UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

FÍSICA FUNDAMENTAL I

RELATORIO DE ATIVIDADE MÃO NA MASSA SOBRE FUNÇÕES HORÁRIAS

BELÉM/PA
2023

ALEXANDRE GUIMARÃES RODRIGUES

FÍSICA FUNDAMENTAL I
RELATORIO DE ATIVIDADE MÃO NA MASSA SOBRE FUNÇÕES HORÁRIAS

Trabalho apresentado para a avaliação da disciplina de Física Fundamental I, da turma do 2º semestre. Turno vespertino, ministrado pela professor Alexandre Guimarães Rodrigues.

BELÉM/PA
2023

ALAN HENRIQUE PEREIRA MIRANDA - 202102140072
ERICK LIMA DA CONCEIÇÃO RIBEIRO - 202302140032
JOSÉ NASCIMENTO LIMA - 202302140057
LIAN ERIK SANTOS DA SILVA - 202302140035
LUCAS GERARD SANTOS GATO DE OLIVEIRA - 202302140072
MARCOS VINICIUS LOBATO BORGES - 202302140056

FÍSICA FUNDAMENTAL I
RELATORIO DE ATIVIDADE MÃO NA MASSA SOBRE FUNÇÕES HORÁRIAS

Relatório, apresentado à Universidade Federal do Pará, como parte das exigências para a obtenção de aprovação disciplinar.

Belém-PA 23 de Setembro de 2023.

EXAMINADOR

Prof: Dr. Alexandre Guimarães Rodrigues
Universidade Federal do Pará - UFPA

Sumário

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

1 Introdução

A física clássica, que teve seu expoente nos trabalhos de Isaac Newton, serviu como base fundamental no desenvolvimento do nosso entendimento do mundo natural. Um dos conceitos centrais da física clássica é o uso das chamadas "funções horárias"ou "equações de movimento"(ESTUDANTE, 2023). Estas funções descrevem de maneira matemática como objetos físicos se movem e evoluem no tempo. Essas equações não são apenas ferramentas matemáticas abstratas, mas sim o alicerce que sustenta a compreensão da mecânica newtoniana, que governa o movimento de objetos macroscópicos em nosso mundo cotidiano.

A compreensão das funções horárias desempenhou um papel crucial ao permitir a descrição e previssem o comportamento dos sistemas físicos. Essas funções fornecem uma estrutura poderosa para analisar uma ampla gama de fenômenos, desde a queda de uma maçã até o movimento dos planetas no sistema solar. Além disso, elas abriram caminho para a formulação de leis fundamentais, como as leis de Newton, que continuam a ser uma base essencial para a física clássica e para muitos campos da ciência, como a engenharia e a astronomia. (HELERBROCK, 2023)

1.1 Objetivos

O propósito desta atividade, é, além de demonstrar o funcionamento das funções horárias, é exemplificar o comportamento de um projétil em lançamento balístico através das mesmas, envolver os alunos com o método científico, observando um fenômeno, e através do raciocínio lógico, formular suas hipóteses e bases para a descrição do fenômeno através das ferramentas matemáticas disponíveis.

2 Procedimento Experimental

O experimento se deu através da realização de uma simulação de lançamento de projétil em um simulador PHET, de forma que o recurso estivesse disponível a todos os alunos.

A atividade consistiu em realizar diversas medidas (10), ao longo da trajetória do projétil, onde as medias consistiam em tomar sua posição ao longo do tempo t_0 de lançamento.

Foi definido que o ângulo de lançamento seria de $\theta = 90°$; a velocidade inicial seria de $V_0 = 18.0(m/s)$, o projétil partiria da origem em seu lançamento, e não haveria resistência do ar.

Os dados obtidos foram os seguintes:

	tempo (s)	distância (m)
t1	0.3	4.96
t2	0.6	9.03
t3	0.7	10.2
t4	0.9	12.23
t5	1.4	15.59
t6	2.2	15.86
t7	2.7	12.84
t8	3.0	9.85
t9	3.2	7.37
t10	3.5	2.91

Tabela 1: Dados obtidos no experimento.
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

2.1 Curva de Posição

A curva da posição foi estimada através da posição horária em função do tempo(ELIAS, 2023), utilizando a seguinte equação:

$$x = x_0 + v_0\Delta t + 0.5g\Delta t^2 \tag{1}$$

Para esta equação, substituindo os termos conhecidos, temos o seguinte formato:

$$x(t) = (18m/s)\Delta t - (4.905m/s^2)\Delta t^2 \tag{2}$$

Estabelecendo a função horária da posição e possuindo as medições, é possível plotar o gráfico da curva esperada e a curva medida da posição, tendo a seguinte relação:

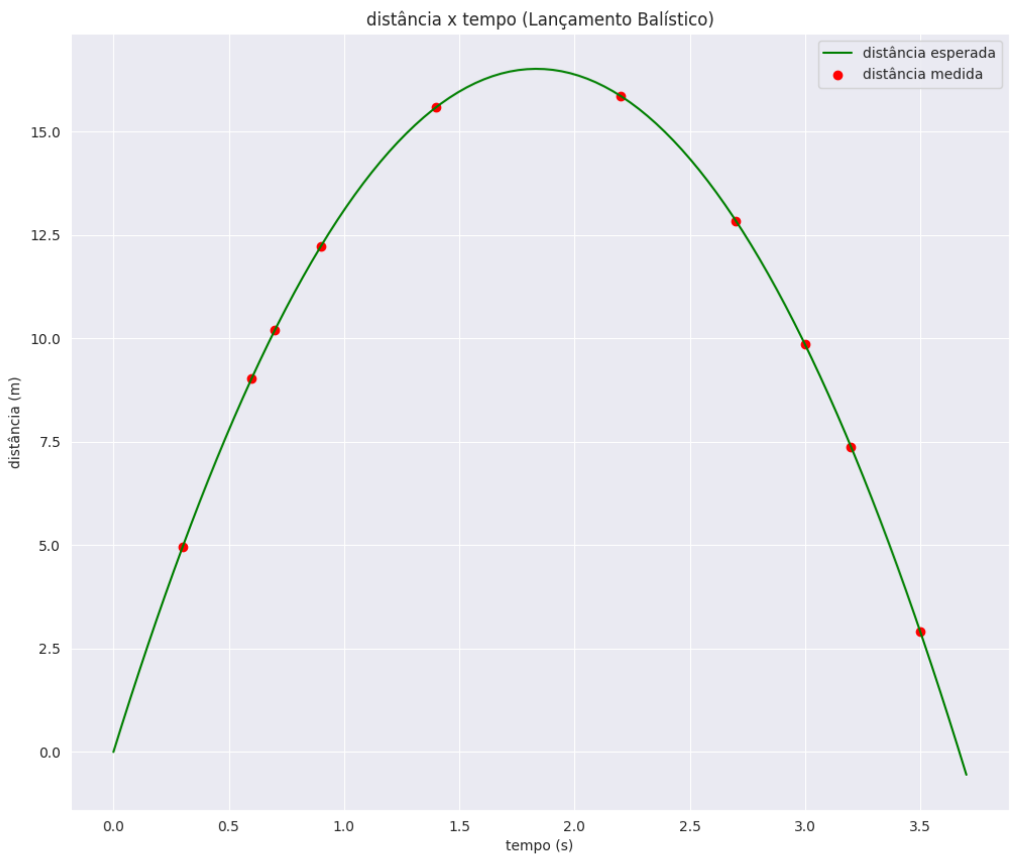

Figura 1: Gráfico da curva da posição em função do tempo.
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

2.2 Curva da Velocidade

O objetivo nesta etapa do trabalho, foi obter as respectivas velocidades em cada ponto medido na trajetória, para isso, entendeu-se que, era necessário calcular através das informações disponíveis, que eram:

1. Posição (m);
2. Tempo (s);
3. Aceleração (gravitacional) (m/s^2);
4. Velocidade Inicial (m/s);

Com isso, verificou-se que a melhor forma de calcular a velocidade seria através da equação de Torricelli(ASTH, 2023), pois ela permite o cálculo da velocidade final de um corpo que esteja em Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), que é o caso do projétil balístico, mesmo sem saber o intervalo de tempo em que percorreu, sendo a ideal para esta situação.

$$V^2 = V_0^2 + 2g\Delta y \tag{3}$$

Para estruturar esta equação para a forma de função, isolamos a variável V e substituímos os valores conhecidos, portanto temos:

$$V(y) = \sqrt[2]{(18m/s)^2 + 2(-9.81m/s^2)y} \tag{4}$$

Portanto, temos a equação de Torricelli como uma função velocidade da posição, e assim aplicamos os valores obtidos para cada ponto de medição, resultando na seguinte tabela:

	tempo (s)	distância (m)	velocidade (m/s)
t1	0.3	4.96	15.056
t2	0.6	9.03	12.117
t3	0.7	10.2	11.13
t4	0.9	12.23	9.168
t5	1.4	15.59	4.257
t6	2.2	15.86	3.581
t7	2.7	12.84	8.49
t8	3.0	9.85	11.434
t9	3.2	7.37	13.394
t10	3.5	2.91	16.337

Tabela 2: Tabela com as respectivas velocidades dos pontos medidos, através de Torricelli.
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Vale ressaltar que, a parametrização realizada na equação de Torricelli, nos permite tratar-la como uma função e gerar a trajetória esperada para um lançamento balístico nas propriedades indicadas.

Portanto, foi traçada a trajetória esperada e plotada as posições de cada medição realizada, resultando no seguinte gráfico:

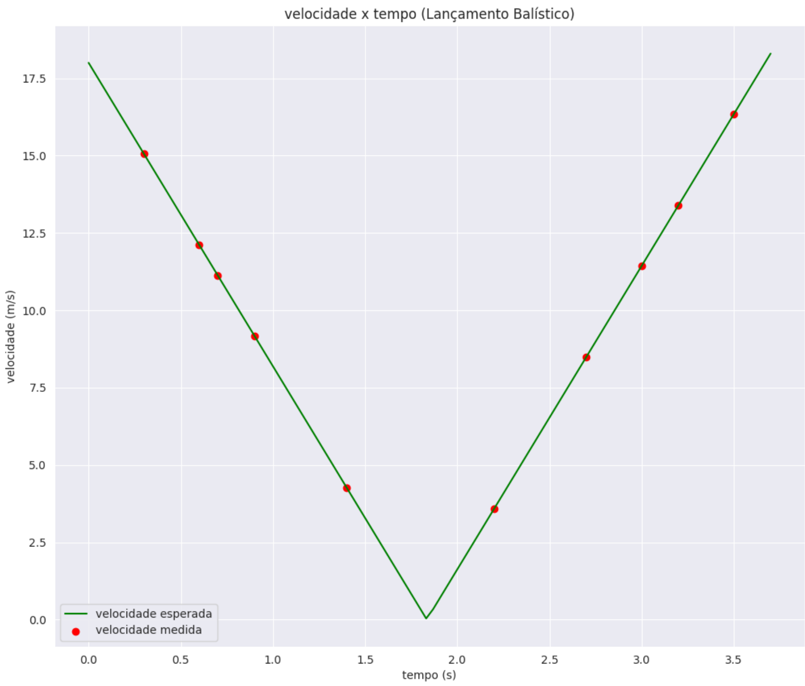

Figura 2: Gráfico da curva de velocidade em função do tempo.
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Vale ressaltar que o gráfico apresenta o formato visualizado, devido a descrição da velocidade em módulo, característica dada pela utilização da equação de torricelli para o cálculo da velocidade como função, e sua bijetividade no intervalo $\{x \in \mathbb{R}; x \subset [0 : +\infty)\}$.

2.3 Curva de Aceleração

Dentre as três curvas demonstradas aqui, a curva de aceleração é a mais simples, pois, devido a característica de um lançamento balístico, o projétil não possui aceleração própria estando sujeito apenas à gravidade para o caso em específico (ESTUDANTE, 2023).

$$a(t) = -9.91(m/s^2) \quad (5)$$

E portanto a curva de aceleração é:

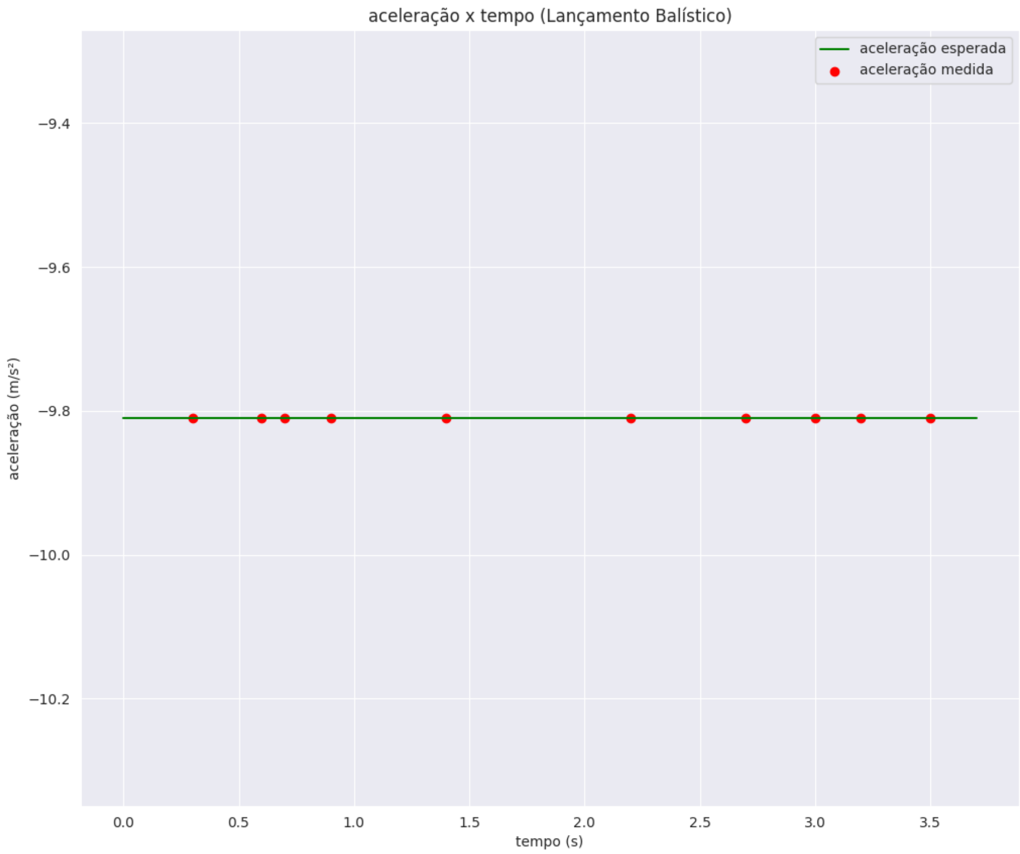

Figura 3: Gráfico da curva de aceleração em função do tempo.
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Logo, condensando todas as informações obtidas na análise do trajeto do projétil, chegamos a seguinte tabela:

	tempo (s)	distância (m)	velocidade (m/s)	aceleração (m/s^2)
t1	0.3	4.96	15.056	-9.81
t2	0.6	9.03	12.117	-9.81
t3	0.7	10.2	11.13	-9.81
t4	0.9	12.23	9.168	-9.81
t5	1.4	15.59	4.257	-9.81
t6	2.2	15.86	3.581	-9.81
t7	2.7	12.84	8.49	-9.81
t8	3.0	9.85	11.434	-9.81
t9	3.2	7.37	13.394	-9.81
t10	3.5	2.91	16.337	-9.81

Tabela 3: Tabela de dados consolidados.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

3 Resultados e Discussões

3.1 Perguntas

6. Escreva as condições iniciais do lançamento: posição do projétil para t = 0 s; velocidade do projétil para t = 0 s.

Resposta: $V_0 = 18m/s$; $g = -9,81m/s$; $origem = (0,0)$; MRUV

7. Escreva a função horária da posição que descreve o movimento do projétil (S(t));

Resposta: $x(t) = (18m/s)t - (4.905m/s^2)t^2$

8. Escreva a função da velocidade (v(t));

Resposta: $V(t) = (18m/s) - (9.81m/s^2)t$

9. Escreva a função da aceleração (a(t));

Resposta: $a(t) = -(9.81m/s^2)$

10. Utilize os dez dados de tempo do item 5 e as funções (v(t) e a(t)) para preencher a tabela abaixo;

Resposta: Foi realizado na tabela 3.

11. Plotar gráfico posição x tempo do movimento observado;

12. Plotar gráfico de velocidade x tempo;

13. Plotar gráfico da aceleração x tempo;

Resposta: Além dos gráficos elaborados com auxilio computacional no decorrer deste documento, há também os gráficos elaborados em sala de aula, digitalizados e inseridos nos tópicos 3.4; 3.5 e 3.6, respectivamente.

3.1.1 Perguntas Parte 2:

Pergunta 1 - Explique qual foi o referencial que você utilizou para fazer a medida com a trena virtual e que escolhas você teve que fazer para estabelecer esse referencial.

Resposta: *O referencial adotado foi considerando a origem no ponto de partida do projétil, foi adotado o eixo "X"como positivo no sentido da esquerda para a direita, e o eixo "Y"no sentido de baixo para cima, a escala adotada foi em segundos para a abscissa e metros para a ordenada.*

Pergunta 2 - Qual o sistema de coordenadas escolhido, vinculado a esse referencial? (Dica: procure lembrar tudo o que é necessário para descrever de forma completa um sistema de coordenadas)

Resposta: *Foi adotado o sistema de coordenadas retangular, ou também conhecido como cartesiano, onde é possível descrever corpos no espaço a partir de sistemas de duplas ou triplas ordenadas.*

Pergunta 3 - Qual o conjunto de gráficos de equações horárias de movimento que decorrem dessas escolhas? (observação: apresentem os gráficos em papel milimetrado)

Resposta: *O conjunto de gráficos que respondem esse problema, foram inseridos nos tópicos 3.4, 3.5 e 3.6.*

Pergunta 4: - Caso você quisesse escolher um outro sistema de referência, digamos, a partir de uma linha de referência (horizontal) que ficasse acima da altura máxima alcançada pelo projétil, como isso alteraria, em relação à escolha inicial, tanto o referencial quanto o sistema de coordenadas? Como isso afetaria os seus gráficos? Você conseguiria expressar uma nova família de gráficos a partir dessa nova escolha?

Resposta: *Ao alterar o sistema de referência, ou seja, criar uma nova origem na posição* $O' = (0, y_0')$ *a cima da altura máxima atingida pela trajetória do projétil, causaria uma transladação do sistema de coordenadas para a posição* O'*, que afetaria o gráfico de posição, tendo a curva transladada para o 4º quadrante do sistema de coordenadas, porém, sobre os gráficos de velocidade e aceleração permaneceriam os mesmos, exceto se fossem também realizadas considerações sobre os referenciais destes estes gráficos.*

3.2 Questões Instigantes

Questão 1° Você consegue perceber que ao fazer uma medida de posição em um problema de cinemática, você está, ainda que intuitivamente, fazendo uma escolha de referencial para fazer essa medida? Como explicar, de forma mais precisa, o que você está envolvida na escolha de um referencial (fisicamente falando)

Resposta: *Sim. A escolha de um referencial começa na determinação do tipo de coordenada e ao sentido de abertura dos ângulos, tornando-o mais preciso.*

Questão 2° Uma vez que o referencial físico está escolhido, você consegue descrever que forma essa escolha influencia no sistema de coordenadas para representar esse referencial?

Resposta: *A escolha do sistema de coordenadas irá determinar a forma em que irá ser feita a orientação, cálculos e a aferição das medidas, essa escolha é determinada em cada caso de forma que ajude na resolução do referencial.*

Questão 3° Você consegue imaginar e produzir outros produtos de gráfico a partir de uma outra escolha de referencial?

Resposta: *Sim. A escolha de um outro referencial mudaria a altura total atingindo pelo projétil alcançado.*

3.3 Considerações

Foi possível observar que as equações apresentadas para a descrição da posição, velocidade e aceleração apresentaram resultados satisfatórios na descrição do comportamento do projetil.

Vale observar que, como foi usado um simulador em condições ideais, não houve quaisquer erros de medição, dissipação de energia ou influências externas durante a trajetória, logo os pontos medidos estão todos exatamente sobre as curvas esperadas de posição, velocidade e aceleração.

Caso fossem observados erros de medição e desvios relativos a atritos e forças externas, (aerodinâmica, vento transversal, etc), haveria uma curva esperada os pontos de medição teriam um comportamento de acompanhar a curva ideal com alguma proximidade, porém, este não foi o caso deste experimento.

Foram apresentados os gráficos elaborados em sala de aula, sobre as trajetórias observadas no experimento, foram tiradas xerox's digitalizadas, que estão a seguir:

3.4 Gráfico da Função horária da Posição

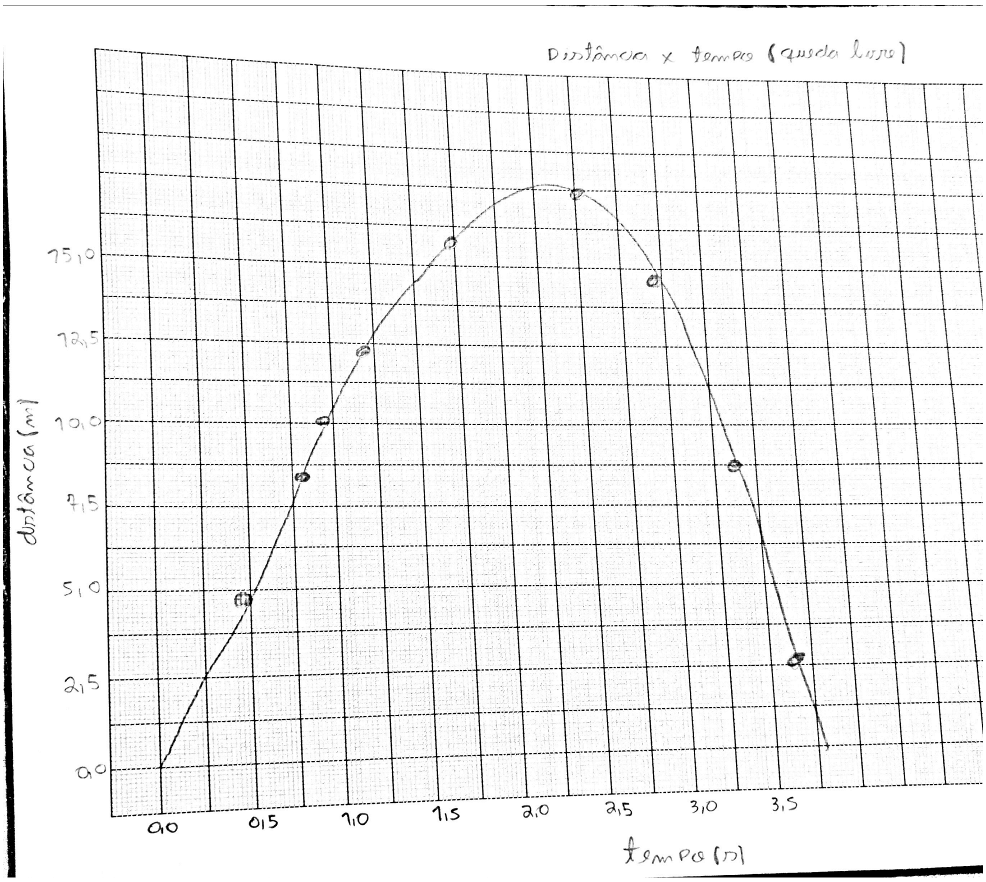

Figura 4: Gráficos da posição, desenhados em sala de aula
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

3.5 Gráfico da Função horária da velocidade

Vale ressaltar que o gráfico em questão destaca o módulo da velocidade, como característica da análise escalar adotada pela Equação de Torricelli.

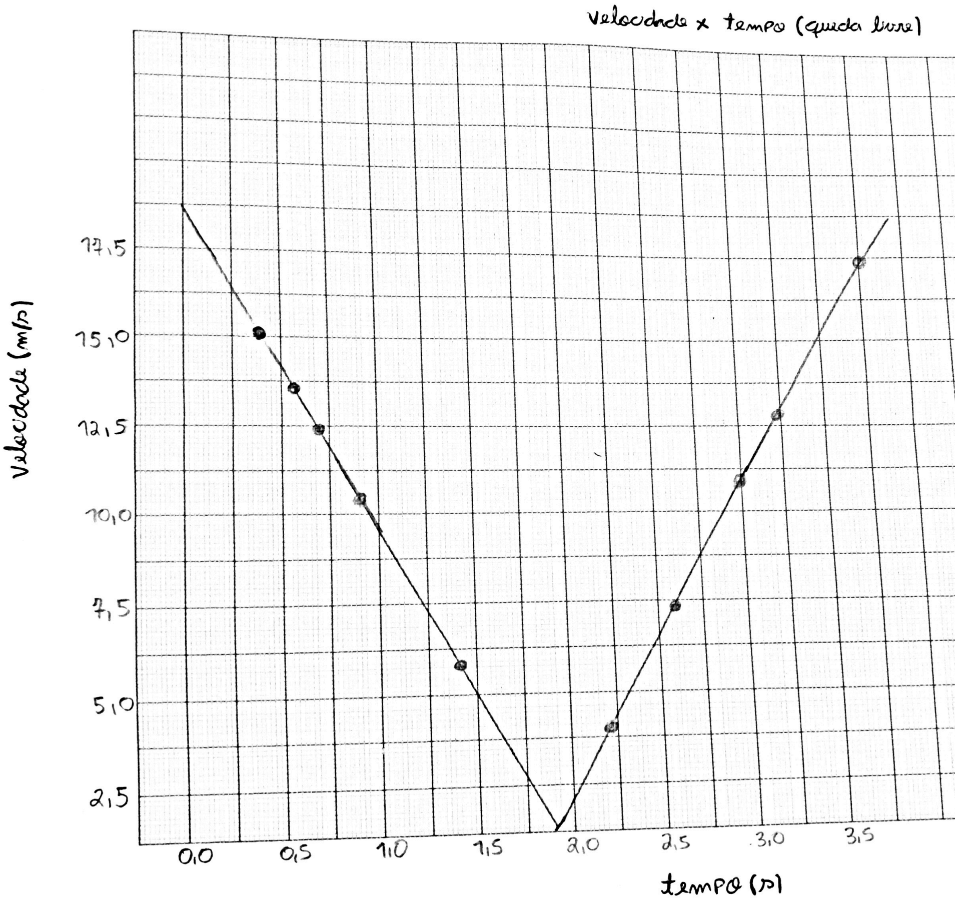

Figura 5: Gráficos da velocidade, desenhados em sala de aula
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

3.6 Gráfico da Função horária da Aceleração

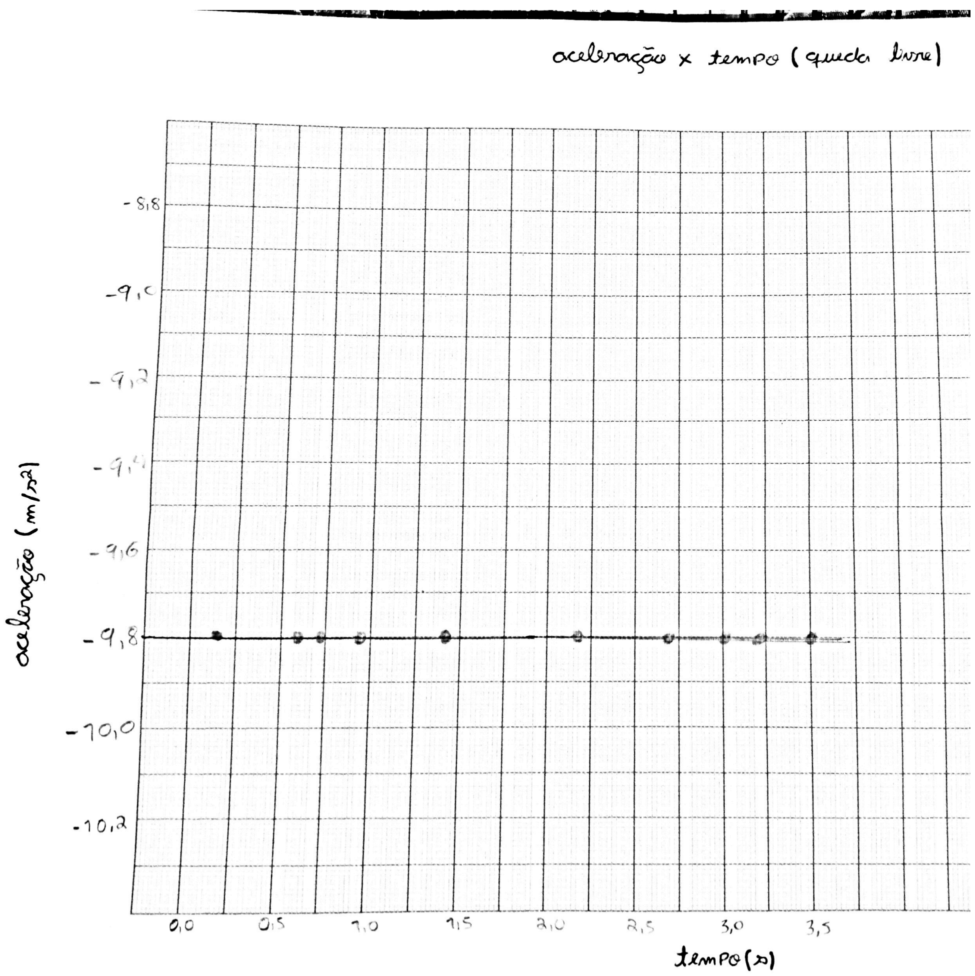

Figura 6: Gráficos da aceleração, desenhados em sala de aula
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

4 Conclusão

Em conclusão, nosso estudo sobre as funções horárias na física clássica nos permitiu compreender profundamente o comportamento dos sistemas físicos em movimento. À aplicação das equações de movimento e as funções horárias deia claro que essas ferramentas matemáticas são fundamentais para a nossa compreensão do mundo natural.

Os resultados apresentado foram satisfatórios. Ao aplicar as funções horárias em experimentos e problemas do mundo real, fomos capazes de prever com precisão o comportamento de objetos em movimento e verificar essas previsões por meio de experimentação. Isso não apenas validou a utilidade das funções horárias, mas também demonstrou a consistência e a robustez das leis fundamentais da física clássica.

Em última análise, nossa pesquisa sobre funções horárias ilustra como a física clássica continua a desempenhar um papel vital em nossa compreensão do mundo, mesmo em uma era de avanços na física moderna. Ela nos lembra que a matemática e a observação experimental são parceiras inseparáveis na busca do conhecimento científico. À medida que avançamos em nossa jornada científica, as funções horárias permanecerão como uma base sólida sobre a qual construir nossas descobertas e inovações futuras. Portanto, podemos concluir com confiança que a compreensão das funções horárias é essencial para qualquer estudante ou cientista que deseje explorar o fascinante mundo da física clássica e suas aplicações em nossa vida cotidiana.

Referências

ASTH, R. C. **Equação de Torricelli**. 2023. Disponível em: ⟨https://www.todamateria.com.br/equacao-de-torricelli/⟩.

ELIAS, K. **Função horária da posição: conceito, fórmulas e aplicações**. 2023. Disponível em: ⟨https://vestibulares.estrategia.com/portal/materias/fisica/funcao-horaria-da-posicao/⟩.

ESTUDANTE, G. do. **Cinemática: MRUV (Movimento Retilíneo Uniformemente Variado)**. 2023. Disponível em: ⟨https://guiadoestudante.abril.com.br/curso-enem/movimento-retilineo-uniformemente-variado/⟩.

HELERBROCK, R. **Funções horárias do MUV**. 2023. Disponível em: ⟨https://brasilescola.uol.com.br/fisica/funcao-horaria-muv.htm⟩.