



**PROBLEMAS INVESTIGATIVOS NO ENSINO DE FÍSICA PARA O ESTUDO
DOS MOVIMENTOS**

ANDRÉ SANTOS DE FRANÇA

PROBLEMAS INVESTIGATIVOS NO ENSINO DE FÍSICA PARA O ESTUDO DOS MOVIMENTOS

ANDRÉ SANTOS DE FRANÇA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:
CHARLES DA ROCHA SILVA

BELÉM/PA
Julho - 2020



ATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO Mestrado NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA.

ATA DA 55ª SESSÃO DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE Mestrado INTITULADA “**PROBLEMAS INVESTIGATIVOS NO ENSINO DE FÍSICA PARA O ESTUDO DOS MOVIMENTOS**” PARA CONCESSÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENSINO FÍSICA, COMO DISPÕE O ARTIGO 33º DO REGIMENTO DO MNPEF, REALIZADA ÀS 15:00 HORAS DO DIA 10 DE JULHO DE 2020, VIRTUALMENTE, NA SALA DE REUNIÃO DO GOOGLE MEET, CUJO O LINK DE ACESSO FOI DISPONIBILIZADO A TODOS. A DISSERTAÇÃO FOI APRESENTADA DURANTE 40 MINUTOS PELO CANDIDATO **ANDRÉ SANTOS DE FRANÇA**, MATRÍCULA Nº **201868870001**, DIANTE DA BANCA EXAMINADORA APROVADA PELA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, ASSIM CONSTITUÍDA: MEMBROS: **PROF. DR. CHARLES DA ROCHA SILVA (ORIENTADOR)**, **PROF. DR. JOÃO PAULO DA SILVA ALVES (MEMBRO INTERNO)** E **PROF. DR. RENATO GERMANO REIS NUNES (MEMBRO EXTERNO)**. EM SEGUIDA, O CANDIDATO FOI SUBMETIDO À ARGÜIÇÃO, TENDO DEMONSTRADO PLENO CONHECIMENTO NO TEMA OBJETO DA DISSERTAÇÃO, HAVENDO À BANCA EXAMINADORA DECIDIDO PELA **APROVAÇÃO** DA MESMA, E QUE SE PROCEDA NO PRAZO MÁXIMO DE 30 DIAS A VERSÃO FINAL COM AS RECOMENDAÇÕES SUGERIDAS. PARA CONSTAR, FORAM LAVRADOS OS TERMOS DA PRESENTE ATA, QUE LIDA E APROVADA RECEBE A ASSINATURA DOS INTEGRANTES DA BANCA EXAMINADORA E DO CANDIDATO.

CANDIDATO:

André Santos de França

BANCA EXAMINADORA:

[Assinatura]

Prof. Dr. Charles da Rocha Silva
(Orientador - MNPEF – UFPA)

[Assinatura]

Prof. Dr. João Paulo da Silva Alves
(Membro Interno - MNPEF – UFPA)

Renato Germano

Prof. Dr. Renato Germano Reis Nunes
(Membro Externo – UFPA)

**PROBLEMAS INVESTIGATIVOS NO ENSINO DE FÍSICA PARA O ESTUDO DOS
MOVIMENTOS**

ANDRÉ SANTOS DE FRANÇA

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará (UFPA) em Ensino de Física no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

ORIENTADOR:



Prof. Dr. **CHARLES DA ROCHA SILVA**
(MNPEF – UFPA/IFPA)

MEMBRO INTERNO



Prof. Dr. **JOÃO PAULO DA SILVA ALVES**
(MNPEF - UFPA/IFPA)

MEMBRO EXTERNO



Prof. Dr. **RENATO GERMANO REIS NUNES**
(UFPA)

Belém - PA
Julho - 2020

 <p>MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física</p>	 <p>Universidade Federal do Pará</p>	 <p>SBF SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA</p>
--	---	--

**PARECER DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO MESTRADO NACIONAL
PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA.**

TEMA: “PROBLEMAS INVESTIGATIVOS NO ENSINO DE FÍSICA PARA O ESTUDO DOS MOVIMENTOS”.

A Banca Examinadora composta pelos Professores: **Dr. Charles da Rocha Silva** (Orientador), **Dr. João Paulo da Silva Alves** (Membro Interno) e **Dr. Renato Germano Reis Nunes** (Membro Externo), consideram o candidato **ANDRÉ SANTOS DE FRANÇA**.

APROVADO

Secretaria do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal do Pará, em 10 de julho de 2020.



Prof. Dr. Charles da Rocha Silva
(Orientador - MNPEF – UFPA)



Prof. Dr. João Paulo da Silva Alves
(Membro Interno - MNPEF – UFPA)



Prof. Dr. Renato Germano Reis Nunes
(Membro Externo – UFPA)

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a)
autor(a)

D278p DE FRANCA, ANDRE SANTOS
PROBLEMAS INVESTIGATIVOS NO ENSINO DE
FÍSICA PARA O ESTUDO DOS MOVIMENTOS / ANDRE
SANTOS DE FRANCA. — 2020.

xviii, 130 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Charles da Rocha Silva
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em
Física, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade
Federal do Pará, Belém, 2020.

1. Experimentação. 2. Ensino de Física. 3. Cinemática. I. Título.

CDD 530.07

Tu, pois, que ensinas a outro,
não ensinas a ti mesmo?
(Romanos 2:21)

Agradecimentos

Agradeço a Deus pelo dom da vida e pela possibilidade de explorar e entender este enorme Universo por meio da Física.

Agradeço a família e amigos pelo apoio emocional e espiritual.

Ao meu orientador pela compreensão e apoio em todos os momentos.

Aos colegas de Curso de Mestrado que sempre foram muito unidos.

Aos servidores da Universidade Federal do Pará que possibilitaram os momentos de aprendizagem.

À O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

RESUMO

PROBLEMAS INVESTIGATIVOS NO ENSINO DE FÍSICA PARA O ESTUDO DOS MOVIMENTOS

ANDRÉ SANTOS DE FRANÇA

Orientador:
CHARLES DA ROCHA SILVA

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

A pesquisa aborda sobre o uso de atividades experimentais em sala de aula com uso de programas e aplicativos em uma turma de 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública na cidade de Belém do Pará. Como sujeitos da pesquisa participaram 40 estudantes. O objetivo é despertar o interesse pelo estudo, exploração e a investigação de fenômenos físicos em tópicos de cinemática por meio de atividades experimentais. Como instrumento de coleta de dados foi analisado o diário de bordo individual dos Estudantes além de áudios e vídeos. Para contribuir com o ensino da disciplina foi elaborada uma sequência didática inspirada na abordagem de laboratório aberto e busca a solução de três situações problemas cada um deles em seis momentos distintos com base no ensino por investigação, além disso, busca-se uma base para a abordagem matemática na modelagem matemática. O uso de programas de computador e aplicativos de celular tais como *Audacity* e *Phyphox*, consecutivamente, aproximou o estudante da atividade tornando seu engajamento e a participação nas aulas mais efetivo.

Palavras-chave: Experimentação; Cinemática; Ensino de Física; Sequência Didática; Modelagem Matemática.

BELÉM/PA
Julho - 2020

ABSTRACT

INVESTIGATIVE PROBLEMS IN PHYSICAL EDUCATION FOR THE MOVEMENT STUDY

ANDRÉ SANTOS DE FRANÇA

Supervisor(s):
CHARLES DA ROCHA SILVA

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação of Universidade Federal do Pará no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

The research addresses the use of experimental activities in the classroom with the use of programs and applications in a class of 1st year of high school in a public school in the city of Belém do Pará. As subjects of the research, 40 students participated. The objective is to arouse interest in the study, exploration and investigation of physical phenomena in topics of kinematics through experimental activities. As a data collection instrument, the Students' individual logbook was analyzed, as well as audios and videos. In order to contribute to the teaching of the discipline, a didactic sequence inspired by the open laboratory approach was developed and seeks to solve three problem situations, each of them in six different moments based on teaching by investigation, in addition, a basis for research is sought. mathematical approach in mathematical modeling. The use of computer programs and mobile applications such as *Audacity* and *Phyphox*, consecutively, brought the student closer to the activity making his engagement and participation in classes more effective

Keywords: Experimentation; Kinematics; Physics Education; Following teaching; Mathematical Modeling.

BELÉM/PA
July - 2020

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Situação de equilíbrio estático. Fonte: Arquivo pessoal	20
Figura 2. Situação de equilíbrio dinâmico. Fonte: Arquivo pessoal.	20
Figura 3. Grandeza escalar e vetorial. Fonte: Arquivo pessoal.	21
Figura 4. Representação do vetor. Fonte: Arquivo pessoal.	21
Figura 5. Vetores unitários ou Versores. Fonte: Arquivo Pessoal.	22
Figura 6. Vetor \vec{r} . FONTE: Arquivo pessoal.	22
Figura 7. Trajetória de um ponto material no espaço. FONTE: Arquivo Pessoal..	23
Figura 8. Movimento em linha reta no eixo x . FONTE: Arquivo pessoal.	23
Figura 9. Deslocamento em linha reta no eixo x . FONTE: Arquivo Pessoal..	24
Figura 10. Movimento em linha reta no eixo z	24
Figura 11. Carro em linha reta. FONTE: Arquivo Pessoal.....	25
Figura 12. Gráfico da velocidade. FONTE: Arquivo pessoal.....	28
Figura 13. Plano Inclinado. FONTE: Arquivo pessoal.....	31
Figura 14. Forças no Plano Inclinado. FONTE: Arquivo pessoal.....	32
Figura 15. Plano Inclinado sem atrito. FONTE: Arquivo pessoal.	32
Figura 16. Versão do programa. Fonte: Arquivo pessoal.....	34
Figura 17. Site para baixar o arquivo. Fonte: Arquivo pessoal.	35
Figura 18. Programa onde o vídeo receberá tratamento. Fonte: Arquivo pessoal.	35
Figura 19. Abrindo o vídeo. Fonte: Arquivo pessoal.	35
Figura 20. Escolhendo o vídeo.	36
Figura 21. O vídeo sendo carregamento. FONTE: Arquivo pessoal.....	36
Figura 22. Vídeo pronto para análise. FONTE: Arquivo pessoal.	37
Figura 23. Escolha do trecho. FONTE: Arquivo pessoal.	37
Figura 24. Colocando o eixo cartesiano. FONTE: Arquivo pessoal.....	37
Figura 25. Colocando o bastão de calibração. FONTE: Arquivo pessoal.....	38
Figura 26. Selecionando a massa pontual. FONTE: Arquivo pessoal.....	38
Figura 27. Busca automática. FONTE: Arquivo pessoal.....	39
Figura 28. Selecionando os Gráficos. FONTE: Arquivo pessoal.....	39
Figura 29. Gráfico da velocidade x tempo. FONTE: Arquivo pessoal.....	40
Figura 30. Gráfico da posição x tempo. FONTE: Arquivo pessoal.....	40
Figura 31. Site para baixar o programa. Fonte: Arquivo Pessoal.....	41
Figura 32. Versão do programa <i>Audacity</i> . Fonte: Arquivo Pessoal..	41

Figura 33. Captação do áudio. FONTE: Arquivo Pessoal.....	42
Figura 34. Marcando o tempo. FONTE: Arquivo Pessoal.	42
Figura 35. Aquisição do tempo pelo programa. FONTE: Arquivo pessoal.	43
Figura 36. Aquisição do tempo pelo aplicativo. FONTE: Arquivo pessoal.	44
Figura 37. Interface do programa Octave. FONTE: Arquivo pessoal.....	44
Figura 38. Localização geográfica - Imagem padrão I. Fonte: Google Maps.....	45
Figura 39. Localização da escola - Imagem padrão II. Fonte: Google Maps.....	46
Figura 40. Localização da escola - Imagem padrão III. Fonte: Google Maps.	46
Figura 41. Resposta do Grupo I. Fonte: Arquivo pessoal.	56
Figura 42. Resposta do Grupo II. Fonte: Arquivo pessoal.....	57
Figura 43. Resposta do Grupo III. Fonte: Arquivo pessoal.	58
Figura 44. Alunos realizando a atividade com o uso do computador. Fonte: Arquivo Pessoal.....	59
Figura 45. Tabela criada por um grupo para discussão dos resultados. Fonte: Arquivo pessoal.	60
Figura 46. Utilização do aplicativo Phyphox para medição. Fonte: Arquivo pessoal.	61
Figura 47. Hipótese apresentada pelo estudante na solução do problema (I).....	62
Figura 48. Hipótese apresentada pelo estudante na solução do problema (II).	63
Figura 49. Hipótese apresentada pelo estudante na solução do problema (III).....	64
Figura 50. Apresentação expositiva de solução por método de análise de vídeo. Fonte: Arquivo pessoal.	65
Figura 51. Produzindo os gráficos da velocidade e da posição com auxílio do programa: Fonte: Arquivo pessoal.....	65
Figura 52. Gráfico da Velocidade. Fonte: Arquivo Pessoal.....	66
Figura 53. Gráfico da Posição gerado no Octave. Fonte: Arquivo Pessoal.....	67
Figura 54. Gráfico da Velocidade gerado no Octave. Fonte: Arquivo Pessoal.....	68
Figura 55. Estudantes trabalhando na construção de gráficos manualmente. Fonte: Arquivo pessoal.	69
Figura 56. Estudantes trabalhando na construção de gráficos manualmente. Fonte: Arquivo pessoal.	69
Figura 57. Estudantes trabalhando na construção de gráficos manualmente. Fonte: Arquivo pessoal.	70

Figura 58. Estudantes trabalhando na construção de gráficos manualmente. Fonte: Arquivo pessoal.	70
Figura 59. Estudantes trabalhando na construção de gráficos manualmente. Fonte: Arquivo pessoal.	71
Figura 60. Estudantes trabalhando na construção de gráficos manualmente. Fonte: Arquivo pessoal.	71
Figura 61. Alunos que fazem ajuste sem levar em consideração as distâncias do papel milimetrado. Fonte: Arquivo pessoal.	72
Figura 62. Alunos que fazem ajuste sem levar em consideração as distâncias do pala milimetrado. Fonte: Arquivo pessoal.	73
Figura 63. Alunos que conseguiram encontrar uma interpretação de forma muito clara para o problema. Fonte: Arquivo Pessoal.	74
Figura 64. Arranjo experimental para o calculo da aceleração e da gravidade local. Fonte: Arquivo Pessoal.	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Competências e Habilidades de acordo com a BNCC para as práticas experimentais	5
Tabela 2. Características da atividade experimental (OLIVEIRA, 2010)	13
Tabela 3. Graus de liberdade em aulas experimentais	14
Tabela 4. Etapas na resolução de problemas em Física.....	16
Tabela 5. Proposta da possibilidade de Modelagem Matemática em sala de aula proposta de CHAVES e ESPÍRITO apud SILVA NETO (2015)	17
Tabela 6. Atividade I. Fonte: Arquivo pessoal.....	49
Tabela 7. Atividade II. Fonte: Arquivo pessoal.	51
Tabela 8. Atividade III. Fonte: Arquivo pessoal.....	52

Sumário

Capítulo 1 Introdução.....	1
1.1. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o ensino de Física Experimental ..	2
1.2 A importância da experimentação em sala de aula no processo de ensino de tópicos de Física e o uso de recursos tecnológicos	5
Capítulo 2 Referencial Teórico	9
2.1 Breve revisão sobre o uso de recursos tecnológicos como ferramenta de medida	9
2.2 Produto educacional e sequência didática	10
2.2.1 O que é um produto educacional?	10
2.2.2 O que é uma Sequência didática?	11
2.3 Sobre a abordagem experimental em sala de aula	11
2.3.1 Sequência de Ensino Investigativo (SEI).....	11
2.3.2 Quanto ao tipo de abordagem da proposta experimental para o ensino	11
2.3.3 Quanto ao grau de liberdade nas práticas experimentais	14
2.3.4 Ensino por investigação	15
2.3.5 Sobre a resolução de problemas no ensino de Física em aberto (laboratório aberto).....	15
2.3.6 Modelagem Matemática para a Física	16
Capítulo 3 Estudo dos Movimentos.....	18
3.1 Breves considerações históricas.....	18
3.2 Energia e Movimento	19
3.3 Força e movimento.....	20
3.4 Cinemática Vetorial	21
3.4.1 Grandezas Físicas Escalares e Vetoriais	21
3.4.2 Representação de uma grandeza vetorial	21
3.4.3 Posição e Deslocamento	23
3.4.4 Velocidade	25
3.4.5 Aceleração.....	26
3.4.6 MRU e MRUV	27
3.4.7 Objeto em um plano inclinado	31
Capítulo 4 Descrição e instalação de programas e aplicativos	34
4.1 Tracker.....	34
4.1.1 Instalação do programa	34

4.1.2 Como abrir um vídeo no computador?	35
4.1.3 Delimitando o trecho para análise	37
4.1.4 Colocando a escala e o eixo de coordenadas	37
4.1.5 Formas de fazer a marcação da trajetória	37
4.1.6 Produção de gráficos.....	39
4.2 Audacity	41
4.2.1 Instalação do programa:	41
4.2.2 Medindo tempo utilizando programa	42
4.3 Phyphox.....	43
4.3.1 Uso do aplicativo Phyphox para medidas de tempo.....	43
4.4 Octave.....	44
Capítulo 5 Metodologia.....	45
5.1 Local de desenvolvimento da proposta	45
5.2 Caracterização da pesquisa	46
5.3 Descrição do produto educacional	47
5.4 Aplicação do produto educacional e discussões	53
5.4.1 Atividade I: Determinando a velocidade da bola de futebol.....	55
5.4.2 Atividade II: Medindo as grandezas instantâneas de um objeto em movimento	61
5.4.3 Atividade III: Medindo o valor da aceleração e da gravidade local.....	75
Capítulo 6 Considerações Finais.....	84
Referências Bibliográficas	86
APÊNDICE	90
Produto educacional	91
Anexo A - Texto complementar Qual é o animal mais veloz do planeta?	104
Anexo B - Texto complementar Calculando a velocidade de um carro.	105
Anexo C - Tabela de medidas	106
Anexo D - Texto complementar Gráficos em Física	107
Anexo E - Roteiro para determinação da gravidade local.....	109
Anexo F Determinação do Gráfico da Velocidade para análise em sala de aula	111

MOTIVAÇÃO DO TRABALHO E DA PESQUISA

Minha trajetória profissional tem relação com uma época da minha vida em que eu ainda não entendia de Física, mas tinha bastante curiosidade sobre os fenômenos naturais. Nunca pensei em me dedicar ao ensino até que, em uma feira de ciências, no penúltimo semestre da graduação em 2007, ministrando uma oficina para estudantes do Ensino Fundamental, foi perceptível o quanto a Ciência os encantava, eles não queriam o fim da oficina. Naquele momento senti que deveria permanecer nesta área.

A motivação para desenvolver este trabalho parte da premissa de estabelecer um modelo com estratégias eficientes e inovadoras que podem e devem ser criadas em sala de aula para alavancar a qualidade da aprendizagem, tanto do professor que utilizará esta pesquisa como base para as suas aulas e principalmente para os seus alunos que serão os maiores beneficiados.

Sobre o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física realizado na Universidade Federal do Pará, tive o prazer e a honra de entrar em contato com Teorias de Aprendizagem que contribuíram significativamente para a minha formação, além de revisar conteúdos específicos da graduação e da vida como estudante. Lembro-me de uma frase que o professor Dr. Alexandre citou durante as aulas “quem entra em um Mestrado Nacional Profissional não sai da mesma maneira”.

Resumidamente, pude participar de alguns eventos importantes como o projeto *Ciência na Praça* que consiste em levar a Universidade e o conhecimento científico a população paraense por meio de atividades em praças, ambientes abertos e escolas. Como acadêmico do curso, pude contribuir com este projeto nas cidades de Castanhal, Mosqueiro, Salinas, Tucuruí, onde visitei a hidrelétrica, e em escolas de Belém-PA. Participei do XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física na Bahia do dia 27 de Janeiro ao dia 01 de fevereiro no ano de 2019. Tive a felicidade de publicar parte desta pesquisa de Mestrado no XXXIV Encontro de Físicos Norte e Nordeste ocorridos entre o dia 3 e o dia 5 de Novembro do ano de 2019 em Maceió/AL, que enfatizam a relevância e importância deste trabalho.



XXXIV ENCONTRO DE FÍSICOS DO NORTE E NORDESTE

3 a 5 de novembro de 2019

Maceió - AL



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA


CERTIFICADO

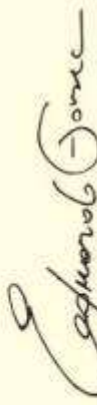
O Comitê Organizador certifica que o trabalho "ABORDAGEM DE CONCEITOS QUANTITATIVOS DE CINEMÁTICA BASEADO NO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO COM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO EM UMA ESCOLA PÚBLICA" de autoria de ANDRE SANTOS DE FRANCA, CHARLES DA ROCHA SILVA foi apresentado na sessão PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA no XXXIV Encontro de Físicos do Norte e Nordeste, realizado de 03 a 05 de Novembro de 2019 em Maceió, AL, Brasil.



215-31-2

Maceió, 05 de Novembro de 2019


Carlos Jacinto da Silva
Coordenador de Programa


Eduardo Jorge da Silva Fonseca
Coordenador Geral



PPG-Física



Capítulo 1

Introdução

O contato com o estudo da Física permite entender fenômenos, leis, propriedades da natureza e o princípio de funcionamento de muitos dispositivos tecnológicos. É uma das formas mais atraentes de desvendar o funcionamento do Universo como um todo. Nas escolas de ensino básico a maioria dos estudantes entra em contato com esta disciplina nas séries de 9º ano do Ensino Fundamental, 1º, 2º e 3º ano do Ensino Médio, e outros, devido a estrutura educacional de cada região, veem esta matéria apenas no Ensino Médio (BRASIL, 2013). Dependendo da abordagem que é feita em sala de aula o aluno pode sentir mais interesse para o estudo desta componente curricular.

A iniciativa de elaborar este produto educacional parte do pressuposto de que ainda há uma grande dificuldade de aprendizagem nesta disciplina e um baixo índice de interesse pela maioria dos estudantes. Autores estabelecem essas dificuldades apresentadas como sendo causada pela forma como é ensinada nas escolas, pela dificuldade com a manipulação matemática e pelo foco no treinamento de resolução de questões em testes e provas (MOREIRA, 2017).

Em uma investigação inicial sobre o que os alunos entendiam por Física foi possível identificar alguns grupos de alunos: alguns deles consideram uma disciplina difícil e outros como uma disciplina fascinante, porém de difícil entendimento, e até mesmo os alunos que a confundiam com a Educação Física (Capítulo 6). Muito provavelmente isso se deve ao enfoque dado sem levar em consideração que o ambiente escolar deve proporcionar um ensino inovador, criativo e que estimule o interesse naquilo que se está aprendendo. Então, de que maneira podemos tornar o ensino mais dinâmico e estabelecer uma conexão maior entre a teoria e a prática dentro da sala de aula?

O uso da experimentação tem um papel muito enriquecedor para o aluno e dá sentido ao mundo abstrato importante na construção dos conceitos como destaca Séré (2003) “O aluno só conseguirá questionar o mundo, manipular os modelos e desenvolver os métodos se ele mesmo entrar nessa dinâmica de decisão, de escolha, de interrelação entre a teoria e o experimento”.

Ainda de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (2017), documento que normatiza o ensino de Física, este deve privilegiar a ação do aluno em fazer, manipular, operar,

agir para que se garanta a construção do seu conhecimento, desenvolvendo sua curiosidade evitando que ele entenda a ciência como uma verdade já estabelecida e sem questionamentos.

A experimentação pode ser considerada um dos caminhos metodológicos que permitem a compreensão de conceitos e a sua relação com o conhecimento científico prático e

“deve ser desencadeada a partir de desafios e problemas abertos e contextualizados, para estimular a curiosidade e a criatividade na elaboração de procedimentos e na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental.” (BRASIL, 2018, pág. 551).

O uso de tecnologias que permitem a coleta de informações, dados, tais como o uso de softwares e aplicativos é um recurso que atrai a atenção para o tema proposto em sala de aula, pois assim o aluno pode se concentrar na análise e interpretação dos resultados com ganho de tempo.

O primeiro contato do aluno deve ser feito de forma bastante prática e acessível, portanto a escolha do tema “estudo dos movimentos” se justifica pelo fato de ser um tópico onde se encontra a base matemática que acompanhará o estudante ao longo dos três anos do seu ensino médio, e se a base matemática não for bem construída a relação do estudante com a disciplina será em certo aspecto ineficiente, incompleta ou mesmo inexistente. A proposta desta dissertação é justamente mostrar para o professor que é possível realizar atividades diferenciadas utilizando recursos disponíveis e de fácil acesso.

1.1. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o ensino de Física Experimental

O Ministério da Educação Brasileira lançou no ano de 2018 um documento normativo que define um conjunto de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da educação básica, a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018).

As práticas em sala de aula devem criar um ambiente propício ao desenvolvimento de conhecimentos, competências e habilidades que valorizem o conhecimento científico, a linguagem utilizada nas Ciências Físicas e suas formas de representação (TENFEN, 2016). É necessário valorizar tanto os aspectos qualitativos da ciência quanto quantitativos, na construção de gráficos, tabelas, sintetização matemática e interpretação de resultados, pois a Física é uma ciência que possui tal linguagem específica. O documento normativo aponta a necessidade de ampliação dos conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental

“explorando, sobretudo, experimentações e análises qualitativas e quantitativas de situações-problema. [...] a identificação e a utilização de unidades de medida adequadas para diferentes grandezas; ou, ainda, o envolvimento em processos de leitura, comunicação e divulgação do conhecimento científico, fazendo uso de imagens, gráficos, vídeos, notícias, com aplicação ampla das tecnologias da informação e comunicação. Tudo isto é fundamental para que os estudantes possam entender, avaliar, comunicar e divulgar o conhecimento científico, além de lhes permitir uma maior autonomia em discussões, analisando, argumentando e posicionando-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia.” (BRASIL, 2018, pág. 551-552)

O cidadão contemporâneo deve saber manipular informações a serviço de um determinado problema entendendo os processos envolvidos descobrindo novos conhecimentos gerados por essa interação. Todas as tarefas executadas devem gerar no indivíduo a sensação de compromisso com o seu aprendizado. Entende-se que a experimentação é um dos caminhos metodológicos que permitem a investigação de fenômenos e possibilita ao estudante a conexão com um novo mundo que ele está inserido.

Diante da diversidade dos usos e da divulgação do conhecimento científico e tecnológico na sociedade contemporânea, torna-se fundamental a apropriação, por parte dos estudantes, de linguagens específicas da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Aprender tais linguagens, por meio de seus códigos, símbolos, nomenclaturas e gêneros textuais, é parte do processo de letramento científico necessário a todo cidadão. (BRASIL, 2018, pag. 551).

O contato com a manipulação de informações e dados cria situações propícias para o desenvolvimento cognitivo. O professor deve estabelecer este contato para que o aluno nunca perca o foco do aprendizado, a pesquisa deve ser o momento de reflexão, extração de informações, constatações teóricas e mensurações das leis físicas.

A experimentação não é um elemento isolado que por si só já resolve todo o problema do ensino de Física, mas uma ótima oportunidade de motivação aos estudos. Deve-se ter claro que o uso da experimentação não vai transportar o conteúdo para a cabeça do aluno. Esta metodologia é uma abordagem complementar às aulas que deve ser utilizada sempre que necessário para ilustrar fenômenos e investigar situações. Principalmente em investigação de problemas.

As aulas diferenciadas e inovadoras são meios potencializadores capazes de auxiliar em desenvolver nos estudantes as habilidades de criação e imaginação construção interação com outras áreas do conhecimento além de estabelecer o clima de motivação e maior interesse na busca pelo conhecimento. (SCHIVANI, 2018, pág. 10)

Como a própria BNCC cita na página 550 a dimensão investigativa no ensino deve estar presente na sala de aula:

“Os processos e práticas de investigação merecem também destaque especial nessa área. Portanto, a dimensão investigativa das Ciências da Natureza deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área. (BRASIL, 2018, pág. 550)

Colocar um problema presente nas situações cotidianas do estudante em forma de desafios parece promover um estímulo muito maior do que apenas um problema de resolução tradicional. Parece que quando eles se sentem desafiados a realizar alguma tarefa ou a realizar algo o estímulo é potencializado e nesse ambiente se cria um espaço de aprendizagem. Pela motivação consegue-se facilitar o processo de aprendizagem, mesmo porque não se pode afirmar com certeza que ela aconteceu, pois esse processo cognitivo é muito complexo e se baseia em teorias, no entanto se criam os subsídios e o ambiente propício para que cada aluno dentro de suas condições cognitivas possa participar do processo de ensino.

O processo da aquisição das informações em si é um processo que deve ser seguido de análise crítica porque o mundo está cada vez mais tecnológico, então o docente deve ter a noção o discente deve dominar determinadas habilidades necessárias para poder conectar todas essas informações de formas a resolver determinados problemas. Antes era importante saber o conteúdo memorizado e isso era sinal de inteligência, hoje há uma nova forma de encarar essa questão, a inteligência se resume no fato de como fazer essas informações trabalharem em favor da solução de situações problemas.

O professor deve sempre assumir uma postura de questionamento lançando perguntas aos alunos de tal forma que essas dúvidas permitam a exploração dos fenômenos. E para que o aluno possa expor seus conhecimentos prévios. De posse disso o professor pode agregar o conhecimento científico a este conhecimento diminuindo as dificuldades na assimilação de conceitos físicos.

Dentro da BNCC duas competências serão a base para a proposta deste trabalho. A primeira delas referente a competência 2 acerca da dinâmica do Universo e a competência 3 acerca da investigação de situações problemas de acordo com as habilidades que se seguem:

<p>COMPETÊNCIA 2 Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.</p>	<p>Habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ (EM13CNT204) Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros) ✓ (EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.
<p>COMPETÊNCIA 3 Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).</p>	<p>Habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ (EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica. ✓ (EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

Tabela 1. Competências e habilidades de acordo com a BNCC para as práticas experimentais.

1.2 A importância da experimentação em sala de aula no processo de ensino de tópicos de Física e o uso de recursos tecnológicos

Os estudantes já trazem conhecimentos da sua vida para a sala de aula. Algumas são concepções alternativas baseadas na observação cotidiana que na maioria das vezes não representa a melhor explicação para determinados fenômenos e que precisam ser melhoradas. A aula experimental deve

“levar os alunos a se alfabetizarem cientificamente, preparando os jovens para uma participação ativa na sociedade, deve procurar desenvolver novas visões de mundo por parte dos estudantes, considerando o entrelaçamento entre estas e conhecimentos anteriores (...), aquisição pelos alunos de novas práticas e linguagem sem deixar de relacioná-las com as linguagens práticas do cotidiano (...), traz um novo olhar sobre os conteúdos e atividades trabalhadas nas aulas de Física” (CARVALHO, 2010).

O Ensino de Física tradicionalmente se fundamenta no ensino por transmissão, no acúmulo de informação e no formalismo matemático, essa é a prática mais comum em todas ou a maioria das aulas (MOREIRA, 2017). Muitos autores e pesquisadores chegam a defender que essa metodologia esteja relacionada às dificuldades de aprendizagem, esta afirmação é parcialmente verdadeira. Independente da técnica ou método utilizado é possível fazer do formalismo matemático uma atividade muito prazerosa nas demonstrações de equações, nos fundamentos da Física, na compreensão dos fenômenos, o problema é quando não há uma aplicabilidade.

Se não houver a utilização de situações da vivência dos alunos e uma revisão da parte matemática que será utilizada na Física, aprendidos em séries anteriores, os estudantes encontrarão obstáculos no seu entendimento. A mesma coisa pode acontecer com o ensino experimental, assim como ele pode motivar também pode causar barreiras ao aprendizado, o aluno também não sente interesse em descobrir.

Durante os primeiros contatos o indivíduo deve ser levado a perceber a presença da Física em situações simples, dessa forma o professor ao longo do processo das aulas deve se utilizar de um experimento do tipo demonstrativo para ilustrar os fenômenos. As aulas demonstrativas não têm o papel de ensinar o aluno, possuem fundamentalmente caráter motivador e visual.

No artigo publicado na *acta científica*, volume 12, número 1 de Janeiro-Junho de 2010 sobre o título *Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências reunindo elementos para a prática docente* a autora, Jane Raquel Silva de Oliveira, enumera as contribuições das atividades experimentais para o ensino que são:

- i. Motivar e despertar a atenção dos alunos.
- ii. Desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo.
- iii. Desenvolver a iniciativa pessoal e a tomada de decisão.
- iv. Estimular a criatividade.
- v. Aprimorar a capacidade de observação e registro de informações.

- vi. Aprender a analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos.
- vii. Aprender conceitos científicos.
- viii. Detectar e corrigir erros conceituais dos alunos.
- ix. Compreender a natureza da ciência papel do cientista na investigação.
- x. Compreender as relações entre Ciência Tecnologia e sociedade.
- xi. Aprimorar habilidades manipulativas.

Para estimular a criatividade em sala de aula todos os recursos baseados em Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs¹) são aproveitados em a sala de aula. A principal pergunta que professores devem fazer é a seguinte “Como aproveitar pedagogicamente, para aprendizagem formal em sala de aula, a tecnologia que os alunos utilizam informalmente fora desse contexto?” (TRINDADE, 2013)

Para contribuir com a literatura acadêmica, este trabalho propõe a produção de alguns experimentos didáticos utilizando smartphones, uso de programas de computador para permitir que sejam feitas observações de fenômenos em tempo real. O estudante pode observar o fenômeno, comparar dados observados com dos dados obtidos por outros colegas da mesma classe, formular hipóteses, fazer ajustes experimentais e testar novamente, caso necessário, como se pode perceber em algumas pesquisas (Seção 2.2 deste trabalho).

Para este fim propõem-se três atividades baseadas na metodologia do ensino por investigação e modelagem matemática. Na primeira atividade, os alunos coletam os dados por meio de recursos computacionais *Audacity* e *Phyphox*, fazem o tratamento das informações e encontram as velocidades dos chutes efetuados em uma bola de futebol a distâncias conhecidas. Na segunda atividade, com uso do programa de computador *Tracker* é possível fazer a análise do vídeo, o estudo da aceleração e a plotagem dos gráficos de um carro de controle remoto em movimento. Na última atividade, por meio do deslizamento de uma porca metálica através de um fio de nylon os estudantes fazem a investigação que permitirá encontrar o valor da aceleração da gravidade.

O próximo capítulo aborda a base teórica para a formação da sequência didática, tratando sobre algumas pesquisas publicadas em artigos que abordam o uso e tratamento de dados de experimentos, fala sobre a abordagem experimental em sala de aula; o capítulo 3

¹ São aquelas que permitem um tratamento e a difusão de informação por meios artificiais e que incluem os computadores e tudo a ele relacionado. Correspondem a todas as tecnologias que interferem na informação e na comunicação entre os seres através de um conjunto de recursos tecnológicos utilizados de forma integrada com um objetivo comum. (SCHIVANI, 2017)

aborda a base teórica acerca dos estudos dos movimentos com ênfase na cinemática; o capítulo 4 mostra a metodologia da pesquisa; o capítulo 5 aborda os programas de computador ou celular que são recursos potenciais para o tratamento de informações; o capítulo 6 traz resultados da aplicação da pesquisa e comentários.

Capítulo 2

Referencial Teórico

O Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) é um programa que possui enorme contribuição para o ensino, confecção e produção de produtos educacionais. Este capítulo inicia com uma revisão de trabalhos na base de dados da Revista Brasileira de Ensino de Física, descreve a base teórica que fundamentará toda aplicação da proposta deste trabalho, a definição de produto educacional, o que é uma sequência didática, sobre o ensino por investigação, laboratório aberto e modelagem matemática aplicada em experimentos de Física.

2.1 Breve revisão sobre o uso de recursos tecnológicos como ferramenta de medida

Este tópico mostra um levantamento simples de algumas pesquisas em artigos que envolvem a construção de equipamentos alternativos para aquisição de dados com aplicações para sala de aula feita na Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) por meio da ferramenta de busca SCIELO (*Scientific Library Online*).

A busca das palavras chave, envolveu artigos publicados em português entre o ano de 2001 até 2020. A primeira palavra chave: “aquisição de dados” encontrou 9 artigos publicados em que dois mostravam como adquirir dados para experimentos. A palavra-chave “experimentação” identificou 26 artigos onde apenas um deles envolvia aquisição de dados por meio da plataforma eletrônica *Arduino*. A palavra-chave “cronômetro” encontrou quatro artigos em que dois mostram a aquisição de dados por meio de computador.

As palavras pesquisadas estão associadas ao fornecimento de soluções para sala de aula que pudessem mostrar montagens simples para aquisição de informações em torno do estudo dos movimentos de objetos reais para discussão e validação da sequência didática.

Um dos artigos aborda como utilizar a porta serial de *Joystic* do computador para a aquisição de dados, o uso da planilha *Excel* como instrumento no tratamento das informações e análise em experimentos didáticos de Física para medidas de intervalo de tempo. (RAMIREZ et al., 2005)

O segundo trabalho mostra como criar um sistema de aquisição de dados por meio do uso de computador para medir intervalos de tempo em experiências de mecânica com sensores de luz acoplados diretamente na conexão de microfone da placa de som. (CAVALCANTE et al., 2008). Vale destacar que a partir do ano de 2011 começa a aparecer o uso de placas

microcontroladoras *Arduino* como uma opção de baixo custo para a aquisição de dados (SOUZA, 2011).

Carlos Aguiar e M. Pereira apresentam em um artigo a utilização do computador como um cronometro. Por meio de um computador equipado com placa de som e microfone os autores discutem a implementação de dois experimentos de mecânica em escolas do Ensino Médio. (AGUIAR e PEREIRA, 2012)

Outros pesquisadores mostraram que é possível construir um sistema de aquisição de dados automático e de baixo custo formado por uma chave óptica conhecida pelo nome de *photogate* ativada por luz infravermelha projetado para fazer medidas de intervalos de tempo. (LUIZ et al., 2016)

O trabalho de Josué Macedo, Luciano Pedroso e Giovani Costa, mostra como construir um *photogate* de baixo custo para fazer medidas precisas de intervalos de tempo com um resistor dependente de luz (LDR) e um (LASER) acoplado na entrada do computador por meio do software *Audacity*. No artigo foi discutido o experimentos do pêndulo e o estudo da trajetória de uma esfera. (MACEDO et al., 2018)

Apesar de algumas soluções serem enquadradas em experimento de baixo custo, algumas delas exigem conhecimentos específicos de eletrônica, ou ajuda de uma pessoa técnica especializada.

2.2 *Produto educacional e sequência didática*

Esta pesquisa propõe uma sequência didática com o objetivo de orientar a ação do professor no sentido de dar uma base e estrutura para a execução de uma aula do tipo experimental, onde se podem obter dados e informações de um determinado fenômeno para serem analisado juntamente com os alunos.

2.2.1 *O que é um produto educacional?*

Segundo os autores MOREIRA e NARDI (2009) um produto educacional “trata-se do relato de uma experiência de implementação de estratégias [...] visando à melhoria do ensino em uma área específica que deve ser implementado em condições reais de sala de aula ou de espaços não formais ou informais de ensino, relatando os resultados dessa experiência”. Esse produto é elaborado para permitir a superação de dificuldades dos estudantes em relação a um conteúdo específico, então o produto pode ser, uma sequência didática montada estrategicamente com textos, aplicativos, CD, DVD, um equipamento e demais recursos que possam potencializar o ensino.

2.2.2 O que é uma Sequência didática?

Uma sequência didática é uma série de atividades em sala de aula abrangendo um tópico ou programa escolar onde cada atividade é planejada visando tornar mais eficiente o processo de aprendizado do aluno (CARVALHO et al., 2013). Pode ser elaborado em forma de Sequência de Ensino Investigativo (SEI)

2.3 Sobre a abordagem experimental em sala de aula

2.3.1 Sequência de Ensino Investigativo (SEI)

Segundo Carvalho et al. (2013) uma sequência de ensino investigativo, possui algumas atividades chave: inicia-se por um problema experimental ou teórico contextualizado com o objetivo introduzir o tópico desejado, em seguida os alunos resolvem o problema e, após a resolução, deve haver uma atividade de sistematização do conhecimento construído pelos alunos que pode ser por meio da leitura de um texto escrito em que os alunos podem novamente discutir o que fizeram. A próxima atividade deve promover a contextualização do conhecimento no dia a dia dos alunos, neste momento deve-se sentir a importância da aplicação do conhecimento construído do ponto de vista social que pode ser aprofundado levando os alunos a saber mais sobre o assunto. Por último, deve haver uma atividade de avaliação aplicada ao término de cada ciclo que compõem as sequências investigativas.

A sequência pode ser resumida em algumas etapas:

- i. Etapa de distribuição do material experimental e proposição do problema (que também pode ser teórico) pelo professor: o professor apresenta a proposta aos alunos.
- ii. Etapa de resolução do problema pelos alunos: os estudantes lançam suas hipóteses.
- iii. Etapa da sistematização dos conhecimentos elaborados no grupo.
- iv. Etapa do escrever e desenhar.

2.3.2 Quanto ao tipo de abordagem da proposta experimental para o ensino

Segundo (OLIVEIRA, 2010) existem três tipos de abordagem das atividades experimentais: atividades de demonstração, atividades de verificação e atividades de investigação.

- 1) **As atividades de demonstração** são aquelas em que o professor executa um experimento enquanto os alunos apenas observam os fenômenos ocorridos. Essas atividades são utilizadas para ilustrar e a recomendação é que devem ser integradas às

aulas expositivas. O principal objetivo desse tipo de experimentação é despertar o interesse do aluno para o tema. Pode ser utilizada no início, durante ou ao final das aulas para relembrar os conteúdos apresentados. Esse tipo de experimento é recomendado quando existem poucos recursos materiais em sala de aula e quando não se dispõe de espaço apropriado para que todos os alunos possam executar experimentos, nesse tipo de atividade professor é o principal agente no processo é ele que exerce papel de liderança, monta o experimento faz as questões aos alunos, os procedimentos devem ser feitos pelo professor inclusive o fornecimento das explicações científicas e a chamada da atenção para o que deve ser observado.

- 2) **As atividades de verificação** são aquelas empregadas com a finalidade de confirmar alguma lei ou teoria. Os resultados desse tipo de experimentos são previsíveis e a atividade proporciona à capacidade de interpretar os parâmetros. O que diferencia a atividade de verificação da atividade de demonstração deve-se ao fato de que o aluno já deve ter estudado o conteúdo previamente com o professor, essa modalidade de atividade deve ser realizada após a aula expositiva. Esse tipo de abordagem é mais adequado quando os alunos ainda estão pouco familiarizados com a realização de aulas experimentais.

- 3) **A atividade de investigação** é a abordagem que coloca o aluno em uma posição mais ativa no processo de construção do conhecimento e o professor passa a ser um facilitador, a maior participação dos alunos está em todas as etapas da investigação, de interpretação do problema até a possível solução. O aluno projeta, identifica o que é interessante a ser resolvido, mas não dispõe de procedimentos automáticos para chegar à solução imediata, não existem roteiros fechados que forneçam as possibilidades de intervenção modificação por parte dos alunos. Ao longo da etapa experimental, o professor deve auxiliar os alunos na busca de explicações, negociar estratégias para buscar soluções para o problema, questionar as ideias dos alunos e incentivar criatividade durante a atividade.

Podemos colocar em um quadro conforme a tabela 2.

	TIPOS DE ABORDAGEM EXPERIMENTAL		
	DEMONSTRAÇÃO	VERIFICAÇÃO	INVESTIGAÇÃO
Papel do professor	Executar os experimentos e fornecer as explicações para os fenômenos	Fiscalizar as atividades dos alunos; diagnosticar e corrigir erros.	Orientar as atividades; incentivar e questionar as decisões dos alunos.
Papel do aluno	Observar o experimento; em alguns casos sugerir explicações.	Executar o experimento; explicar os fenômenos observados.	Pesquisar, planejar e executar a atividade; discutir explicações.
Roteiro de atividade experimental	Fechado, estruturado e de posse exclusiva do professor.	Fechado e estruturado	Ausente ou, quando presente, aberto ou não estruturado
Posição ocupada na aula	Central, para ilustração; ou após a abordagem expositiva.	Após a abordagem do conteúdo em aula expositiva	A atividade pode ser a própria aula ou pode ocorrer previamente à abordagem do conteúdo.
Algumas vantagens	Demandam pouco tempo; podem ser integrada a aula expositiva; uteis quando não há recursos materiais ou espaço físico suficiente para todos os alunos realizarem a pratica	Os alunos tem mais facilidade na elaboração de explicações para os fenômenos; é possível verificar através de explicações dos alunos se os conceitos abordados foram bem compreendidos.	Os alunos ocupam uma posição mais ativa; há espaço para a criatividade e abordagem de temas socialmente relevantes; o “erro” é mais aceito e contribui para o aprendizado.
Algumas desvantagens	A simples observação do experimento pode ser um fator de desmotivação; é mais difícil para manter a atenção dos alunos; não há garantia de que todos estarão envolvidos.	Pouca contribuição do ponto de vista da aprendizagem de conceitos; o fato dos resultados serem relativamente previsíveis não estimula a criatividade dos alunos.	Reque maior tempo para a sua realização. Exige um pouco de experiência dos alunos na pratica de atividades experimentais.

Tabela 2. Características da atividade experimental (OLIVEIRA, 2010)

Laburú (2005) em seu artigo publicado com o título *Atividades experimentais no ensino de Física: teorias e práticas*, fala que as atividades experimentais constituem uma das mais importantes ferramentas no ensino de Física. Contribuem para que os alunos se tornem mais ativos no processo de aprendizagem. No trabalho apresentado é identificado quais são os principais motivos que levam professores de Física do ensino médio a utilizar em atividades experimentais em sala de aula. De acordo com a classificação há quatro categorias: motivacional, instrucional, funcional e epistemológica.

- i. **MOTIVACIONAL:** Na categoria motivacional as respostas dadas pelos professores têm como foco direto a atenção do aluno. Essas atividades despertam o interesse pelo fato

de ser curioso, atraentes, envolvente, chocantes ou relacionadas à tecnologias presentes no cotidiano.

- ii. *FUNCIONAL*: Na categoria funcional a atividade experimental tem a intenção de facilitar a tarefa do professor e do aluno em relação a montagem, pois prioriza a escolha de experimentos que sejam de fácil manuseio.
- iii. *INSTRUCIONAL*: A categoria instrucional trata das atividades experimentais que são facilitadores de explicação procurando tornar teoria simplificada, clara para o aluno.
- iv. *EPISTEMOLÓGICA*: A categoria epistemológica procura contemplar o padrão de característica nas respostas dos participantes. Estabelece uma relação entre o empírico e a construção teórica.

2.3.3 Quanto ao grau de liberdade nas práticas experimentais

As aulas experimentais são atividades nas quais os estudantes interagem com materiais para observar e entender fenômenos que podem ser somente visuais, quando o professor faz a demonstração e o aluno só observa, ou de forma manipulativa, quando pequenos grupos trabalham no laboratório. Existem, de acordo com (Pella apud Carvalho, 2010) cinco graus de liberdade intelectual que os professores (P) proporcionam aos seus alunos (A):

	GRAU I	GRAU II	GRAU III	GRAU IV	GRAU V
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P	P	A	A
Plano de trabalho	P	P	A	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A	A	A	A

Tabela 3. Graus de liberdade em aulas experimentais

No grau de liberdade I o aluno participa apenas na obtenção dos dados. O aluno só precisa provar que a teoria está certa. Este tipo de grau representa as aulas em que o aluno recebe um manual de execução e deve seguir etapas pré-estabelecidas. No grau de liberdade II o aluno tem liberdade para obter os dados e tirar suas próprias conclusões. Por exemplo, o experimento de queda livre, no qual o professor solicita “prove que a aceleração da gravidade é $9,8 \text{ m/s}^2$ ”, pode ser proposto da seguinte maneira, em forma de pergunta, “que valor podemos obter para a gravidade?”. No grau de liberdade III, não é o professor que propõe aos alunos o

que deve ser feito, mas os alunos ou grupo de alunos que são convidados a elaborar um plano de trabalho para obtenção de seus próprios dados. No grau de liberdade IV os alunos só recebem do professor o problema e ficam responsáveis por todo o trabalho intelectual. Por fim, no grau V o problema é proposto pelos próprios alunos.

2.3.4 Ensino por investigação

O ensino por investigação é uma técnica educacional que aproxima o conhecimento científico dos conhecimentos escolares priorizando a linguagem e procedimentos próprios da ciência. Trata-se de colocar o aluno para buscar respostas a partir de problemas reais e culturalmente relevantes. (NUNES, 2017)

No ensino por investigação o ápice da resolução de problemas está na participação dos alunos que saem de uma postura passiva e aprendem a pensar elaborando os seus raciocínios verbalizando escrevendo trocando ideias e justificando suas ideias (CARVALHO et al., 2016)

2.3.5 Sobre a resolução de problemas no ensino de Física em aberto (laboratório aberto)

No ensino por investigação o professor propõe uma questão onde não há necessidade de materiais muito sofisticados, utiliza-se materiais do dia a dia em que o professor apresenta os materiais aos estudantes e propõe que uma questão seja resolvida utilizando apenas os materiais dados pelo professor em sala de aula.

A atividade de laboratório aberto busca a solução de uma questão que será respondida por uma experiência e é dividida em seis momentos (CARVALHO et al., 2016):

ETAPAS		
1	A proposta de um problema experimental pelo professor.	O problema deve ser colocado em forma de pergunta objetivando estimular a curiosidade dos estudantes a exemplo deste trabalho, na atividade I, a proposição inicial é <i>Como podemos determinar a velocidade de uma bola de futebol?</i> Na atividade II a pergunta problema é <i>De que forma podemos determinar as variáveis cinemáticas de um carro de controle remoto em movimento?</i> E, por último, na atividade III, <i>Como determinar o valor da aceleração da gravidade local?</i>
2	Levantamento de hipóteses	Quando o problema for proposto pelo professor, os alunos devem levantar hipóteses sobre a possível solução do mesmo por meio de uma discussão. O professor procura

		observar o trabalho dos grupos sem interferir e verificando as hipóteses lançadas pelos estudantes.
3	Elaboração do plano de trabalho	Consiste na exposição por parte dos estudantes dos caminhos metodológicos para resolver o problema. Deve-se discutir nesta etapa como será realizado o experimento, ou seja, que tipo de material poderá ser utilizado, como será a montagem do equipamento, a forma de coletar os dados e a análise destes. O professor tem o papel de analisar junto com os grupos de estudantes quais as hipóteses podem ser testadas e dar dicas de como realizar as tarefas. Em muitos casos o professor pode dar os materiais para os estudantes e solicitar de que forma eles resolveriam os problemas com o que eles tem em mãos.
4	Montagem do arranjo experimental e coleta de dados	Este é o momento em que os alunos manipulam o material que foi pensado na etapa anterior ou com o material dado pelo professor em que a montagem do arranjo deve passar pela coleta de dados de acordo com o plano elaborado pelo grupo. O professor deve verificar se todos os grupos estão montando o material.
5	Análise dos dados	Nesta etapa os dados serão obtidos e devem ser organizados em forma que se utilize a linguagem própria das ciências, tais como a modelagem matemática, construção de gráficos, obtenção de equações para validar as hipóteses.
6	Conclusão	Nessa etapa ocorre a formalização de uma resposta ao problema inicial solicitado.

Tabela 4. Etapas na resolução de problemas em Física.

2.3.6 Modelagem Matemática para a Física

A matemática tem um papel de organização das teorias e tem muita importância para o conhecimento físico porque trabalha na operação de algoritmos, construção de gráficos, solução de equações e pela capacidade de estruturação das situações físicas.

De acordo com BASSANESI (2009) a modelagem matemática pode ser tomada tanto com o método científico de pesquisa quanto como uma estratégia de ensino-aprendizagem e é definida como “a arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções da linguagem do mundo real”.

O estudante deve ser capaz de entender essa linguagem própria da Ciência para representar a realidade para poder refletir e se posicionar diante de evoluções tecnológicas (SILVA NETO, 2015).

Então, como montar uma aula em que o aluno estabelecer as relações entre a teoria e o modelo matemático? Um caminho metodológico que pode dar resultados interessantes é o laboratório didático aliado a modelagem matemática, não necessariamente com aparelhos sofisticados. Atualmente, o uso de smartphones e materiais simples podem trazer bons resultados.

De acordo com SILVA NETO (2015) é pertinente o uso da modelagem matemática como estratégia de ensino das disciplinas de Física associada ao ensino experimental. “O aluno deve ser levado ao entendimento dos conceitos físicos a partir dos resultados experimentais para em seguida ser confrontado com o modelo teórico na busca de equivalência que levem o reforço e aprendizagem”.

As vantagens de emprego da modelagem matemática interna de pesquisa podem ser constatadas nos avanços das mais diversas ciências. A modelagem é um processo que associa a teoria com a prática emotiva os vários na procura de entendimento da realidade na busca de mesmo para agir sobre ela para transformá-la ajudando e preparando o indivíduo para assumir seu papel de cidadão.

A modelagem segue passos semelhantes ao ensino por investigação proposto por Carvalho et al. (2016) que também trabalha com a proposição de problemas abertos. O professor (P) coloca o aluno (A) para investigar situações usando materiais acessíveis de acordo com a tabela 5.

Etapas do processo	Possibilidade		
	I	II	III
Escolha do tema	P	P	P/A
Elaboração da situação problema	P	P	P/A
Coleta de dados	P	P/A	P/A
Simplificação dos dados	P	P/A	P/A
Tradução do problema/resolução	P/A	P/A	P/A
Análise Crítica/ validação	P/A	P/A	P/A

Tabela 5. Proposta da possibilidade de Modelagem Matemática em sala de aula proposta de CHAVES e ESPÍRITO apud SILVA NETO (2015).

Capítulo 3

Estudo dos Movimentos

Este capítulo contém uma breve descrição histórica do estudo dos movimentos, bem como a parte conceitual e base matemática.

3.1 Breves considerações históricas

O início do estudo da Física se baseava em tentativas de explicação decorrentes das experiências cotidianas com fundamentação no argumento e nas experiências do dia a dia. O que se tem hoje é resultado de questionamentos que aconteceram e acontecem ao longo da história de maneira não linear sobre a natureza sendo uma construção de vários pensadores e pesquisadores (PIRES, 2011). E, apesar de se falar bastante sobre a contribuição da filosofia grega, algumas literaturas apontam para o fato de que o desenvolvimento da ciência também ocorreu fora do mundo ocidental (GOODY, 2008).

Uma das primeiras tentativas de sistematizar o movimento tem fundamento na linha de raciocínio de Empédocles dos quatro elementos da natureza. Aristóteles seguindo este pensamento classificou três categorias *movimento natural*, *movimento violento* e o *movimento circular perfeito*. Os dois primeiros explicavam objetos na Terra e o terceiro serviu para explicar os objetos celestes. Decorre dessa filosofia concepções consideradas ultrapassadas tais como “só existe movimento se houver uma força impressa que mantenha o deslocamento observado, cessando a força o movimento para” e “objetos mais pesados deveriam cair mais rápido”. (HEWITT, 2012)

A noção de que tudo tende para o repouso permaneceu implícito no pensamento antigo, medieval até o início do Renascimento, era comum imaginar que a Terra estava parada e ocupava seu lugar especial no Universo. Nesse clima surgem as ideias do astrônomo polonês Nicolau Copérnico que supôs que a Terra não estaria parada causando certa discussão intelectual com os pensadores contrários a essa ideia.

Algumas mudanças foram acontecendo durante os anos, a contribuição de Jean Buridan no século XIV que elaborou a ideia de ímpeto para tentar explicar o movimento sugerindo que a força impressa dura somente um tempo enquanto que o ímpeto teria natureza permanente, o que parece ser uma evolução significativa para o início do pensamento acerca da ideia de inércia, o problema foi que ele usou a teoria para explicar a imobilidade da Terra (BAPISTA e FERRACIOLI, 1999).

Galileu Galilei por meio de estudos de planos inclinados chega à conclusão que o movimento sempre envolve um meio resistivo tal como a resistência do ar ou o atrito que o dificulta. Nos planos inclinados, quanto mais lisa era a superfície mais longe o objeto iria concluindo que se não houver estas forças de oposição o objeto nunca pararia, quebrando aquela antiga concepção de que seria necessário usar força para manter o movimento, essa conclusão será evocada por Newton e constitui a ideia de Inercia. Além disso, Galileu comprovou que um objeto mais pesado não caia duas vezes mais rápido, objetos de vários pesos deveriam cair ao mesmo tempo soltos da mesma altura.

Isaac Newton por meio de suas publicações nos livros de Filosofia Natural consegue explicar as causas dos movimentos com a noção de força. A força gravitacional que mantém a Terra interagindo no sistema solar é a mesma mantém a Lua girando e mesma que provoca a queda de objetos. Esta explicação é muito mais simples que as ideias aristotélicas e unifica o Céu e a Terra que antes era pensado de forma separada.

Estudo da Mecânica esteve sempre muito relacionado com a resolução de problemas práticos e evoluiu ao longo da história chegando aos dias atuais tendo adquirido uma forma própria. Do ponto de vista matemático a geometria ocupou um papel muito importante para a explicação de fenômenos físicos até durante a época de Galileu Galilei e o estudo mais detalhado da mecânica veio com o desenvolvimento da geometria analítica e do cálculo. (ROCHA, 2015)

Pode-se estudar a Mecânica do ponto de vista descritivo em termos de posição, velocidade e aceleração sem foco no que deu origem ao mesmo (Cinemática) ou do ponto de vista da causa do movimento (Dinâmica) e do ponto de vista energético (Conservação da energia).

3.2 Energia e Movimento

Associar o movimento a um processo energético não é tão simples devido ao conceito ser bastante abstrato. E apesar de não haver uma definição exata do que é energia, objetos podem adquirir velocidade ou até mesmo aceleram por causa dela sendo algo não material se manifestando também em outras modalidades.

A evolução do conceito de energia como tem-se atualmente associada ao movimento passa pelo século XVII quando os pensadores entendem o mundo por meio de leis naturais que podem ser expressas matematicamente. A questão principal nesse período se relacionava a quais seriam as grandezas que melhor representariam o movimento e a evolução do Universo.

Para Descartes a verdadeira medida do movimento se relacionava pelo produto entre a massa e o módulo da velocidade, para Leibniz seria o produto da massa pela velocidade ao quadrado. Huygens e outros pesquisadores estudando colisão entre corpos mostraram que ambas as grandezas físicas eram manifestações de conservações associadas a duas formas diferentes de entender o movimento sendo cunhado o termo *momento* para o produto $m.v$ e energia cinética para a $(mv^2)/2$, a energia potencial se associava ao que podia ser armazenado. (ROCHA, 2015).

3.3 Força e movimento

As variações que ocorrem no movimento devem-se a uma interação denominada de força. A combinação dessas forças pode produzir situações de equilíbrio mecânico² que pode ser estático “velocidade nula” ou equilíbrio dinâmico “velocidade constante” ou ainda variações na velocidade. Um aprofundamento melhor dessas situações são estudadas com mais detalhes na dinâmica, o objetivo aqui é apenas tratar com a característica descritiva do fenômeno. Considerando que todas as forças são constantes em relação ao tempo:

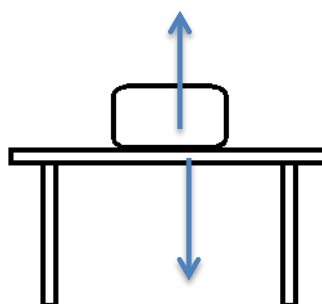


Figura 1. Situação de equilíbrio estático. Fonte: Arquivo pessoal.

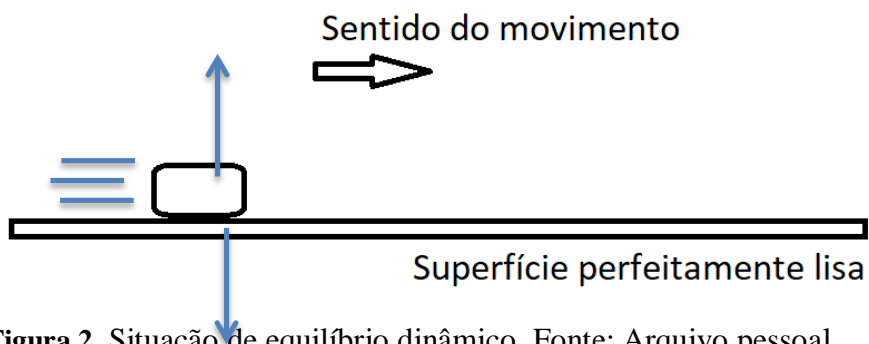


Figura 2. Situação de equilíbrio dinâmico. Fonte: Arquivo pessoal.

² Não sofre alteração no estado físico se está parado permanece deste jeito, mas se está em movimento permanece nesse estado de movimento com velocidade que não se altera.

3.4 Cinemática Vetorial

Após uma breve discussão histórica, este tópico abrange as grandezas deslocamento, velocidade e aceleração, dando a elas o tratamento vetorial. Antes de tudo, uma breve revisão de vetores e as suas mais básicas.

3.4.1 Grandezas Físicas Escalares e Vetoriais

Uma grandeza Física é caracterizada como tudo aquilo que é passível de medição. As grandezas físicas *escalares* ficam totalmente caracterizadas com o Módulo, isto é, o número e unidade, sem a necessidade de informações adicionais: temperatura ($T = 30^{\circ}\text{C}$), altura ($A = 1,81\text{m}$), tempo ($t = 15\text{ s}$), dentre outras. A grandeza *vetorial*, além do Módulo, é necessária informar a direção e sentido. Para diferenciar as grandezas escalares das vetoriais utiliza-se uma pequena flecha em sua representação algébrica. Exemplo: aceleração ($\vec{a} = 10\text{ m/s}^2$), força ($\vec{F} = 10\text{ N}$), dentre outras. A figura 3 representa a diferença entre a grandeza escalar e vetorial.

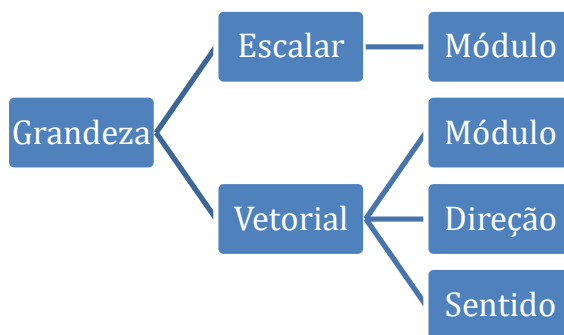


Figura 3. Grandeza escalar e vetorial. Fonte: Arquivo pessoal.

3.4.2 Representação de uma grandeza vetorial

Para expressar as grandezas vetoriais utiliza-se o vetor (Figura 4). Por exemplo, um vetor \vec{v} é representado um segmento de reta orientado, sobre uma reta imaginária como suporte:

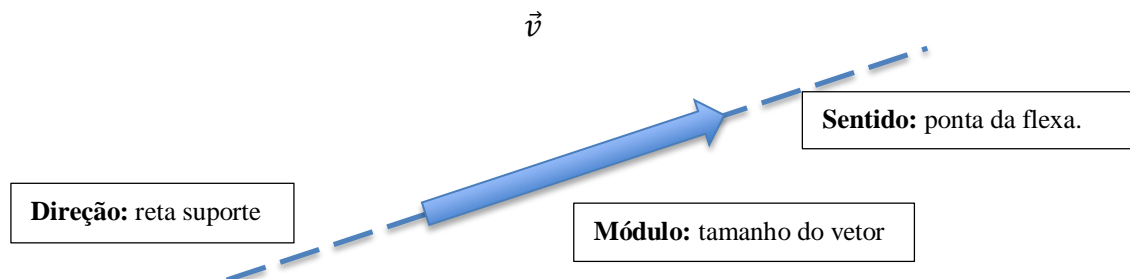


Figura 4. Representação do vetor. Fonte: Arquivo pessoal.

Outra maneira de representar o vetor é fazer uso da representação analítica com um conjunto de três atributos (componentes ou versores), dentro de um sistema de eixos cartesianos.

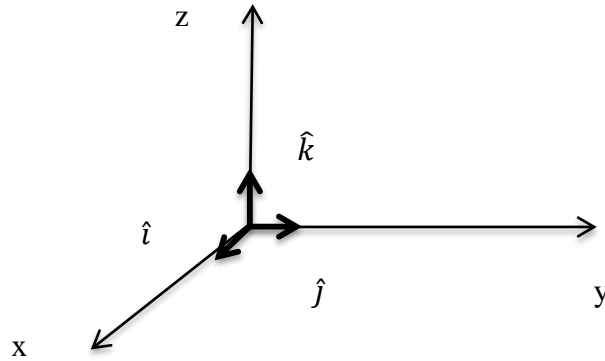


Figura 5. Vetores unitários ou Versores. Fonte: Arquivo Pessoal.

Vetor unitário na direção x	Vetor unitário na direção y	Vetor unitário na direção z
\hat{i} : horizontal saindo do papel	\hat{j} : vertical para direita	\hat{k} : vertical para cima
$-\hat{i}$: horizontal entrando no papel	$-\hat{j}$: vertical para esquerda	$-\hat{k}$:vertical para baixo

O vetor de posição \vec{r} pode então ser representado a partir das suas componentes e dos versores $\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$ como:

$$\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k} \quad (1)$$

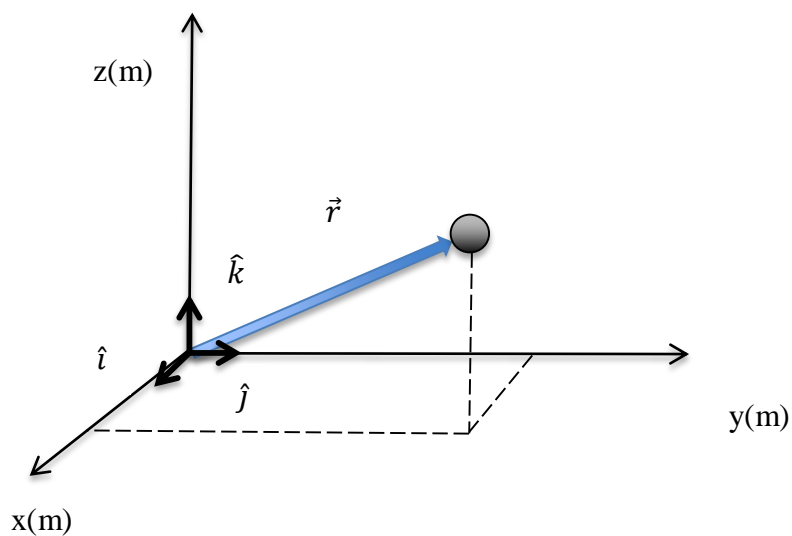


Figura 6. Vetor \vec{r} . FONTE: Arquivo pessoal

Para descrever um movimento espacial é necessário um sistema de coordenadas de posição x, y, z , e um tempo definido t .

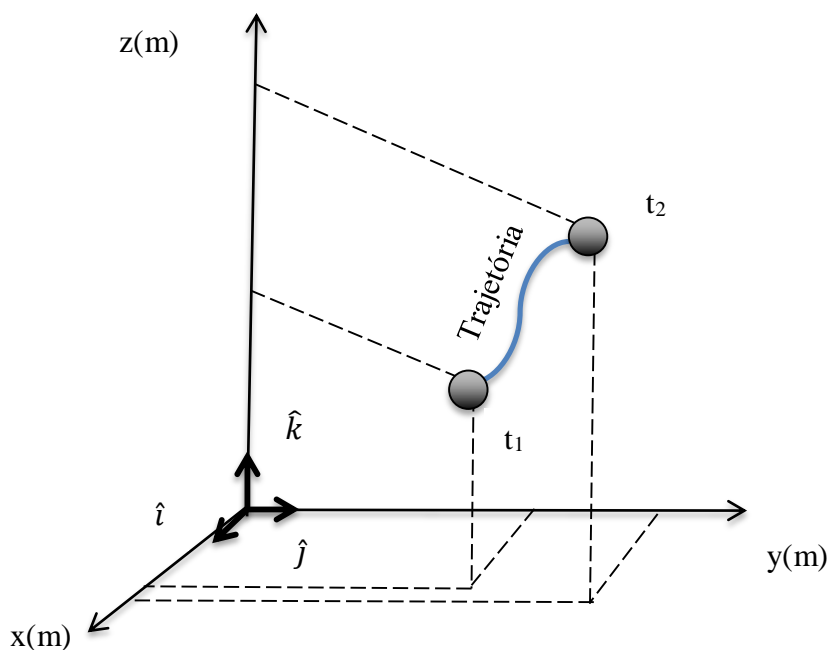


Figura 7. Trajetória de um ponto material no espaço. FONTE: Arquivo Pessoal.

Na figura 7 a linha mais espessa representa a trajetória da partícula ocupando posição x_1 , y_1 e z_1 em um instante definido t_1 . Após sucessivos deslocamentos, ocupa outra localização espacial x_2 , y_2 e z_2 em um instante definido t_2 . Fazer o estudo detalhado desse movimento requer ferramentas matemáticas mais bem elaboradas em cursos mais avançados de nível superior.

No caso desta dissertação os movimentos analisados serão simplificados para o caso de movimentos unidimensionais, isto é, que ocorrem em uma única direção, evitando ao máximo que o objeto de estudo não faça variações consideráveis nos outros dois eixos. Será estudada uma bola em movimento aproximadamente reto, um carro em movimento aproximadamente reto e um deslizamento também linear sob a ação da gravidade.

3.4.3 Posição e Deslocamento

A análise de um movimento em Física sem considerar as características dinâmicas envolve a descrição de um lugar no espaço chamado de referencial, que no caso unidimensional é uma reta imaginária com origem conhecida e uma orientação. Na figura 8, $x(t)$ é a posição no instante t ocupado por um objeto se movendo em trajetória reta. (NUNSSENZVEIG, 2004).

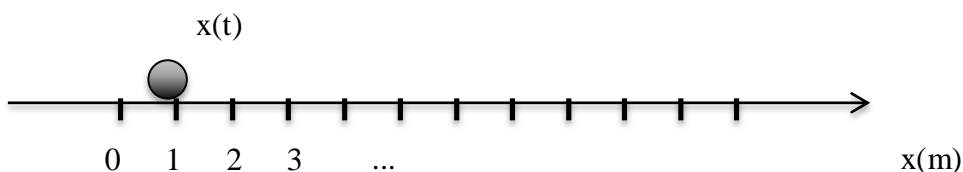


Figura 8. Movimento em linha reta no eixo x . FONTE: Arquivo pessoal.

Um deslocamento acontece quando há sucessivas mudanças de posição de um local para outra até chegarem um ponto específico calculado da seguinte maneira conforme a equação (2),

$$\Delta x = x - x_0 \quad (2)$$

Onde,

x_0 = representa o início da observação

x = representa o fim da observação

Δ = letra grega maiúscula representa a variação da grandeza (valor da observação final menos o valor observado no início)

Por exemplo, se um objeto se move no sentido positivo de $x_0 = 1\text{ m}$, para $x = 5\text{ m}$,



Figura 9. Deslocamento em linha reta no eixo x . FONTE: Arquivo pessoal.

Então, Δx é igual

$$\Delta x = x - x_0 = 5 - 1 = 4\text{ m}$$

Outro exemplo seria um deslocamento para baixo onde $y_0 = 8\text{ m}$ e $y = 1\text{ m}$.

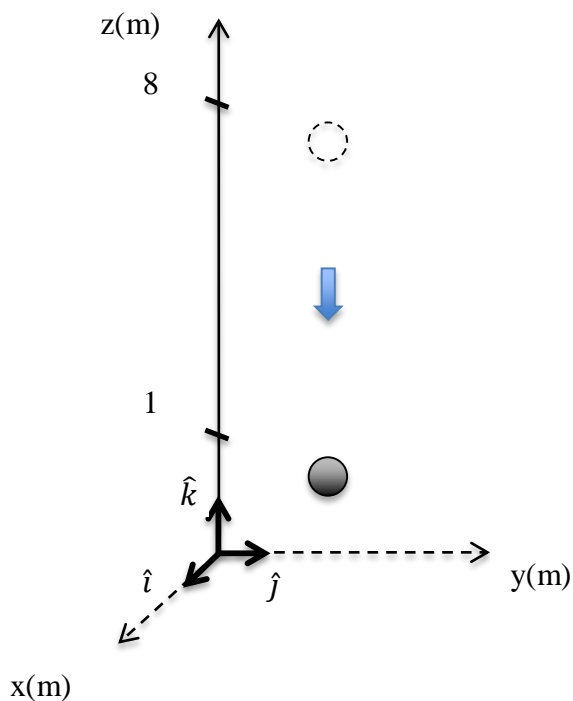


Figura 10. Movimento em linha reta no eixo z . FONTE: Arquivo Pessoal.

$$\Delta y = y - y_0 = 1 - 8 = -7m$$

Observa-se um sinal negativo que significa uma variação de espaço no sentido oposto ao sentido definido como positivo, a partícula estava indo para posições cada vez menores na sua trajetória. Quando as dimensões do objeto forem muito grandes se comparado ao sistema de referência escolhido basta escolher um único ponto do objeto e a partir daí fazer a análise e descrição do movimento considerando o seu tamanho L , por exemplo, consideremos um carro, podemos definir um ponto fixo situado no para-choque do carro em movimento conforme a figura 10,



Figura 11. Carro em linha reta. FONTE: Arquivo Pessoal.

Assim, para o cálculo do deslocamento a equação (2) se torna $\Delta x + L$.

3.4.4 Velocidade

A velocidade de um movimento no espaço é definida como a razão entre o deslocamento e o intervalo de tempo decorrido, como expressa na equação 3.

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{\vec{r} - \vec{r}_0}{t - t_0} = \left(\frac{x - x_0}{t - t_0} \right) \hat{i} + \left(\frac{y - y_0}{t - t_0} \right) \hat{j} + \left(\frac{z - z_0}{t - t_0} \right) \hat{k} \quad (3)$$

Sendo também conhecido como velocidade média. Em que,

\vec{v} = velocidade

$\Delta \vec{r}$ = variação da posição

Δt = variação de tempo em que ocorre variação a posição

No caso unidimensional a velocidade do movimento é definida pela equação 4 (NUSSENZVEIG, 2004),

$$\vec{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x(t) - x(t_0)}{t - t_0} \quad (4)$$

A *Velocidade Média* fornece a ideia de rapidez ou lentidão relacionando a distância total percorrida pelo tempo gasto nesse processo (HALLIDAY et al., 2002).

A *Velocidade Instantânea* é entendida a partir da velocidade média quando o movimento total é particionado em pequenos intervalos de tempo, tão pequenos que as variações do vetor posição tendem a espaços cada vez menores e, nesse sentido, se tem pequenas velocidades a cada instante dado conforme a equação 5. A unidade padrão do sistema internacional é metros por segundo (m/s) ou (m.s⁻¹).

$$v_{inst} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left[\frac{x(t_0 + \Delta t) - x(t_0)}{\Delta t} \right] = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right) \Big|_{t=t_0} = \frac{dx}{dt} \Big|_{t=t_0} \quad (5)$$

Note que quando $\Delta t \rightarrow 0$, o valor de $\Delta x \rightarrow 0$, mas o cociente $\Delta x/\Delta t$ tende a um valor finito e dx/dt é uma notação que representa a derivada de x em relação a t naquele ponto. (NUSSENZVEIG, 2004)

3.4.5 Aceleração

Quando um objeto sofre a ação de uma força que o puxa ou empurra sofre uma interação denominada aceleração definida como uma grandeza vetorial (possui módulo ou intensidade, direção e sentido) que mede a variação de velocidade por unidade de tempo de acordo com a relação 6.

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \left(\frac{v_x - v_{0x}}{t - t_0} \right) \hat{i} + \left(\frac{v_y - v_{0y}}{t - t_0} \right) \hat{j} + \left(\frac{v_z - v_{0z}}{t - t_0} \right) \hat{k} \quad (6)$$

Ou para o caso unidimensional, a equação acima se torna (7),

$$a(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left[\frac{v(t_0 + \Delta t) - v(t_0)}{\Delta t} \right] = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} \quad (7)$$

Onde,

$a(t)$ = aceleração

dv = variação muito pequena na velocidade

dt = variação muito pequena no tempo

Sendo a aceleração instantânea dada pela equação 7, também entendida matematicamente como a segunda derivada do vetor posição em relação ao tempo, equação 8.

$$a(t) = \frac{d}{dt} \left(\frac{dx}{dt} \right) = \frac{d^2x}{dt^2} \quad (8)$$

3.4.6 MRU e MRUV

O Movimento Retilíneo Uniformemente Variado, ou MRUV, acontece quando a velocidade sofre alteração constante ao longo do tempo. O MRU é o movimento que ocorre sem aceleração. Para fins de simplificação do capítulo o MRU será considerado um caso particular do MRUV, isto é, quando não há aceleração.

Função horária da velocidade unidimensional

Obtém-se a função horária (8) da velocidade do MRUV aplicando o conceito de aceleração visto em (6), considerando que no instante inicial $t_0 = 0$ foi o início da observação quando o cronômetro foi acionado,

$$a = \frac{v - v_0}{t}$$

$$v = v_0 + at \quad (8)$$

Ou, partindo da equação 7 e, usando o cálculo diferencial integral,

$$dv = a dt$$

$$\int_{v_0}^v dv = \int_{t_0}^t a dt$$

$$v - v_0 = a \int_{t_0}^t dt$$

$$v = v_0 + a[t]_{t_0=0}^t$$

$$v = v_0 + at. \text{ [eq. (8)]}$$

Chegando-se a mesma conclusão. Considerando o caso específico que a aceleração é nula chega-se a conclusão $\vec{v} = \vec{v}_0$ e que, portanto, a velocidade do começo da observação do fenômeno permaneceu a mesma até o final.

Método gráfico para se chegar a equação da posição

A velocidade em um movimento com aceleração constante é uma reta e matematicamente uma função do primeiro grau:

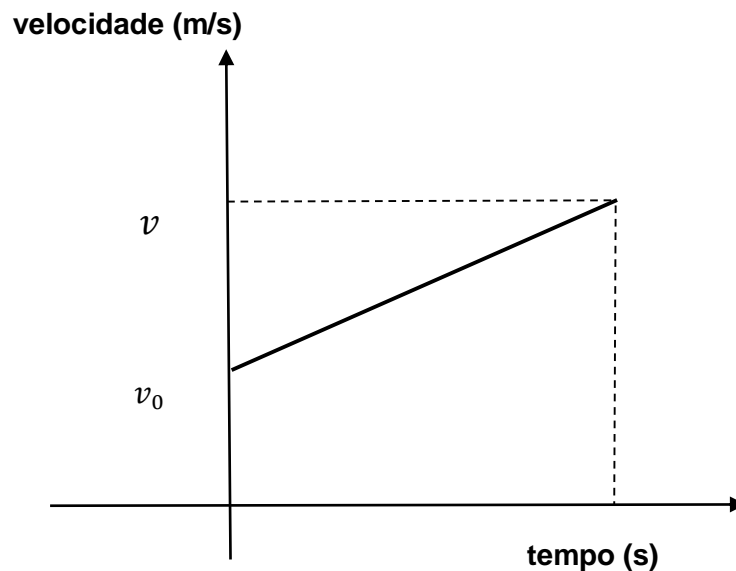


Figura 12. Gráfico da velocidade. FONTE: Arquivo pessoal.

A área da figura entre a reta e o eixo do tempo é numericamente igual à variação de espaço Δx . A medida que o móvel descreve este tipo de movimento em $t_0 = 0$ ele estará na posição x_0 e em t ele estará em x . Então a variação entre esses dois pontos pode ser calculada pela técnica do gráfico descrita acima.

$$\Delta x = \frac{v_0 + v}{2} t$$

Substituindo a equação 8 na relação acima:

$$x - x_0 = \left[\frac{(v_0 + at) + v_0}{2} \right] t$$

$$x = x_0 + \frac{v_0 t + at^2 + v_0 t}{2}$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad (9)$$

Ou, de outra forma, levando em consideração a relação (5) chega-se a mesma conclusão acima onde,

$$dx = v dt$$

$$\int_{x_0}^x dx = \int_{t=0}^t v dt.$$

A velocidade é variável e definida pela Equação 7, substituindo na equação acima,

$$\int_{x_0}^x dx = \int_{t=0}^t (v_0 + at) dt.$$

$$x - x_0 = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2. \text{ [eq. 9]}$$

Para o caso em que ocorrerá um movimento sem aceleração $a = 0$ e a velocidade $v_0 = v$, tem-se o caso do MRU, equação (10),

$$x = x_0 + vt \quad (10)$$

Equação de Torricelli

Essa equação é utilizada quando se conhece a relação que há entre a posição e a velocidade partindo da equação (5) que pode ser escrita como $dv = a dt$ e multiplicada em ambos os lados por dx/dt . (ALONSO e FINN, 2016)

$$\left(\frac{dx}{dt}\right) dv = a dt \left(\frac{dx}{dt}\right),$$

$$v dv = a dx.$$

Integrando,

$$\int_{v_0}^v v dv = \int_{x_0}^x a dx.$$

Estabelece a relação para o cálculo da velocidade quando se conhece a relação entre o deslocamento na direção x e a aceleração,

$$\frac{1}{2}v^2 - \frac{1}{2}v_0^2 = \int_{x_0}^x a dx.$$

Se a aceleração for considerada praticamente constante a integral pode ser calculada para estabelecer a relação de dependência da velocidade com as outras variáveis sem implicitamente a relação com o tempo,

$$\frac{1}{2}(v^2 - v_0^2) = a(x - x_0),$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0). \quad (11)$$

Objetos sob a ação da gravidade (aceleração constante)

É conhecido o fato de que o módulo do vetor aceleração da gravidade pode variar com a latitude e a altitude. Apesar de não ser uma grandeza física constante é adotado o valor de 9,8 m/s².

Devido a Terra possuir uma velocidade angular e um achatamento, a aceleração da gravidade, ao nível do mar, aumenta ao percorrer-se um meridiano no sentido dos polos. A equação (12) fornece os valores, com cinco algarismos significativos para a aceleração da gravidade, variando com a latitude e ao nível do mar. (LOPES, 2008)

$$g_\lambda = g_0(1 + \beta \text{sen}^2 \lambda) \quad (12)$$

λ = representa a latitude medida em graus

$g_0 = 9,7803 \text{ m/s}^2$ (valor aproximado da aceleração da gravidade, no equador e ao nível do mar)

$\beta = 5,300 \cdot 10^{-3}$ (fator numérico que leva em conta a rotação terrestre, em torno de seu eixo)

Para os problemas desta pesquisa adotar-se-á em todos os casos que a aceleração é constante e portanto todas as equações mostradas para o MRUV serão usadas adotando o sistema de referência adequado e levando em consideração que $|a| = g$.

3.4.7 Objeto em um plano inclinado

Quando um objeto é abandonado sob a ação da gravidade em uma superfície sem atrito ele desliza. A força que provoca o deslizamento é a componente da decomposição do peso.

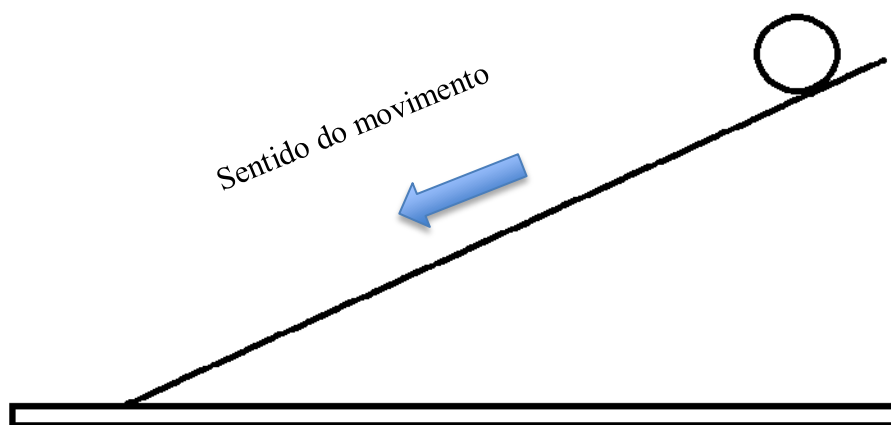


Figura 13. Plano Inclinado. FONTE: Arquivo pessoal.

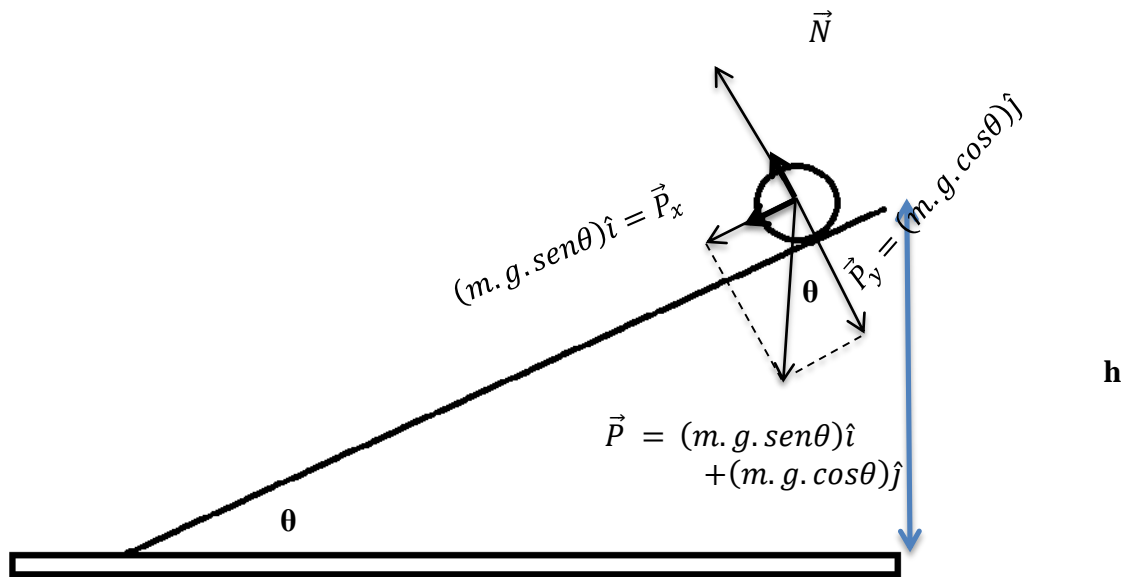


Figura 14. Forças no Plano Inclinado. FONTE: Arquivo pessoal.

$$\sin \theta = \frac{h}{x}$$

Onde,

h = o desnível entre os dois pontos fixos do fio

x = distância percorrida pela porca

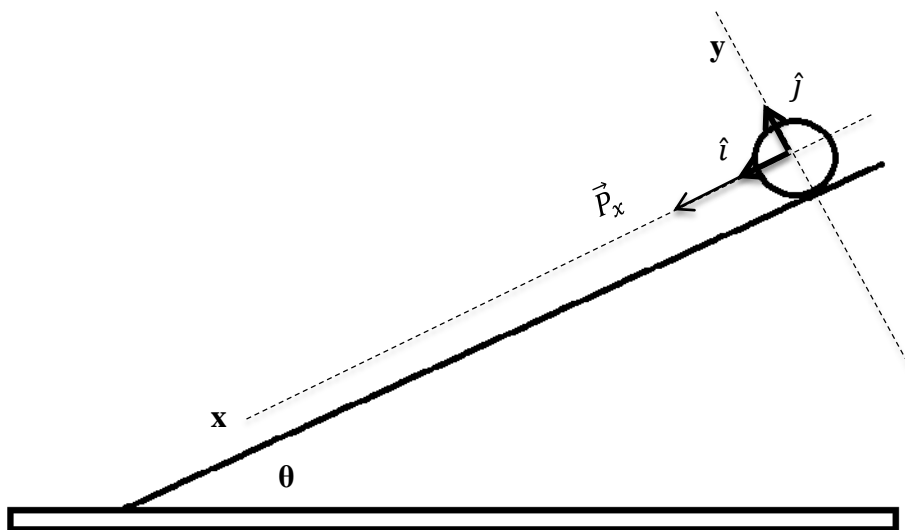


Figura 15. Plano inclinado sem atrito. FONTE: Arquivo pessoal.

Desprezando o atrito entre o objeto e a superfície a posição de início de movimento $x_0 = 0$ e a velocidade inicial $v_{0x} = 0$, com bastante aproximação, a distância percorrida pelo objeto é dada pela expressão, $\vec{r} = \left(x_0 + v_{0x}t + \frac{1}{2}a_x t^2\right)\hat{i}$ onde tem-se,

$$\vec{r} = \left(\frac{1}{2}a_x t^2\right)\hat{i}.$$

E,

$$a_x \hat{i} = \frac{2\vec{r}}{t^2}$$

Sendo que a força resultante que produz aceleração é o peso na direção do movimento P_x que pela segunda lei de Newton

$$\vec{F}_{resultante} = m\vec{a},$$

$$\vec{P}_x = m\vec{a},$$

$$(mg\text{sen}\theta)\hat{i} = (ma_x\hat{i} + ma_y\hat{j} + ma_z\hat{k}),$$

$$(g\text{sen}\theta)\hat{i} = (a_x\hat{i} + 0\hat{j} + 0\hat{k}),$$

$$g = \frac{a_x}{\text{sen}\theta},$$

$$g = \frac{2\vec{r}}{t^2\text{sen}\theta}$$

Ou simplesmente,

$$\vec{g} = \left(\frac{2x}{t^2\text{sen}\theta}\right)\hat{i} \tag{13}$$

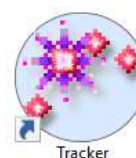
Capítulo 4

Descrição e instalação de programas e aplicativos

Este capítulo aborda o uso dos recursos tecnológicos utilizados. Estes recursos possuem um papel de auxiliar o estudo de situações problemas em sala de aula. Aqui há um tutorial básico de instalação e uso, caso ainda haja dúvidas é imprescindível o uso de tutoriais mais específicos disponíveis pela *Internet*, uma vez que, dependendo do tempo, há possibilidade de mudanças no software, no endereço do site de instalação, ou outras versões para outros sistemas operacionais que não estejam presentes na data desta monografia.

4.1 Tracker

É um software livre de análise de vídeos



Versão utilizada:

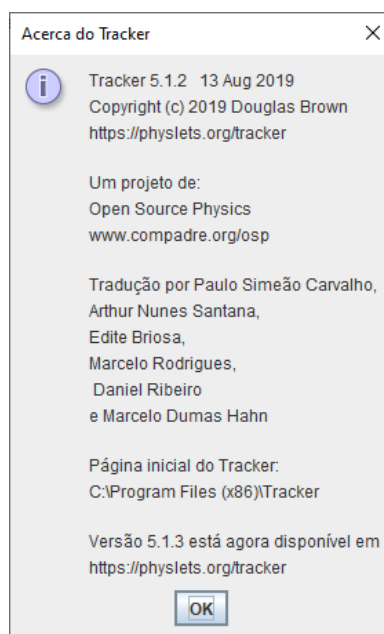


Figura 16. Versão do programa. Fonte: Arquivo pessoal.

4.1.1 Instalação do programa

Para fazer a instalação do programa o usuário deve acessar o link: <https://physlets.org/tracker/> e baixe o programa de acordo com o seu sistema operacional.

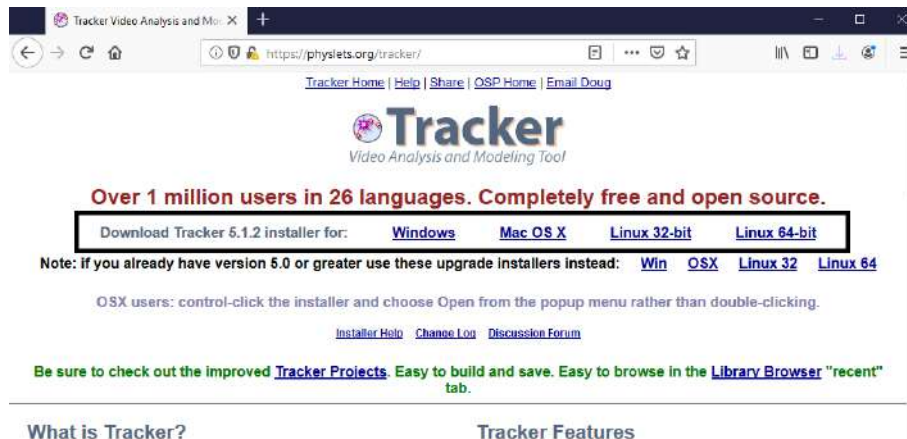


Figura 17. Site para baixar o arquivo. Fonte: Arquivo pessoal.

Após a instalação o usuário deverá abrir o programa clicando no ícone em sua área de trabalho para aparecer a seguinte estação de trabalho:

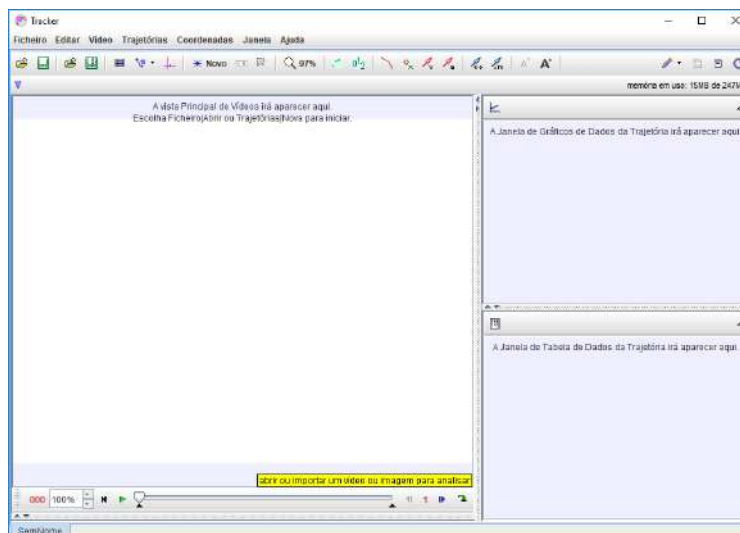


Figura 18. Programa onde o vídeo receberá tratamento. Fonte: Arquivo pessoal.

4.1.2 Como abrir um vídeo no computador?

Selecionar a opção

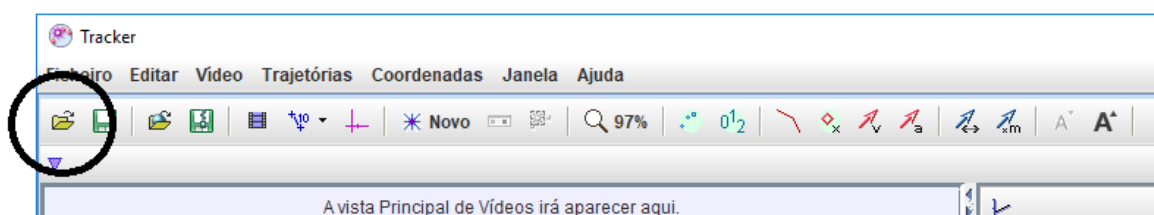


Figura 19. Abrindo o vídeo. Fonte: Arquivo pessoal.

Selecionar o vídeo desejado

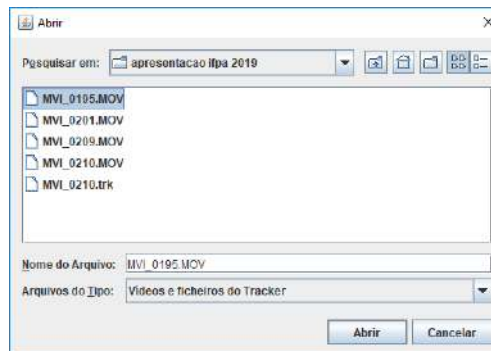


Figura 20. Escolhendo o vídeo. Fonte: Arquivo Pessoal.

O vídeo será carregado

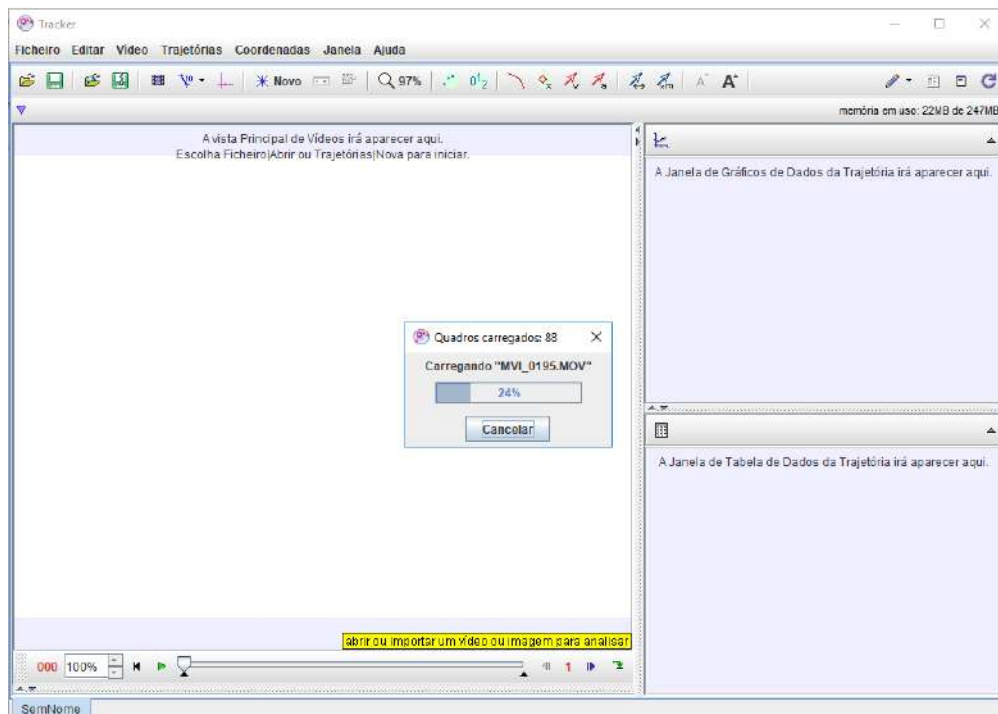


Figura 21. O vídeo sendo carregamento. FONTE: Arquivo pessoal.

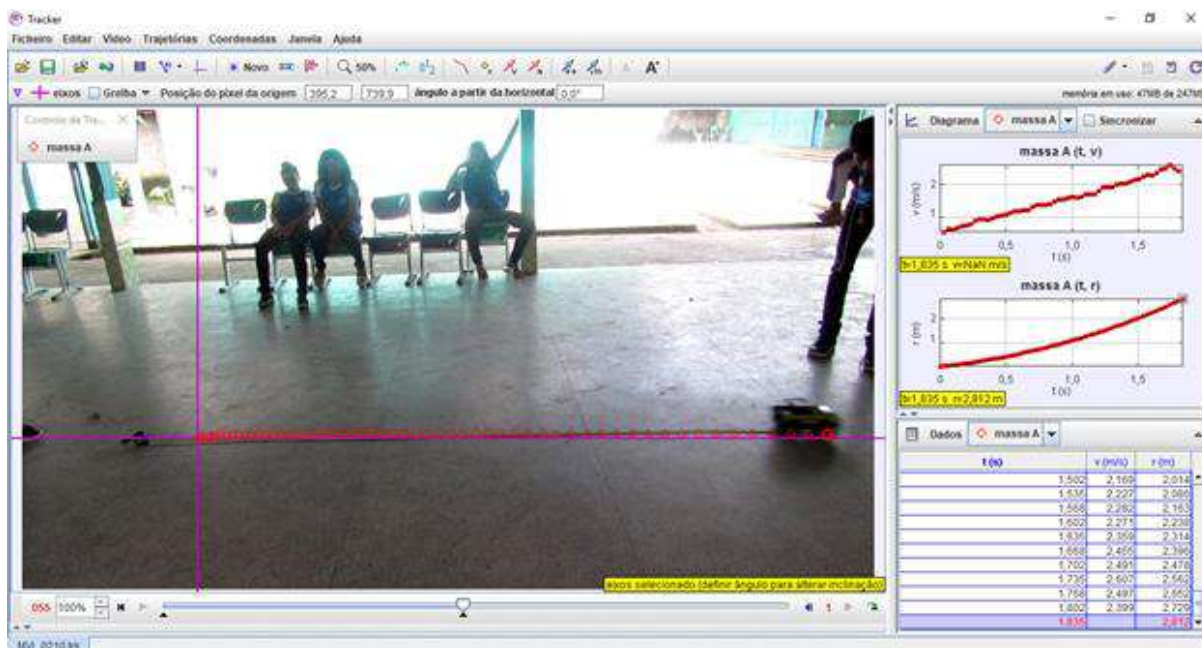


Figura 22. Vídeo pronto para análise. FONTE: Arquivo pessoal.

4.1.3 Delimitando o trecho para análise

Por meio das setas o usuário seleciona o início e o fim do vídeo que será estudado:

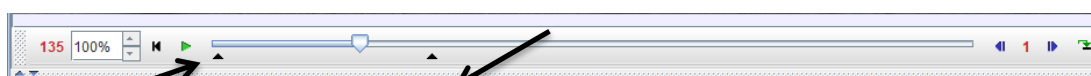


Figura 23. Escolha do trecho. FONTE: Arquivo pessoal.

4.1.4 Colocando a escala e o eixo de coordenadas

Selecione esta opção e posicione o eixo cartesiano no vídeo

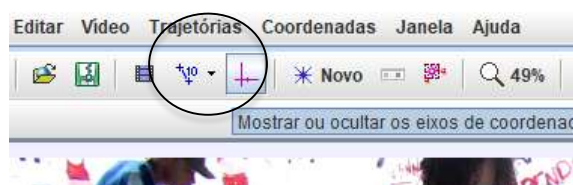


Figura 24. Colocando o eixo cartesiano. FONTE: Arquivo pessoal.

4.1.5 Formas de fazer a marcação da trajetória

Acrescente um bastão de calibração e informe uma distância conhecida para o programa que transformará os pixels para o tamanho correspondente:

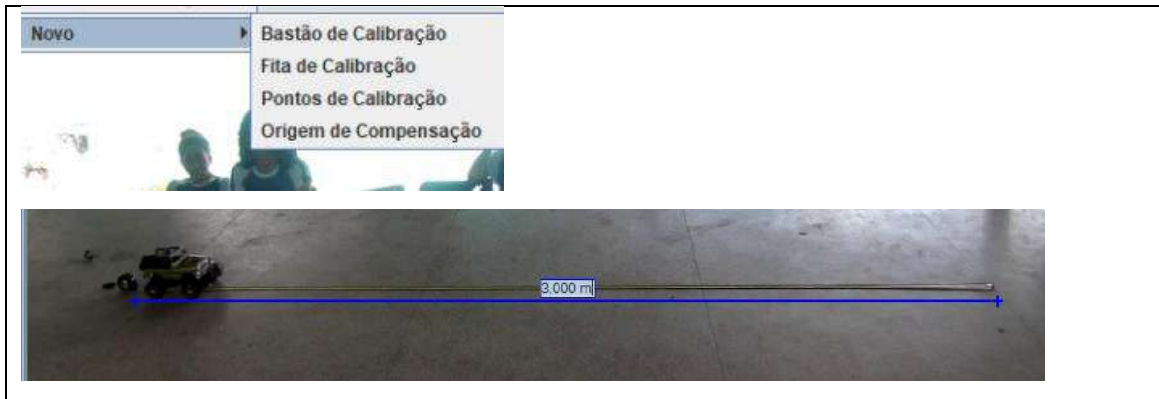


Figura 25. Colocando o bastão de calibração. FONTE: Arquivo pessoal.

Clique em NOVO selecione o ponto de massa e posicione sobre o objeto de estudo:



Figura 26. Selecionando a massa pontual. FONTE: Arquivo pessoal.

Ao apertar as teclas no computador CTRL+ SHIFT será selecionada a trajetória automática. O programa irá buscar o padrão de pixels e selecionar automaticamente a trajetória de acordo com o movimento:

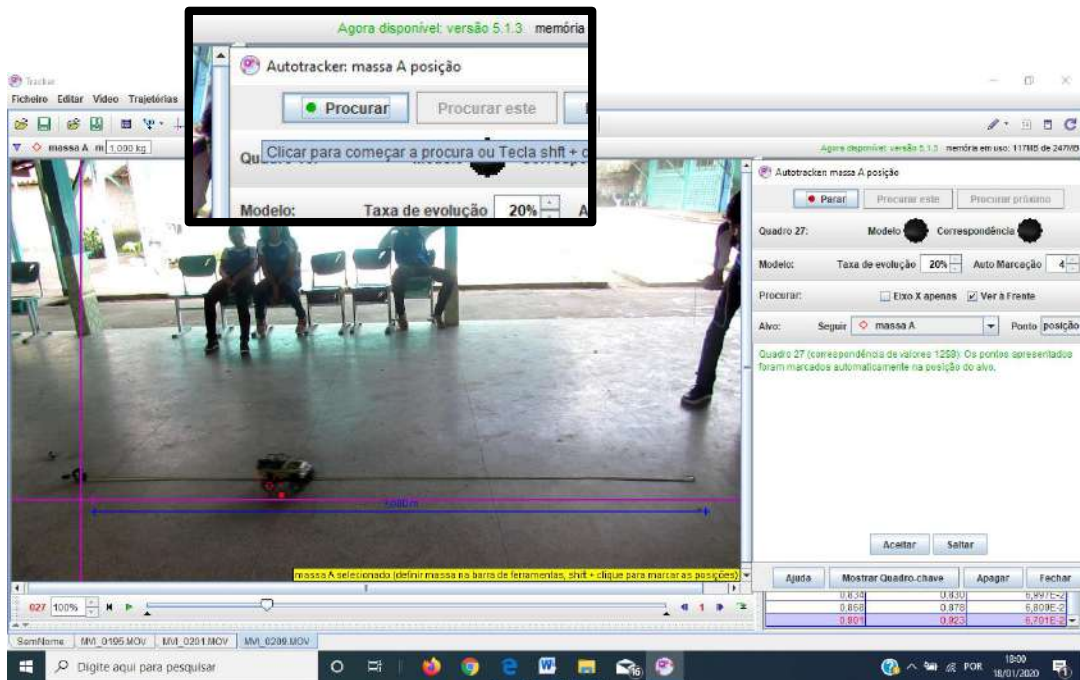


Figura 27. Busca automática. FONTE: Arquivo pessoal.

4.1.6 Produção de gráficos

Na opção ao lado é possível observar os gráficos gerados e a tabela de dados

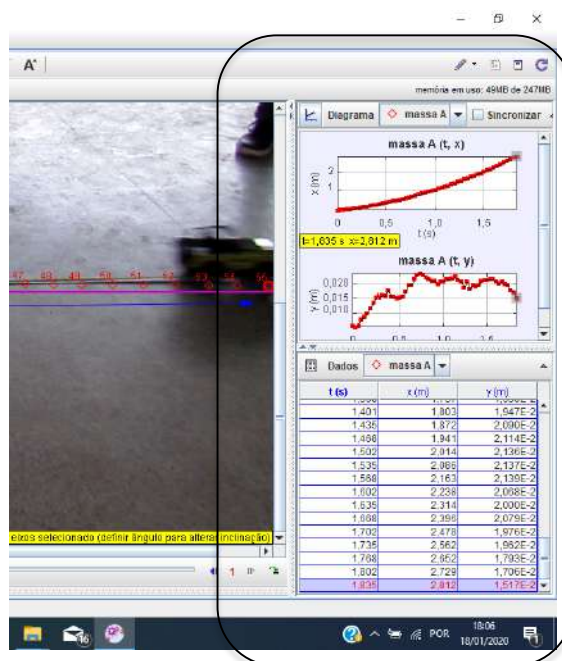


Figura 28. Selecionando os Gráficos. FONTE: Arquivo pessoal.

Clicando com o botão esquerdo do mouse na opção **Analisar...** se obtêm as principais informações do gráfico que se queira conforme as figuras 28 e 29:

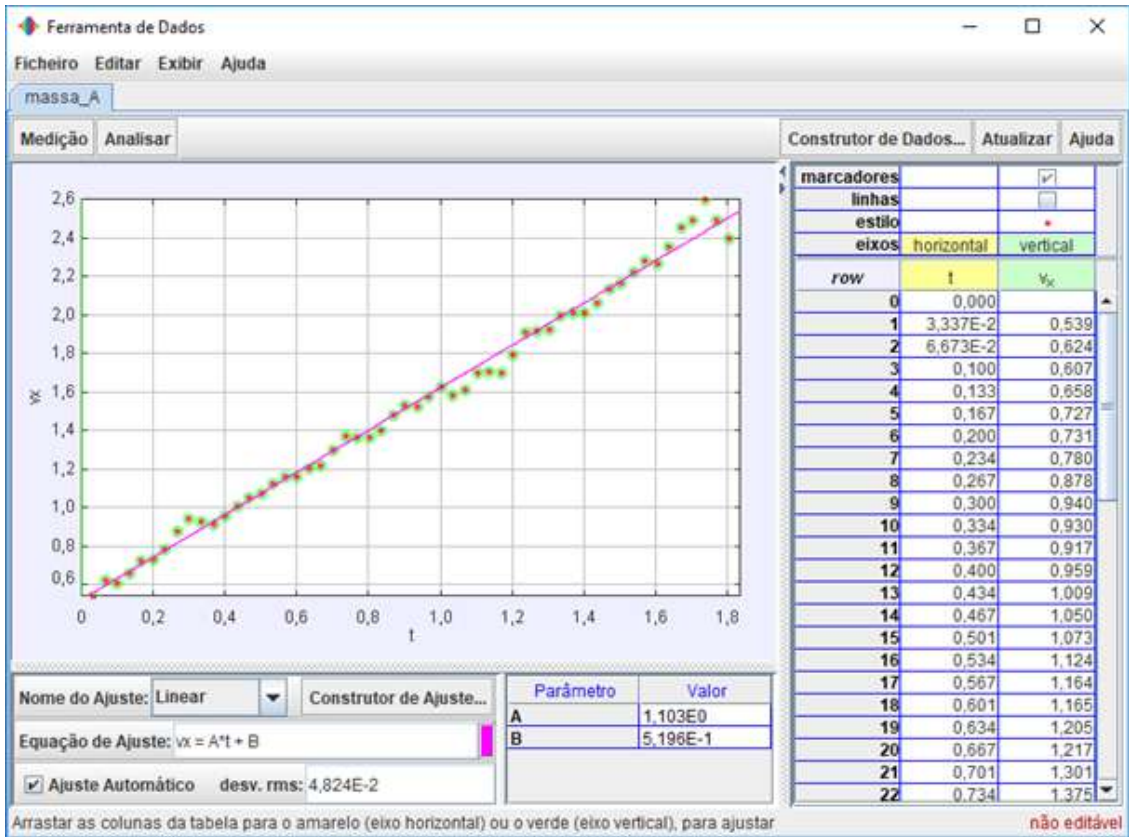


Figura 29. Gráfico da velocidade x tempo. FONTE: Arquivo pessoal.

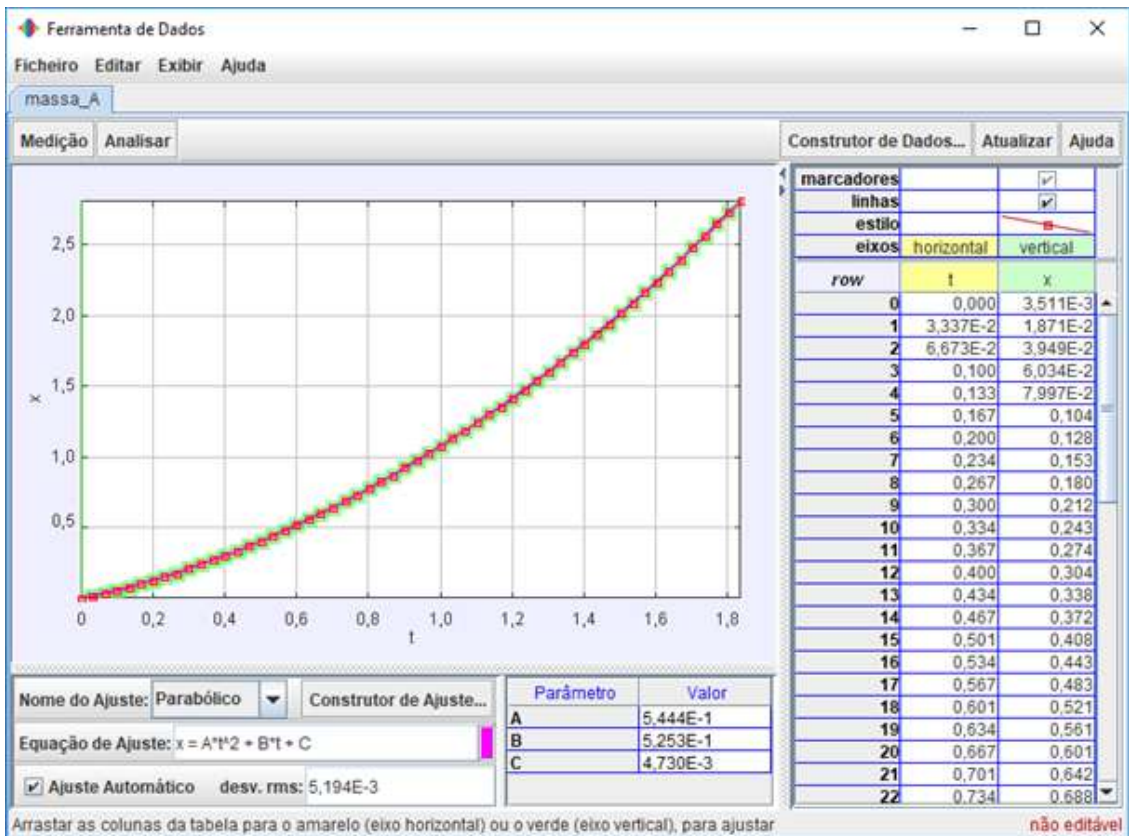
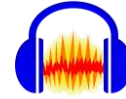


Figura 30. Gráfico da posição x tempo. FONTE: Arquivo pessoal.

4.2 Audacity

Audacity é um software livre de edição digital de áudio em vários sistemas operacionais com suporte e licença aberta gratuita. Não é um programa criado para tratar dados físicos, porém este recurso se mostra bastante útil em algumas pesquisas (AGUIAR e PEREIRA, 2012).



4.2.1 Instalação do programa:

Para a instalação do programa no computador é necessário acessar o link: <https://www.audacityteam.org/> e baixar o programa de acordo com o sistema operacional do dispositivo.



Figura 31. Site para baixar o programa. Fonte: Arquivo Pessoal.

Versão utilizada

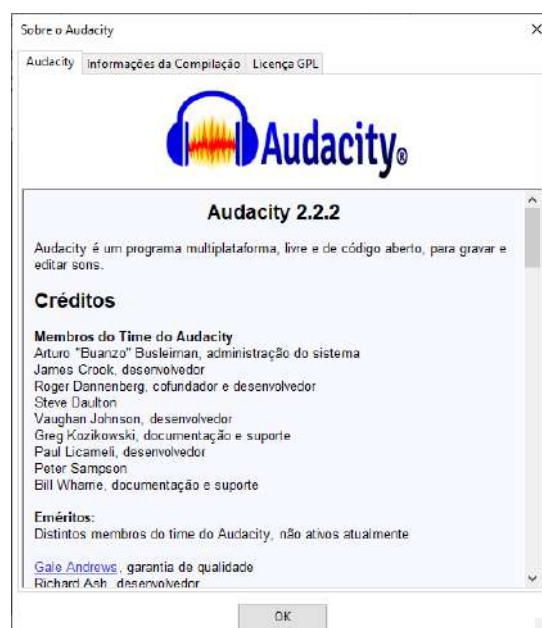


Figura 32. Versão do programa Audacity. FONTE: Arquivo pessoal.

4.2.2 Medindo tempo utilizando programa

Para medir o tempo deve-se abrir o programa e iniciar a gravação do áudio para captar as duas batidas. A primeira é referente à batida rápida do pé na bola e a outra é referente a batida da bola na parede.

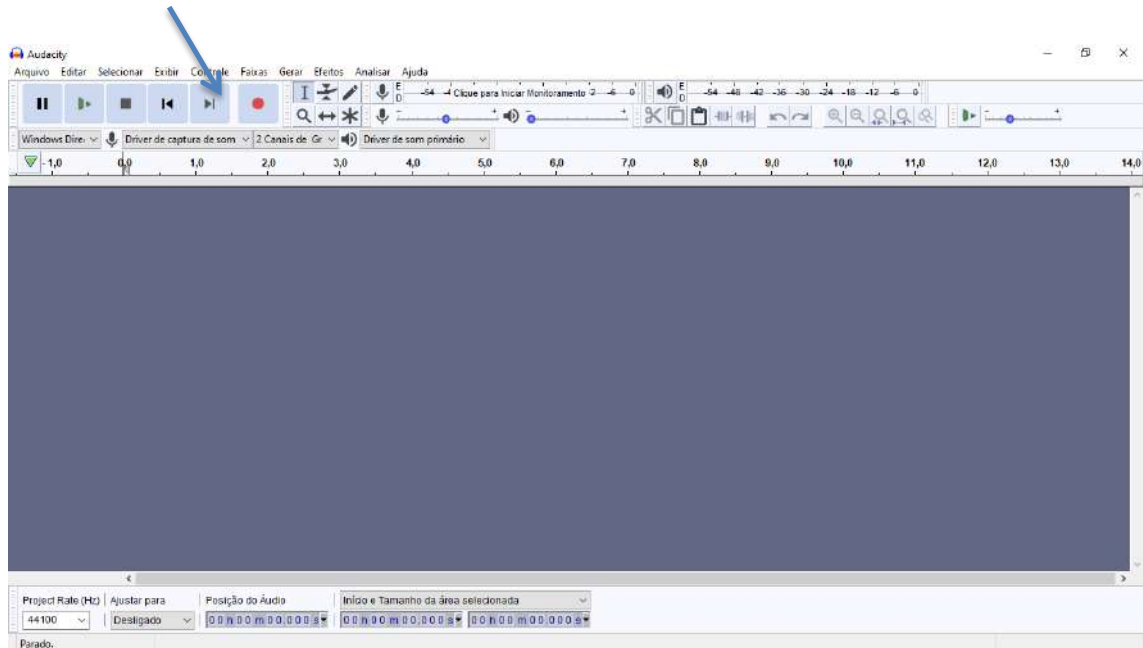


Figura 33. Captação do áudio. FONTE: Arquivo Pessoal.

Aparecerão dois picos de áudio:

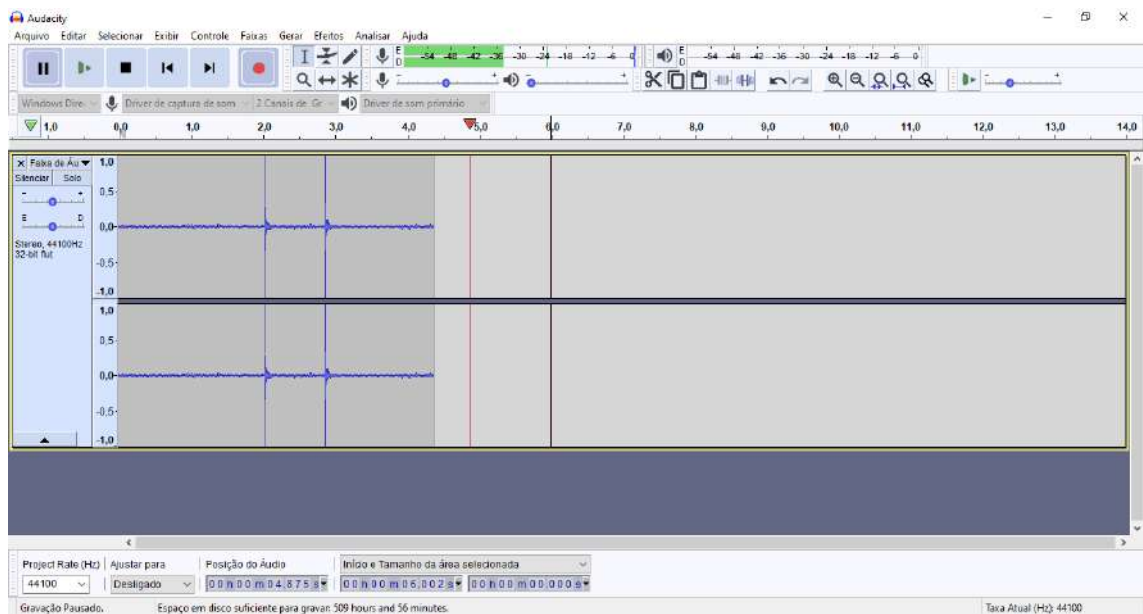


Figura 34. Marcando o tempo. FONTE: Arquivo Pessoal.

Ao seleccionar o trecho entre os picos de áudio logo abaixo pode ser observado o valor de tempo e milissegundos entre os dois eventos:

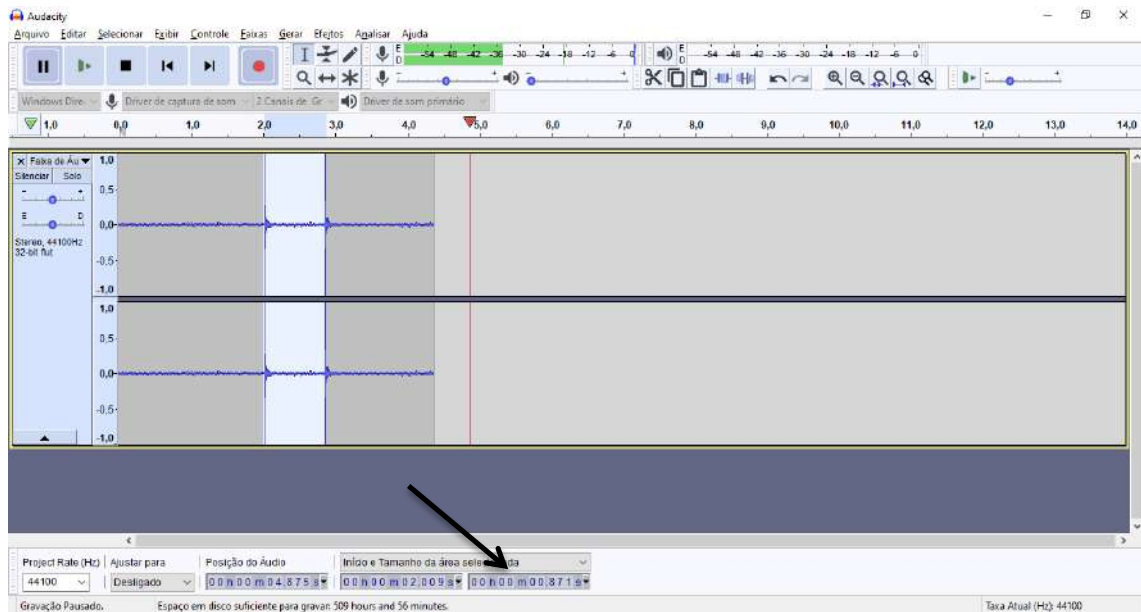


Figura 35. Aquisição do tempo pelo programa. FONTE: Arquivo pessoal.

Informações mais detalhadas sobre o uso do computador para medidas de tempo podem ser encontradas no site da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS, 2019).

4.3 Phyphox

O *Phyphox* é um aplicativo de celular que transforma o celular smartphone em um laboratório por permitir que os usuários de celulares façam medidas utilizando os sensores do próprio celular

4.3.1 Uso do aplicativo *Phyphox* para medidas de tempo

Ao abrir o aplicativo no celular deve-se fazer o seguinte procedimento sequencial: clicar na opção *Cronometro Acústico*, clicar no botão *Play*, iniciar a atividade de medida captando o som inicial que dará início a contagem do tempo e o som final que pausará a medida. O tempo é dado instantaneamente na tela do celular como mostra a figura.

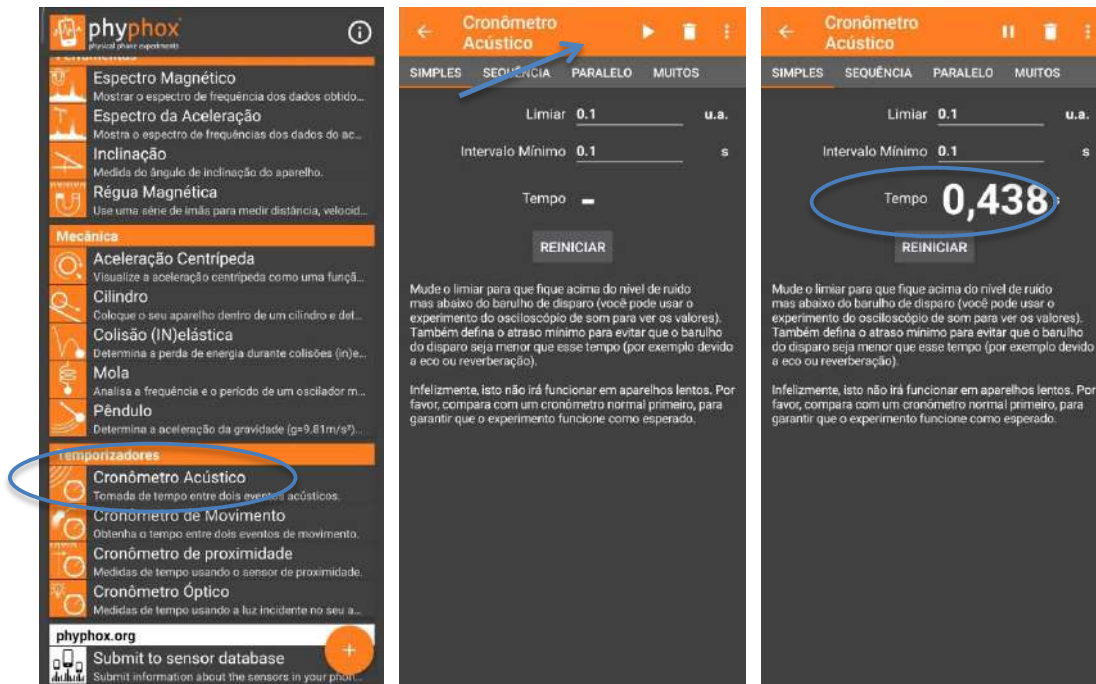


Figura 36. Aquisição do tempo pelo aplicativo. FONTE: Arquivo pessoal.

4.4 Octave

Octave é um programa para computação numérica, é gratuito e possui linguagem interativa para realizar cálculos com precisão.

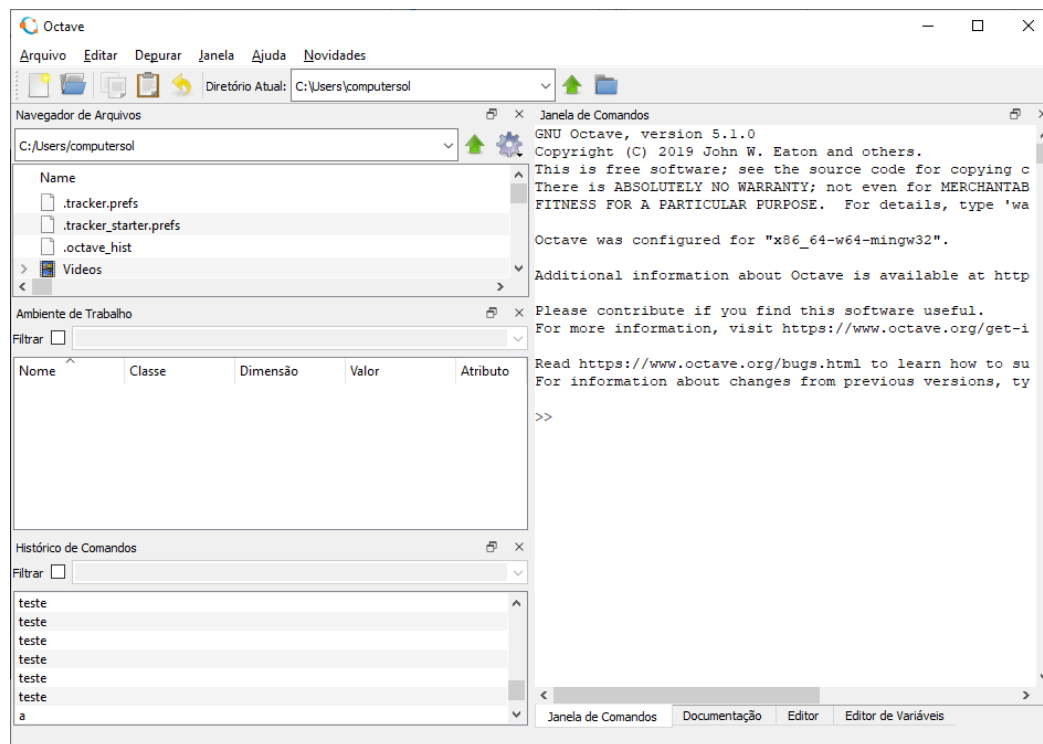


Figura 37. Interface do programa *Octave*. FONTE: Arquivo pessoal.

Capítulo 5

Metodologia

Este produto educacional consiste na aplicação de três propostas de ensino baseado em modelagem matemática, ensino por investigação e laboratório aberto em que os alunos investigam fenômenos físicos em situações reais. A sequência didática consiste na utilização de experimentos de mecânica em sala de aula, especificamente os tópicos de cinemática MRU e MRUV em que os estudantes elaboram hipóteses, coletam dados e analisam os mesmos verificando a validade matemática dos resultados.

5.1 Local de desenvolvimento da proposta

A atividade desenvolve-se em na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Média Paulo Fontelles de Lima localizada no bairro de Icoaraci Pratinha II na Rodovia Arthur Bernardes, Passagem São José, na cidade de Belém – PA, CEP: 66825-000.

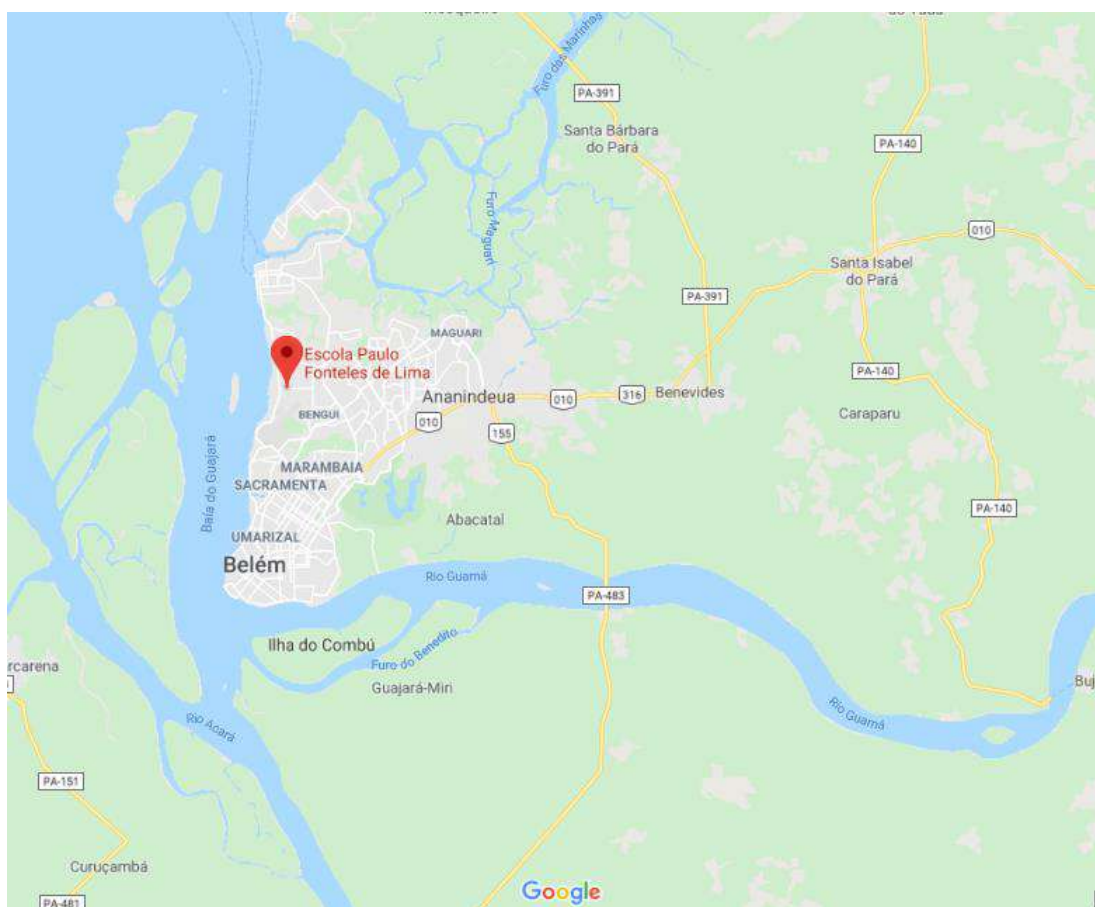


Figura 38. Localização geográfica - Imagem padrão I. Fonte: Google Maps.

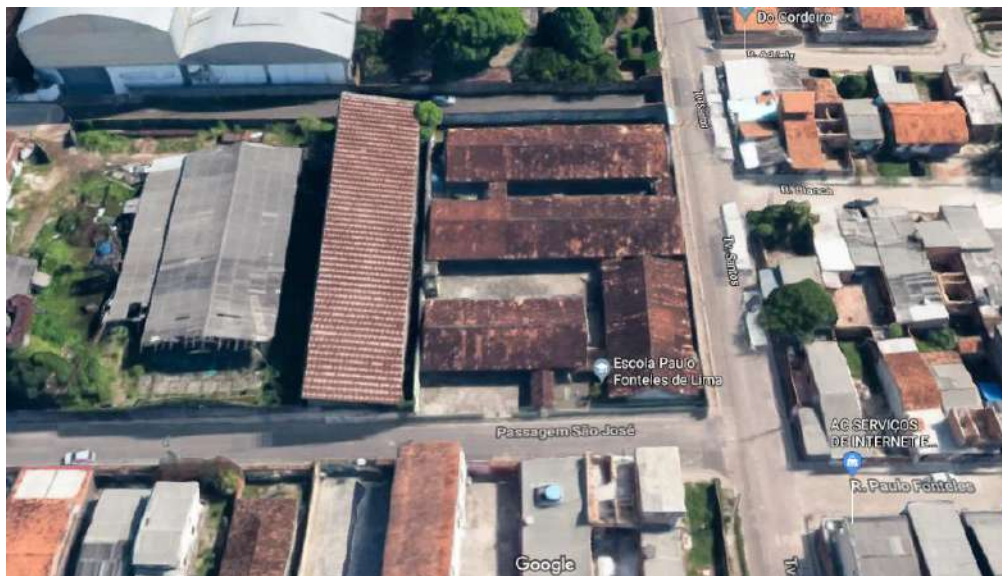


Figura 39. Localização da escola - Imagem padrão II. Fonte: Google Maps.



Figura 40. Localização da escola - Imagem padrão III. Fonte: Google Maps.

5.2 Caracterização da pesquisa

No trabalho desenvolvido o pesquisador e os participantes se envolveram na solução de problemas de Física de modo participativo e cooperativo, dessa forma a pesquisa se aproxima bastante do tipo pesquisa-ação. O professor planejou as atividades conforme a tabela 6, 7 e 8 em que cada uma das atividades se iniciam em um problema a partir do qual os participantes seriam conduzidos a criar procedimentos na resolução dos mesmos.

Quanto ao tempo de pesquisa é classificada como longitudinal uma vez que o pesquisador foi ao campo de estudo várias vezes ao longo de um intervalo de tempo para a coleta de dados tendo durado no total aproximadamente 15 aulas conforme as tabelas.

O estudo de caso envolveu estudantes de uma escola pública onde os mesmos foram expostos a três situações-problema exploratórias. Para a análise dos resultados optou-se pela abordagem qualitativa, uma vez que as situações em sala de aula podem variar em cada situação

que for aplicada. Apesar de o estudo ter solicitado a análise quali-quantitativa dos fenômenos estudados por parte dos estudantes em suas respostas, o interesse é de descrever e compreender de que forma uma aula de Física pode ter um maior engajamento de estudantes durante as aulas, não se pretende numerar ou analisar estatisticamente o número de acertos e de erros dos estudantes, os resultados desta pesquisa serão analisados e interpretados apoiando-se nos diários de bordo³ dos alunos, suas análises registradas e algumas falas dos estudantes.

As perguntas mais abertas no início de cada atividade permitem o pensamento livre dos estudantes, as respostas dadas são bastante variadas, podem ser organizadas e categorizadas para que outros professores tenham uma base do que encontrar quando aplicar a proposta se preparando previamente para direcionar o aluno as respostas mais científicas e por este motivo não houve interesse de avaliar acertos e erros dos estudantes.

A proposta toda tem como base principal o ensino por investigação que definem seis etapas a serem seguidas em atividades do tipo experimentos e a modelagem matemática que auxilia de que forma podemos tratar de assuntos envolvendo análise de resultados.

Espera-se que haja um maior engajamento dos estudantes nas atividades uma vez que elas necessitam que os estudantes tenham ação durante o desenvolvimento das atividades, onde cada situação problema os estudantes elaborem hipóteses e espera-se que a partir do tratamento dos dados os estudantes tenham um ganho conceitual matemático necessário para descrever as situações reais.

5.3 Descrição do produto educacional

Escolha do tópico: Cinemática MRU e MRUV

Público alvo: 40 alunos de uma turma de 1º ano de Ensino Médio no Turno Matutino.

Carga horária: 15 horas aula de 45min distribuídas ao longo de dois meses.

Abordagem: Investigativa e experimental com análise de dados em tempo real em sala de aula por meio de computador e smartphone.

Instrumentos de avaliação: Áudio gravado, filmagem, diários de bordo.

Sobre as atividades: Propõe situações concretas em que a partir delas se desenvolve a pesquisa as observações e as medidas.

³ É um caderno com folhas em branco que pode ser adquirido em qualquer papelaria ou customizado pelo próprio estudante com objetivo de registrar todas as etapas realizadas no desenvolvimento da atividade de forma detalhada e precisa indicando os passos, descobertas e perguntas, investigações, resultados e respectivas análises anotações, rascunhos, e qualquer ideia que possa ter surgido no decorrer do desenvolvimento do projeto. Muito utilizado em feiras de ciências (FEBRACE, 2019)

	GRAU I FUNCIONAL INVESTIGAÇÃO	Nº de aulas	Etapas	DESENVOLVIMENTO	Tempo
ATIVIDADE 1: Estudo da velocidade	<p>Objetivo: Determinar a velocidade com que uma bola de futebol é chutada por meio de métodos computacionais e celular para discutir sobre velocidade média e velocidade instantânea aplicando isso a situações cotidianas.</p> <p>Materiais necessários:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Computador ✓ Datashow ✓ Celulares ✓ Diário de bordo ✓ Aplicativos: <ul style="list-style-type: none"> • Audacity (Computador) • Phyphox (Celular) <p>Cuidado importante: Supervisione os estudantes durante a atividade para não tratá-la como brincadeira e sair do objetivo.</p>	1		<p>1º Momento: Comece a aula distribuindo o texto “a velocidade dos animais na natureza” (anexo A da dissertação) em seguida leia e discuta que aspecto no texto chamou mais atenção durante a leitura e assim demonstre a importância da velocidade dos animais para a sobrevivência na natureza, use exemplos do dia a dia para estabelecer a relação entre tempo e distância, pois isto será importante para a formulação matemática.</p>	15min
				<p>2º momento: Apresente o instrumento Diário de bordo, e realize as atividades propostas conforme item 5.4 da dissertação. Solicite aos alunos que respondam em seus diários “O que é Física?” e “Imagine que você está em uma viagem de carro com o velocímetro quebrado, como você determinaria a velocidade do carro?”. O objetivo desta atividade se relaciona a familiarização do instrumento de coleta de dados.</p>	30 min
		2		<p>3º Momento: Antes da aula de Física em sala mostre no quadro aos alunos que, em uma divisão, o resultado desta operação matemática muda quando se altera os valores do numerador e denominador (importante do ponto de vista da modelagem matemática, geralmente alguns alunos não possuem esse tipo de entendimento da linguagem matemática).</p>	15 min
				<p>4º Momento: Em seguida prepare uma aula breve sobre velocidade média e distribua o texto complementar Anexo B “calculando a velocidade de um carro” para discussão.</p>	30 min
		3	PROBLEMA	<p>5º Momento: Organize os alunos em grupos, disponibilizando aos estudantes uma fita métrica, uma bola de futebol e escreva no quadro a seguinte proposição “Como determinar a velocidade da bola?”, dê um tempo para que os mesmos possam elaborar uma hipótese e tudo que eles planejarem deverá ser registrado no diário de bordo para avaliação do professor posteriormente.</p>	45min

		4	HIPÓTESE	5º Momento: Neste momento os alunos discutem em grupo sobre quais possíveis resultados pode-se encontrar com os experimentos.	20 min
			PLANO DE TRABALHO	6º Momento: Enquanto os alunos testam suas hipóteses o professor monta o plano de trabalho. Há duas opções, com o computador, Datashow e o programa <i>Audacity</i> ou por meio dos recursos de celular <i>Phyphox</i> , a critério da escolha do professor para melhor obtenção dos dados.	
		5	OBTENÇÃO DOS DADOS	7º Momento: É a parte mais demorada da aplicação do produto educacional. Neste momento o professor deve utilizar como base o texto complementar tabela C no anexo da dissertação solicitando que o aluno use o seu diário de bordo para registro das informações ou pode ser entregue em formato impresso.	45 min
			ANÁLISE	8º Momento: Esta análise dos dados é importante e pode ser utilizado para fazer retomada de conceitos e de assuntos que não foram bem compreendidos ao longo das etapas.	30 min
		6	CONCLUSÃO	9º Momento: Peça para que os estudantes anotem as suas conclusões acerca da atividade	15min

Tabela 6. Atividade I. Fonte: Arquivo pessoal.

	GRAU I FUNCIONAL INVESTIGAÇÃO	Nº de aulas	Etapas	DESENVOLVIMENTO	Tempo
	ATIVIDADE 2: Estudo da aceleração	<u>Estudo do MRUV</u> Objetivo: Encontrar a aceleração do carrinho, descrever a velocidade em função do tempo por meio de ajuste linear da função, calcular a distância percorrida para comparar com o resultado medido e desenhar o gráfico da posição com o tempo.	1		1º Momento: Faça uma pequena aula sobre o assunto de aceleração com os alunos discutindo os conceitos principais.
				2º Momento: Distribua os textos para leitura: “Produzindo gráficos e o texto sobre plano cartesiano” (Anexo D da Dissertação) e fale sobre a construção de gráficos na Física, faça estudos teóricos com os estudantes relacionando as grandezas físicas.	25 min
Materiais necessários: ✓ Câmera para filmagem ✓ Carro de controle remoto ✓ Trena ✓ Computador ✓ Datashow ✓ Folha de papel milimetrado. ✓ Diário de bordo		2	PROBLEMA	3º Momento: De posse de um carro de controle remoto solicite aos estudantes que resolvam o seguinte problema: “Como podemos determinar as características cinemáticas de um carro de controle remoto?”, peça para que os estudantes façam a filmagem do carrinho em movimento em uma superfície plana, e com a câmera fixa.	10 min
			HIPÓTESE	4º Momento: Após a aula, a leitura do texto e a apresentação do problema verifique com os alunos como eles colocariam as informações da velocidade x tempo e espaço x tempo em um plano cartesiano e como seriam esses gráficos; enquanto ocorre a discussão passe os vídeos para o computador e abra o software para a análise.	35 min
		3	PLANO DE TRABALHO	5º Momento: Para o melhor desenvolvimento da atividade, os alunos deverão gravar o vídeo de um carro de controle remoto em movimento com a câmera fixa em ambiente da escola bem iluminado, o professor de posse destes vídeos fará escolha de apenas um para a análise em programa <i>Tracker</i> para mostrar o gráfico da velocidade em função do tempo e da posição em função do tempo (Tutorial capítulo 3 da dissertação). Se a escola dispor de sala de informática os grupos poderão fazer a análise separadamente.	45min
		4	OBTENÇÃO DOS DADOS	6º Momento: Faça a análise com os alunos mostrando como fazer e ensinando os recursos do programa (o aluno deve entender a	45 min
	Cuidado importante: Supervisione os estudantes durante a atividade para não tratá-la como brincadeira e sair do objetivo.				

			<p>ferramenta). A vídeo análise poderá ser feita na sala de informática se a escola dispor ou por meio de Datashow em apresentação do professor em sala de aula.</p> <p>Obs. treine os recursos do programa e todas as características do software para não dar nada errado durante a execução com os alunos.</p>	
		5	<p>ANÁLISE</p> <p>7º Momento: Assim que for mostrado aos estudantes a análise da situação Física, forneça as equações cinemáticas da velocidade com os dados fornecidos pelo programa e em seguida distribua folhas de papel milimetrado e peça para que os mesmos montem uma tabela e em seguida o gráfico.</p> <p>Obs: o ideal é pedir para que cada grupo faça sua análise no laboratório de informática e um breve relatório posteriormente.</p>	35 min
			<p>CONCLUSÃO</p> <p>8º Momento: Peça para que os estudantes anotem as suas conclusões acerca da atividade.</p>	10min

Tabela 7. Atividade II. Fonte: Arquivo pessoal.

	GRAU I FUNCIONAL INVESTIGAÇÃO	Nº de aulas	Etapas	DESENVOLVIMENTO	Tempo
ATIVIDADE 3: Estudo da gravidade	<p><u>Estudo da aceleração da gravidade em planos inclinados</u></p> <p>Objetivo: iniciar o estudo de queda livre com objetos para entender o fenômeno da gravidade terrestre e de outros planetas (Uso de vídeo e texto), descobrir técnicas para determinar a aceleração local (uso de pêndulo e de vídeo análise), produção de gráficos pelos alunos no papel e excel.</p> <p>Materiais necessários:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Fio de Nylon ✓ Porcas ✓ Fita adesiva ✓ Cola quente ✓ Diário de bordo <p>Cuidado importante: Supervisione os estudantes durante a atividade para não tratá-la como brincadeira e sair do objetivo.</p>	1		<p>1º Momento: Iniciar a discussão com um vídeo sobre queda dos corpos para despertar a atenção e o interesse pelo tema <i>Experimento de Galileu na maior câmara de vácuo do mundo</i>. Fonte: youtube (BBC). Disponível em: < https://www.youtube.com/watch?v=qSeW0f51QzY > Acesso em 28 jan. 2020</p>	20min
				<p>2º Momento: Prepare uma aula sobre o plano inclinado e a questão histórica relacionando os estudos de Galileu Galilei sobre a gravidade.</p>	25 min
		2	PROBLEMA	<p>3º Momento: Faça a porca passar por dentro do fio de nylon, estique-o e incline o mesmo para que a porca possa deslizar por ele, através do tempo de deslizamento como você determinaria o valor da aceleração da gravidade ?</p>	20 min
			HIPÓTESE	<p>4º Momento: Discuta com os grupos as relações entre as grandezas físicas. Instigando como esses acham e as grandezas estão relacionadas.</p>	25 min
		3	PLANO DE TRABALHO	<p>3º Momento: Nesta etapa distribua os matérias aos estudantes que eles conseguirão fazer a montagem solicitada.</p>	20min
			OBTENÇÃO DOS DADOS	<p>4º Momento: distribuir um texto para leitura e os roteiros “roteiro para determinação da gravidade local”(Anexo E da dissertação) para que os alunos possam manipular dados de forma mais rápida com auxílio do professor. (distribuir um roteiro por grupo)</p>	25 min
		4	ANÁLISE	<p>5º Momento: Professor(a), finalize com a socialização dos valores encontrados por cada grupo chega no resultado de g (caso possível também faça uma vídeo análise com o Tracker).</p>	35 min
			CONCLUSÃO	<p>8º Momento: Peça para que os estudantes anotem as suas conclusões acerca da atividade</p>	10min

Tabela 8. Atividade III. Fonte: Arquivo pessoal.

5.4 Aplicação do produto educacional e discussões

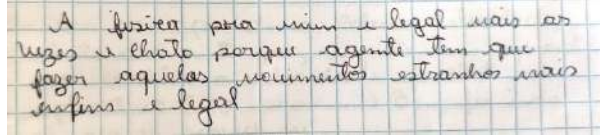
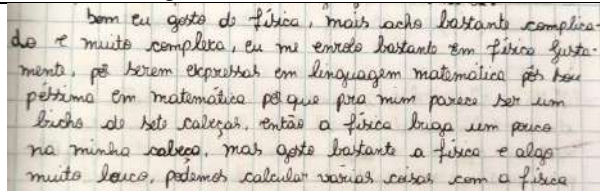
As três atividades experimentais foram desenvolvidas em 15 aulas com os alunos permitiu mostrar que há uma interação entre material/professor/aluno, todas as atividades foram trabalhadas com uso de textos, vídeos e material de fácil acesso disponibilizado pelo professor. Os estudantes receberam individualmente um caderno de anotações denominado diário de bordo. Para a atividade I foi utilizado três textos complementares *A velocidade dos animais na natureza*, *Calculando a velocidade de um Carro*, *Tabela de medidas* e um vídeo sobre o assunto; para a atividade II foi utilizado o texto complementar *Gráficos em Física* e para a atividade III o texto complementar *Roteiro para a determinação da gravidade local*.

Testando o diário de bordo

Distribua os diários de bordo aos estudantes para que os mesmos registrem todas as atividades desenvolvidas durante a aplicação do produto educacional para que sirva de avaliação dos mesmos, sobre a sua aprendizagem e faça o acompanhamento individualmente.

Testando o uso do diário de bordo 1: Solicite aos alunos que escrevam e respondam em seus diários:

“O que é Física?”

Classificação das respostas	IMAGEM	COMENTÁRIOS
Alguns alunos confundem o termo Física com Atividades esportivas	 <p>“A Física pra mim é legal, mas as vezes é chato porque a gente tem que fazer aqueles movimentos estranhos, mas enfim é legal”</p>	O questionamento foi feito logo nos primeiros dias de atividade que coincidiu com os primeiros dias de aula. Na visão dos alunos é comum citar a importância de estudar Física, porém veem como complicada devido a forte relação que há com a matemática.
Alunos que estabelecem relação da Física com a matemática.	 <p>“Bom, eu gosto de Física, mas acho bastante complicada e muito complexa, eu me enrolo bastante em Física justamente por serem expressas em linguagem matemática, pois sou péssima em matemática, porque pra mim parece ser um bicho de sete cabeças, então a Física briga um pouco na minha cabeça, mas gosto</p>	

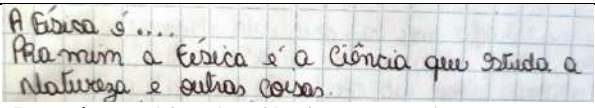
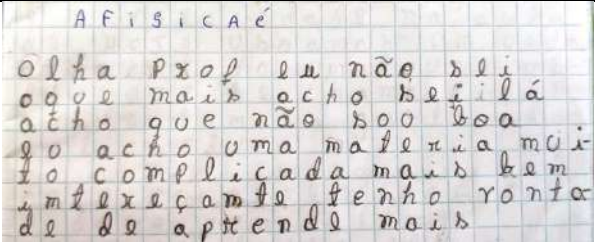
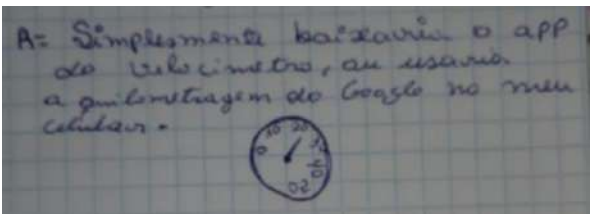
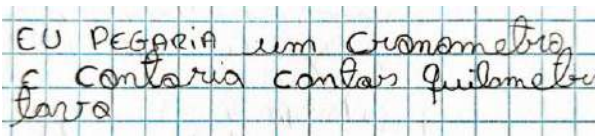
	bastante, a Física é algo muito louco, podemos calcular várias coisas com a Física”	
Alunos que entendem como a interpretação da natureza.	 <p>“Pra mim a Física é a ciência que estuda a Natureza e outras coisas”</p>	
Alunos que entendem que a Física é uma disciplina importante eu que é difícil entendimento.	 <p>“Olha prof, eu não sei o que, mas acho, sei lá, acho que não sou boa, eu acho uma matéria muito complicada, mas bem interessante tenho vontade de aprender mais”</p>	

Tabela 6. Impressões iniciais dos alunos acerca da Física.

Testando o uso do diário de bordo 2: Solicite aos alunos que escrevam em seus diários:

“Imagine que você está em uma viagem de carro com o velocímetro quebrado, como você determinaria a velocidade do veículo?”

Os alunos levaram este problema para casa e apresentaram soluções na outra aula. Nesta pergunta teste as respostas podem ser agrupadas em três classes:

Classe de respostas	Solução	Comentários
Os que usariam aplicativos para a solução do problema.	 <p>“Simplesmente eu baixaria um APP do velocímetro, ou usaria a quilometragem do Google no meu celular”</p>	Quando postos em contato com um problema aplicado ao seu cotidiano algumas respostas chamam a atenção. Nota-se que o mundo dos estudantes é cada vez menos analógico e as situações se tornam mais digitais. Quando solicitados em relação ao problema de cálculo da velocidade de um veículo as soluções apontadas indicaram o uso do celular na resolução do problema mostrando que alguns alunos são consumidores de
Os que usariam técnicas não relacionadas a aplicativos de celular.	 <p>“Eu pegaria um cronômetro e contaria quanto quilômetros tava”</p>	
Os que usariam tanto aplicativo quanto uma solução diferente do uso de		

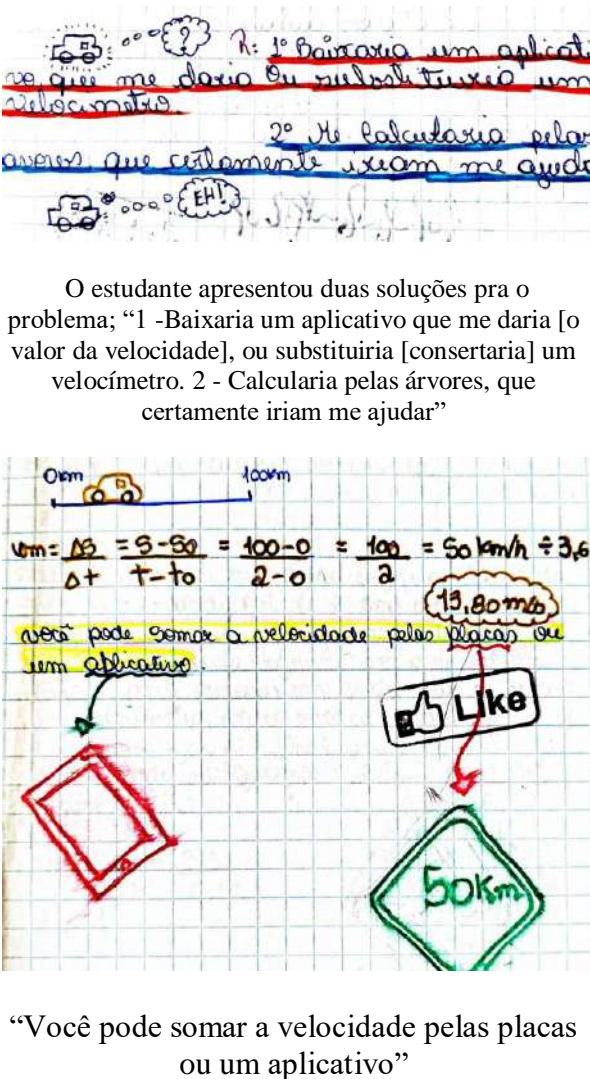
<p>aplicativo.</p>	 <p>O estudante apresentou duas soluções pra o problema; “1 -Baixaria um aplicativo que me daria [o valor da velocidade], ou substituiria [consertaria] um velocímetro. 2 - Calcularia pelas árvores, que certamente iriam me ajudar”</p> <p>“Você pode somar a velocidade pelas placas ou um aplicativo”</p>	<p>tecnologia e muito provavelmente desconhecem como funciona. O aluno resolveu o problema indicando a instalação de um aplicativo de velocímetro no celular para encontrar a velocidade de um veículo cujo mesmo esteja dentro do mesmo. Se o professor quiser aprofundar os questionamentos poderia perguntar se o mesmo conseguiria medir a velocidade do veículo estando fora dele, ou até mesmo se ele conseguiria resolver o problema sem o uso do celular.</p>
--------------------	--	---

Tabela 7. Exemplo de tabela com legenda.

5.4.1 Atividade I: Determinando a velocidade da bola de futebol

Esta atividade consiste em utilizar recursos computacionais e aplicativos de celular para determinar a velocidade de uma bola de futebol quando chutada. Para iniciar a atividade é proposto o seguinte problema:

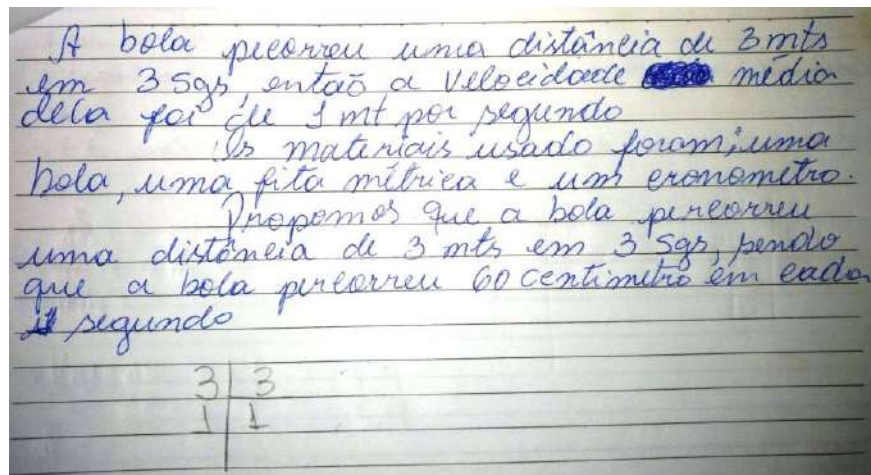
“Como podemos medir a velocidade de uma bola de futebol quando chutada?”

O professor deve entregar aos estudantes os seguintes instrumentos:

- ✓ fita métrica
- ✓ bola de futebol
- ✓ cronômetro do celular

Objetivo: Estabelecer a relação entre as grandezas físicas distância, tempo e velocidade descrevendo a relação direta e inversa na matemática e discutir sobre a velocidade média e instantânea.

Metodologia I - Sem o uso de programas de computador ou software (GRAU II): Após a leitura dos textos complementares e a discussão do professor sobre o assunto, deve ser colocado no quadro o problema *Como calcular a velocidade da Bola?* os estudantes devem dispor dos materiais listados acima para iniciar a elaboração de hipóteses, o professor não deve dar a solução do problema (Característica do ensino por investigação). Com esta metodologia há um envolvimento muito grande da turma na tentativa de solução do problema, notou-se que, sem a indicação de procedimentos, os mesmos tentaram resolver sozinhos pegando apenas pequenas orientações do professor. O resultado abaixo representa as respostas dadas ao problema por algumas equipes:

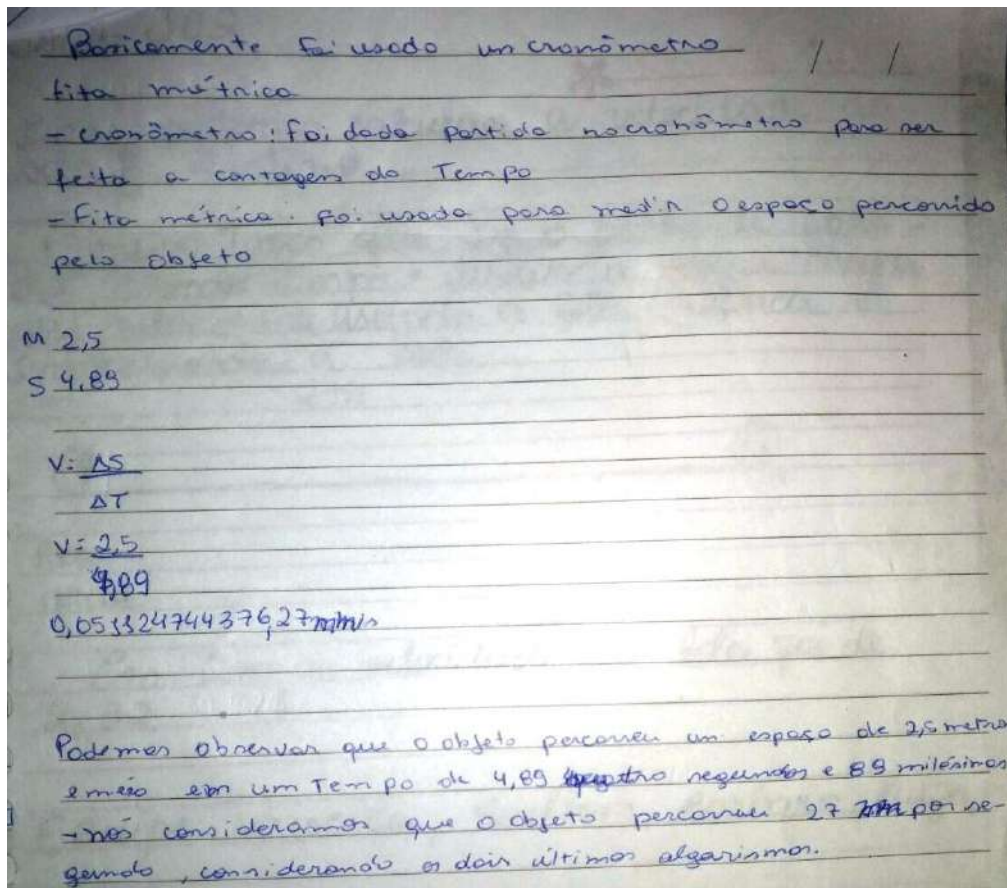


“A bola percorreu uma distância de 3mts em cada 35sgs, então a velocidade média dela foi de 1mt por segundo.

Os materiais usados foram: uma bola, uma fita métrica e um cronômetro.

Propomos que a bola percorreu uma distância de 3mts em 3 sgs, sendo que a bola percorreu 60 centímetros em cada 1 segundo ”

Figura 41. Resposta do Grupo I. Fonte: Arquivo pessoal.



“Basicamente foi usado um cronômetro e fita métrica.

-Cronometro: foi dada partida no cronometro para ser feita a contagem do tempo

- Fita métrica: foi usada para medir o espaço percorrido pela objeto

m 2,5

s 4,89

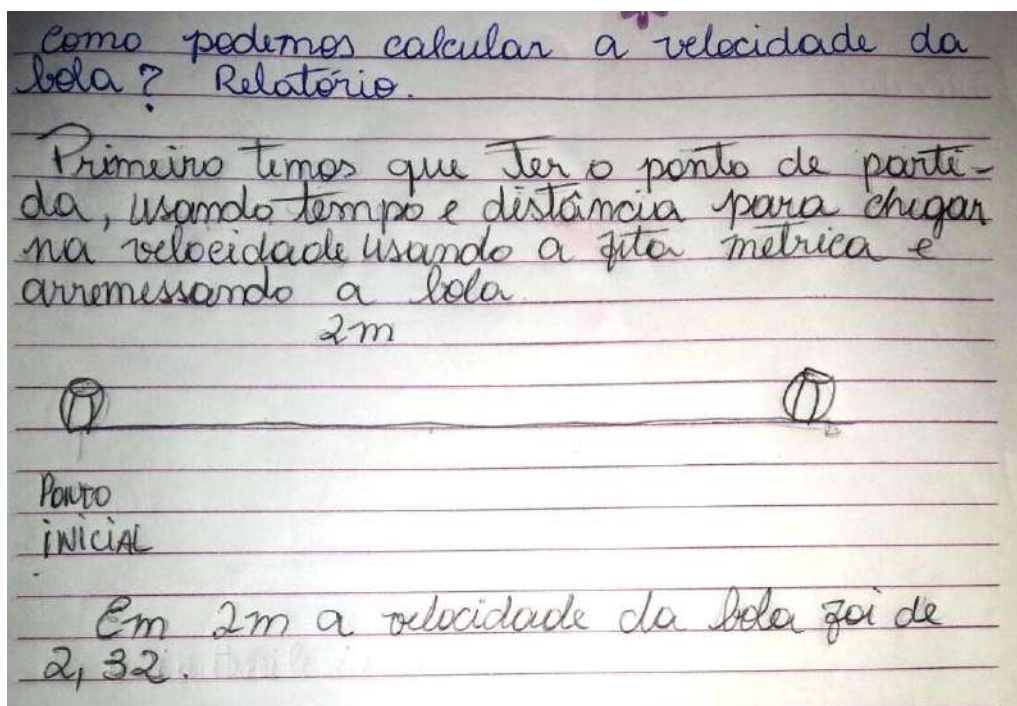
$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

$$v = \frac{2,5}{4,89}$$

0,05112474437627m/s

Podemos observar que o objeto percorreu um espaço de 2,5 metros e meio em um tempo de 4,89 segundos e 89 milésimos, nós consideramos que o objeto percorreu 27m por segundos considerando os dois últimos algarismos”

Figura 42. Resposta do Grupo II. Fonte: Arquivo pessoal.



“Primeiro temos que ter o ponto de partida, usando tempo e distância para chegar na velocidade usando a fita métrica e arremessando a bola”

“Em 2m a velocidade da bola foi de 2,32”

Figura 43. Resposta do Grupo III. Fonte: Arquivo pessoal.

No texto 41 o grupo não se preocupou com o padrão do Sistema internacional de Unidades (S.I.), na imagem 42 os alunos apresentaram a montagem do experimento e a informação da velocidade usando a calculadora do celular e apresentaram os dados também sem os critérios rigorosos do S.I., na imagem 43 ocorre a mesma situação. Os grupos conseguiram solucionar o problema operacionalmente depois de um determinado tempo com o auxílio do professor. Eles conseguiram elaborar hipóteses, obter resultados e fazer a interpretação correta que, apesar de não estar seguindo os critérios rigorosos de padronização, é perceptível o entendimento do problema.

Metodologia II - Com uso de recursos computacionais e aplicativos (GRAU I): Para a montagem desta atividade o professor deve distribuir os textos aos estudantes e, ao mesmo tempo em que leem o texto, o professor pode fazer as marcações com fita adesiva no chão 2,0 metros, 2,5 metros e 3,0 metros em relação a parede.

A *atividade*: Inicialmente aplicação do produto ocorreu em sala de aula com a indicação de uma solução alternativa usando os programas de computador figura 44 e aplicativos de celular figura 46. Em seguida houve a realização da atividade.



Figura 44. Alunos realizando a atividade com o uso do computador. Fonte: Arquivo Pessoal.

O professor disponibilizou os materiais aos alunos e executou a experiência de forma tradicional utilizando agora o grau I de liberdade dando o problema e conduzindo os estudantes a solução do problema construindo uma tabela junto com os mesmos e discutindo alguns dados logo em seguida. O professor efetuou as primeiras medições, falou sobre o funcionamento do aplicativo instalado no computador e sobre como utilizar o celular para fazer as medidas, e em seguida distribuiu a tabela para o preenchimento (ANEXO C).

ATIVIDADE PRÁTICA

Nº	ESTUDANTE	DISTÂNCIA (m)	TEMPO (s)	VELOCIDADE (m/s)	VELOCIDADE (km/h)
	[REDACTED] ROZ	3,0	0,464	6,47	23,28
	[REDACTED]	3,0	0,464	6,47	23,28
	[REDACTED]	2,5	0,232	10,78	38,79
	[REDACTED]				
	[REDACTED]				
	[REDACTED]	3,0	0,279	10,75	38,71
	[REDACTED]				
	[REDACTED]	3,0	0,331	9,06	32,63
	[REDACTED]	3,0	0,366	8,20	29,51
	[REDACTED]	2,5	0,325	7,69	27,69
	[REDACTED]	2,5	0,261	9,58	34,48
	[REDACTED]	2,0	0,163	12,27	44,17
	[REDACTED] LO	2,5	0,302		
	[REDACTED]	3,0	0,273		
	[REDACTED]	2,5	0,273		
	[REDACTED]				
	[REDACTED]				
	[REDACTED]	3,0			
	[REDACTED] DE OLIVEIRA				
	[REDACTED]				

Figura 45. Tabela criada por um grupo para discussão dos resultados. Fonte: Arquivo pessoal.

Tanto com o uso do computador como do aplicativo de celular os alunos se engajam na atividade e na coleta de dados (figura 45). Com o aplicativo do *Phyphox* a coleta é mais rápida do que em relação ao programa *Audacity*, uma vez que necessita de uma série de procedimentos para ser extraído, além de levar em consideração a facilidade, pois a maioria dos alunos tinham aparelho com o aplicativo instalado. O uso do aplicativo, por ser sensível a ruídos, exige que os estudantes façam silêncio na sala. Se a sala for aberta e com muito barulho e recomendado o computador, se a sala é fechada e não possui muito ruído externo é recomendado o aplicativo que pode ser calibrado para o ambiente. Vale ressaltar que os dois métodos nos dão medidas muito precisas de tempo na casa dos milissegundos muito bom para fazer um paralelo comentário sobre a relação entre a velocidade média e instantânea uma vez que a velocidade instantânea está no limite de tempos muito pequenos.



Figura 46. Utilização do aplicativo *Phyphox* para medição. Fonte: Arquivo pessoal.

5.4.2 Atividade II: Medindo as grandezas instantâneas de um objeto em movimento

Consiste em dar aos estudantes um carro de controle remoto e solicitar que resolvam o seguinte problema:

Use o carrinho de controle remoto em movimento reto para determinar as variáveis cinemáticas tais como o valor da aceleração, para descrever como varia a velocidade com o tempo e a sua posição conforme o tempo passa.

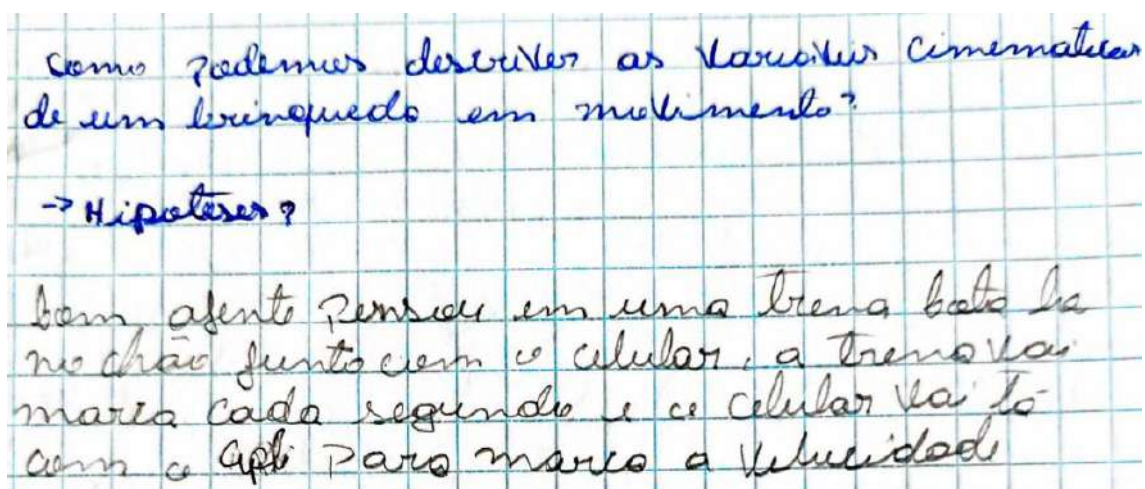
Materiais necessários:

- ✓ fita métrica
- ✓ carro de controle remoto
- ✓ câmera de gravação ou câmera do celular
- ✓ computador
- ✓ datashow

Objetivo: Mensurar o valor da aceleração do carro de brinquedo descrevendo como varia a velocidade com o tempo a posição com o tempo por meio de gráficos

Metodologia: O professor deve colocar os alunos em grupo para que elaborem hipóteses para a solução do problema, em seguida deve ouvir os alunos e verificar as possibilidades. Neste caso o problema proposto é bem mais complicado e exige um tempo muito maior para a solução. Então é importante que o professor, por questões de tempo a cumprir em sala de aula deve direcionar o aluno para a solução com análise de vídeo.

Algumas hipóteses apresentadas pelos estudantes



Como podemos descrever as variáveis cinemáticas de um brinquedo em movimento?

→ Hipóteses?

Bom a gente pensou em uma trena bota lá no chão junto com o celular, a trena vai marcar cada segundo e o celular vai tá com o appi Para marcar a velocidade

“Bom, a gente pensou em uma trena, bota lá no chão junto com o celular, a trena vai marcar cada segundo e o celular vai tá com o aplicativo para marcar a velocidade.”

Figura 47. Hipótese apresentada pelo estudante na solução do problema (I). Fonte: Arquivo pessoal.

Como podemos descrever as variáveis cinemáticas de um brinquedo em movimento?
Somos a gente pensamos em uma trena, bota ela ao chão junto com o celular e botar no cronômetro para ver cada minuto, a trena vai marcar cada segundo e o celular vai tá ligado ao aplicativo que vai marcar a velocidade.
→ Hipóteses?

Professor tá difícil, mas eu pensei assim, eu estou com o controle remoto na mão e estou ao lado do brinquedo assim eu vejo o movimento dele.

Eu pensei também em escrever em um papel os números para ver o tempo em que o brinquedo está em movimento e pegar uma fita e pregar ao chão e deixar o carro em movimento assim eu iria parar o brinquedo quando eu quisesse e conseguiria ver quanto tempo ele ficou em movimento.

“Professor tá difícil, mas eu pensei assim, eu estou com o controle remoto na mão e estou ao lado do brinquedo assim eu vejo o movimento dele.

Eu pensei também em escrever em um papel os números para ver o tempo em que o brinquedo está em movimento e pegar uma fita e pregar ao chão e deixar o carro em movimento assim eu iria parar o brinquedo quando quisesse e conseguiria ver quanto tempo ele ficou em movimento”

Figura 48. Hipótese apresentada pelo estudante na solução do problema (II). Fonte: Arquivo pessoal.

3) Diário de Bordo

Bom hoje a aula foi bem interessante, vou fazer um trabalho em grupo que, vamos ter que fazer na prática uma forma de descobrir a velocidade de um carrinho de controle remoto, nós queremos descobrir, quantos quilômetros por segundo, ele vai percorrer e pra isso vamos precisar de fita métrica, um celular para usarmos o cronômetro, e uma fita adesiva para colocarmos no chão, na distância de um ou dois metros ou até mais e com isso vamos marcar com o cronômetro, ~~quanto~~ qual a velocidade do carrinho em cada meio metro! e assim iremos saber o resultado do nosso trabalho!

“Bom hoje a aula foi bem interessante, vou fazer um trabalho em grupo que, vamos ter que fazer na prática uma forma de descobrir a velocidade de um carrinho de controle remoto, nós queremos descobrir, quantos quilômetros por segundo ele vai percorrer e pra isso vamos precisar usarmos um cronômetro, e uma fita adesiva para colocarmos no chão, na distância de um ou dois metros ou até mais e com isso vamos marcar com o cronômetro qual a velocidade do carrinho em cada meio metro! E assim iremos saber o resultado do nosso trabalho”

Figura 49. Hipótese apresentada pelo estudante na solução do problema (I). Fonte: Arquivo pessoal.

Como se pode notar nas respostas das figuras 47, 48 e 49, devido a demora e as tentativas para elaborar um plano de trabalho, o professor apresentou uma técnica de resolver de forma expositiva com o aparelho *datashow* em slides. Sendo necessário fazer uma gravação do carro de controle remoto em movimento em uma superfície iluminada e plana para análise posterior em sala de aula.



Figura 50. Apresentação expositiva de solução por método de análise de vídeo. Fonte: Arquivo pessoal.

Os alunos foram levados ao pátio da escola, para que efetuassem várias a gravações do carro em movimento. Após algumas gravações o professor deve levar os vídeos para escolher qual o melhor a ser analisado e, caso professor possua bastante habilidade em análise de vídeos, pode fazer a análise no mesmo dia da gravação. É bem melhor que se utilize um laboratório de informática, caso a escola possua, para cada grupo fazer a atividade. Na pesquisa deste trabalho de dissertação o vídeo foi coletado e analisado na aula posterior, o que é o mais recomendado.

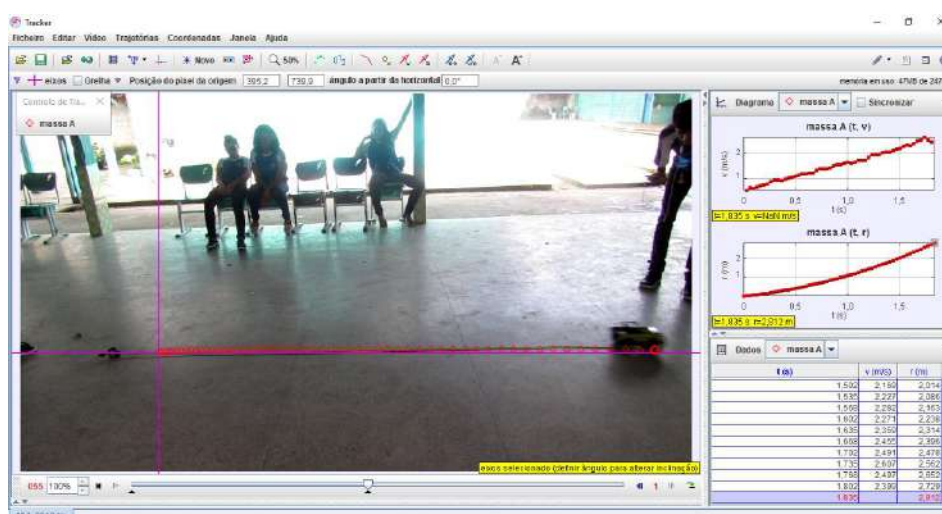


Figura 51. Produzindo os gráficos da velocidade e da posição com auxílio do programa: Fonte: Arquivo pessoal.

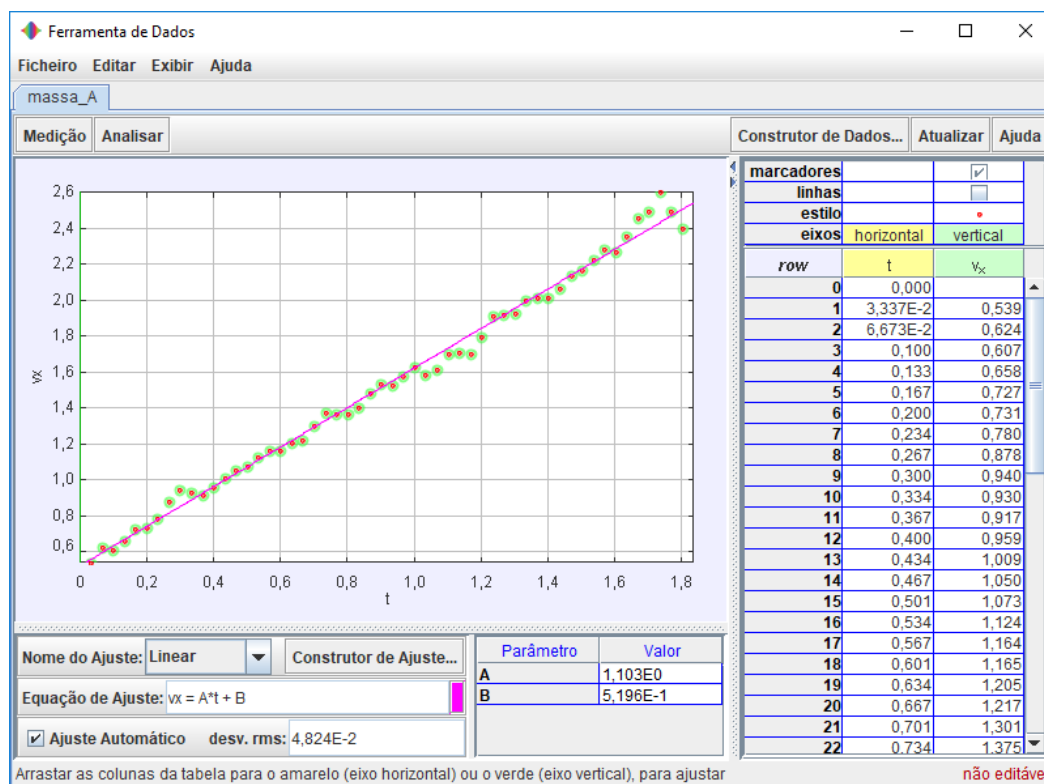


Figura 52. Gráfico da Velocidade. Fonte: Arquivo Pessoal.

Fazendo a análise dos dados obtidos pelo programa em sala de aula de forma expositiva e com o ajuste do tipo linear mostrou-se aos que a função $x = A \cdot t + B$ de parâmetros $A = 1,103$ e $B = 0,5196$ é justamente equivalente a função da velocidade em relação ao tempo:

$$v = v_0 + at.$$

Logo, a função da velocidade de acordo com a análise do vídeo dá:

$$v = 0,5196 + 1,103 \cdot t$$

Que permite definir a aceleração em $a = 1,1 \text{ m/s}^2$. É interessante que se faça um quadro comparativo com outros valores obtidos de outras situações físicas cotidianas dos estudantes, caso seja possível, pedir para que os mesmos façam outras filmagens de outros objetos.

De acordo com as discussões feitas em sala de aula se esperava que os estudantes utilizassem o aplicativo *Phyphox* amarrado no carrinho de controle remoto, uma vez que eles

já tinham feito a atividade anteriormente e devido a familiaridade com o aplicativo, porém nenhum grupo manifestou essa hipótese. Eles tentaram resolver o problema da mesma forma que o primeiro, com uma fita métrica e o cronômetro do celular.

Com ajustes feitos no *Octave*, figuras 53 e 54, para posição e para a velocidade é possível analisar o problema do carro em movimento com os alunos em sala de aula de forma analítica, pois o programa fornece os coeficientes numéricos da função (ANEXO F).

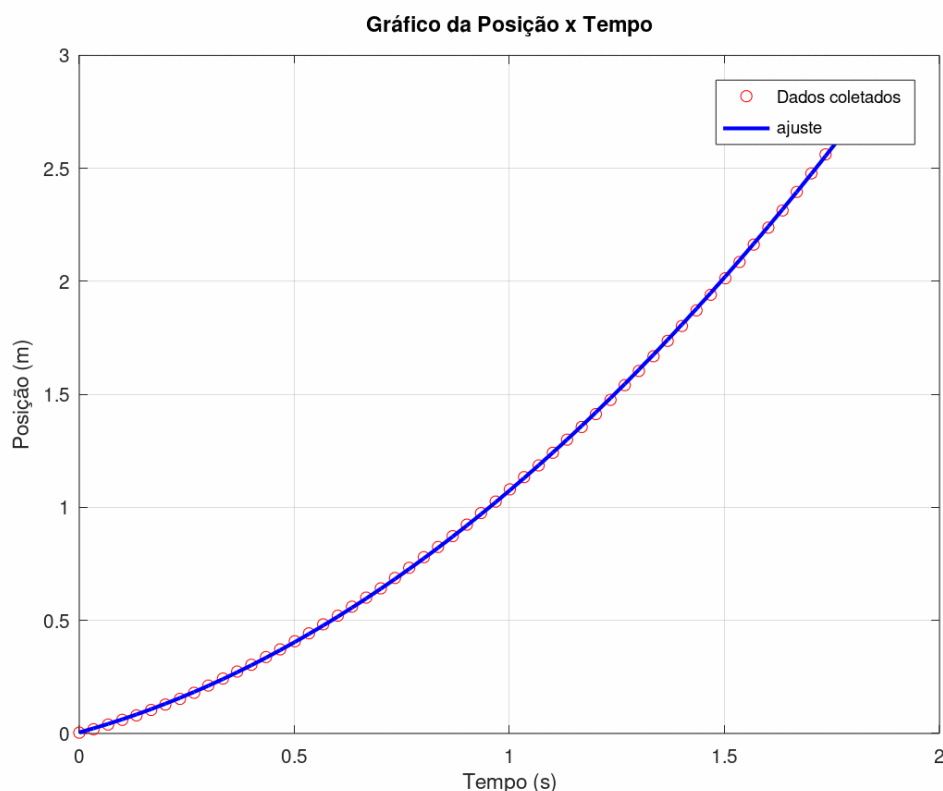


Figura 53. Gráfico da Posição gerado no Octave. Fonte: Arquivo Pessoal.

Coeficientes fornecidos pelo octave:

$$0.5445764 \quad 0.5249995 \quad 0.0047627$$

Onde,

$$x = 0.5445764t^2 + 0.5249995t + 0.0047627$$

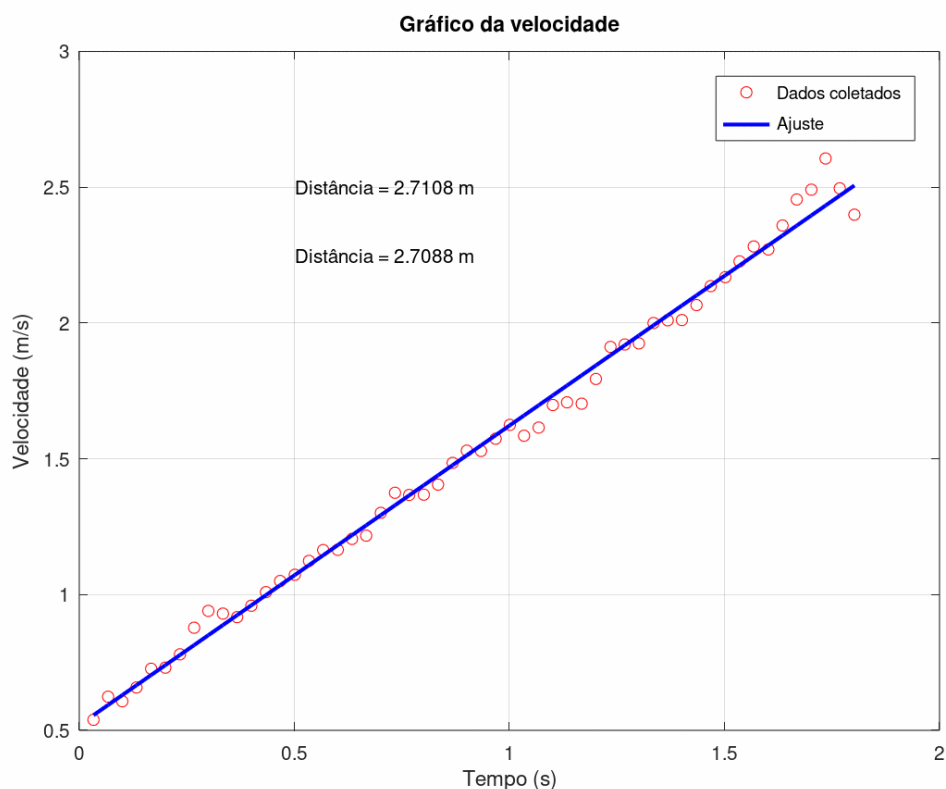


Figura 54. Gráfico da Velocidade gerado no *Octave*. Fonte: Arquivo Pessoal.

Os coeficientes fornecidos foram:

$$1.10267 \quad 0.51959.$$

Onde,

$$v = 1,10267.t + 0,51959$$

O gráfico da figura 54, obtido por meio do *Octave*, mostra que valor percorrido pelo carro, através de cálculo numérico integral de todas sucessivas posições ao longo do tempo, foi de **2,7108 m**. O valor medido com a fita métrica era de 3m, porém não foi levado em consideração as dimensões do carro e, por isso, a diferença entre o valor medido e o valor obtido.

A confecção da parte gráfica do movimento por meio de análise de vídeo com o programa *Tracker* seria muito melhor aproveitada em espaço pedagógico adequado, porém como a escola não dispunha deste recurso o professor decidiu por apresentar a análise com o seu computador e o *Datashow*. Em contrapartida, os alunos em grupos, receberam folhas de papel milimetrado para construção dos gráficos manualmente, figuras 55, 56, 57, 58, 59 e 60.



Figura 55. Estudantes trabalhando na construção de gráficos manualmente. Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 56 Estudantes trabalhando na construção de gráficos manualmente. Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 57. Estudantes trabalhando na construção de gráficos manualmente. Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 58. Estudantes trabalhando na construção de gráficos manualmente. Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 59. Estudantes trabalhando na construção de gráficos manualmente. Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 60. Estudantes trabalhando na construção de gráficos manualmente. Fonte: Arquivo pessoal.

Dos vários resultados apresentados pelos grupos de alunos, é possível estabelecer dois tipos de categorias de respostas.

Tipo 1. Dificuldade apresentadas pelos alunos no ajuste das retas. Nas figuras 61 e 62 não há uma preocupação em relação a escala dos eixos das ordenadas e/ou das abscissas, portanto o professor deve estar atento a essas situações para melhor orientar os grupos. Não foi levado em consideração o uso adequado dos espaçamentos na folha de papel milimetrado, para eles a distância entre os pontos eram constantes apesar de numericamente estar diferente, neste tipo de caso a distância entre dois quadrados pequenos no eixo y (variável da velocidade) sempre de dois em dois e, além disso, eles apenas ligaram os pontos para reproduzir uma linha reta outros grupos nem se preocupam em relação a isso. O professor pode comentar com os alunos sobre o ajuste linear chamado na matemática de regressão linear, que pode ser feito no *Excel*, *Octave* ou outros programas de computador. No caso do *Tracker* é possível fazer este ajuste no próprio programa.

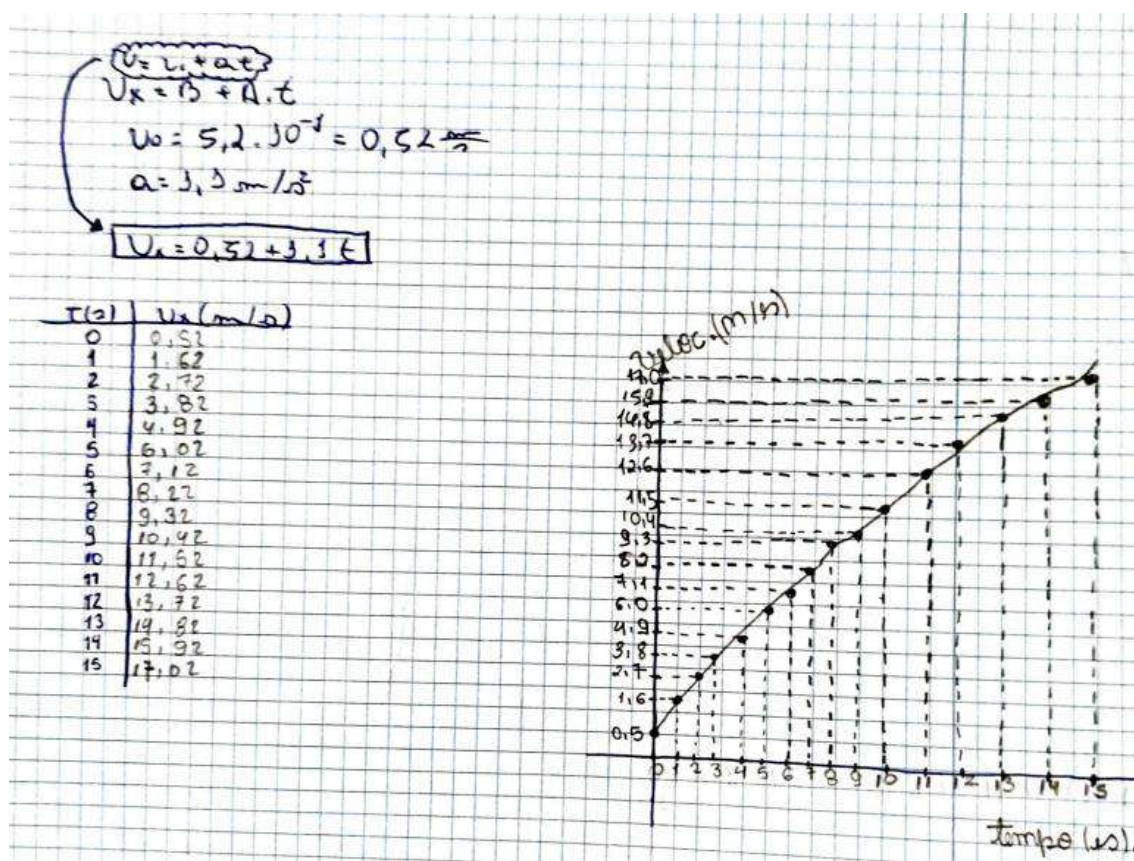


Figura 61. Alunos que fazem ajuste sem levar em consideração as distâncias do papel milimetrado. Fonte: Arquivo pessoal.

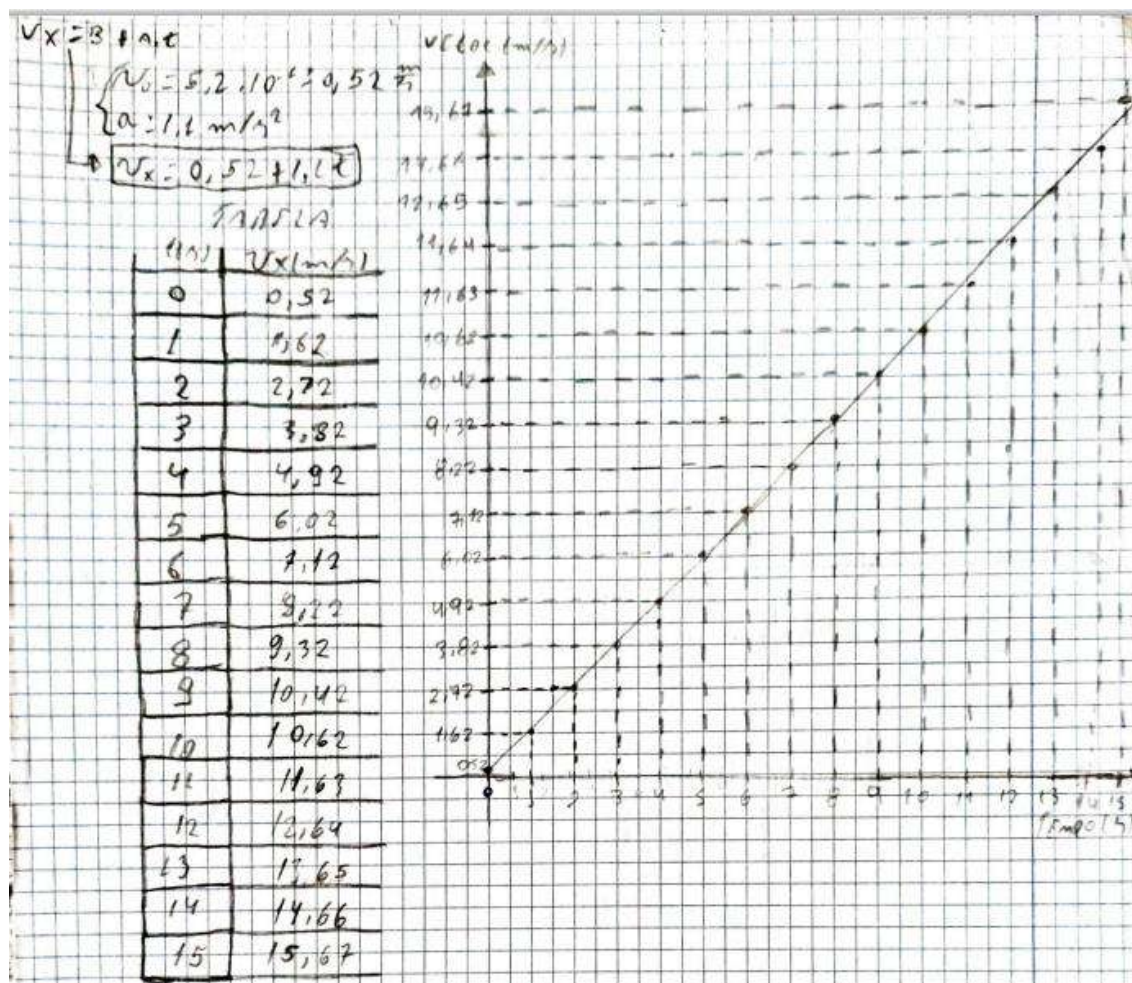
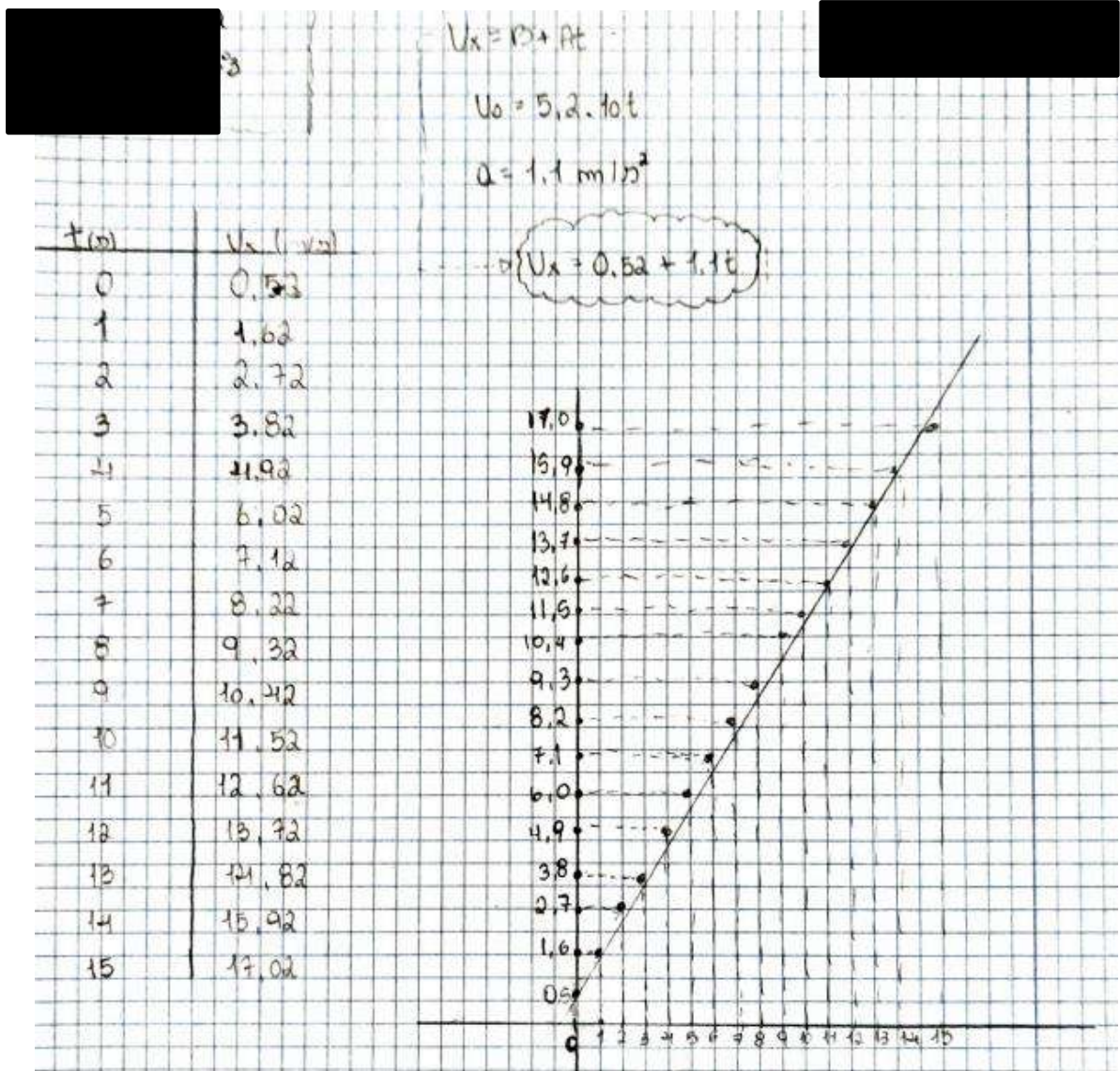


Figura 62. Alunos que fazem ajuste sem levar em consideração as distâncias do papel milimetrado. Fonte: Arquivo pessoal.

Tipo 2. Os estudantes que conseguem fazer uma interpretação adequada do problema proposto. Nesta situação, dados os valores da aceleração e da velocidade inicial, foi possível constatar que os alunos usaram os espaçamentos da folha de papel milimetrado de forma a obedecer a escala numérica nos eixos do plano cartesiano além de fazer o ajuste linear manual tentando minimizar a distância entre os pontos sem ajuda de outros instrumentos, apenas régua e lápis. Na regressão linear os alunos indicaram ainda a interpretação Física *Entendemos que quando o carrinho se movimenta a velocidade aumenta um segundo* conforme a figura 63.



res: Entendemos que, quando o carrinho se movimenta, a velocidade aumenta um segundo.

Figura 63. Alunos que conseguiram encontrar uma interpretação de forma muito clara para o problema. Fonte: Arquivo Pessoal.

5.4.3 Atividade III: Medindo o valor da aceleração e da gravidade local

A atividade III consiste em encontrar o valor da aceleração de um objeto deslizando em uma superfície em que se possa, com bastante aproximação, desprezar a ação do atrito e assim pode-se chegar ao valor da aceleração gravitacional independente da inclinação. O professor deverá propor o seguinte problema:

Faça a porca passar por dentro do fio de nylon, estique-o e incline o mesmo para que a porca possa deslizar por ele, através do tempo de deslizamento como você determinaria o valor da aceleração da gravidade ?

Materiais:

- ✓ fio de nylon 2m a 3m,
- ✓ trena
- ✓ balança
- ✓ porcas de metal
- ✓ cronômetro do relógio ou do celular

Objetivo: Mensurar o valor da aceleração de um objeto em movimento e o valor da aceleração da gravidade local.

Metodologia: O professor deve entregar o roteiro experimental e colocar os alunos em grupo para que solucionem esse problema sempre orientando os grupos.

Montagem:

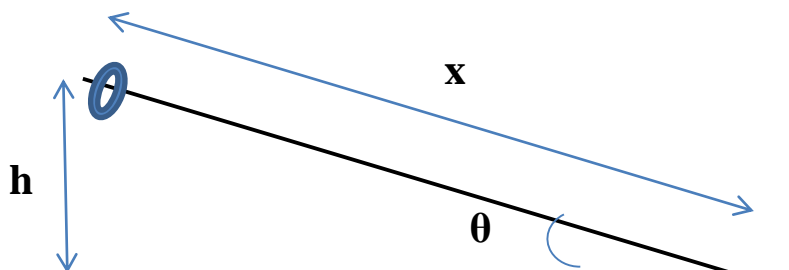


Figura 64. Arranjo experimental para o cálculo da aceleração e da gravidade local. Fonte: Arquivo Pessoal.

O fio de nylon de comprimento x faz um ângulo de inclinação θ com a horizontal que pode ser medido com um transferidor ou através de seu seno de acordo com o triângulo formado,

GRUPO 1

O primeiro grupo encontrou um valor de aceleração de $8,87 \text{ m/s}^2$

$$\begin{aligned}x &= 1,77 \text{ cm} \\x &= 1,77 \text{ m} \\g &= 2 \cdot 1,77 \\&\hline(0,18)^2 \cdot \sin(41,2) \\&= 3,54 \\&\hline0,64 \cdot 0,65 = 0,41 \\&\hline\frac{3,64}{0,41} = 8,87\end{aligned}$$

É comum na maioria dos grupos de estudantes a não inclusão das unidades de medida após o resultado obtido, isso é muito comum acontecer e o professor deve estar atento para que estas situações sejam resolvidas. Nota-se a falta da unidade (m/s^2) após o valor numérico na unidade da aceleração. Os estudantes fizeram o cálculo em relação ao erro estimativo e percentual.

calculo do erro:

$$\text{erro absoluto} = 9,81 - 8,87 = 0,94$$

$$\text{erro relativo} = \frac{0,94}{9,81} = 0,09$$

$$\text{erro percentual} = 0,09 \times 100 = 9,0$$

GRUPO 2

Este grupo encontrou um valor de $11,12 \text{ m/s}^2$. Lembrando que também não foi acrescentada a unidade (m/s^2) ao final do valor para a aceleração da gravidade.

$$X = 2,28$$

$$X = 2,28 \text{ m}$$

$$g = \frac{2 \cdot 2,28}{(0,8)^2 \cdot \text{sen}(41,2)}$$

$$\frac{4,56}{0,64} \cdot 0,65 = 0,41$$

$$\frac{4,56}{0,41} = 11,12$$

A conclusão dos estudantes demonstra que conseguiram montar o aparato conforme solicitado. Um aluno comum do Ensino Médio por limitações de escrita não apresenta muitos detalhes do procedimento, eles conseguem executar as tarefas sem muita preocupação em expressar detalhes do passo a passo. Neste exemplo o grupo se limita a dizer *calculamos a toda a velocidade, distância, altura*.

Nosso grupo usou a trena para medir o comprimento do fio (linha de nylon) e uma porca para tirar a sua velocidade com o cronômetro medimos toda a distância percorrida pela porca.
 No final calculamos toda a velocidade, distância, altura. e chegamos ao resultado.

GRUPO 3

Este grupo encontrou um valor para g em 8,87 m/s²

$$g = \frac{2x}{t^2 \text{ Sen } \theta} \quad x = 1,82 \text{ cm}$$

$$g = \frac{2 \cdot 1,82}{(0,8)^2 \text{ Sen}(45^\circ)}$$

$$\frac{3,64}{0,45} = 8,08$$

Descrição montagem e execução da experiência de acordo com os mesmos:

Agente usou uma trena para medir a largura que de 182 cm na parede e do chão 142 cm o tempo agente usou cronômetro a velocidade usamos também uma porca de metal com o peso de 7g usamos também o fio de nylon com 1,65 de largura e foi assim! KKK

Cálculo do erro feito por eles:

$$\begin{array}{r} 9,81 \\ 8,87 \\ \hline 0,94 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{r} 9,81 \\ 8,87 \\ \hline 0,94 \end{array}} \right\} \text{erro Absoluto}$$

$$\frac{0,94}{9,81} = 0,09 \left. \vphantom{\frac{0,94}{9,81}} \right\} \text{erro RELATIVO}$$

$$\frac{0,09}{100} = 9 \left. \vphantom{\frac{0,09}{100}} \right\} \text{erro Percentual}$$

GRUPO 4

Este grupo encontrou 10,24 m/s²

$$\begin{array}{l}
 X = 2,0 \\
 X = 2,0 \text{ m} \\
 G = \frac{2 \cdot 20}{(0,8)^2} \text{ sem } (4 \pm 2)
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{l}
 \frac{4,2}{0,64 \cdot 0,65} = 0,41 \\
 \frac{42}{0,41} = 10,24
 \end{array}$$

- Cálculo do erro

$$\text{Erro absoluto} = \text{Valor teórico} - \text{Valor medido}$$
$$9,81 \text{ m/s}^2 - 10,24$$

$$\text{Erro Relativo} = \frac{-0,43}{9,84} = -0,0437 \approx -4,37\%$$

$$\text{Erro Percentual} = \text{Err. Relativo} = -4,37\%$$

Para medir usamos a trena na altura, em seguida usamos o cronômetro do celular para calcular a velocidade da barra de metal no fio de nylon de 2m. Usamos a cola para que o fio ficasse firme e facilitar o cálculo.

GRUPO 5

Este grupo anotou os dados de forma bem organizada e detalhada de acordo com o que lhes foi fornecido encontrando um valor de $6,14 \text{ m/s}^2$ para a aceleração gravitacional.

$$x = 129 \text{ cm}$$

$$x = \underline{1,29 \text{ m}}$$

$$g = \frac{2 \cdot 1,29}{(0,8)^2 \cdot \sin(41,2)}$$

$$g = \frac{2,58}{0,64 \cdot 0,65}$$

$$g = \frac{2,58}{0,41} = 6,14 \text{ m/s}^2$$

Dados:

Distância: 129 cm

Altura: 85 cm

tempo: 0.84 milissegundos

massa: 7 gramas

Cálculo:

$$g = \frac{2x}{t^2 \sin \theta}$$

$$x = 129 \text{ cm}$$

$$x = 1.29 \text{ m}$$

$$g = \frac{2 \cdot 1.29}{(0.84)^2 \sin(41.2)}$$

$$g = \frac{2.58}{0.44} = 6.14 \text{ m/s}^2$$

$$g = \frac{2.58}{0.64 \cdot 0.65}$$

Cálculo do erro apresentado:

$g:$ } $v.m.:$
6.14 } 9.81

Erro absoluto: valor teórico - valor medido

9.81

- 6.14

3.67

Erro relativo: $\frac{\text{erro absoluto}}{\text{valor teórico}}$

$$\frac{3.67}{9.81} = 0.37$$

9.81

Erro percentual = erro relativo $\times 100$

$$0.37 \times 100 = 37$$

Análise do grupo:

Conclusão:
Na atividade de hoje, usamos nylon e uma perca. tivemos que grudar o nylon na parede e no chão com esta quanta e depois medimos a distância e a altura onde a perca ia pender. Depois de saber todos os dados, nós usamos a seguinte fórmula: $g = \frac{2x}{t^2 \cdot \sin \theta}$, onde o resultado final foi: 6,14 m/s²

GRUPO 6

O grupo apresentou um relatório em uma folha de papel

[

Relatório
A medida da altura do nosso triângulo retângulo foi de 84 centímetros e o comprimento da nossa base foi 183cm, então a hipotenusa mede 201cm.
 $\sin \theta = \frac{h}{x} = 27,8^\circ$
 $g = \frac{2x}{t^2 \cdot \sin \theta}$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{se tempo é } 1,42, \text{ portanto } t^2 = 2,01 \\ \text{se tempo é } 1, \text{ portanto } t^2 = 1 \end{array} \right.$
 $g = \frac{2 \cdot 2}{2 \cdot 0,45} \quad g = \frac{2 \cdot 2}{1 \cdot 0,45} \quad \rightarrow \quad g = \frac{4}{0,45} = 8,88$
 $g = \frac{4}{0,9} = 2,222$
Se o ângulo for menor, mas $\neq 0$ o tempo que a perca demora até atingir o outro extremo será maior, e portanto possibilitará uma observação mais precisa.

É perceptível na conclusão do grupo a tentativa de estabelecer uma relação entre o tempo que o objeto demora para atingir o chão e o ângulo de inclinação.

Capítulo 6

Considerações Finais

Foi possível constatar no trabalho educacional que as atividades experimentais propostas em forma de problemas permitem uma participação mais efetiva da turma. Parte-se do princípio de que a novidade atrai a atenção dos alunos por quebrar a expectativa de aula apenas expositiva, para uma sequência diferente.

Em uma turma com 40 indivíduos percebe-se que a tática de separar em grupos para realizar as medidas, quando se dispõe de apenas um computador ou apenas um celular, pode causar dispersão. Uma vez que quando os estudantes de um grupo estão realizando as medidas os outros ficam aguardando por muito tempo. Deve-se ter o cuidado em relação ao uso dos equipamentos para que os grupos não o utilizem incorretamente ou confunda a aula com atividades lúdicas sem comprometimento com seu aprendizado.

Ao trabalhar com ensino por investigação e modelagem matemática deve-se ter o cuidado para que o aluno entenda os objetivos da aula, principalmente por se tratar de atividades que são muito abertas. Tem que ficar muito claro o que está acontecendo e o que deverá ser feito, portanto, tudo deve ser definido no início de cada atividade para que não haja desorganização.

Em relação ao uso do diário de bordo para avaliação é importante que o professor recolha todos após a realização todas as atividades, pois uma vez que o diário fica de responsabilidade do aluno, não há garantia de retorno, e pode ocorrer o extravio dos mesmos. Sendo assim, a avaliação do aluno fica comprometida.

Em relação ao grau de liberdade proposto que vai de I a V, o grau de liberdade I é o que dá mais segurança para os estudantes. A crítica a esse tipo de grau ocorre por conta dos procedimentos do tipo: faça, meça, observe, coloque, etc, onde o aluno não necessariamente precisa pensar para se chegar a uma determinada resposta, por isso é importante que os alunos sejam levados a uma análise dos resultados obtidos.

O ensino por investigação demanda muito tempo para ser realizado em sala de aula podendo comprometer o cumprimento do conteúdo ao longo do bimestre caso esta seja a principal metodologia em sala de aula. Considera-se que esta pesquisa tem uma leve tendência ao ensino por investigação pela quantidade pequena de atividades e porque cada aula dura 45 min, fazendo atividade ser particionada em muitas etapas.

Colocar os alunos para realizarem as atividades no último grau de liberdade pode gerar uma dificuldade por parte do desenvolvimento da pesquisa. É necessário que o professor sempre esteja presente utilizando as atividades de forma desafiadora, com o intuito que os estudantes consigam estabelecer as relações entre grandezas físicas.

Este trabalho mostrou a eficiência do método experimental e que é possível realizar atividades em sala de aula por meio de análise de resultados obtidos pelos próprios alunos. Há muitas perspectivas de realização de trabalhos futuros que podem ser aplicados neste mesmo modelo em outros tópicos da Física além da Cinemática.

Referências Bibliográficas

AGUIAR, C.E.; PEREIRA, M.M. O computador como cronômetro. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo, v. 34, n. 3, p. 1-6, Set. 2012. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172012000300003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 03 mar. 2020.

ALONSO, M.; FINN, E. J. Física: um curso universitário. Volumes 1 e 2, São Paulo: Edgard Blucher, 2016.

BAPTISTA, José Plínio; FERRACIOLI, Laércio. A Evolução do Pensamento sobre o Conceito de Movimento. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo, v. 21, n. 1, Março, 1999.

BASSANESI, R. C.; Ensino aprendizagem com modelagem matemática. 3ed. Editora contexto, 2009.

BRASIL. Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio. Brasília, DF, 19 dez 2018. Disponível em <basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/BNCC_19dez2018_site.pdf>. Acesso em 30 mar. 2019.

CARVALHO, A. M. P.(org); AZEVEDO, M. C. P. S.; NASCIMENTO, V. B.; CAPECCHI, M. C. M.; VANUCCHI, A. I.; CASTRO, R. S.; PIETROCOLA, M.; VIANNA, D.M.; ARAUJO, R. S. Ensino de ciências unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Editora Cenage Learning, 2016.

CARVALHO, A. M. P; OLIVEIRA, C; SCARPA, D. Ensino de ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula, Editora Cenage Learning; 1ª Edição, jan. 2013.

CARVALHO, Anna M. P.. As práticas experimentais no ensino de Física. In CARVALHO, A M P (org) Ensino de Física. Coleção ideias em ação. São Paulo: Cenage Learning, 2010 pág. 53 - 78.

CAVALCANTE, Marisa Almeida; BONIZZIA, Amanda; GOMES, Leandro Cesar Pereira. Aquisição de dados em laboratórios de física: um método simples, fácil e de baixo custo para experimentos em mecânica. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo, v. 30, n. 2, p. 2501.1-2501.6, 2008. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172008000200011&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 15 jul. 2020.

FEBRACE. O que é o diário de bordo?. Disponível em <<https://febrace.org.br/projetos/diario-de-bordo>>. Acesso em 10 nov. 2019.

GOODY, Jack. O roubo da história: como os ocidentais se apropriaram das ideias e invenções do Oriente. São Paulo: Ed. Contexto, 2008. 368 páginas.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos da Física. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

LABURÚ, C. E. Seleção de experimentos de Física no ensino médio: uma investigação a partir da fala dos professores. Investigação em ensino de Ciências., v. 10, n.2, 2005.

LOPES, Wilson. Variação da aceleração da gravidade com a latitude e altitude. Bras. Ens. Fís., v. 25, n. 3: p. 561-568, dez. 2008.

LUIZ, Fabio F.; SOUZA, Luiz Eduardo S.; DOMINGUES, Paulo H.. Um sistema automático de baixo custo para medidas de intervalos de tempo. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo, v. 38, n. 2, e2504, 2016. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172016000200604&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 15 Jul. 2020.

MACEDO, Josué Antunes de; PEDROSO, Luciano Soares; COSTA, Giovanni Armando da. Aprimorando e validando um fotogate de baixo custo. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo, v. 40, n. 4, e5403, 2018. Disponível em <<http://www.scielo.br/scielo.php?>

script=sci_arttext&pid=S1806-11172018000400602&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 18 fev. 2020.

MOREIRA, M. A.; NARDI, R. O mestrado profissional na área de Ensino de Ciências e Matemática: alguns esclarecimentos. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v.2,n.3, set/nov, 2009.

MOREIRA, M.A. Grandes desafios para o ensino da Física na educação contemporânea. Revista do Professor de Física, Brasília, vol. 1, n. 1, 2017.

NUNES, T. O que é ensino por investigação? pontodidática, 15 ago. 2017. Disponível em: <<https://pontodidatica.com.br/o-que-e-ensino-por-investigacao/>> acesso em 24 Jul. 2019.

NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica 1: Mecânica, 4a edição, Editora Edgard Blücher, 2002.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente., vol. 12, n. 1, 2010.

PIRES, A. S. T. Evolução das Idéias da Física. Editora Livraria da Física, São Paulo, 2011.

RAMIREZ, Alejandro R.G.; CINELLI, Milton José; IRIGOITE, Adriano Mansur. Automação para obtenção de dados de uma experiência de Física: 2ª lei de Newton. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo, v. 27, n. 4, p. 609-612, Dec. 2005. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172005000400016&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 15 jul. 2020.

ROCHA, J. F. M. (Org.). Origens e Evolução das Idéias da Física. EDUFBA, Salvador, 2015.

SCHIVANI, M.; Luciano P. G.; ROMERO, T. R. Novos materiais e tecnologias digitais no ensino de Física. Livraria da Física, 2018.

SÉRÉ, M.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da experimentação no ensino da Física. Caderno Brasileira Ensino de Física, v. 20, n.1: 30-42, abr. 2003.

SILVA NETO, Manoel Januário da. Ensino de Física pela comparação entre experimento e modelo teórico com uso da modelagem matemática. 2015. 131 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Educação Matemática e Científica, Belém, 2015. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas.

SOUZA, Anderson R. de et al . A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo, v. 33, n. 1, p. 01-05, mar. 2011. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172011000100026&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 15 jul. 2020.

TENFEN, Danielle Nicolodelli. Editorial: Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 33, n. 1, p. 1-2, abr. 2016. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n1p1>>. Acesso em: 30 mar. 2019.

TRINDADE, J. F.; SALDIVIA M.; Freire, J. A experimentação e as TIC no ensino das ciências exatas. Editora Bubok Publishing. Natal, Brasil, 2013.

UFRGS. Analisando imagens e vídeos com o computador. Laboratório didático de Física. Disponível em <<http://www.if.ufrgs.br/cref/uab/lab/tracker.html>> Acesso em 09 out. 2019.

APÊNDICE

PROBLEMAS INVESTIGATIVOS NO ENSINO DE FÍSICA PARA O ESTUDO DOS MOVIMENTOS



MESTRADO NACIONAL
PROFISSIONAL EM
ENSINO DE FÍSICA

SUMÁRIO

Olá professor(a),.....	93
PRIMEIROS PASSOS.....	94
ATIVIDADE 01 – Estudo da velocidade.....	96
Materiais Necessários	96
Objetivos da Atividade.....	96
Antes da atividade.....	96
Tabela – Atividade 01	97
ATIVIDADE 02 – Estudo da ACELERAÇÃO.....	99
Materiais Necessários	99
Objetivos da Atividade.....	99
Antes da atividade.....	99
Tabela – Atividade 02	100
Gráficos Gerados no programa Octave	101
ATIVIDADE 03 – Estudo da GRAVIDADE	102
Materiais Necessários	102
Objetivos da Atividade.....	102
Antes da atividade.....	102
Tabela – Atividade 03	103

Olá professor(a),

Este material apresenta a implementação de uma proposta de ensino experimental adaptado para a sala de aula, considerando que muitas escolas e instituições de ensino público não dispõem de uma estrutura adequada para a realização das atividades.

O guia metodológico é resultado de pesquisa na área de ensino supervisionado pelo Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, coordenado pela Sociedade Brasileira de Física no polo da Universidade Federal do Pará – UFPA.

A proposta se baseia no ensino por investigação levando em consideração os graus de liberdade a modelagem matemática e aborda o conteúdo Cinemática em três atividades: Estudo da velocidade, aceleração e aceleração da gravidade.

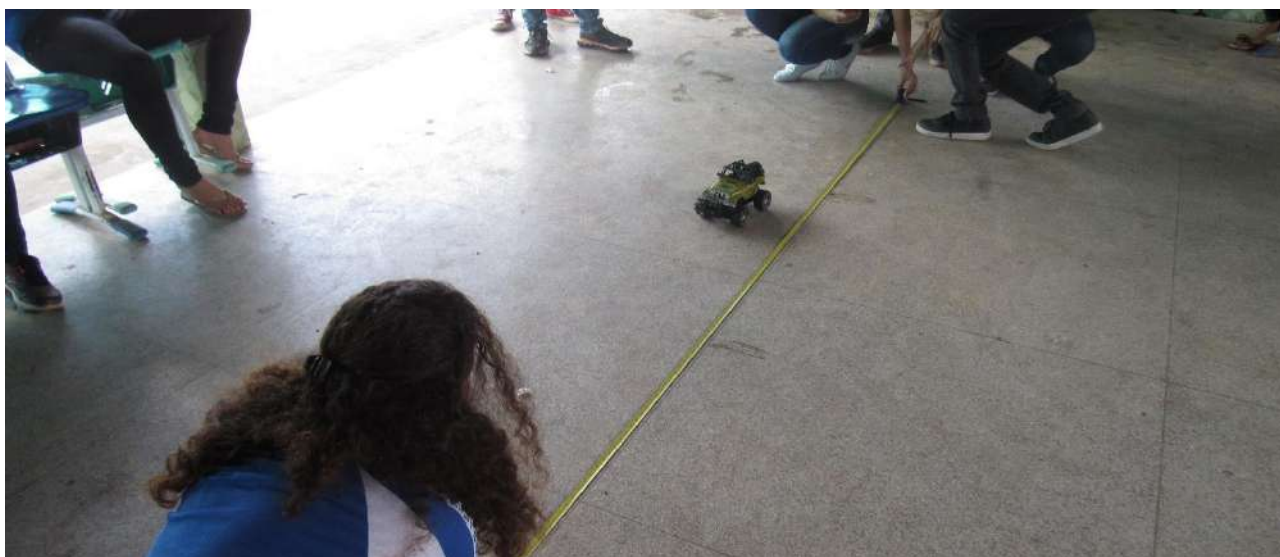
Todas as atividades se desenvolvem a partir de um problema proposto pelo professor com materiais de baixo custo e programas com o objetivo de mostrar ferramentas que podem potencializar o ensino de cinemática por meio de atividades simples. A aprendizagem é o foco principal e não um aprofundamento detalhado sobre os softwares para que qualquer professor possa reproduzir em sua sala de aula.

André França
Charles Rocha

andrephysic@gmail.com

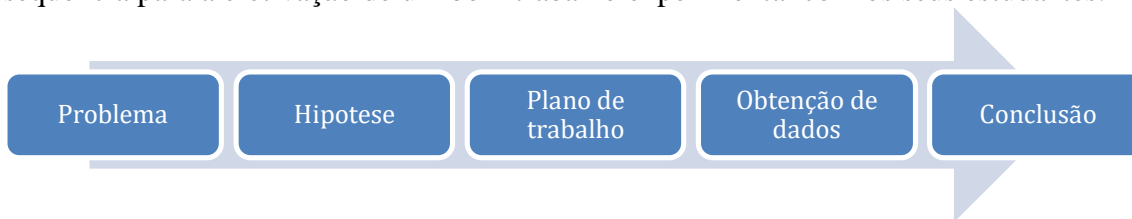
PRIMEIROS PASSOS

A estratégia de ensino tem como foco a utilização de atividades experimentais para alavancar a qualidade da aprendizagem. Deve-se levar em consideração que a atividade pode ter três finalidades.



Estudantes desenvolvendo as atividades propostas

Após a escolha do tipo de abordagem, o professor deve levar em consideração a seguinte sequência para a efetivação de um bom trabalho experimental com os seus estudantes.



Fluxograma baseado em (CARVALHO, 2016)

Em relação a responsabilidade em sala de aula há cinco graus de **liberdade intelectual** que os professores proporcionam aos seus alunos. Recomenda-se para o Ensino Médio os graus de liberdade I e II.

	GRAU I	GRAU II	GRAU III	GRAU IV	GRAU V
Problema	PROFESSOR	PROFESSOR	PROFESSOR	PROFESSOR	ALUNO
Hipóteses	PROFESSOR	PROFESSOR	PROFESSOR	ALUNO	ALUNO
Plano de trabalho	PROFESSOR	PROFESSOR	ALUNO	ALUNO	ALUNO
Obtenção de dados	ALUNO	ALUNO	ALUNO	ALUNO	ALUNO
Conclusões	PROFESSOR	ALUNO	ALUNO	ALUNO	ALUNO

Graus de liberdade em aulas experimentais (PELLA apud Carvalho, 2018)

PRODUTO EDUCACIONAL – INFORMAÇÕES IMPORTANTES

Cuidado!

Supervisione os estudantes durante as atividades para não sair do foco da pesquisa. Reforce o objetivo das atividades.

Escolha do tópico: Cinemática MRU e MRUV

Público alvo: 1º ano de Ensino Médio.

Carga horária total de aplicação: 15 horas/aula.

Abordagem: Investigativa e experimental com análise de dados em tempo real em sala de aula por meio de computador e smartphone.

Instrumentos de avaliação: Áudio gravado, filmagem, diários de bordo.

Sobre as atividades: Propõe situações concretas em que a partir delas se desenvolve a pesquisa as observações e as medidas.

ATIVIDADE 01 – Estudo da velocidade

Materiais Necessários

- Computador
- Datashow
- Celulares
- Diário de bordo
- Programa *Audacity* (Computador) ou *Phyphox* (Celular)

Objetivos da Atividade

- Determinar a velocidade com que uma bola de futebol é chutada por meio de métodos computacionais e celular para discutir sobre velocidade média e velocidade instantânea aplicando isso a situações cotidianas.

Antes da atividade

Reservar uma aula para introduzir conceitos prévios de Física aos estudantes

1º Momento - distribuir o texto “a velocidade dos animais na natureza” (anexo A da dissertação) em seguida leia e discuta que aspecto no texto chamou mais atenção durante a leitura e assim demonstre a importância da velocidade dos animais para a sobrevivência na natureza, use exemplos do dia a dia para estabelecer a relação entre tempo e distância, pois isto será importante para a formulação matemática.

2º momento - familiarização com o Diário de bordo: solicite aos alunos que respondam em seus diários “O que é Física?” e “Imagine que você está em uma viagem de carro com o velocímetro quebrado, como você determinaria a velocidade dele?”. O objetivo desta atividade se relaciona a familiarização do instrumento de coleta de dados.



Tabela – Atividade 01

ETAPAS	DESCRIÇÃO	TEMPO
PROBLEMA	Organize os estudantes em grupos e disponibilize uma fita métrica, uma bola de futebol e escreva no quadro a seguinte proposição “Como determinar a velocidade da bola?”	45min
HIPÓTESE	Dê um tempo para que os mesmos possam elaborar uma hipótese e tudo que eles planejarem deverá ser registrado no diário de bordo.	20 min
PLANO DE TRABALHO	Monte o plano de trabalho. Há duas opções, com o computador, Datashow e o programa Audacity ou por meio dos recursos de celular Phyphox.	25 min
OBTENÇÃO DOS DADOS	O professor deve utilizar como base o texto complementar tabela C no anexo da dissertação solicitando que o aluno use o seu diário de bordo para registro das informações.	45 min
ANÁLISE	Esta análise dos dados é importante e pode ser utilizada para fazer retomada de conceitos e de assuntos que não foram bem compreendidos ao longo das etapas.	30 min
CONCLUSÃO	Peça para que os estudantes anotem as suas conclusões acerca da atividade.	15min

O que é um diário de Bordo?



É um caderno com folhas em branco que pode ser adquirido em qualquer papelaria ou customizado pelo próprio estudante com objetivo de registrar todas as etapas realizadas no desenvolvimento da atividade de forma detalhada e precisa indicando os passos, descobertas e perguntas, investigações, resultados e respectivas análises anotações, rascunhos, e qualquer ideia que possa ter surgido no decorrer do desenvolvimento do projeto. Muito utilizado em feiras de ciências (FEBRACE, 2019)

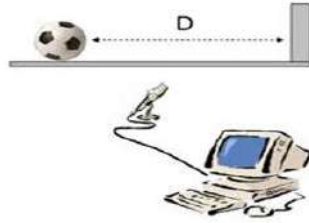
Medindo o tempo com o COMPUTADOR

Use uma fita adesiva para marcar três distâncias em relação a parede: 2,0m / 2,5m/ 3,0m.

Passa a fita adesiva na parede com um alvo.



Posicione o computador a meia distância escolhida pelo estudante entre a bola e a parede:



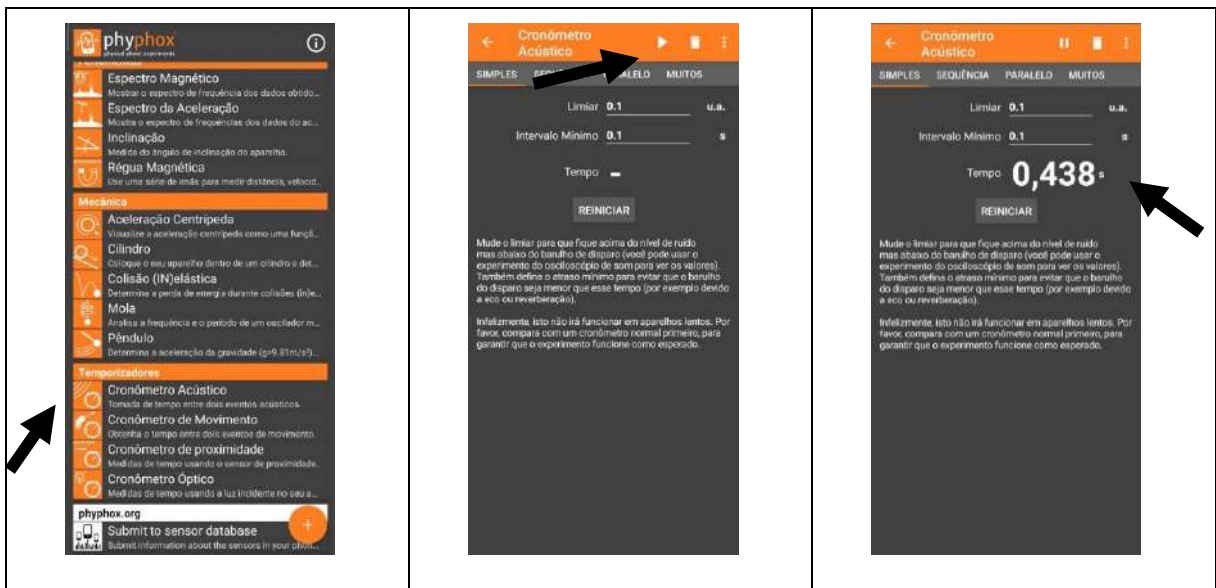
(AGUIAR e PEREIRA, 2012)

Efetue um chute e use o programa *Audacity* para gerar os picos de som e extrair o tempo:



Medindo o tempo com o CELULAR:

Ao abrir o aplicativo clique na opção Cronômetro Acústico, clique no botão Play, peça para efetuar o chute logo em seguida. O som inicial que dará início a contagem do tempo e o som final que pausará a medida. O tempo é dado instantaneamente na tela do celular como mostra as figuras da tela do aplicativo:



ATIVIDADE 02 – Estudo da ACELERAÇÃO

Materiais Necessários

- Câmera do celular ou (Câmera de filmagem)
- Carro de controle remoto
- Folha de papel milimetrado.
- Diário de bordo
- Computador
- Datashow
- Trena

Objetivos da Atividade

- Encontrar a aceleração do carrinho, descrever a velocidade em função do tempo por meio de gráfico, calcular a distância percorrida para comparar com o resultado medido no software.

Antes da atividade

Reservar uma aula para introduzir conceitos prévios de Física aos estudantes

1º Momento - faça uma pequena aula sobre o assunto de aceleração com os alunos discutindo os conceitos principais.

2º Momento - distribua os textos para leitura: “Gráficos em Física” (Anexo D da Dissertação) e fale sobre a construção de gráficos, faça estudos teóricos com os estudantes relacionando as grandezas.

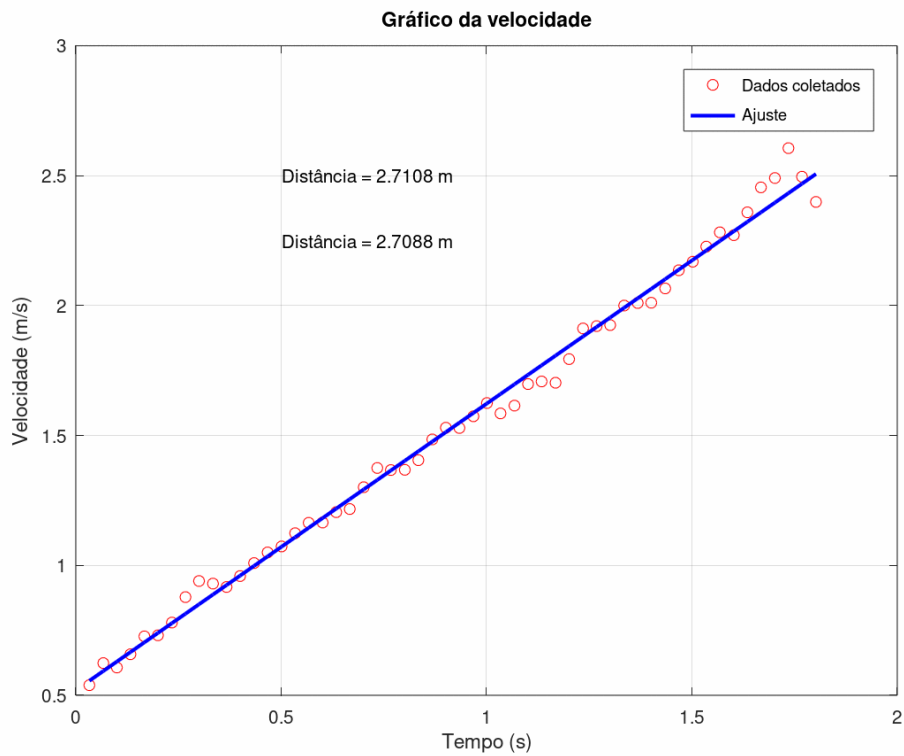
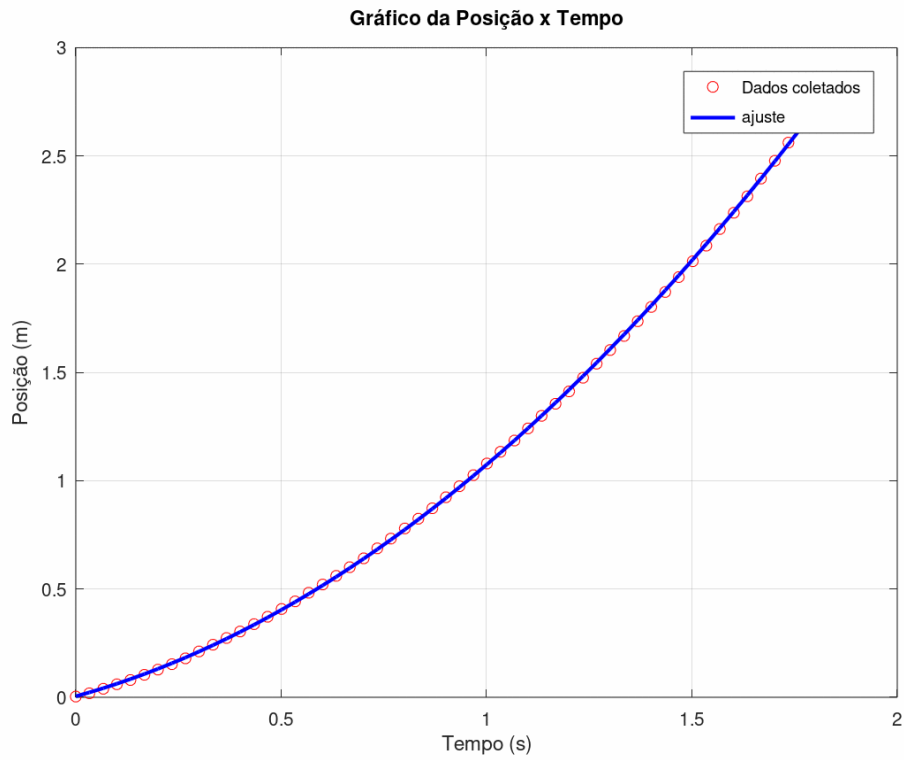


Tabela – Atividade 02

ETAPAS	DESCRIÇÃO	TEMPO
PROBLEMA	De posse de um carro de controle remoto solicite aos estudantes que resolvam o seguinte problema: “Como podemos determinar as características cinemáticas de um carro de controle remoto?”, peça para que os estudantes façam a filmagem do carrinho em movimento em uma superfície plana, e com a câmera fixa	10 min
HIPÓTESE	Após a aula, a leitura do texto e a apresentação do problema verifique com os alunos como eles colocariam as informações da velocidade x tempo e espaço x tempo em um plano cartesiano e como seriam esses gráficos.	35 min
PLANO DE TRABALHO	Enquanto ocorre a discussão passe os vídeos para o computador e abra o software para a análise.	45min
OBTENÇÃO DOS DADOS	O professor de posse destes vídeos fará escolha de apenas um para a análise em programa Tracker para mostrar o gráfico da velocidade em função do tempo e da posição em função do tempo (Tutorial capítulo 3 da dissertação).	45 min
ANÁLISE	Faça a análise com os alunos mostrando como fazer e ensinando os recursos do programa (o aluno deve entender a ferramenta). Esta atividade poderá ser feita na sala de informática se a escola dispor ou por meio de Datashow em apresentação do professor em sala de aula.	35 min
CONCLUSÃO	Peça para que os estudantes anotem as suas conclusões acerca da atividade	10min

Para o melhor desenvolvimento da atividade: 1 - Os alunos deverão gravar o vídeo de um carro de controle remoto em movimento com a câmera fixa em ambiente da escola bem iluminado; 2 - Treine os recursos do programa e todas as características do software para não dar nada errado durante a execução com os alunos.

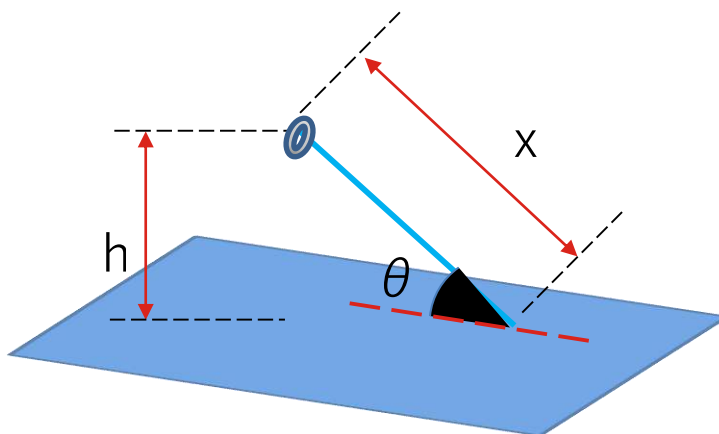
Gráficos Gerados no programa Octave



ATIVIDADE 03 – Estudo da GRAVIDADE

Materiais Necessários

- Fio de Nylon
- Porcas
- Balança
- Fita adesiva
- Cola quente
- Diário de bordo



Objetivos da Atividade

- Iniciar o estudo de queda livre com objetos para entender o fenômeno da gravidade terrestre e de outros planetas (Uso de vídeo e texto), descobrir técnicas para determinar a aceleração local (uso de plano inclinado com fio de nylon).

Antes da atividade

Reservar uma aula para introduzir conceitos prévios de Física aos estudantes

1º Momento - Iniciar a discussão com um vídeo sobre queda dos corpos para despertar a atenção e o interesse pelo tema Experimento de Galileu na maior câmara de vácuo do mundo. Fonte: youtube (BBC). Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=qSeW0f51QzY> > Acesso em 28 jan. 2020

2º Momento - Prepare uma aula sobre o plano inclinado e a questão histórica relacionando os estudos de Galileu Galilei sobre a gravidade.



Tabela – Atividade 03

ETAPAS	DESCRIÇÃO	TEMPO
PROBLEMA	Apresente o problema: “Faça a porca passar por dentro do fio de nylon, estique-o e incline o mesmo para que a porca possa deslizar por ele, através do tempo de deslizamento como você determinaria o valor da aceleração da gravidade?”	20 min
HIPÓTESE	Discuta com os grupos as relações entre as grandezas físicas. Instigando como esses acham e as grandezas estão relacionadas. Use porcas de diferentes massas para instigá-los.	25 min
PLANO DE TRABALHO	Nesta etapa distribua os materiais aos estudantes que eles conseguirão fazer a montagem solicitada.	20 min
OBTENÇÃO DOS DADOS	Distribuir um texto para leitura e o texto “Roteiro para determinação da gravidade local” (Anexo E da dissertação) para que os alunos possam manipular dados de forma mais rápida com auxílio do professor. Observação: distribuir um roteiro por grupo.	25 min
ANÁLISE	Professor(a), finalize com a socialização dos valores encontrados por cada grupo chega no resultado de g (caso possível também faça uma vídeo análise com o Tracker).	35 min
CONCLUSÃO	Peça para que os estudantes anotem as suas conclusões acerca da atividade.	10 min

Anexo A - Texto complementar

Qual é o animal mais veloz do planeta?⁴

Quando se fala no animal mais veloz do planeta, a resposta comum das pessoas é o guepardo, que chega a cerca de 115 km/h. Mas, na verdade, o animal que alcança a maior velocidade é falcão-peregrino, uma ave de rapina capaz de atingir 320 km/h em um vôo. Na água, o rei da velocidade é o peixe-agulhão, com 110 km/h.



Figura. Falcão, guepardo e peixe-agulhão são animais mais rápidos no Ar, em Terra e na Água. Foto: iStock

Mais rápido no ar: O falcão-peregrino pode alcançar cerca de 320 km/h durante um mergulho para caçar. A espécie habita principalmente o Canadá e os Estados Unidos, mas esta ave de rapina também pode chegar ao Brasil em períodos migratórios.



Figura. Falcão. Foto: iStock



Mais rápido na terra: O animal terrestre mais veloz do mundo é o guepardo, também chamado de chita e parecido com o leopardo, que pode alcançar cerca de 115 km/h em poucos segundos. Sua velocidade pode variar de 0 a 72 km/h em apenas 2 segundos.

Figura. Guepardo. **Foto:** iStock

Mais rápido na água: O peixe-agulhão (também conhecido como marlin). Esta espécie pode alcançar até 110 km/h, o que lhe dá vantagem para escapar de seus predadores e capturar o seu alimento, formado por pequenos peixes.



Peixe-agulhão. Foto: iStock

⁴Adaptado de: Você sabia? Qual é o animal mais veloz do planeta? Disponível em <<https://www.terra.com.br/noticias/ciencia/animais/voce-sabia-qual-e-o-animal-mais-veloz-do-planeta,7d8a8b15a55a6e4d8aa0cb8eb19535c5vnyxfr5w.html>> Acesso em 12 de mar 2019

Anexo B - Texto complementar

Calculando a velocidade de um carro⁵.

Durante uma viagem é fácil descobrir a velocidade de um veículo olhando o velocímetro, mas se você estiver em um ônibus longe do motorista existe uma maneira para fazer uma estimativa de velocidade. Para descobrir basta lembrar que em uma estrada há marcas de distância de quilometro, basta medir o tempo para percorrer essa distância e dividir, o resultado dessa divisão da distância pelo tempo vai ser a estimativa da velocidade.

Velocidade média: É definida como uma relação entre a distância total percorrida e o intervalo de tempo gasto.

$$\text{Velocidade média} = \frac{\text{distância total percorrida}}{\text{intervalo de tempo}}$$

Transformação da velocidade:

$$1 \frac{km}{h} = \frac{1000 m}{3600 s} = \frac{1 m}{3,6 s}$$

Logo, se quisermos fazer o cálculo da velocidade basta:

$$\text{Velocidade em km/h} = \frac{1000}{\text{tempo medido}} \times 3,6$$

Por exemplo, se demorar 60 segundos para percorrer um quilometro (mil metros), então,

$$v = \frac{1000}{60} \times 3,6 = 60 \text{ km/h.}$$

Com esse modelo podemos criar uma tabela:

TEMPO (s)	VELOCIDADE (km/h)
60	60
45	80
40	90
36	100
30	120

Tabela. Tempo para percorrer um quilômetro e a velocidade correspondente.

Quando o tempo medido não for exato pode-se pensar em arredondar, se o tempo for de 38 s que fica entre 40 s que corresponde a 90 km/h e 36 s que corresponde a 100 km/h que fica próximo a 95 km/h.

⁵Adaptado de: Um pouco da Física no cotidiano. Editora: Livraria da Física. Autor: Otaviano Helene.

Anexo C - Tabela de medidas

Este quadro abaixo é referente à atividade número um, onde os dados serão coletados em sala de aula. Preencha o quadro abaixo juntamente com o professor e tire dúvidas caso necessário.

ESCOLA:	
PROFESSOR:	
DISCIPLINA: FÍSICA	DATA:
GRUPO:	

Nº	Estudante	Distância escolhida (m)	Tempo (s)	Velocidade (m/s)	Velocidade (km/h)
01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					
08					
09					
10					

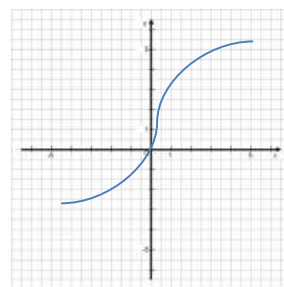
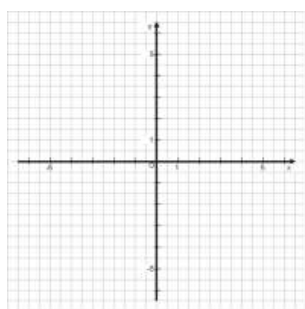
Anexo D - Texto complementar

Gráficos em Física⁶

Neste texto iremos aprender a linguagem muito comum em Física, os gráficos. Eles expressam visualmente dados ou valores numéricos, de maneiras diferentes, assim facilitando a compreensão do fenômeno estudado!

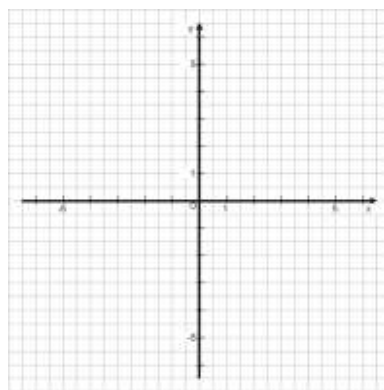
O que é um gráfico?

É composto por dois elementos: **plano cartesiano** (eixos, um vertical e outro horizontal), e uma **função** (linha que mostra a evolução de um fenômeno ou processo).



Plano cartesiano + Função = gráfico

O **plano cartesiano** [1] é um objeto matemático plano e composto por duas retas numeradas, perpendiculares entre si, onde se representam as coordenadas correspondentes às variáveis independentes e dependentes de uma função.



⁶Adaptado de:

[1] SILVA, Luiz Paulo Moreira. "O que é plano cartesiano?"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/matematica/o-que-e-plano-cartesiano.htm>. Acesso em 09 de outubro de 2019.

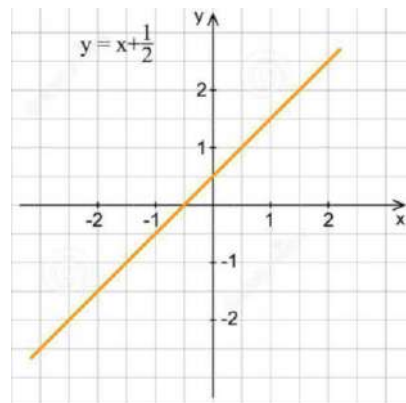
[2] SILVA, Marcos Noé Pedro da. "Função"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/matematica/funcao.htm>. Acesso em 09 de outubro de 2019.

Figura. Plano cartesiano - O plano cartesiano recebeu esse nome por ter sido idealizado por René Descartes

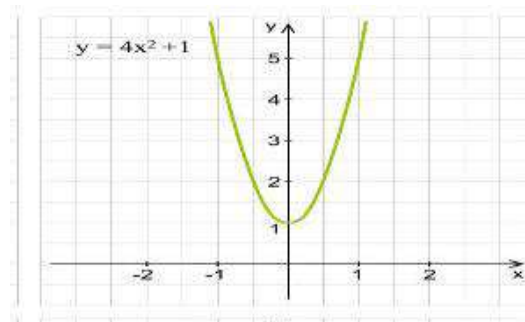
As **funções** [2] possuem representações geométricas no plano cartesiano, pode ser: função do 1º grau, função do 2º grau, função exponencial, função modular, função trigonométrica, função logarítmica, função polinomial. Cada função possui uma propriedade e é definida por leis generalizadas.

Exemplos:

A - Gráfico polinomial linear (1º grau)



B - Gráfico polinomial linear (2º grau)



Variáveis independentes: são aquelas às quais atribuímos valores.

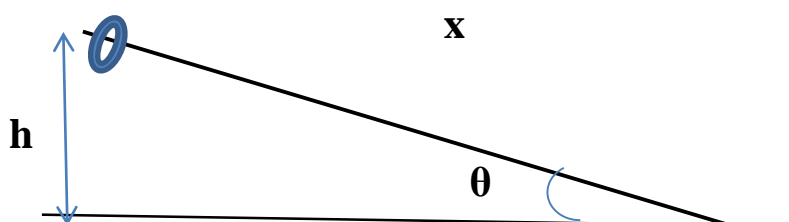
Variáveis dependentes: têm valores que dependem daqueles atribuídos às variáveis independentes.

Anexo E - Roteiro para determinação da gravidade local⁷

Objetivo: Determinar a aceleração da gravidade com recursos simples;

Materiais: Trena, cronômetro do celular, porca de metal, fio de nylon de 2m a 3m de comprimento.

Montagem:



O fio de comprimento x faz um ângulo de inclinação θ com a horizontal que pode ser medido com um transferidor ou através de seu seno de acordo com o triângulo formado,

$$\text{sen } \theta = h/x$$

Onde,

h = o desnível entre os dois pontos fixos do fio

x = distância percorrida pela porca

Solte a porca do ponto superior do fio, acionando simultaneamente o cronômetro e marque o tempo que ela leva para percorrer o comprimento do fio. Repita o experimento varias vezes e obtenha uma media dos valores de tempo.

Análise: Se desprezarmos o atrito entre a porca e o fio, e considerarmos a posição de início de movimento $x_0 = 0$ e a velocidade inicial $v_0 = 0$, podemos dizer que com bastante aproximação, a distância percorrida pelo fio é dada pela expressão, $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ onde temos:

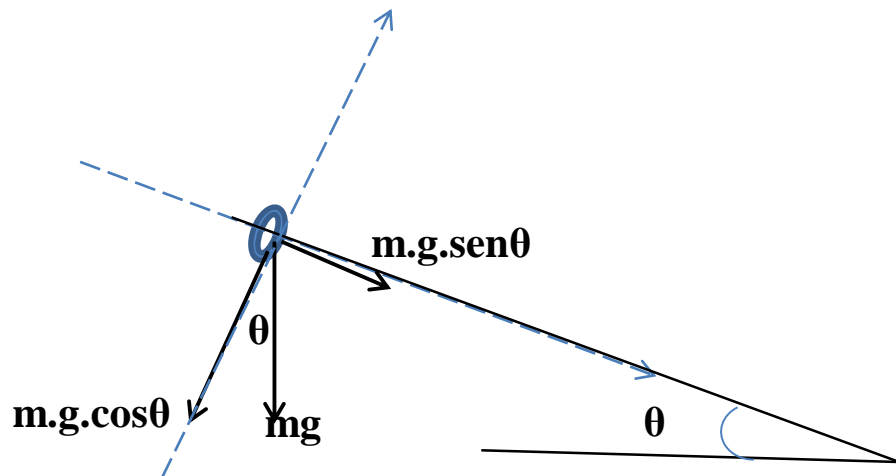
$$x = \frac{1}{2} a t^2$$

⁷Adaptado de: PERUZZO, Jucimar. EXPERIMENTOS DE FÍSICA BÁSICA: MECÂNICA. Editora editora livraria da física. Edição 1ª ED. 2012.

Conhecendo-se x e t encontramos a aceleração,

$$a = \frac{2x}{t^2}$$

Fazendo a decomposição de forças tem-se que o peso da arruela é dado por:



$$P_x = mg \sin \theta$$

Sendo que a força resultante que produz aceleração é o peso na direção do movimento P_x que pela segunda lei de Newton $P_x = m \cdot a$, vem:

$$g = \frac{2x}{t^2 \sin \theta}$$

Anexo F

Determinação do Gráfico da Velocidade para análise em sala de aula⁸

Use o Octave com os valores obtidos da análise de vídeo disponibilizados pelo professor para gerar um gráfico da velocidade (m/s) em função do tempo (s) e computar a distância percorrida. Proceda da seguinte forma:

- 1) Salve os dados em arquivo com nome.txt
- 2) abra o aplicativo
- 3) direcione o aplicativo para a pasta que contém o arquivo de dados: nome.txt
- 4) abra um arquivo novo usando a barra no topo e a esquerda
- 5) copie o script abaixo e cole no editor do aplicativo
- 6) após a colagem troque os apóstrofes presentes nos comandos xlabel, ylabel e title e valor =
- 7) salve o script com o nome grafico.m
- 8) Execute o script usando o símbolo de play (⏮) na barra do editor
- 9) Na barra superior da figura em edit copie a figura e cole no Word

```
load vxtime.txt % carrega dados (nome do arquivo de dados)
arq = vxtime; % arquivo de dados sem extensao
tempo= arq(:,1) ; % tempo (s)
velocidade = arq(:,2) ; % velocidade (m/s)
```

```
%calculo dos coeficientes 'a1' e 'a2' da função que melhor se ajustam
V=[ones(54,1) tempo];
a=inv(V'*V)*V'*velocidade
```

```
f = inline("a(1) + a(2)*x")
xx = linspace(0.0,2.0);
plot(tempo,velocidade,'ro',xx,f(xx),'b-');
```

```
xlabel('tempo (s)'); ylabel('Velocidade (m/s)')
title('Grafico da velocidade') ; grid ;
A = trapz(tempo,velocidade); % valor da distância (m)
valor = ['Distancia = ', num2str(A), ' m/s'];
text(0.7,2.0,valor);
legend ('Dados coletados', 'Função ajustada'); grid on
```

⁸Esta atividade pode ser realizada em um laboratório de informática

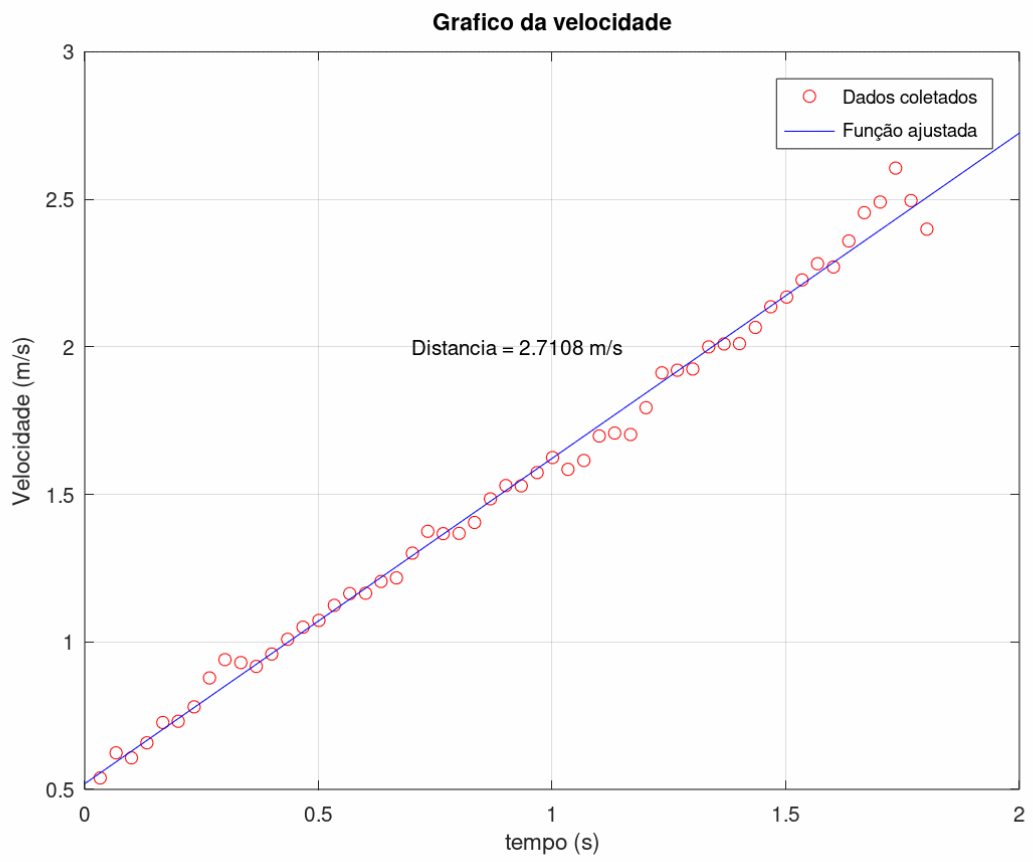


Gráfico - Fonte: autor