

# Relatório do EP 1 de MAC0209

Aurea Maria Emiko Hariki, 9298594

Derick William de Moraes Frias, 11207623

Felipe Pereira Ramos Barboza, 11820322

Fernando Yang, 13671744

Marcelo Nascimento dos Santos Junior, 11222012

14 de maio de 2023

## **Resumo**

Exercício de modelagem com experimentos reais sobre queda livre e pêndulo.

# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Objetivos</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Cronograma</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Dados e métodos</b>	<b>3</b>
4.1	Queda Livre . . . . .	4
4.2	Pêndulo . . . . .	4
<b>5</b>	<b>Resultados experimentais</b>	<b>4</b>
5.1	Queda Livre . . . . .	5
5.2	Pêndulo . . . . .	9
<b>6</b>	<b>Conclusão</b>	<b>12</b>
6.1	Queda Livre . . . . .	13
6.2	Pêndulo . . . . .	15

# 1 Introdução

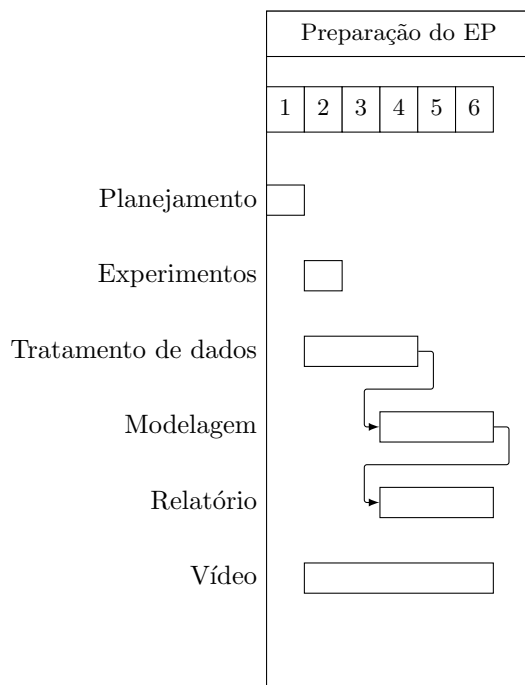
Nesta disciplina, estudamos a modelagem de sistemas reais a partir de fenômenos físicos, fórmulas matemáticas e algoritmos. Este exercício programa vai analisar dois fenômenos: Queda livre e Pêndulos. Realizamos experimentos, coletamos dados utilizando o aplicativo Physics Toolbox e analisamos os resultados obtidos.

# 2 Objetivos

Ao simular fenômenos físicos, desenvolver algoritmos e estudar os resultados obtidos, utilizamos as ferramentas e aprendizado obtidos nas aulas e nos materiais auxiliares e gostaríamos que se comportassem de forma similar aos modelos ideais.

# 3 Cronograma

Durante as semanas disponíveis para a realização do EP, nosso grupo se organizou da seguinte forma: a primeira semana foi reservada para formação do grupo e planejamento do cronograma; na segunda semana realizamos e gravamos os experimentos, a partir desse momento começamos o tratamento dos dados e estudo da parte teórica e prática para desenvolver os algoritmos, além disso, também gravamos material auxiliar para o vídeo e começamos a edição. Então, começamos a fazer a modelagem dos fenômenos e o relatório.



# 4 Dados e métodos

## Materiais:

Corda

Celular de 179g

Estojo de massa desconsiderada

## Metodologia:

- O celular com o aplicativo Physic ToolBox rodando foi colocado dentro de um estojo. O estojo com o celular dentro foi amarrado a uma corda e a sua outra extremidade foi amarrada a um

ponto fixo que deixava o estojo com celular suspenso. Dessa forma, ao realizar os experimentos o celular não era danificado.

- Antes de realizar o experimento, balançamos o celular algumas vezes, esperamos alguns segundos e em seguida o soltamos. Ao terminar o experimento, balançamos o celular novamente.

#### **Dados e modelagem:**

Cada experimento teve seus dados armazenados em um arquivo .csv gerado pelo Physics ToolBox. Em um jupyter notebook colaborativo, tratamos os dados para analisar os períodos entre balanços do celular que mediam o fenômeno de fato.

Calculamos um coeficiente de atrito  $K$ , tomamos a aceleração da gravidade  $G = 9.80665m/s^2$  e a massa do sistema  $M = 0.179/G$ . Geramos os resultados experimentais e criamos resultados esperados da simulação usando um vetor de estados.

### **4.1 Queda Livre**

#### **Metodologia:**

- O estojo com o celular dentro foi amarrado a uma corda.
- A outra extremidade da corda foi amarrada a uma barra de segurança na ponte da entrada do CCSL.
- A altura total da corda esticada era de 3.3m.
- O experimento consiste em soltar o celular e deixá-lo em queda livre.
- O experimento foi repetido 7 vezes.

### **4.2 Pêndulo**

#### **Metodologia:**

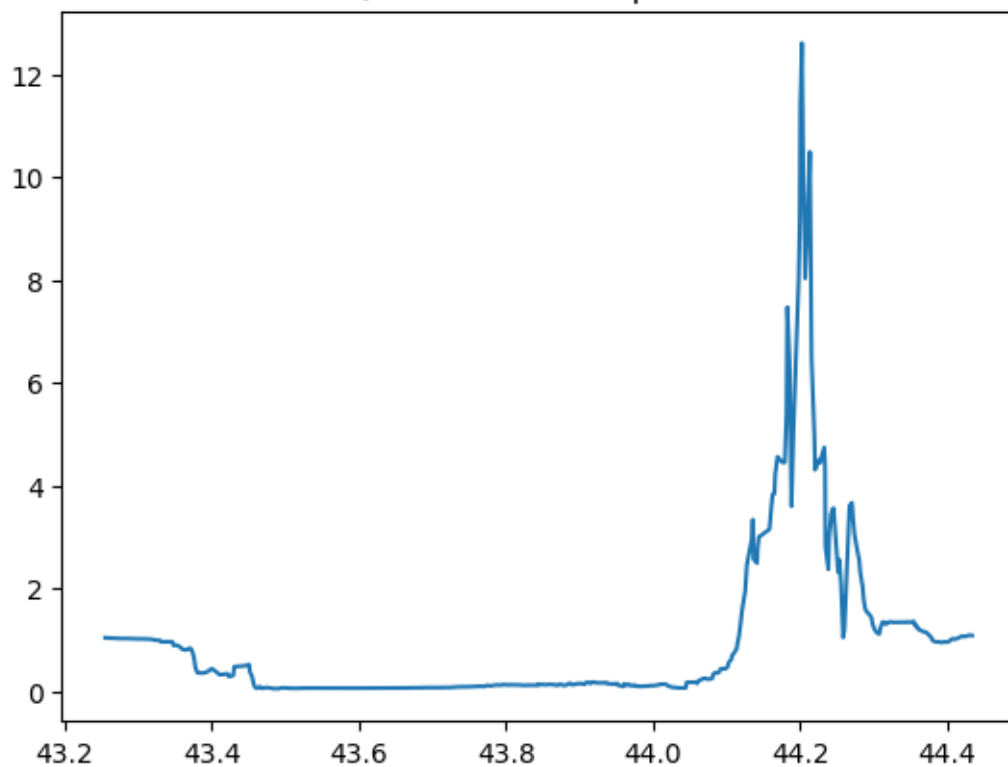
- O estojo com o celular dentro foi amarrado a uma corda.
- A outra extremidade da corda foi amarrada ao galho de um árvore localizada entre a FAUD e o IGc.
- A altura total da corda esticada era de 1m.
- O celular foi solto a partir de uma altura similar ao do ponto onde a corda foi presa à árvore, criando o movimento de pêndulo.
- O experimento foi repetido 5 vezes.

## **5 Resultados experimentais**

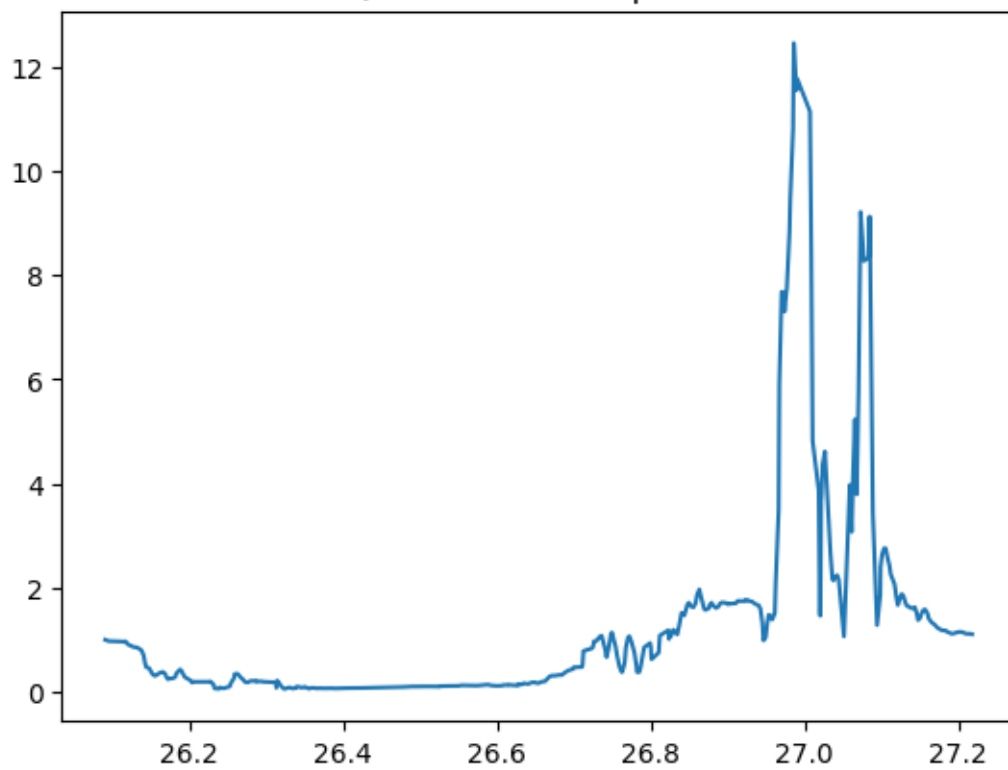
Geramos gráficos de cada experimento e do sinal médio de todas as repetições sobrepostas.

## 5.1 Queda Livre

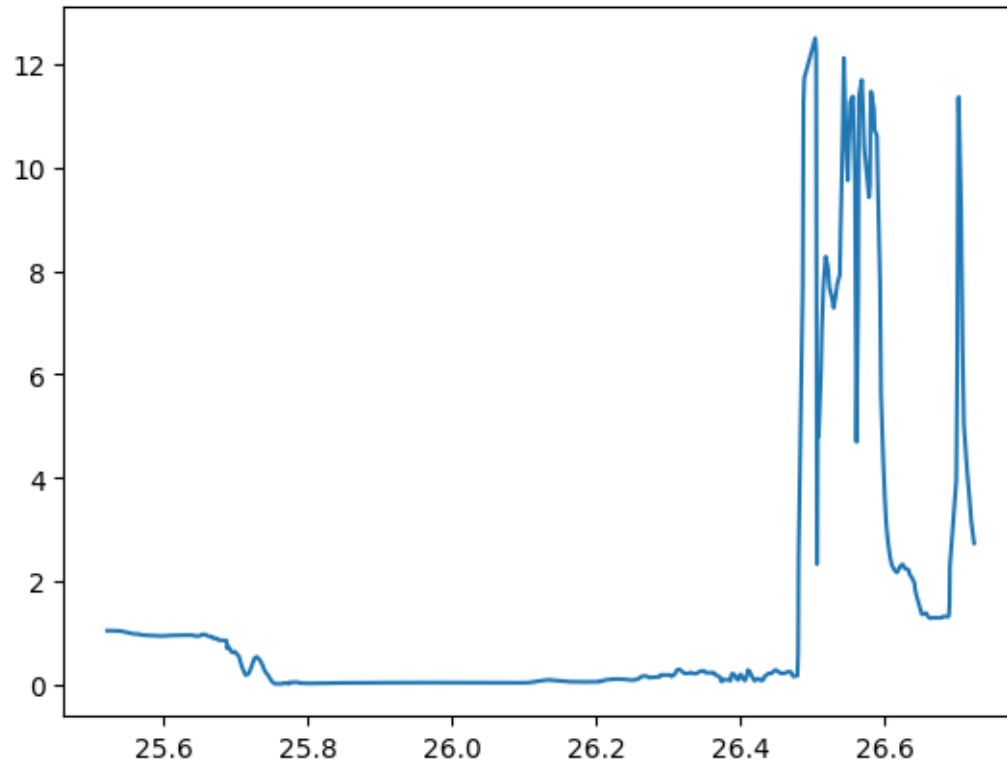
Queda Livre 1 ampliado



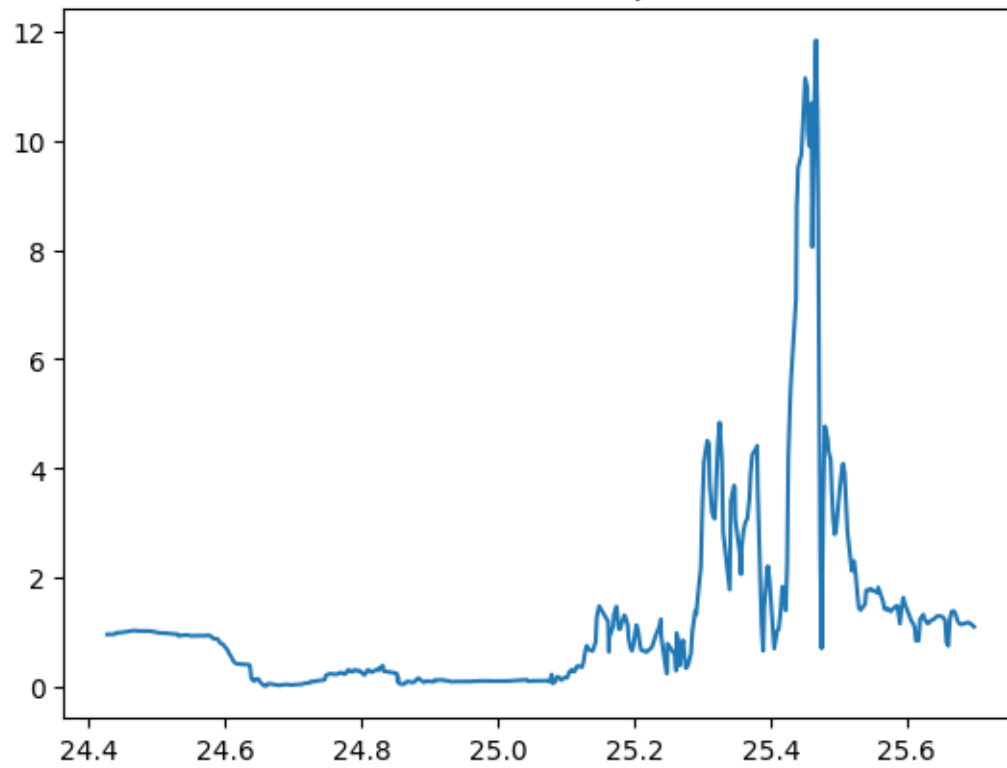
Queda Livre 2 ampliado



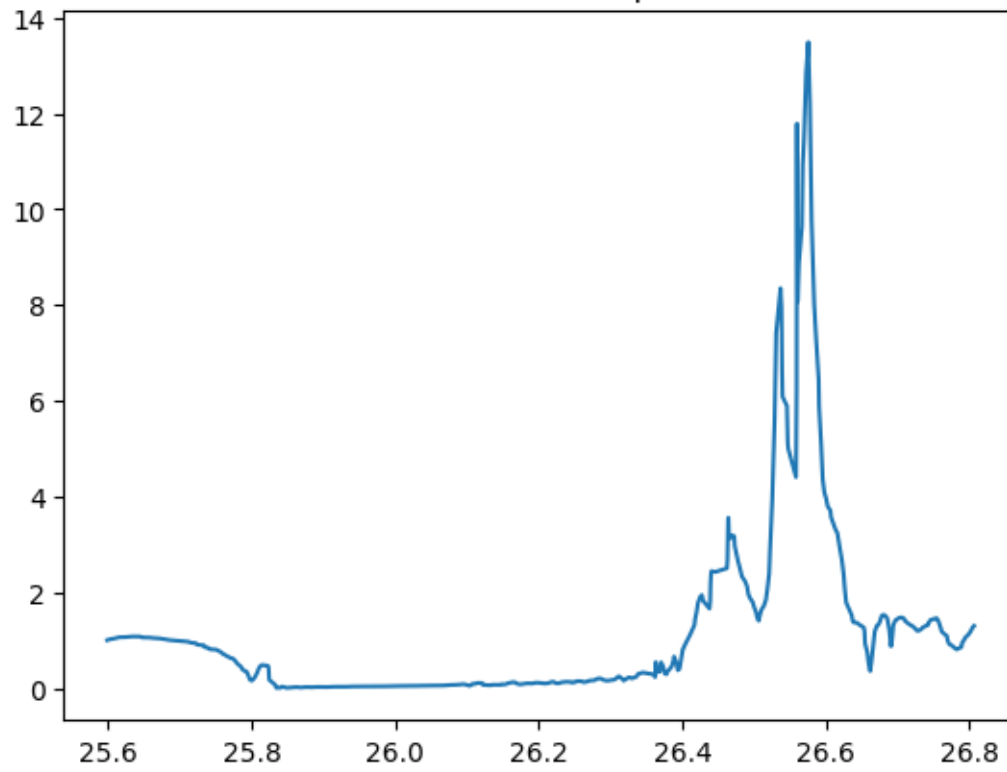
Queda Livre 3 ampliado



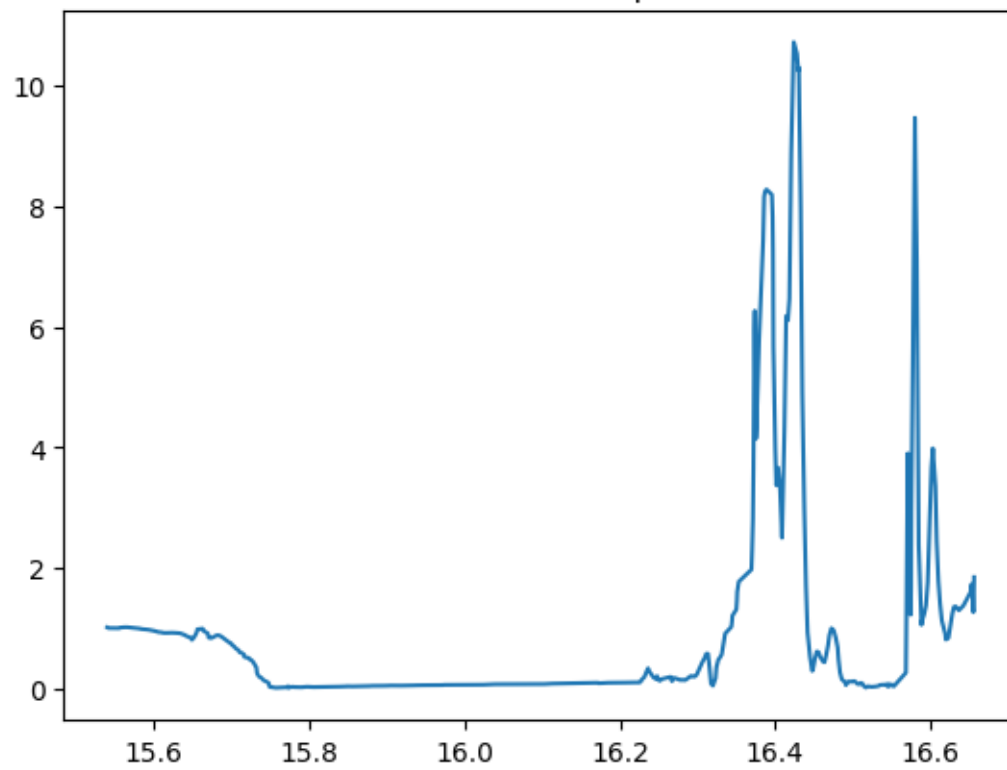
Queda Livre 4 ampliado



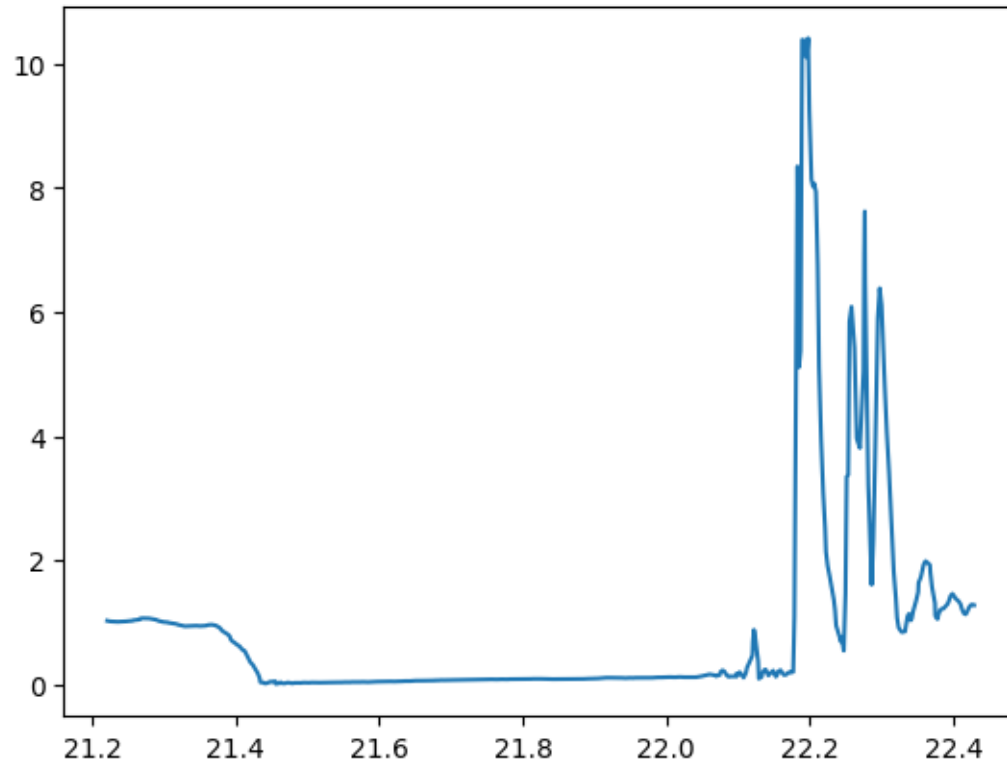
Queda Livre 5 ampliado



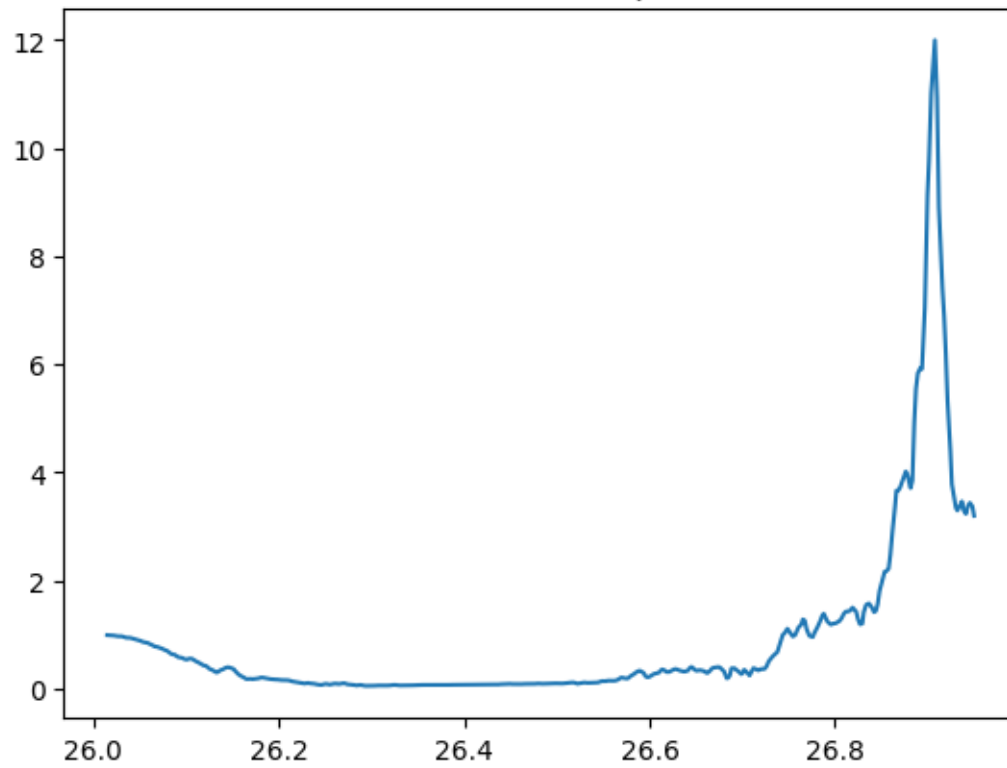
Queda Livre 6 ampliado



Queda Livre 7 ampliado

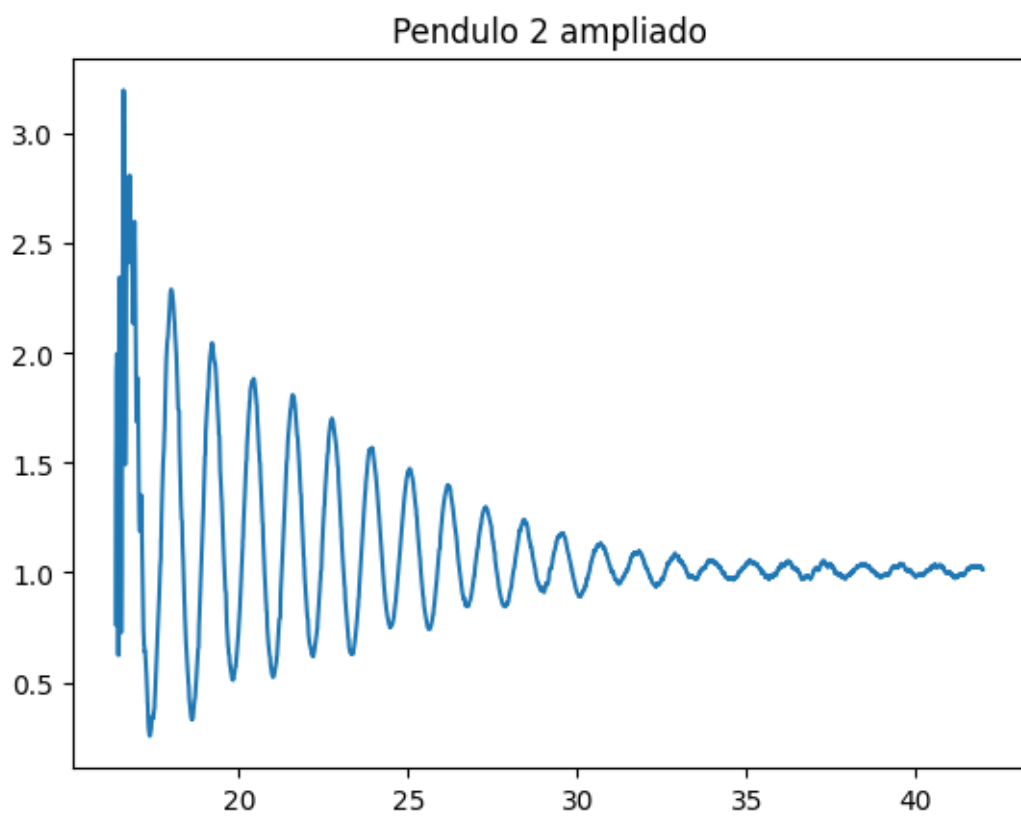
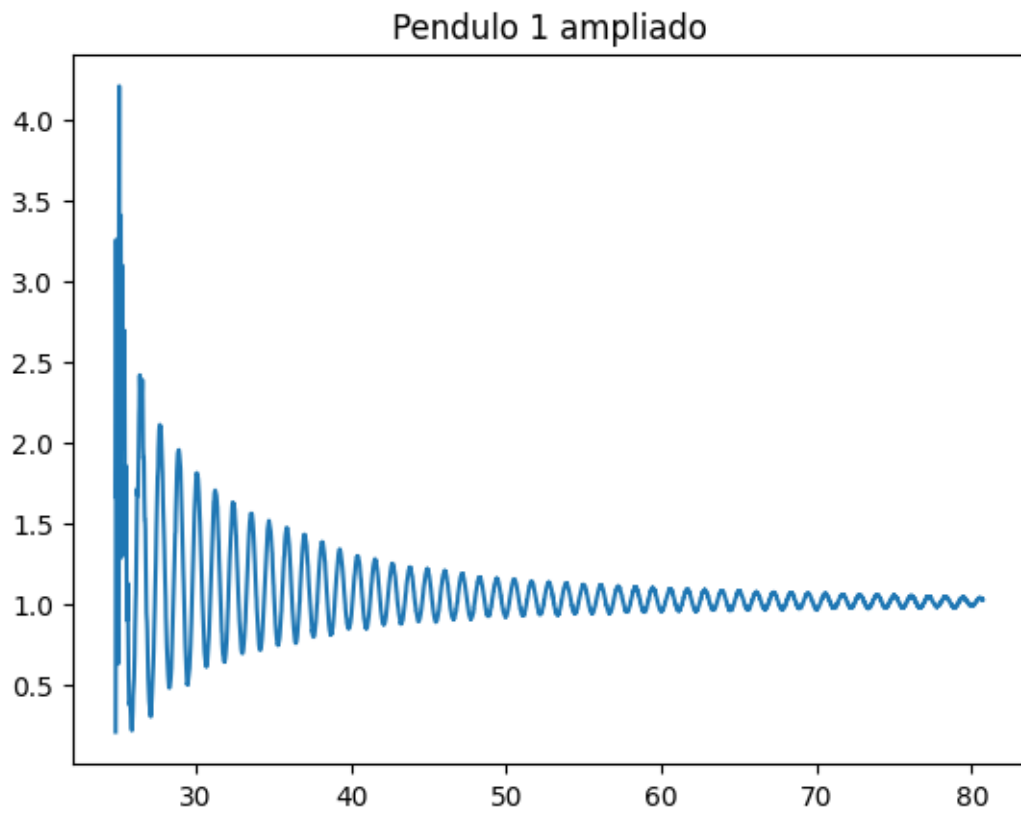


Queda Livre Sobrepostos

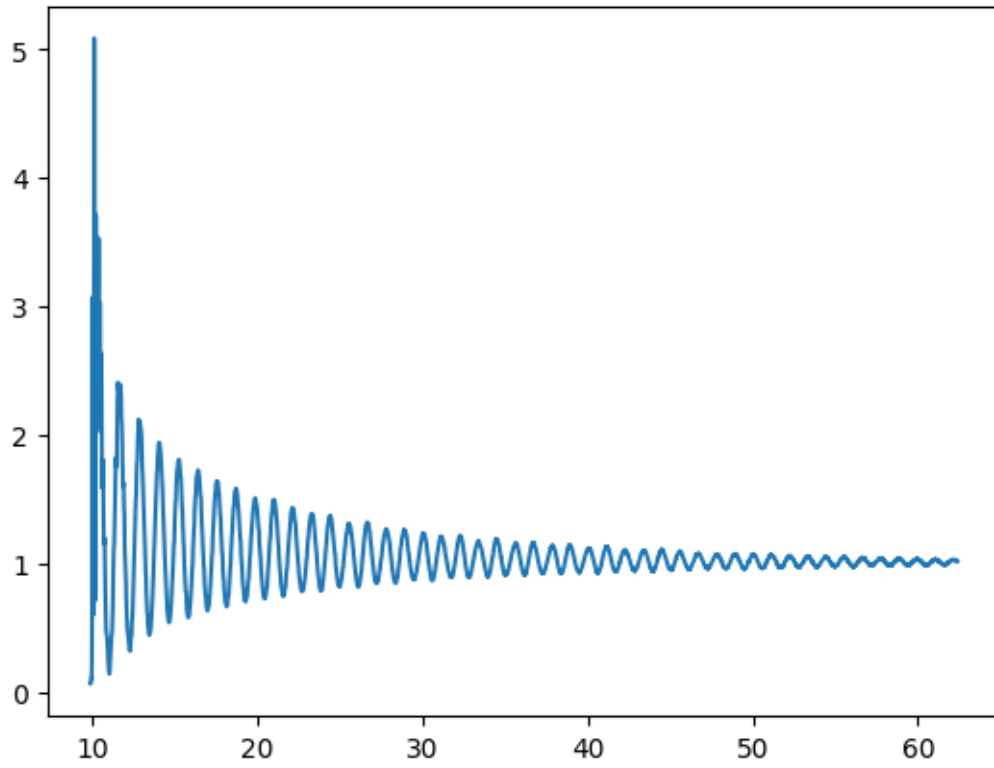




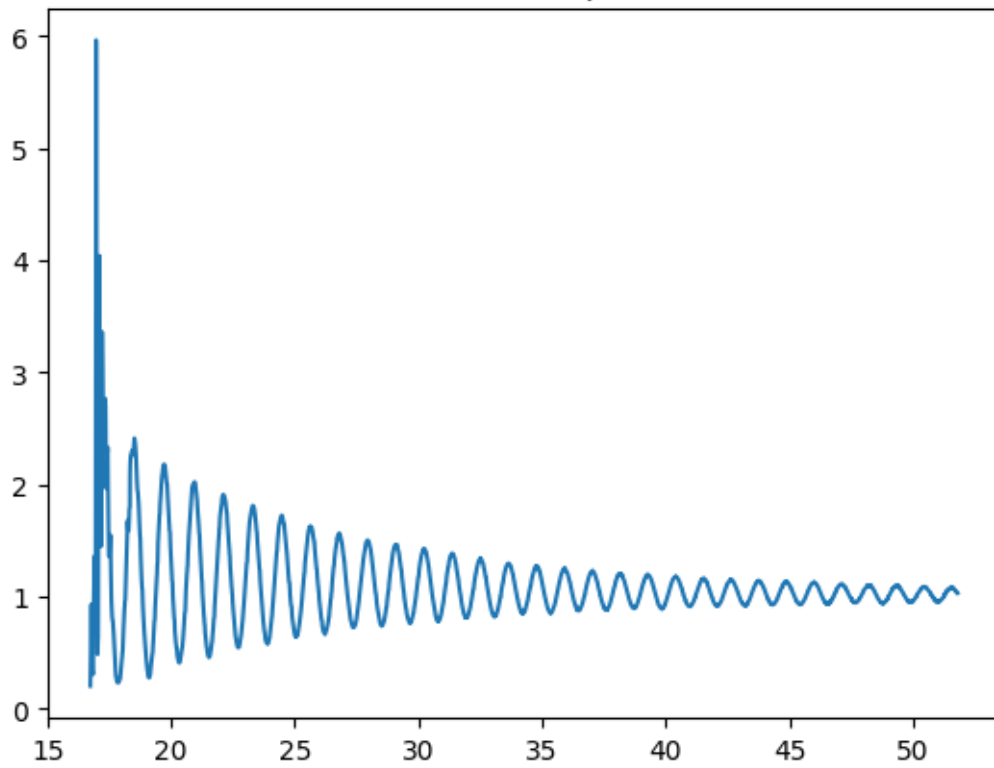
## 5.2 Pêndulo



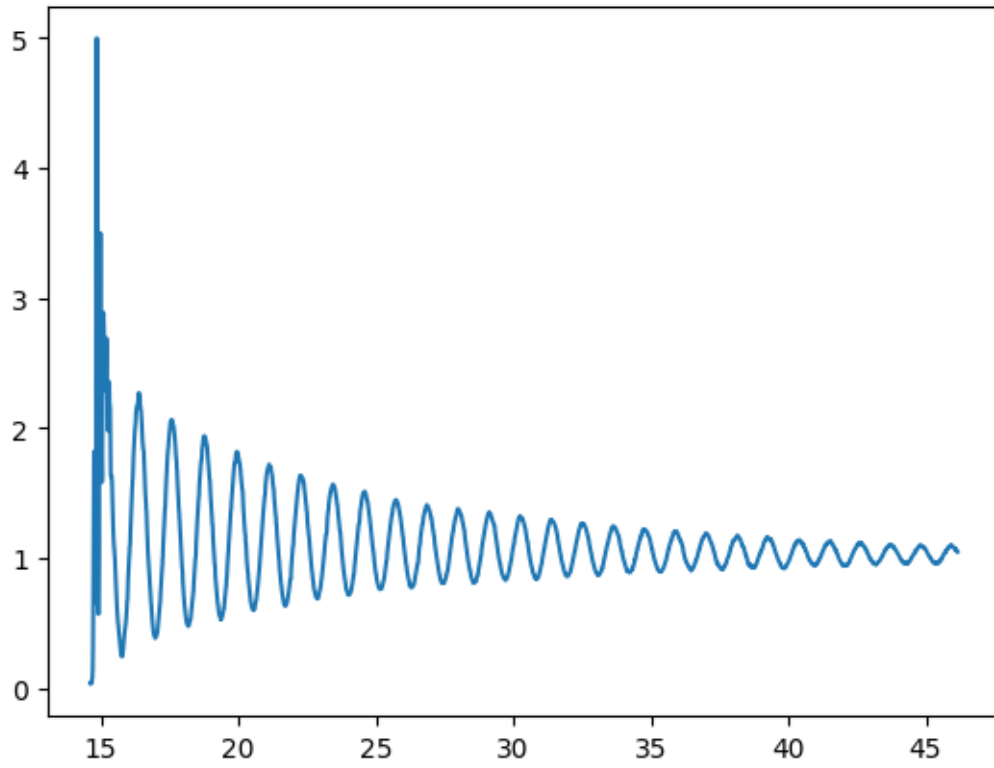
Pendulo 3 ampliado



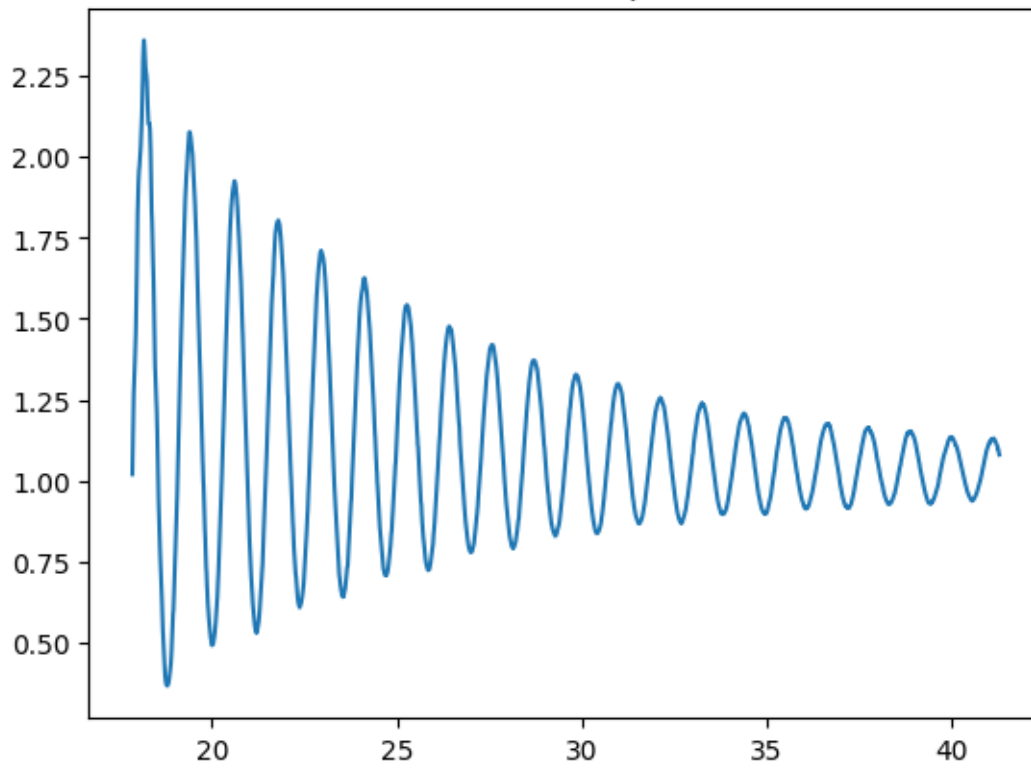
Pendulo 4 ampliado



Pendulo 5 ampliado



Pendulo Sobrepostos



## 6 Conclusão

Geramos gráficos com a sobreposição dos dados experimentais sobrepostos (em azul) e da simulação (em laranja).

Os experimentos não foram realizados em condições ideais e tivemos que considerar forças de resistência. Além disso, não encontramos a solução analítica para a modelagem do movimento do pêndulo. Logo, os dados dos experimentos não serão iguais aos das simulações.

## 6.1 Queda Livre

Gráfico de comparação da Posição

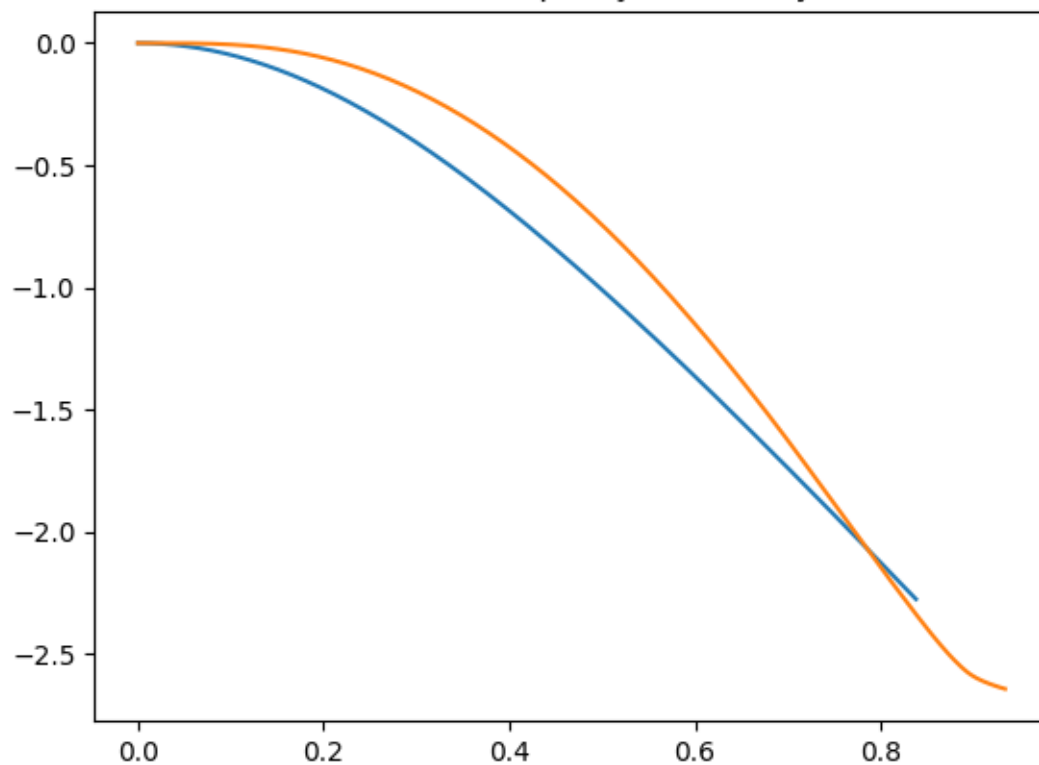
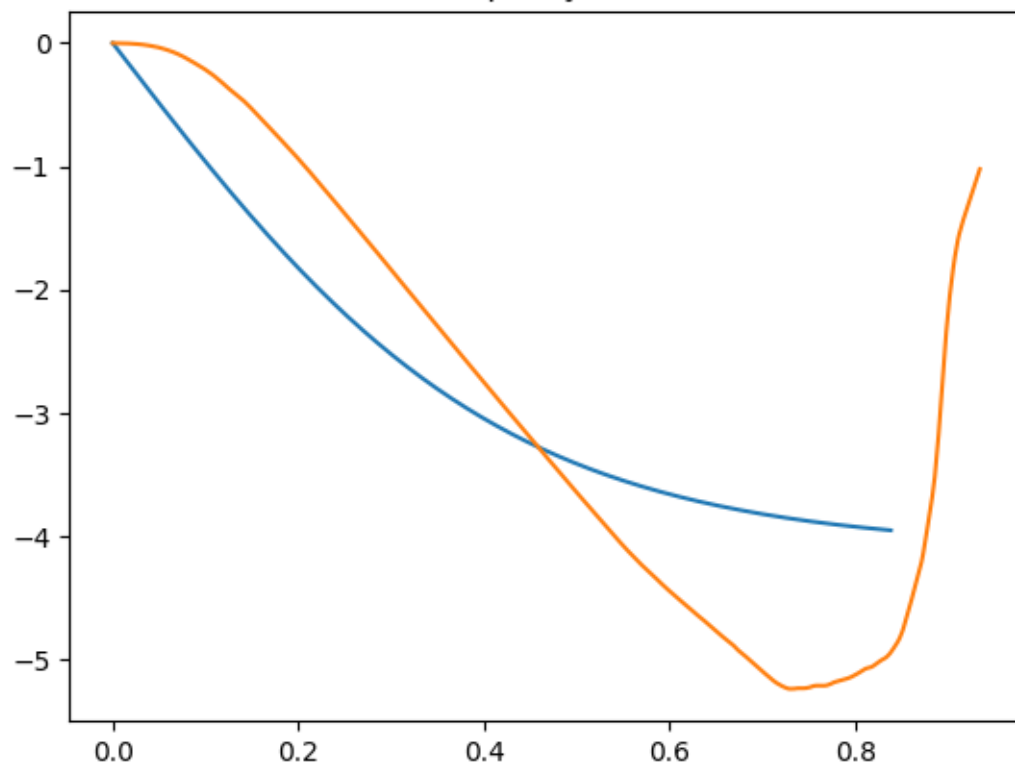
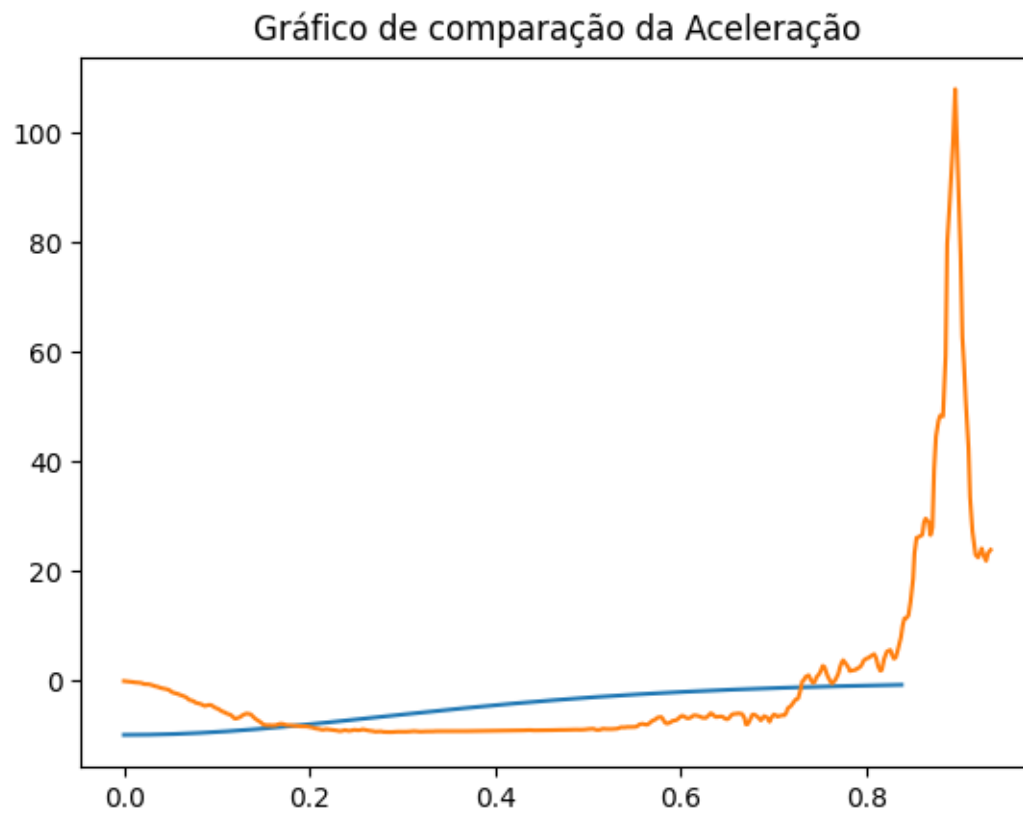


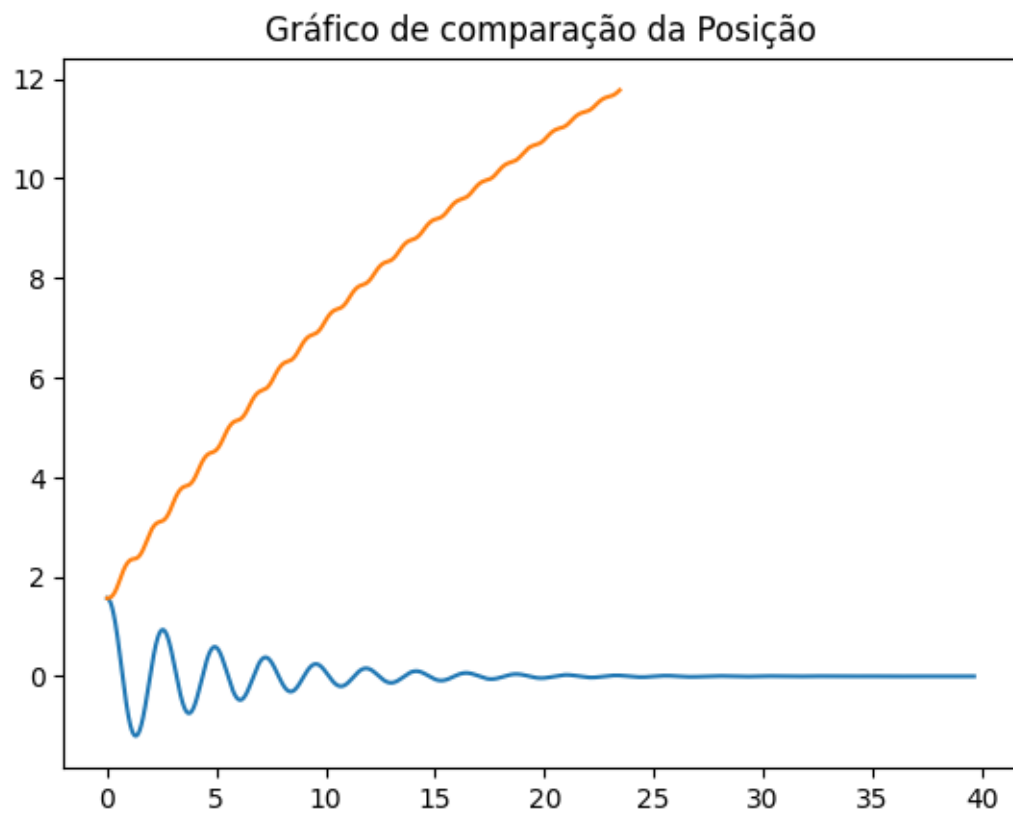
Gráfico de comparação da Velocidade

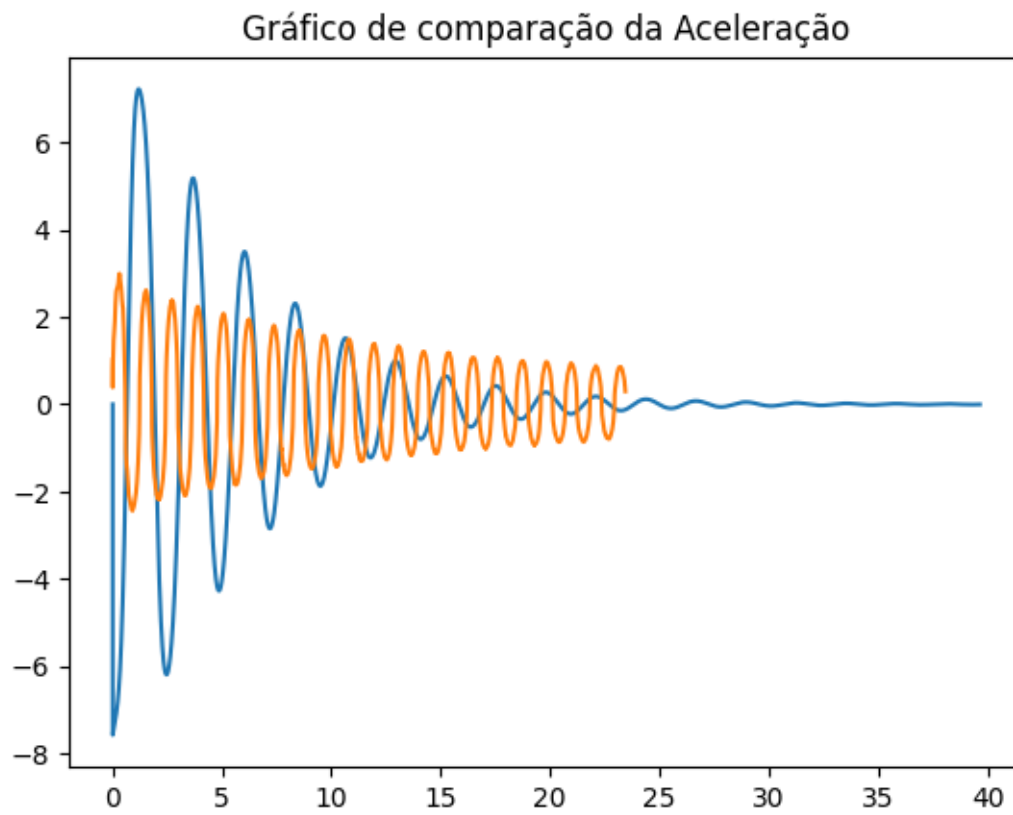




Notamos que os gráficos da simulação e do experimento são similares. No gráfico de comparação de aceleração, percebe-se que quando a corda é esticada no experimento há um pico na aceleração.

## 6.2 Pêndulo





Encontramos muita dificuldade em encontrar modelos prontos para o pêndulo que descrevesse o fenômeno da forma como o experimento foi realizado.