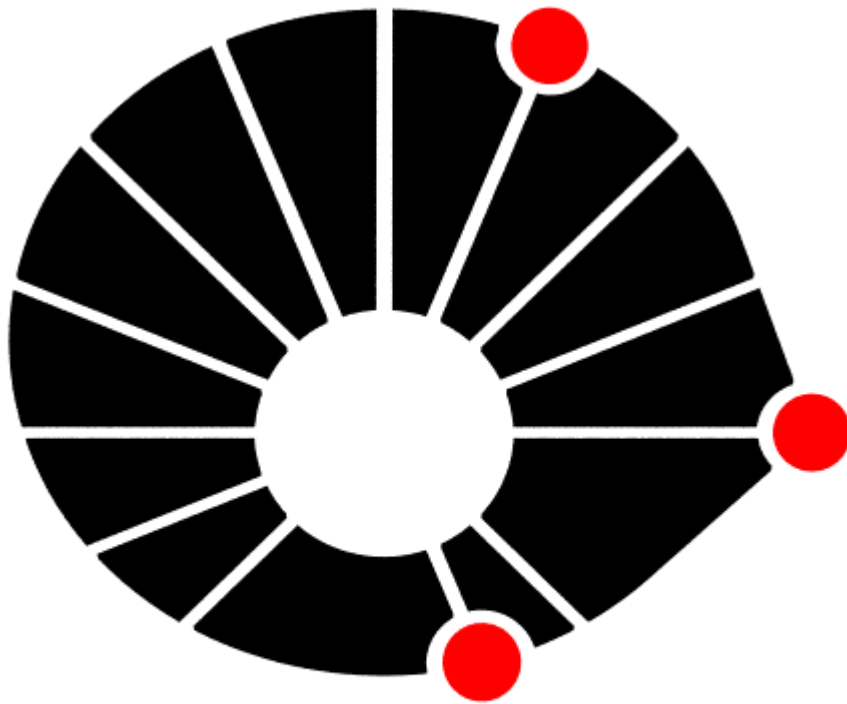


# Universidade Estadual de Campinas

## Instituto de Física Gleb Wataghin

Experimento das porcas em queda livre



# UNICAMP

Nome: Víctor Luiz Bonadia Martines

RA: 158474

Orientador: José J. Lunazzi

Professor Responsável: José J. Lunazzi

## Resumo:

Devido à velocidade das ondas eletromagnéticas e o tempo de percepção do ser humano, objetos em queda livre parecem cair em velocidade constante quando vistos à olho nu, porém o mesmo não pode ser dito das ondas sonoras, que tem velocidade muito menor, o experimento tratado neste relatório mostra que é possível ouvir a aceleração de objetos em queda livre.

## 1. Introdução

Na antiguidade Aristóteles propôs sua teoria da gravidade, na qual os corpos mais pesados caíam em direção à terra pois esse é seu lugar natural, e os corpos mais leves subiriam pois seu lugar natural é uma das esferas superiores que compõe o universo. Na física aristotélica objetos com mais massa caíam mais rápido do que objetos com menos massa, porém séculos depois Galileu Galilei mostra com seus experimentos de plano inclinado e o famoso, porém de existência controversa, experimento da torre de Pisa, em que objetos de massas diferentes e mesmo formato alcançam o solo ao mesmo tempo, e de forma acelerada.

No experimento tratado neste relatório é mostrado que a velocidade de queda livre dos corpos sofre aceleração.

## 2. Objetivos

O seguinte relatório e experimento que o acompanha tem por objetivo mostrar que a gravidade age de forma a acelerar os corpos em direção ao centro da terra de forma constante numa situação de queda livre utilizando apenas os sentidos humanos, sem auxílio de tecnologias como vídeo e similares.

### 3. Experimento

#### a. Origem

Esse experimento foi construído pelo professor Lunazzi, porém a ideia inicial do mesmo foi citada anteriormente em um relatório desta mesma disciplina anos atrás. Curiosamente ele também não é popular.

#### b. Materiais – lançador portátil

- barbante ou similar
- 10 porcas, ou similares
- cano de pvc 1 conector T 2 conectores joelho/cotovelo
- fio de nylon
- parafusos
- 2 prendedores de roupa
- 1 caixa plástica grande ou similar

#### c. Materiais – lançador fixo

- barbante ou similar
- 10 porcas ou similar
- pedaços de cano de pvc
- 4 braçadeiras para fixar cano
- 4 conectores cotovelo/joelho
- anteparo que faça barulho (caixa, gaveta)

#### d. Base teórica

Usando a equação de Galileu para um corpo em queda livre partindo do repouso temos que o tempo  $t$

será  $t = \sqrt{\frac{2\Delta s}{g}}$  e se quisermos intervalos de tempo

iguais, isso é,  $\Delta t_i = t_{i+1} - t_i$  constante para  $i \geq 1$

podemos fazer  $t_{i+1} = (i + 1)t_1$  para  $i \geq 2$  tendo assim  $\Delta t_i = t_1$ .

Porém para tal é necessário que  $\Delta s_i = (i + 1)^2 \Delta s_1$ , portanto para que as porcas alcancem o chão em intervalos de tempo iguais elas devem estar com uma separação espacial quadrática.

e. Execução – versão portátil

Mostre o aparato de suspensão e os fios com as porcas presas para os alunos e resalte as distribuições diferentes das porcas nos fios.

Sem que os alunos (público) vejam, solte um dos fios com as porcas presas utilizando o aparato de suspensão na caixa virada ao contrário, de forma a fazer barulho, depois solte o segundo fio, e pergunte aos alunos qual fio foi solto primeiro, o com as porcas igualmente espaçadas ou com as porcas com espaçamento quadrático.

Após respondida a pergunta repita o experimento dessa vez com eles olhando.

É de se esperar que digam que as porcas igualmente espaçadas geram o som igualmente espaçado, enquanto as com espaçamento quadrático geram o outro som.

f. Execução - versão fixa

Puxe uma das cordas até o final, suspendendo as porcas sobre o anteparo, depois solte-a de forma que as porcas caiam no anteparo, repita o processo para a outra corda, preste atenção no som gerado.

Perceba que o espaçamento entre as porcas é diferente entre as cordas, após realizar o experimento uma vez peça a um ou mais colegas para que ouçam as porcas caindo sem ver e discutam suas conclusões, após isso repitam o experimento reproduzindo o som

ouvido batendo em uma mesa ou cadeira para maior esclarecimento.

Caso ainda assim não haja consenso após as várias tentativas utilizem de um gravador de som com redutor de velocidade e escutem a gravação de ambas as quedas em velocidade reduzida para maior clarificação.

**g. Disponibilidade**

O experimento estará disponível para empréstimo pelo professor Lunazzi, a versão fixa estará disponível em sala de aula do prédio LEB do IFGW com instruções de como utilizá-lo afixadas e um código QR com texto complementar.

#### **4. Considerações**

Dado que muitas pessoas podem não ter a educação musical necessária para analisar este experimento apenas com seus sentidos é provável que seja necessário utilizar de equipamentos de gravação avançados, derrotando em parte o propósito do experimento, porém servindo ao mesmo como ferramenta de acessibilidade.

## 5. Bibliografia

[https://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530\\_F590\\_F690\\_F809\\_F895/F809/F809\\_sem1\\_2005/Marson-Landers\\_F809\\_RF1.pdf](https://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_sem1_2005/Marson-Landers_F809_RF1.pdf)

Acessado no dia 08/06

<http://www.juliantrubin.com/bigten/galileofallingbodies.html>

acessado no dia 08/06