

O objetivo desse projeto é montar um pendulo ressonante em um ponto de uso publico onde pessoas que não possuem nenhum conhecimento em física podem ser instigadas a mexer nos pêndulos e observar um fenômeno físico simples porem muito fora da realidade dessas pessoas e despertar o interesse dessas pessoas pela física e instiga-las a conhecer o projeto muito interessante do Professor do Lunazzi que tem como nome “Explore a Física” e pode ser acessado no facebook. Além de instigar as pessoas a observarem o comportamento do pendulo também pode se dizer que tem como objetivo uma aproximação da física que venha a resultar em um maior interesse ,pelo menos das pessoas que observaram, pela física como um todo por isso é colocado uma pagina que a pessoa possa entrar e descobrir mais do maravilhoso universo de descoberta que a física pode proporcionar pra pessoa .

## 3.Desenvolvimento do Projeto

Através de uma grande iniciativa do Professor Lunazzi que tem como iniciativa colocar experimentos de físicas em lugares públicos e instigar o conhecimento do publico leigo pela física, montei com orientação do professor Lunazzi um pendulo ressonante acoplado no ponto de ônibus VIP criado em meados de 2013 pelo professor aposentado Ahmed El Dash que fica localizado na Avenida Luiz de Tella um pouco a frente do parque ecológico da cidade universitária em Barão Geraldo, tal ponto virou uma referencia de cuidado com o cidadão e tem como objetivo proporcionar um tempo agradável a quem espera o ônibus pois oferece a possibilidade de acesso a agua e jornais e revistas para a leitura, abaixo podemos observar uma imagem do ponto de ônibus onde foi montado o experimento:



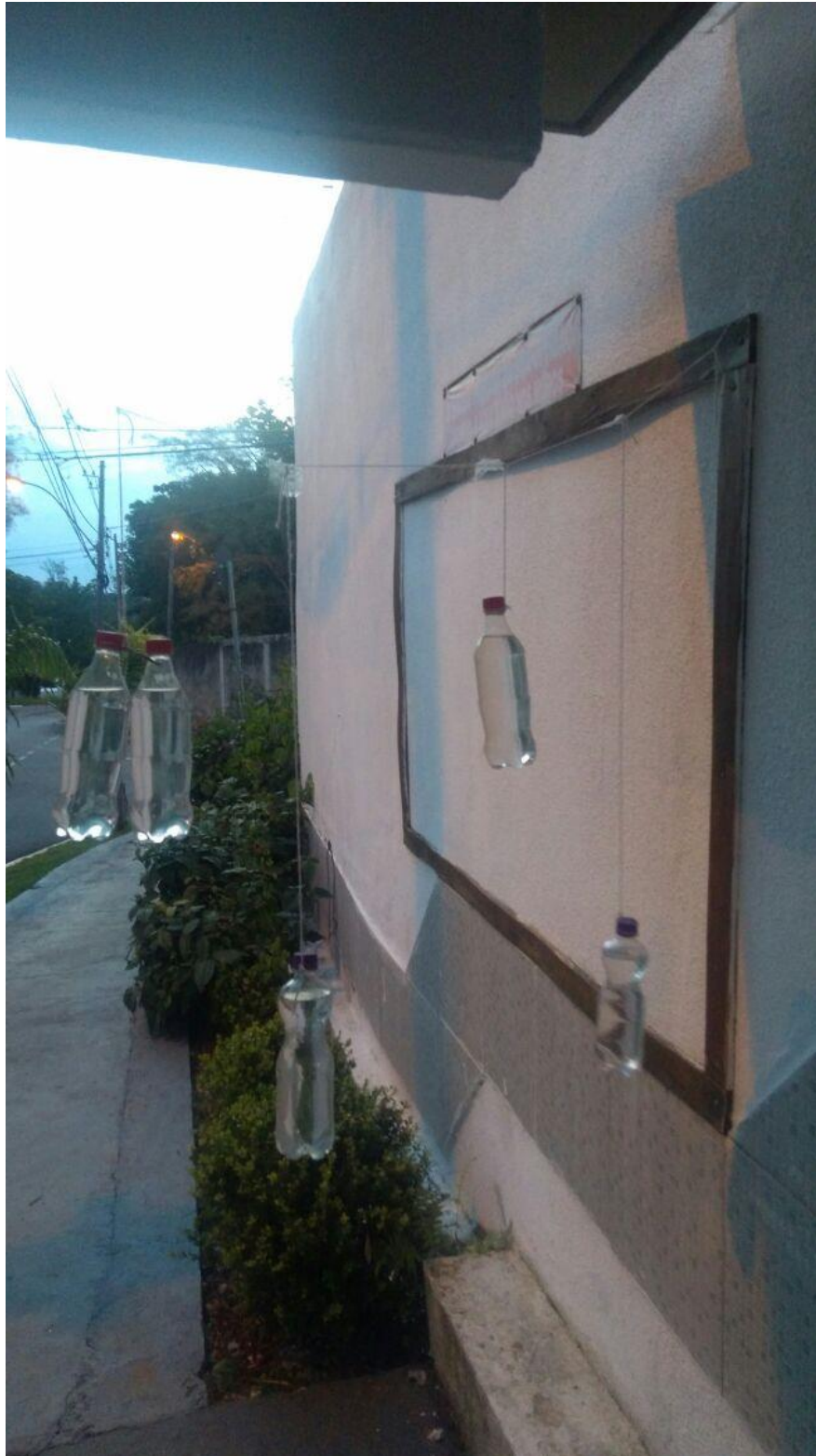
O projeto foi realizado com matérias muito simples ,para fazer a estrutura dos pêndulos foram usados barbantes simples e para fazer massa do pendulo foram usadas garrafas PET de 600 ml e foi fixada no ponto de ônibus usando a coluna do ponto e uma estrutura de madeira fixada no muro atrás do ponto de ônibus , Seria ideal que a montagem fosse feita com fios de comprimentos maiores para poder se ajustar aos possíveis erros humanos na hora de medir o comprimento do fio pois vale lembra que o pendulo só entra em ressonância com fios de comprimentos iguais porém há uma margem de erro onde mesmo o fio tendo um comprimento maior ou menor dentro dessa margem de erro o fio consegue entrar em ressonância e esse desvio cresce conforme aumentamos o fio, o ideal seria utilizar fios de comprimentos maiores para o experimento se adaptar a possíveis erros de montagem. A montagem pode ser observada na figura abaixo:



Colado na coluna do ponto de ônibus está um papel que convida o público a oscilar umas das garrafas e observar o que acontece com as outras garrafas e também convida o público a acessar a página do professor Lunazzi no Facebook que tem como nome “Experimente a Física” para aproximar o público dos assuntos de física de modo a interagir o público com a física. Foi montado um QR code feito pelo professor Lunazzi e um site sobre o experimento também feito pelo prof. Lunazzi e colocado no ponto de ônibus com uma instrução para o público.

A montagem original foi retirada do local depois de duas semanas de sua montagem, para podermos continuar levando esse experimento às pessoas que passam por esse ponto todos os dias foi montado novamente o experimento no mesmo lugar portanto foram feitos alguns ajustes e foi montado agora com uma garrafa adicional que pode ser removida para poder observar o que acontece com a oscilação do pêndulo se a massa de um dos pêndulos for dobrada o resultado da experiência do público e da diferença entre o pêndulo com a massa igual e massa dobrada pode ser observada através dos links dos vídeos postados no youtube com os pêndulos montado no ponto de ônibus funcionando a segunda montagem e a

instrução colocado no ponto de ônibus com o QR Code original (pode usa-lo para acessar o site) podem ser observados abaixo:





## Projeto “Física na Rua”

Prof.: José Joaquim Lunazzi

Pêndulos Ressonantes

Traga uma garrafa em direção a seu

Corpo depois a solte

Observe o que aconteça

E tente com a garrafa adicional

Para mais acesse a página “Experimente a Física”



#### **4. Reação do público ao experimento:**

Eu passei para montar no domingo dia 29/10/2017 e algumas pessoas que passavam por lá ficaram curiosas com relação ao que se tratavam aqueles barbantes e garrafas e pedi que oscilassem umas das garrafas e observassem o acontecido, e todos eles deixaram ser filmados mexendo nos pêndulos e tiveram uma reação positiva com o pêndulo pois nunca tinha visto algo que transferisse o movimento de forma integral para outra garrafa que se encontra na outra extremidade do barbante.

Na terça dia 31/10/2017 foi novamente ao ponto verificar se o experimento continuava montado intacto e se conseguia novos voluntários para filmar porem não abordei as pessoas e sim esperei que elas oscilassem uma garrafa por conta própria, duas pessoas mexeram nos pêndulos e ficaram espantadas, logo expliquei para eles ,mas apenas uma dessas pessoas permitiu que fizessem a filmagem.

De forma geral foi possível observar uma reação favorável ao experimento pelas pessoas abordadas no ponto de ônibus, as pessoas que observaram o experimento e comentaram acharam de forma geral que o experimento era uma das coisas mais impressionantes que eles observaram na vida pois os movimentos se alternavam sem que nenhuma ação humana fosse necessária para isso, alguns deles quiseram saber à física que estava por trás do

#### **5. Conclusão**

Consegui concluir com esse projeto que o público leigo tem um interesse por física , porem a elitização e formalidade do ensino de física nas escolas acaba afastando as pessoas da física e o próprio distanciamento da universidade com o público cria uma sensação de que física é apenas para pessoas da elite intelectual sendo que coisas simples de físicas podem ser exibidas através de experimento em lugares públicos.

O público leigo que tive contato até hoje quando é mostrado algo interessante para que eles possam observar sempre há um interesse pela física mesmo que de forma superficial e momentânea, porem o interesse existe , mas sempre que pergunto aleatoriamente qual é a concepção deles sobre física vem algo na mente não muito agradável, ou seja são remetidos a lembranças do passado, onde a física foi mostrado como algo talvez inalcançável para eles, mas colocando experimentos no dia-a-dia dessas pessoas talvez seja possível uma interação entre o público e a física de forma mais efetiva.

## 6. Agradecimentos

Queria agradecer ao professor Lunazzi que por meio do seu novo projeto “Física nas Ruas” me deu o prazer de ser o primeiro colaborador a realizar um experimento que tem como objetivo tão nobre de aproximar o público da física e quero agradecer ao professor Lunazzi pelo semestre que tem sido de um grande crescimento intelectual no quesito educação de física e de visão com relação à interação entre o público leigo e a física. Também gostaria de agradecer minha esposa que me ajudou na montagem do experimento na Avenida Luiz de Tella.

## 7. Links do Vídeos:

Vídeo Inspirador do experimento:

<https://www.youtube.com/watch?v=gDzESCWm-Cs>

Interação do público com o experimento:

<https://youtu.be/bOeSta6IMcM>

<https://youtu.be/6klsKziX-Kk>

<https://youtu.be/PY5GhJ2C6LE>

<https://youtu.be/XWfuOBaZSNw>

Diferenças de amplitude com garrafa adicional e sem garrafa adicional:

<https://youtu.be/epYB2cEVZSc>

<https://youtu.be/FnLjYxG0GjE>

## 8. Referencias Bibliográficas:

[http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/pagina\\_EaF/SESC/sesc.htm](http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/pagina_EaF/SESC/sesc.htm)

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Resson%C3%A2ncia>

HALLIDAY, RESNICK, WALKER. Fundamentos de Física. Vol. 2. 8 ed. Editora LTC, 2009.