

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE  
INSTITUTO DE FÍSICA  
GRADUAÇÃO EM FÍSICA

GLEYTTON FIGUEIREDO DA SILVA

ANÁLISE DE UM MOVIMENTO UTILIZANDO O APLICATIVO VIDANALYSIS FREE

Niterói-RJ

2017

GLEYTTON FIGUEIREDO DA SILVA

Análise de um movimento utilizando o aplicativo VidAnalysis Free

Monografia apresentada ao Curso de Física do Instituto de Física, da Universidade Federal Fluminense, como requisito para a obtenção do grau de Licenciado em Física.

Orientador:  
Prof. Dr. JORGE SIMÕES DE SÁ MARTINS

Niterói-RJ

2017

Ficha catalográfica automática - SDC/BIF

D111a Da Silva, Gleytton Figueiredo  
ANÁLISE DE UM MOVIMENTO UTILIZANDO O APLICATIVO VIDANALYSIS  
FREE / Gleytton Figueiredo Da Silva; Jorge Simões de Sá  
Martins, orientador. Niterói, 2017.  
46 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) -  
Universidade Federal Fluminense, Instituto de Física,  
Niterói, 2017.

1. Ensino de Física. 2. Smartphones. 3. Android. 4.  
VidAnalysis. 5. Produção intelectual. I. Título II. Sá  
Martins, Jorge Simões de , orientador. III. Universidade  
Federal Fluminense. Instituto de Física. Departamento de  
Física.

CDD -

Gleyton Figueiredo da Silva

Análise de um movimento utilizando o aplicativo VidAnalysis

Trabalho de conclusão de curso de autoria de Gleyton Figueiredo da Silva, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Aprovada em 10 de Janeiro de 2018

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. JORGE SIMÕES DE SÁ MARTINS

**Orientador**

---

Prof. Me. NEWTON LUIZ PIRES MANSUR

---

Prof. Me. DIEGO BARBOSA MOURA

Niterói-RJ

2017

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, o Autor e Consumador da minha fé, que tem me conduzido até este momento, e irá me conduzir até o momento de minha morte.

Aos meus pais, Josenira Borges da Silva e Genair Figueiredo da Silva (em memória), que fazem parte da grande massa trabalhadora e com pouca educação desse país, mas, que fizeram muitos sacrifícios para dar educação a seus filhos.

A minha família, que sempre teve uma palavra de ânimo e incentivo ao longo dessa jornada, em especial, aos meus tios Marinethe da Silva Barreiros Fernandes e Marcos Barreiros Fernandes.

A minha amada, Elizabeth Souza do Carmo de Paula, por todo incentivo e compreensão ao longo desta jornada.

Ao meu orientador, Professor Doutor Jorge Sá Martins, que amavelmente me orientou nesse projeto e tornou-se mais que um orientador, mas sim, um padrão de profissional a ser seguido devido ao alto nível de excelência, carácter e postura para com seus alunos dentro e fora de aula.

*Gleyton Figueiredo da Silva*

## RESUMO

Esse trabalho tem por intuito realizar uma pequena, porém significativa, contribuição para uma área que vem crescendo dia após dia, o uso de smartphones em prol da educação. Um dispositivo com vários sensores pode ser utilizado para incrementar as aulas e chamar atenção dos alunos para uma Física que vai muito além das fórmulas. Para tais fins, aplicativos desenvolvidos por empresas, ou até mesmo por pessoas físicas ou universidades, foram desenvolvidos para explorar esses sensores e podem ser úteis para ministrar uma aula de Física. Dentre tantas opções, o aplicativo utilizado pelo autor em seu experimento foi o *VidAnalysis*. A partir desse aplicativo para o sistema operacional *Android*, todos os experimentos mencionados nesse trabalho foram realizados. Neste trabalho também se encontram métodos de análise de dados computacionais, que foram disponibilizados para os três sistemas operacionais mais conhecidos, e métodos de análise manual que exigem cálculos simples execução e interpretação.

**Palavras-chave:** Ensino de Física, *Smartphones*, *VidAnalysis*, *Android*

## **ABSTRACT**

The purpose of this work is to present a short contribution to an area that has been growing lately, the usage of smartphones as a substitute for data acquisition equipment in the high school lab. A device with multiple sensors can be used to transform class work and call the attention of the students to a Physics that goes way beyond formulas. Applications that use these sensors are now available, developed by private enterprises as well as by individuals and universities, and can be useful to transform class environment and help students to get a quantitative grasp on physical phenomena. The app chosen for this work was *VidAnalysis*. The experiments here reported used this app, running on an *Android* platform. We also show computational methods for working with the data generated by the app, as well as manual techniques that require simple calculations for its implementation and interpretation.

**Keywords:** Physics Teaching, Smartphones, VidAnalysis, Android

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Ícone Câmera no canto superior no canto superior direito do aplicativo .....	15
Figura 2	Ícone Importar no canto superior direito do aplicativo .....	16
Figura 3	Ferramentas do aplicativo .....	16
Figura 4	Mensagem enviada .....	18
Figura 5	Janela de diálogo em que se deve digitar a distância entre dois pontos escolhidos ..	18
Figura 6	Configurando a origem e os eixos coordenados .....	18
Figura 7	Marcação da trajetória do objeto .....	19
Figura 8	Gráficos e tabela de <i>VidAnalysis</i> .....	20
Figura 9	Filmagem realizada no laboratório de ciências .....	26
Figura 10	Cabo OTG em dois modelos: 30 pinos e micro USB .....	27
Figura 11	Caneta <i>touch</i> artesanal confeccionada com corpo de caneta e papel alumínio .....	28
Figura 12	Janela de configuração da linha de tendência .....	32
Figura 13	Programa portátil <i>ImageJ</i> . Programa utilizado para tratar dados e imagens .....	33
Figura 14	Janela de diálogo para entrada de dados e seleção de função .....	34
Figura 15	Janelas com gráficos e resultados estatísticos realizados pelo <i>ImageJ</i> .....	34
Figura 16	Arquivo de texto contendo os dados do experimento. A primeira coluna representa o eixo X e a segunda coluna o eixo Y .....	35
Figura 17	Dados do arquivo “reta1.dat” plotados em um gráfico .....	36
Figura 18	Barra de ferramentas do <i>GNU PLOT</i> para sistema <i>Windows</i> .....	38



## **LISTA DE TABELAS**

- 1 Dados de um grupo de alunos do experimento de queda livre ..... 40
- 2 Tabela contendo os dados do experimento realizado com o orientador deste trabalho .... 42

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	11
<b>2 VIDANALYSIS FREE</b>	15
2.1 OBTENDO VÍDEO	15
2.2 SELEÇÃO DE UM VÍDEO	16
2.3 DEFININDO UM REFERENCIAL	17
2.4 DEFININDO A ORIGEM E CONFIGURANDO OS EIXOS CARTESIANOS	18
2.5 MARCANDO O MOVIMENTO DO OBJETO	19
2.6 GRÁFICOS E TABELA	20
<b>3 ATIVIDADE</b>	23
3.1 MOTIVAÇÃO PARA A ATIVIDADE	23
3.2 EXPERIMENTO	25
3.2.1 <u>Material para o experimento</u>	25
3.2.2 <u>Procedimento experimental</u>	26
3.3 PROCEDIMENTO TEÓRICO	29
3.3.1 <u>Reconhecendo o movimento</u>	29
3.3.2 <u>Queda livre de objetos com massas diferentes</u>	30
3.3.3 <u>Estimando a gravidade da terra</u>	31
3.4 USO DE SOFTWARES DE COMPUTADOR PARA A ANÁLISE DE DADOS	31
3.4.1 <u>Análise de dados com Microsoft Excel</u>	32
3.4.2 <u>Análise de dados com o ImageJ</u>	33
3.4.3 <u>Análise de dados com o GNU PLOT</u>	35
3.5 TÉCNICAS MANUAIS DE ANÁLISE DE DADOS	38
3.5.1 <u>Reta máxima, mínima e média</u>	38
3.5.2 <u>Média dos coeficientes angulares</u>	39
<b>4 CONCLUSÃO</b>	43
<b>5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	45

## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO

O Ensino de Ciências no Brasil é criticado por especialistas e pensadores da Educação por suas várias falhas. Entre as falhas destacadas no ensino de ciências, estão: um sistema que estimula que os estudantes reproduzam os conceitos sem reflexão, de forma mecanizada, e aulas pouco eficazes para alunos e professores (BORGES, 2002). Essas características influenciam a forma como crianças e adolescentes respondem ao Ensino de Ciências e da Física. O Físico Norte-Americano Richard Feynman (1918-1988), ao lecionar durante um período da década de 50 no Brasil, criticou o método como os brasileiros estudam Ciências. Em seu livro *“Deve ser brincadeira, Sr. Feynman!”* (em inglês - *“Surely You’re Joking, Mr. Feynman!”*), Feynman afirma que *“não existe ensino de ciências no Brasil”* (FEYNMAN, 1985), após verificar que os alunos de uma universidade brasileira estavam decorando definições de palavras e conceitos, mas, ao serem confrontados com um problema real, não conseguiam conectar estes conceitos com a situação proposta. Embora tenham se passado cerca de 60 anos após as palavras ditas por Feynman, o que mudou, efetivamente, no Ensino de Ciências em nosso País?

Apesar dos avanços na Legislação da Educação, com a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) 4.024/61 e 9.394/96, e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN e PCN+), os estudantes não veem sentido no que é ensinado nas Instituições de Ensino. O número de alunos que desenvolve um apreço pelas ciências é cada vez menor, enquanto o número de estudantes que desaprovam o sistema de ensino cresce consideravelmente.

O Ministério da Educação (MEC) tem visto na Contextualização e na Interdisciplinaridade meios para reverter esta situação (BRASIL, 2002). Levar o jovem a

experiências além da sala de aula é uma forma de Problematizar e Contextualizar o seu processo de aprendizagem (RICARDO, 2010). E os laboratórios são excelentes ferramentas para realizar tais planos.

O Laboratório pode despertar a curiosidade de alunos e alunas com objetos não - usuais, eventos diferentes e fenômenos interessantes e importantes para compreensão de conceitos; proporcionando experiências inesquecíveis e memoráveis (WHITE, 1996) e (BORGES,2002). Entretanto, é necessário cuidado para que as atividades realizadas em laboratórios não tenham o efeito contrário ao desejado. Experimentos difíceis de serem reproduzidos, roteiros mecânicos e monótonos, e cálculos complexos e sem sentido põem a perder os benefícios do laboratório. Tornado os laboratórios insuficientes e uma atividade aonde apenas a resposta correta interessa e é valorizada. (TAMIR, 1989).

Segundo o Censo Escolar da Educação Básica de 2016 (BRASIL, 2017) publicado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), com dados fornecidos pelas 27 Secretarias Estaduais de Educação, levando em consideração as Redes Pública e Privada de Educação, 33,4% dos estudantes estão matriculados nos anos finais do Ensino Fundamental em Centros de Ensino que possuem Laboratório de Ciências. O número de escolas com laboratório disponível para os anos finais do Fundamental foi de 23,6%, de acordo com o Censo 2010 (BRASIL, 2010), para 25,2% em 2016 (BRASIL, 2017). Em escolas de Ensino Médio, os números são maiores. 57,4% dos adolescentes do Ensino Médio Regular estudam em colégios com Laboratório de Ciências (BRASIL, 2017). Um aumento de 1,19% em comparação com o Censo 2010.

Uma área de pesquisa que visa amenizar a falta de Laboratórios de Ciências nos centros de educação, além de problematizar e contextualizar com o cotidiano dos adolescentes

(ROCHA, EVANGELISTA, MACHADO & MELLO, 2015), é o Ensino de Física utilizando *Smartphones* e *Tablets*. Esta linha de pesquisa vem se destacando por usar os sensores presentes nesses dispositivos para a realização dos mais diversos experimentos.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) na pesquisa sobre o Acesso à Internet e à Televisão e Posse de Telefone Móvel para uso pessoal realizada em 2015 (BRASIL, 2015), o uso de celulares entre pessoas com mais de 10 anos era de 82,8% na Zona Urbana e 52,8% na Zona Rural. A difusão desses aparelhos em todo Brasil é positiva do ponto de vista pedagógico. Os *smartphones* podem tornar as atividades com as turmas mais dinâmicas, através do uso da *Internet* e de seus sensores; além de serem portáteis, ideal para instituições não possuem um espaço específico para atividades fora de sala de aula e laboratório.

O foco deste trabalho é registrar e incentivar a atividade realizada com *smartphones* e *tablets* usando aplicativos gratuitos, tecnologias de baixo custo e materiais presentes no cotidiano de professores e alunos. Para tal proposta, este trabalho encontra-se dividido em três partes: Capítulo 2 - Apresentação do Aplicativo *VidAnalysis*, Capítulo 3 - Atividade Experimental e Capítulo 4 - Conclusões sobre a Atividade.



## CAPÍTULO 2

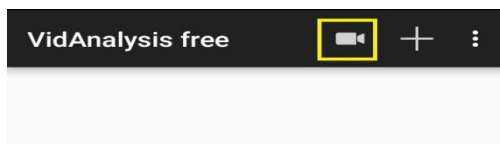
### VIDANALYSIS FREE

*VidAnalysis* é um aplicativo capaz de analisar o movimento de um objeto filmado pelo celular ou compartilhado por outros dispositivos. Disponível para aparelhos com sistema *Android*, o aplicativo é encontrado na *GooglePlay* em duas versões: *VidAnalysis* (Versão Paga) e *VidAnalysis Free* (Versão Gratuita). Com uma interface gráfica simples, e também simples de se usar, o software ocupa pouco espaço de memória (cerca de 24 Mb) e toma pouco tempo para ser baixado (menos de 5 minutos).

A análise realizada pelo *VidAnalysis* pode ser dividida em seis passos: Obtendo o Vídeo, Seleção de um Vídeo, Definindo um Referencial, Definindo a Origem e Configurando os Eixos Cartesianos, Marcando o Movimento do Objeto e Gráficos e Tabelas.

#### 2.1 OBTENDO O VÍDEO

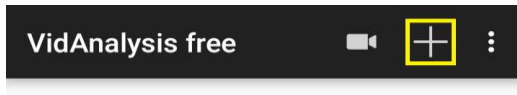
O programa *VidAnalysis* disponibiliza ao seu usuário duas formas para entrada de vídeos.



**Figura 1:** Ícone Câmera no canto superior direito do aplicativo.

A primeira opção para adicionar um vídeo ao aplicativo é *Filmar* o movimento de um objeto.

Com a câmera do celular, filme o movimento do objeto desejado procurando manter o aparelho sempre em uma mesma posição ao longo de toda a filmagem. Essa opção é ativada ao clicar no ícone da *Câmera* no canto superior direito na tela do programa (FIGURA 1).



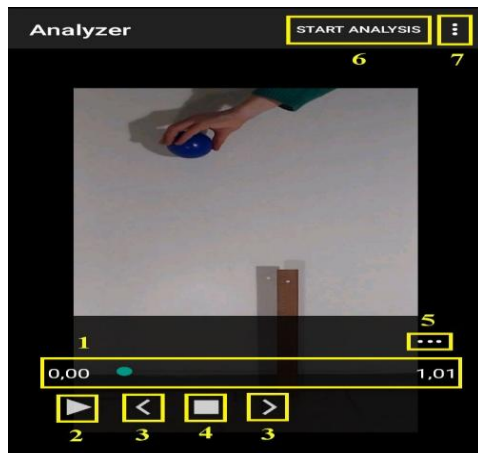
**Figura 2:** Ícone Importar no canto superior direito do aplicativo.

A segunda alternativa para adicionar um vídeo ao aplicativo é **Importar** o vídeo. Nessa alternativa é possível analisar filmagens realizadas por outros dispositivos, como: *Smartphones*, *Tablets*, Filmadoras, Câmeras Digitais, entre outros. Para **Importar** um vídeo para o *VidAnalysis*, clique no sinal **Positivo** no canto superior direito (FIGURA 2).

É aconselhado que, para filmar o movimento de um objeto, seja usada uma câmera com uma boa resolução e que se filme com uma alta taxa de quadros por segundo (em inglês, *frames per second- FPS*). Quanto maior for o número de FPS, mais detalhes serão captados pela filmadora. Outro conselho para obter um melhor resultado na filmagem é que todas as filmagens sejam realizadas em um ambiente bem iluminado, de preferência, com luz solar.

Quando o usuário adiciona um filme ao aplicativo, será exibida uma janela para que o vídeo receba um nome.

## 2.2 SELEÇÃO DE UM VÍDEO



**Figura 3:** Ferramentas do Aplicativo.

Os vídeos que foram filmados pelo aplicativo ou importados serão exibidos na tela inicial do software. Para selecionar um vídeo disponível na tela inicial do aplicativo, clique sobre o vídeo desejado e na opção **Start Analysis**.



A seguir, o aplicativo abrirá uma tela em que é possível definir o instante da filmagem onde começará a análise. (FIGURA 3)

- Clique em **Play/Pause**(2) para **Assistir/ Pausar** o vídeo; para **Parar** a exibição do vídeo, clique em **Stop** (4);

- Utilize a **Linha do Tempo** (1) para adiantar ou retroceder o vídeo até o instante desejado; os botões (3) são utilizados para **Adiantar** ou **Voltar** o vídeo quadro a quadro;

- O botão 5 oculta/mostra as ferramentas (de 1 a 4) na parte inferior da tela;

- Caso tenha dificuldade, clique em **Opções** (7) e escolha a opção **Help** para mais informação ou em **Recalibrate** para refazer este processo.

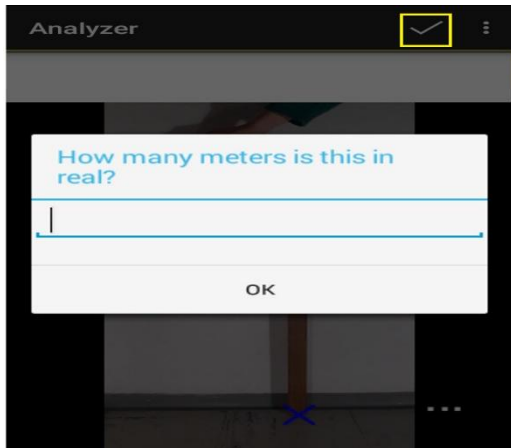
Depois de ter escolhido o instante de tempo para o início da análise, clique em **Start Analysis** (6)

### 2.3 DEFININDO UM REFERENCIAL

Nessa parte da análise, o aplicativo cria uma relação entre o tamanho de objetos reais e o tamanho do mesmo objeto em vídeo. Para tal, o aplicativo abrirá uma mensagem pedindo para que o usuário indique uma distância conhecida no vídeo (FIGURA 4).

Specify the length of a known distance. Choose two points and set the length!

**Figura 4:** Mensagem enviada para o usuário no processo da análise



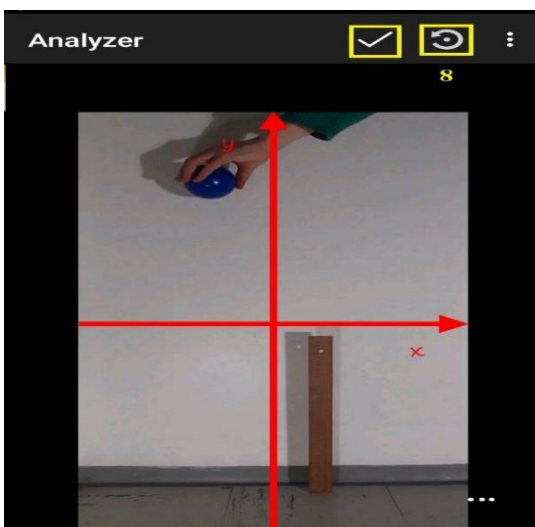
**Figura 5:** Janela de diálogo em que se deve digitar a distância entre os dois pontos escolhidos.

Toque em dois pontos no vídeo que tenham o tamanho conhecido (FIGURA 5). A régua tem 40 centímetros de comprimento). Uma janela de diálogo abrirá em seguida, pedindo que o usuário informe a distância entre os dois pontos, em metros.

continuarão na tela do dispositivo, porém, será possível realizar novas marcações.

Caso a escolha dos pontos não for realizada corretamente, clique em *Opções* (7) e escolha a opção *Recalibrate*. As marcações antigas

## 2.4 DEFININDO A ORIGEM E CONFIGURANDO OS EIXOS CARTESIANOS



**Figura 6:** Configurando a origem e os eixos coordenados.

Para que as medidas sejam realizadas é necessário definir um ponto para o início da contagem e mostrar em que direção e sentido essa contagem é crescente. Estes procedimentos também serão realizados no *VidAnalysis*.

Após calibrar o aplicativo, aparecerá na tela do *smartphone/tablet* um eixo cartesiano (FIGURA 6). Pressione e arraste o eixo para

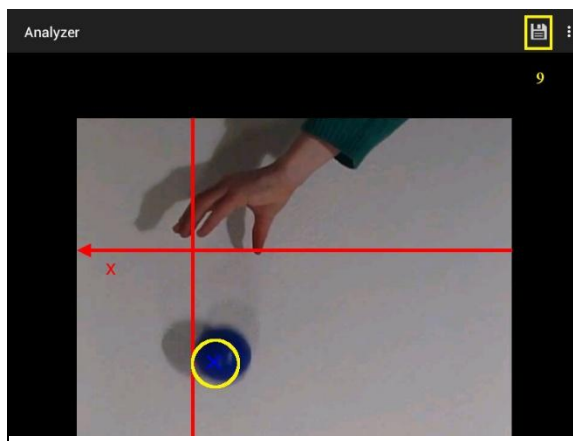
definir a origem do movimento.

Para configurar os eixos coordenados, os desenvolvedores do aplicativo criaram a opção **Rotacionar sistema de coordenadas** (8). Clique nessa ferramenta até encontrar a melhor configuração de eixos coordenados para o experimento que será realizado.

Em versões mais novas do aplicativo, a ferramenta **Rotacionar sistema de coordenadas** (8) está localizada em **Opções** (7), junto a **Help** e **Recalibrate**.

Confirme as configurações realizadas no botão destacado no canto superior direito (FIGURA 6).

## 2.5 MARCANDO O MOVIMENTO DO OBJETO



**Figura 7:** Marcação da trajetória do objeto.

Com referencial e origem definidas e os eixos coordenados devidamente orientados para o experimento, os dados serão gerados nessa parte da análise. O VidAnalysis transforma o movimento de um objeto extenso em um movimento de objeto pontual. Por isso, procure opte por objetos que tenham um comportamento aproximados de uma partícula. Evite

objetos extensos, que possam girar em relação a um eixo de rotação.

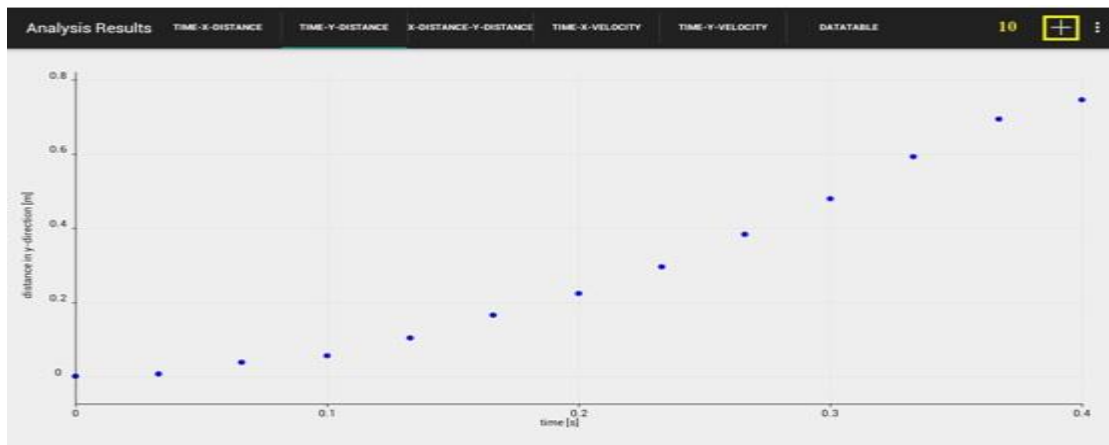
Clique sobre o objeto em um determinado instante de sua trajetória. O programa registrará os dados do movimento e passará o vídeo para o quadro seguinte automaticamente. (FIGURA 7).

Clique em **Salvar** (9), para **Salvar** os pontos selecionados.

Se for necessário refazer este processo, clique em **Opções** (7) e **Recalibrate**

## 2.6 GRÁFICOS E TABELA

A resposta do software a essas etapas são os Gráficos e Tabela dados ao final do programa. O VidAnalysis gera 6 saídas (5 gráficos e 1 tabela): *Distância no eixo X x Tempo*, *Distância no eixo Y x Tempo*, *Distância X x Distância Y*, *Velocidade no eixo X x Tempo*, *Velocidade no eixo Y x Tempo* e *Database*. (FIGURA 8)



**Figura 8:** Gráficos e Tabela do VidAnalysis

Além das saídas, o usuário pode adicionar uma função que se aproxima do gráfico. Para isso, basta clicar na opção **Adicionar** (10) em qualquer aba contendo gráfico.

Para salvar o resultado da análise no dispositivo, clique em **Opções (7)** e escolha uma das opções: *Save analysis as CSV* (Salvar em formato de Planilha - .CSV) ou *Save as gnuplot-file* (Salvar como um arquivo gnuplot). Opções para rever o vídeo da análise (*Revise analysis*), renomear (*Rename analysis*), deletar (*Delete analysis*) e *Help*, também estão disponíveis em **Opções (7)**.



## CAPÍTULO 3

### ATIVIDADE

A experiência realizada foi estimar a aceleração da gravidade na superfície da Terra, usando o aplicativo *VidAnalysis*. A atividade descrita nesse capítulo foi realizada com uma turma de 1º ano do Ensino Médio, após as primeiras aulas sobre os conceitos de deslocamento, velocidade escalar média e aceleração escalar média.

Visando conseguir melhores resultados na atividade foram utilizados, em associação ao aplicativo mostrado no capítulo 1, periféricos adicionais para a marcação dos pontos e métodos para a redução nos erros de medida. Ambas as estratégias abordadas para a realização da experiência serão comentadas com detalhes ao longo deste capítulo.

#### 3.1 MOTIVAÇÃO PARA A ATIVIDADE

A Física é uma ciência experimental que procura explicar fenômenos naturais através de modelos matemáticos. No nível do ensino médio, trabalhamos essencialmente com modelos macroscópicos fenomenológicos, que são aqueles que podem ser construídos e induzidos a partir de experimentos factíveis e compreensíveis nesta fase da escolaridade. Modelos microscópicos ou que se pretendam fundamentais, aqui entendidos como não fenomenológicos, estão associados a experimentos por demais complexos e para cuja compreensão se requer uma matemática sofisticada ou que exijam um aparato cognitivo para o qual a abstração não seja um desafio intransponível. Modelos macroscópicos fenomenológicos utilizam grandezas mensuráveis para representar as características particulares de um determinado sistema físico de interesse. Estas grandezas, que neste contexto podem ser chamadas de constantes fenomenológicas, são então usadas para

caracterizar o comportamento do sistema de interesse nas situações que queremos modelar. Exemplos típicos são: a constante elástica – constante de Hooke – de uma mola, que sintetiza a resposta deste sistema a uma solicitação externa; a densidade de um fluido, que possibilita modelar sua ação sobre um corpo nele imerso ou relacionar sua massa com o volume ocupado; o calor específico de um material, que possibilita modelar sua resposta à variação de temperatura sofrida; a constante dos gases ideais, que modela a conexão entre uma grandeza macroscópica – a temperatura – e outra microscópica – a energia térmica -deste sistema; a constante eletrostática, que compatibiliza as escalas de medidas macroscópicas de força e carga elétrica; e a permissividade magnética do vácuo, que faz papel semelhante no caso do magnetismo.

Dentre estas constantes da natureza, talvez a mais familiar para os estudantes do nível médio seja a aceleração da gravidade na superfície da Terra, que modela a interação gravitacional entre o planeta e objetos massivos colocados próximos a sua superfície. Costuma-se neste caso ignorar sua dependência com latitude e distribuição local de massa, e a ela atribui-se o valor (médio)  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ . Esta constante relaciona massa e peso de objetos na superfície do planeta e é a aceleração de queda (livre) que podemos observar no movimento de objetos abandonados a partir de pequenas alturas.

A atividade proposta consiste em encontrar o valor da aceleração da gravidade na superfície da Terra através da observação do movimento de queda livre de um objeto, usando um aplicativo gratuito para *smartphones* e *tablets* com sistema operacional *Android*. Os sensores desses aparelhos, assim como toda a tecnologia atrelada a esses dispositivos e periféricos (HUB, Mouse, Cabos, Adaptadores, etc) de baixo custo, são a chave para realizar o experimento e obter melhor resultado na atividade, diminuindo os erros na coleta de dados. Os métodos que foram utilizados para a realização deste trabalho podem ser usados para qualquer experimento realizado com esse aplicativo ou outro similar.



O experimento tem potencial para trabalhar uma série de conteúdos que devem ser abordados ao longo do conteúdo programático para a Física no ensino médio, tais como o movimento uniformemente variado (MUV), envolvendo uma variação linear da velocidade e uma variação quadrática da posição de um objeto, e assuntos que são complementos para o ensino de Física no ensino básico, tais como: manipulação de gráficos e tabelas, análise de dados, funções, coeficientes angular e linear de uma reta.

Consciente das diferentes realidades encontradas em instituições em todo País, proponho também uma alternativa para tornar o experimento viável, substituindo periféricos por uma ferramenta composta de materiais de baixo custo.

## 3.2 EXPERIMENTO

### 3.2.1 Material para o experimento

- Uma esfera de desodorante *roll on* (Ou qualquer objeto que tenha um comportamento similar a de uma partícula: Bolinha de *ping-pong*, bolinha de tênis, etc);
- Marcador para quadro (Ou qualquer objeto que possa ser usado com um marcador de superfície sem danificar a mesma);
- Um objeto de tamanho conhecido;
- *Smartphone/Tablet* com sistema operacional *Android* com conexão a *Internet*;
- Cabo OTG;

➤ Mouse.

### 3.2.2 Procedimento experimental

A atividade proposta foi realizada no laboratório de ciências e no pátio do Colégio Universitário Geraldo Reis e contou com a participação da turma do 1º ano do Ensino Médio.

Para a realização do experimento, os alunos foram comunicados com antecedência sobre a realização da atividade e foi pedido para que todos os alunos instalassem o aplicativo *VidAnalysis* em seus celulares.

O primeiro contato da turma com o aplicativo foi feito no laboratório de ciências, onde foram feitas as apresentações da atividade e do aplicativo. Perguntas como: "*O que esse aplicativo faz?*", "*Como usar esse aplicativo para aprender física?*", foram feitas neste momento. Com o auxílio de uma apresentação em *PowerPoint*, os alunos foram apresentadas as ferramentas do aplicativo, assim como as etapas para a realização da análise (capítulo 1) e os periféricos que seriam utilizados. Cada estudante foi ensinado a como realizar a filmagem do experimento, e os cuidados que deveriam ter com o vídeo para que o resultado da análise não fosse comprometido.



**Figura 9:** Filmagem realizada no laboratório de ciências.

O experimento foi idealizado para ser feito de forma individual. Entretanto, como já era esperado, alguns alunos possuíam dispositivos com outros sistemas operacionais, para os quais o aplicativo não tem uma versão. Outro contratempo encontrado, também já

esperado, foi que alguns alunos não conseguiram ser avisados da atividade experimental e outros não lembraram de baixar o aplicativo. Para que a atividade não fosse prejudicada, a solução encontrada foi formar pequenos grupos onde pelo menos um integrante possuísse o *VidAnalysis*.

O primeiro dia de atividades foi marcado pela filmagem do movimento e a obtenção dos dados. Os grupos foram formados e procuraram um lugar bem iluminado para realizar as filmagens do experimento. (FIGURA 9)



**Figura 10:** Cabo OTG em dois modelos: 30 pinos e micro USB

Orientados pelo professor que auxiliava na realização da atividade, os alunos utilizaram como um objeto de referência uma folha de papel A4 que tem cerca de 0,3 metros (30 centímetros).

Para melhorar a precisão da análise do aplicativo, foi utilizado um recurso presente em *smartphones* e *tablets* mais atuais, a tecnologia *On-The-Go* (OTG). A tecnologia OTG torna possível utilizar periféricos USB em dispositivos móveis através de um cabo OTG, como: *Pen-Drives*, *Mouse*, Teclados, *HUB* e outros. O cabo OTG é facilmente encontrado em lojas especializadas em informática e em lojas virtuais, com preço acessível. O cabo OTG pode ser encontrado em dois modelos: para dispositivos com entrada micro-USB e dispositivos com entrada 30 pinos (FIGURA 10).

É de conhecimento geral que inúmeras escolas e instituições de ensino no país passam por uma grave situação financeira. Outro fator agravante são as famílias com renda baixa. Seria possível uma instituição com graves problemas financeiros investir em cabos OTG para serem utilizados nesse e outros experimentos? Seria viável para uma família de baixa renda comprar esses cabos para os seus filhos? Pensando na inclusão de projetos similares a este em



**Figura 11:** Caneta *touch* artesanal confeccionada com corpo de caneta e papel alumínio

instituições de norte a sul do país, e também em alunos menos favorecidos, foi desenvolvido um método para realizar este projeto tornando-o ainda mais acessível. Os alunos testaram uma caneta artesanal para *smartphones* que pode substituir o uso do cabo OTG e do *mouse* e manter também uma boa precisão na coleta de dados.

Para a confecção de uma caneta *touch* para *smartphones*, os alunos utilizaram o corpo de uma caneta esferográfica, um pedaço de papel alumínio e um pedaço de algodão, materiais de baixo custo e acessíveis a qualquer classe social (FIGURA 11). Colocando um pequeno pedaço de algodão em uma das pontas da caneta e envolvendo, parcial ou totalmente, o corpo da caneta com papel alumínio, é possível reproduzir a mesma função de uma caneta *touch*. São necessárias, porém algumas observações: a caneta *touch* artesanal só irá funcionar se o usuário estiver com sua mão em contato com o alumínio. Certifique-se que o aparelho tenha uma película de proteção. O uso dessa caneta artesanal pode vir a arranhar a tela do *smartphone*. Outro ponto a ser destacado é que essa caneta artesanal não funciona tão bem com *tablets*, pois notou-se que seria necessária uma área de contato maior entre a caneta e o *tablet* para o seu funcionamento.

Todos os grupos utilizaram o programa e a caneta *touch* artesanal para realizar as marcações necessárias no aplicativo e obter os dados.

### 3.3 PROCEDIMENTO TEÓRICO

#### 3.3.1 Reconhecendo o movimento

Com o auxílio das várias ferramentas do aplicativo é possível explorar, de maneira simples e muito abrangente, diversos experimentos de cinemática. Um dos recursos que pode ser aproveitado em sala de aula é a possibilidade de passar o vídeo quadro a quadro. Projetando a tela do aplicativo no quadro branco e utilizando um marcador de quadro branco para identificar a posição de um corpo em cada *frame* do vídeo, é possível abordar questões como:

I) O intervalo de tempo, entre duas posições consecutivas do objeto, é constante. É possível saber se o objeto tem aceleração?

II) Se forem filmados e exibidos o movimento de 2 objetos distintos, é possível identificar qual objeto tem maior aceleração? O que indica que uma aceleração é maior?

A projeção da tela de um *smartphone*, ou tablet, pode ser realizada através de dois modos: o uso de uma entrada micro HDMI do próprio dispositivo ou o uso de um cabo MHL.

Na primeira opção, o mentor da turma pode usar um cabo HDMI e um adaptador HDMI – micro HDMI para conectar o dispositivo móvel ao projetor. Após a selecionar a entrada HDMI no projetor, a tela do aparelho já estará sendo projetada. Já na segunda opção, o cabo MHL possibilita uma conexão direta da entrada micro USB do aparelho e a entrada HDMI do projetor. Entretanto, para que a conexão seja realizada com êxito, o usuário precisa chegar se o *smartphone* possui tecnologia MHL. Tal tecnologia possibilita conexão de *smartphones* e

tablets diretamente a projetores e a televisões de alta definição.

### 3.3.2 Queda livre de objetos com massas diferentes

I) Se dois objetos, de mesmo formato, porém com massas diferentes (exemplo: um objeto vazio e um objeto cheio de algo sólido ou líquido), forem largados da mesma altura, qual objeto chegará primeiro ao chão?

II) Se realizarmos o mesmo experimento, porém com o objeto mais pesado a alguns centímetros acima do objeto mais leve. O objeto mais pesado chegaria ao chão no mesmo instante que o objeto mais leve? Caso sua resposta seja negativa, que objeto levaria o menor tempo para chegar ao chão?

A resposta para a pergunta I pode ser dada através de duas abordagens experimentais: a filmagem da queda dos dois objetos da mesma altura simultaneamente, ou as filmagens dos mesmos dois objetos em queda livre, da mesma altura, em vídeos diferentes. Utilizando a mesma ferramenta citada acima, o avanço do vídeo quadro a quadro, e usando dois marcadores de quadro com cores distintas, é possível projetar o vídeo no quadro branco e marcar a posição de cada objeto em cada quadro.

É importante que fique claro para os alunos que a cinemática estudada no ensino médio despreza os efeitos do ar sobre um corpo em movimento. Esta aproximação é justificável se a altura de queda for suficientemente pequena. Com isso, o resultado esperado é que ambos os objetos caiam juntos.

Para a pergunta II, além dos recursos utilizados para responder a pergunta I, faz-se a

análise do movimento dos objetos, separadamente, até o chão e utiliza-se o *datatable* do programa para responder esta pergunta. Com os movimentos sendo filmados a mesma distância, os alunos serão capazes de responder a esta pergunta utilizando a coluna *time* do *datatable*.

### 3.3.3 Estimando a gravidade da Terra

Os dados registrados pelo dispositivo e mostrados na aba *Datatable* do aplicativo podem ser utilizados para encontrar um valor aproximado da gravidade na superfície da Terra.

Para realizar essa atividade, foram propostas duas formas para análise dos dados de velocidade do eixo vertical e tempo: o uso de *softwares* para computador para análise de dados e técnicas manuais de análise de dados.

## 3.4 USO DE *SOFTWARES* DE COMPUTADOR PARA A ANÁLISE DE DADOS

Para realizar uma análise com maior precisão e sem a necessidade de métodos matemáticos elaborados, podem ser utilizados programas de computadores capazes de fazer esta tarefa. Esta seção será dedicada a instruir usuários na análise de dados através de programas disponíveis para os três principais sistemas operacionais do mercado: *Linux*, *Mac OS* e *Windows*. Os *softwares* escolhidos para realizar a análise dos dados foram: Excel, Gnuplot e o ImageJ.

### 3.4.1 Análise de dados com o *Microsoft Excel*

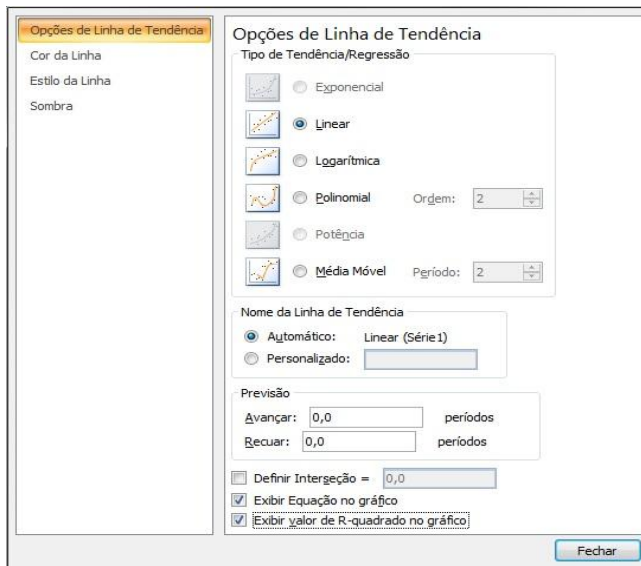
Abra o programa *Excel* e digite em duas colunas distintas os dados das colunas correspondentes ao tempo do movimento e a velocidade de queda do objeto.

Crie o gráfico de dispersão destes dados usando a opção:

Aba Inserir >> Gráficos >> Dispersão >> Dispersão apenas com Marcadores

Com o gráfico em mãos, a aceleração da gravidade pode ser estimada pelo valor do

coeficiente angular da reta que melhor descreve o padrão de dados. Para obter tal valor, clique com o botão direito do mouse sobre um ponto e escolha a opção ***Adicionar Linha de Tendência.***



**Figura 12:** Janela de configuração da linha de tendência

Na janela Opções de Linha de Tendência (FIGURA 12), o usuário encontrará opções de regressão em ***Tipo de Tendência/ Regressão.***

Como padrão, o software sempre estará marcado na opção ***Linear.*** Entretanto opções de regressão ***Exponencial, Logarítmica, Polinomial, Potência e Média Móvel*** também estão disponíveis para serem utilizadas de acordo com os dados registrados pelo gráfico.

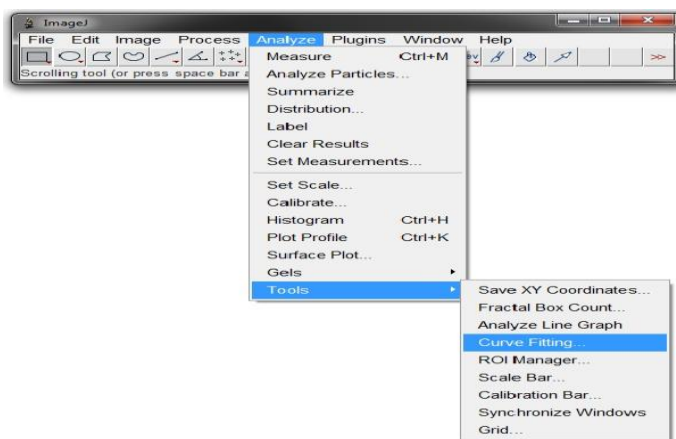
Outro recurso presente nesta janela de diálogo é a ***Previsão.*** Com este recurso é possível extrapolar o gráfico e obter pontos além dos informados.



Marque a opção **Exibir Equação no gráfico** para obter a reta que melhor se ajusta aos dados experimentais. Para saber se a reta é realmente uma boa representação dos dados, marque a opção **Exibir valor de R-quadrado no gráfico**. O valor de  $R^2$  expressa a qualidade da aproximação feita pelo programa. Quanto mais próximo de 1 for o valor deste fator, mais precisa é a curva que descreve os dados.

### 3.4.2 Análise de dados com o *ImageJ*

O *ImageJ* é um programa de criação de imagens e análise de dados feito em JAVA e está disponível para *Linux*, *MAC OS* e *Windows*. Este programa é distribuído em inglês e, portanto, a vírgula usada em português para separar os números decimais deve ser substituída



por ponto. Uma vantagem do *ImageJ* diante dos outros programas citados nesse trabalho é o fato de o *ImageJ* ser um programa *portátil* (*portable*), ou seja, o programa não precisa ser instalado. Basta clicar no ícone do programa e utilizar as suas funções.

**Figura 13:** Programa portátil ImageJ. Programa utilizado para tratar dados e imagens.

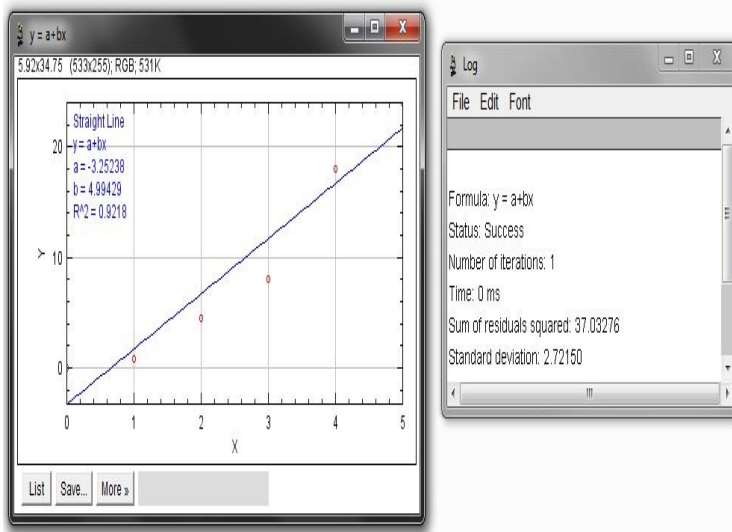
Para analisar os dados do experimento com o *ImageJ*, clique na opção **Analyze** na barra de ferramentas do programa e vá à opção **Tools**. Clique na opção **Curve Fitting** (FIGURA 13). Uma janela de diálogo se abrirá com alguns dados já inseridos, que servem para orientar o usuário sobre como ele deve inserir os dados do experimento. A primeira coluna de dados faz menção ao eixo X e a segunda coluna ao eixo Y.

A inserção de dados no software pode ser feita de duas formas: digitando os dados nas suas respectivas colunas ou importando os dados que já existem em um arquivo. Para importar os dados existentes em um documento, clique na opção *Open* na janela *Curve Fitter*.



**Figura 14:** Janela de diálogo para entrada de dados e seleção de função.

Como o objetivo deste experimento é calcular a inclinação da reta, selecione no menu o ajuste *Straight Line* e clique em *Fit* para realizar o ajuste dos dados à curva escolhida no menu (FIGURA 14).



**Figura 15:** Janelas com gráficos e resultados estatísticos realizados pelo Image J.

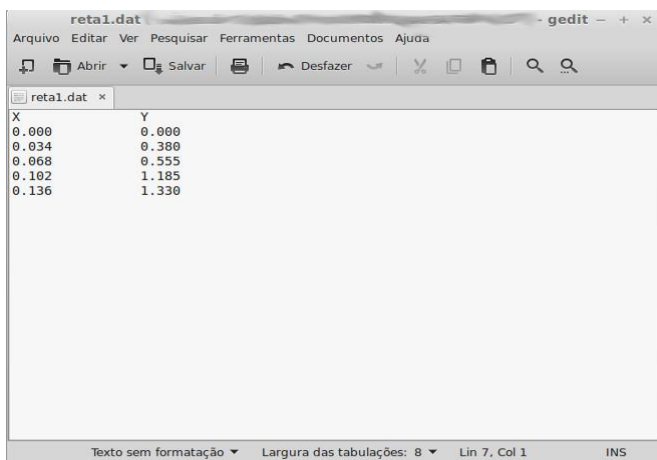
O resultado da análise a partir do *ImageJ* é dado em duas janelas de diálogo: *Log* e a janela com os pontos e gráficos (FIGURA 15). Na janela *Log* estão presentes as principais informações estatísticas sobre a análise, enquanto na janela com o gráfico (no caso do experimento de queda, janela  $y = a + bx$ ) estão presentes: a função escolhida para a análise, os valores dos coeficientes angular e linear e o fator  $R^2$ .

Diferente do *Excel* e do *GNUPLLOT*, o coeficiente angular no *ImageJ* é expresso pela letra

*b.*

### 3.4.3 Análise de dados com o *GNUPLOT*

O *software GNUPLOT* é um programa gratuito para a criação de gráficos em duas ou três dimensões através de linhas de comando. O *GNUPLOT* foi criado e vem sendo desenvolvido desde 1986 e está disponível para: *Linux*, *MAC OS*, *Microsoft Windows* e outras plataformas.



X	Y
0.000	0.000
0.034	0.380
0.068	0.555
0.102	1.185
0.136	1.330

A análise de dados realizada pelo *GNUPLOT* requer que os dados estejam contidos em um arquivo de um editor de texto, divididos em duas colunas, e que o arquivo seja salvo no formato (.dat) - por exemplo: “dados.dat” (FIGURA 16).

**Figura 16:** Arquivo de texto contendo os dados do experimento. A primeira coluna representa o eixo X e a segunda coluna o eixo Y.

Se o usuário estiver utilizando o Sistema Operacional Linux em qualquer das suas distribuições, será necessário trabalhar com o terminal. Pressione as teclas *CTRL + ALT + T*. Após abrir o terminal, vá até o diretório onde o arquivo com os dados se encontra utilizando os comandos: *ls* - para exibir o conteúdo do diretório - e *cd* - para mudar de um diretório para outro.

Após localizar o documento com os dados do experimento e o diretório onde o mesmo foi salvo, acesse o diretório que contém o documento através do terminal e inicie o *GNUPLOT* através do comando:

### Gnuplot

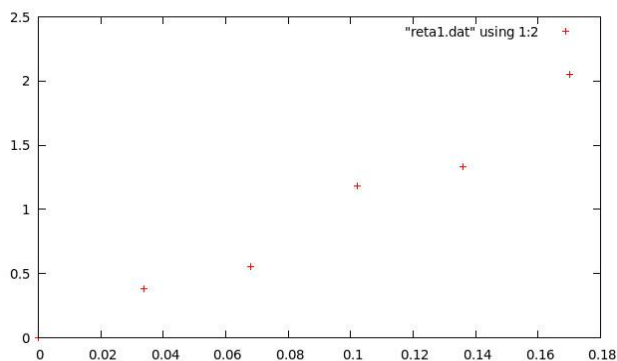
Para plotar o gráfico dos dados coletados pelo *VidAnalysis* em uma janela de diálogo, use o comando e pressione a tecla *ENTER*:

```
plot "NOME_DO_ARQUIVO.dat" using 1:2
```

Os números 1 e 2 fazem menção às colunas X e Y de dados contidas no documento utilizado para a criação do gráfico. Este mesmo arquivo tem seu nome incluso no comando acima no lugar de NOME\_DO\_ARQUIVO. Um exemplo para que haja completo entendimento é:

```
plot "reta1.dat" using 1:2
```

Neste caso, o documento contendo os dados que se quer utilizar para plotar o gráfico tem o nome reta1.dat e os números 1 e 2 fazem menção à primeira coluna de dados, coluna X, e à segunda coluna de dados, coluna Y, respectivamente.



O resultado da execução deste comando é a criação de uma janela com o gráfico dos dados contidos no arquivo. (FIGURA 17).

**Figura 17:** Dados do arquivo “reta1.dat” plotados em um gráfico.

Para que o programa mostre a melhor curva que se ajusta aos pontos coletado pelo aplicativo, é necessário definir a função a ser usada nesse ajuste. Após plotar o gráfico, digite no terminal a função a ser usada. Com base na teoria conhecida, a função usada será:

$$f(x) = a*x + b$$

Os coeficientes  $a$  e  $b$  desta função são os coeficientes angular e linear da reta que melhor se ajusta aos dados. Para calcular os coeficientes desta função use o comando:

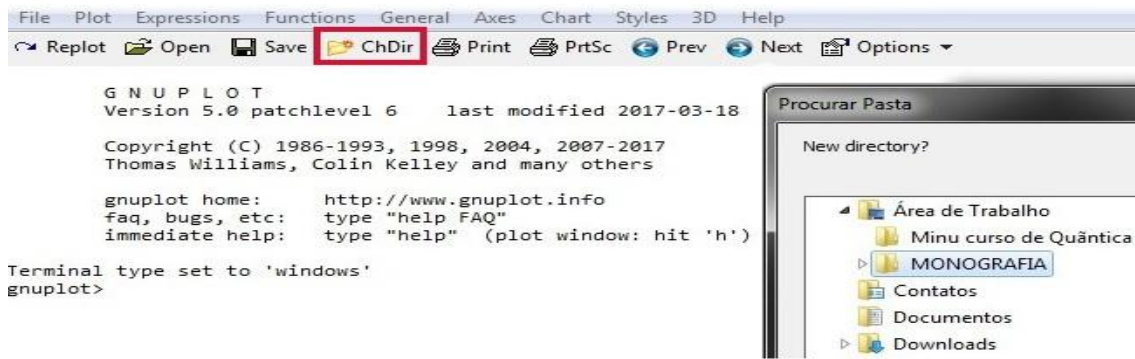
```
fit f(x) "NOME_DO_ARQUIVO.dat" using 1:2 via a,b
```

A resposta do *GNUPLOT* ao último comando é o cálculo de uma série de dados estatísticos, entre eles, os coeficientes da função e seus respectivos erros. Essas informações aparecem na janela do terminal da extensão Linux utilizada pelo usuário.

Caso o usuário queira que a reta apareça no gráfico gerado pelo programa use:

```
plot f(x) "NOME_DO_ARQUIVO.dat" using 1:2 via a,b
```

A versão do *GNUPLOT* para *Windows* conta com uma barra de ferramentas. A função **ChDir** presente nessa barra, possibilita que o usuário entre na pasta onde se encontra o arquivo .dat (FIGURA 18).



**Figura 18:** Barra de Ferramentas do GNUPLLOT para sistema *Windows*. Em destaque a opção *Change Directory*.

### 3.5 TÉCNICAS MANUAIS DE ANÁLISE DE DADOS

Diferentes do método de análise utilizando programas de computador, os métodos manuais não dão o resultado de forma direta e simples. Entretanto, trabalham com competências importantes que são visadas em outras disciplinas, como interpretação de tabelas e gráficos. Os métodos que serão apresentados nessa seção foram escolhidos por se tratarem de métodos simples e que não possuem cálculos complexos e longos.

#### 3.5.1 Reta máxima, mínima e média

Este método consiste em traçar três retas no gráfico velocidade x tempo, a reta mínima, a reta máxima e a reta média, e, através da inclinação da reta média, chegar a um valor para a aceleração da gravidade na superfície da Terra.

Para traçar as retas mínima e máxima, se faz necessário observar dois ou mais pontos próximos ao eixo horizontal e dois ou mais pontos mais afastados do mesmo eixo. A reta traçada com base nos pontos próximos ao eixo horizontal é denominada reta mínima, enquanto a reta traçada utilizando os pontos mais afastados do eixo horizontal é denominada

reta máxima. As inclinações dessas retas são interpretadas como sendo o menor e o maior valor possível para a aceleração do movimento, ou seja, os valores mínimo e máximo da aceleração da gravidade no experimento de queda. A reta média é a reta ajustada com base nos pontos existentes entre as retas mínima e máxima. O coeficiente angular da reta média expressa o valor da aceleração do objeto com base nos dados coletados pelo programa *VidAnalysis*.

Esse método pode ser feito utilizando um gráfico feito em papel milimetrado, o que acrescenta ao experimento as práticas de interpretação de tabela e criação de gráficos, ou o método pode ser usado com o auxílio de uma régua na tela do próprio dispositivo móvel. Entretanto, é recomendada a primeira ação, visto que enxergar as retas mínima, máxima e média na tela de um celular ou tablet apenas com o auxílio de uma régua pode ser difícil para o primeiro contato do aluno.

### 3.5.2 Média dos coeficientes angulares

Esse método utiliza a teoria já conhecida sobre esse tipo de experimento. A velocidade de um objeto que cai, a partir do repouso, sendo desprezados os efeitos do ar sobre ele, varia de acordo com a equação de 1º grau

$$V = V_0 + at$$

Ou podemos escrever esta equação de uma forma mais conhecida:

$$y = ax + b$$

onde:  $y = V$ ;  $A = a$ ;  $x = t$ ,  $V_0 = B$

É possível reduzir ainda mais essa equação, tomando  $V_0 = 0$ , pois, no início do vídeo utilizado para a análise, o objeto sai do repouso. Com essas considerações, temos:

$$V = at \quad \text{ou} \quad y = ax$$

Utilizando uma tabela com 3 colunas, coloque na primeira coluna todos os dados referentes à velocidade do objeto durante a queda. Na segunda coluna, coloque os instantes de tempo em que cada velocidade foi registrada pelo aplicativo. A terceira coluna será preenchida com os resultados da divisão dos dados da coluna 1 pela coluna 2. Os dados da coluna 3 representam a aceleração média nos instantes selecionado no aplicativo. (TABELA 1)

**Tabela 1:** Dados de um grupo de alunos do experimento de queda livre

$V_y$ (m/s)	t (s)	a (m/s <sup>2</sup> )
0,034	0,000	
0,380	0,034	11,176
0,959	0,068	14,102
1,185	0,102	11,618
1,330	0,136	9,779
2,050	0,170	12,059
2,076	0,204	10,176

A média aritmética dos valores da aceleração instantânea é um resultado desejado, pois com isso torna-se possível chegar a um valor estimado de uma aceleração média nos pontos



selecionados pelo aplicativo.

Contudo, tabela mostrada acima revela algumas inconsistências do ponto de vista teórico e experimental. A primeira informação passada pela tabela mostra uma velocidade inicial diferente de zero, o que não condiz com a teoria clássica e nem com o experimento. Os alunos foram orientados a começar a marcação dos pontos no instante em que a bola começa o movimento de queda. O segundo ponto que chama a atenção é a quantidade de algarismos significativos com que os dados são dispostos. Os resultados obtidos para as acelerações instantâneas pressupõem que a precisão do aplicativo é infinita, ou seja, todos os algarismos são algarismos significativos e não existem algarismos duvidosos em nenhuma casa decimal dessas medidas: trata-se de uma medida supostamente perfeita! Outro erro que deve ser considerado ao realizar o experimento é o erro de paralaxe. Para o aplicativo, o objeto em queda sempre se encontra a mesma distância do sensor, a câmera do smartphone, provocando um erro superior ao décimo de milímetros.

A tabela (TABELA 1) foi mantida neste trabalho por motivos pedagógicos, pois os erros que foram apontados servem de alertar para possíveis erros cometidos ao primeiro contato com esta abordagem em experimentos de cinemática.

A tabela seguinte (TABELA 2), mostra abaixo, exibe os dados coletados a partir de um experimento realizado pelo autor deste trabalho e seu orientador. Na tabela em questão é possível notar que o programa continua exibindo o mesmo número de algarismos significativos. Infelizmente, o aplicativo trabalha com uma precisão muito grande, o que, do ponto de vista experimental, pode provocar um grande equívoco. Todos os ajustes de algarismos significativos deverão ser realizados manualmente.

**Tabela 2:** Tabela contendo os dados do experimento realizado com o orientador deste trabalho. Os dados da última coluna foram ajustados manualmente para exibir 3 algarismos significativos.

t (s)	y (m)	$V_y$ (m/s)	a (m/s <sup>2</sup> )	$a_{AJUS}$ (m/s <sup>2</sup> )
0,0000	-0,0024	-	-	-
0,0340	0,0022	0,1357	3,991176	3,99
0,0670	0,0130	0,3252	4,853731	4,85
0,1010	0,0406	0,8139	8,058416	8,06
0,1340	0,0843	1,3231	9,873881	9,87
0,1680	0,1327	1,4244	8,478571	8,48
0,2020	0,1961	1,8653	9,234158	9,23
0,2350	0,2714	2,2812	9,707234	9,71
0,2690	0,3538	2,4214	9,001487	9,00
0,3030	0,4495	2,8149	9,290099	9,29
0,3360	0,5548	3,1909	9,496726	9,50
0,3700	0,6631	3,1879	8,615946	8,61
0,4040	0,7879	3,6680	9,079208	9,08

Afim de trabalhar com um número menor de algarismos significativos, o autor deste trabalho utilizou a regra para o número de algarismos significativos para o quociente entre dois números. Outros métodos poderiam ser utilizados, entretanto fugiriam da ideia central do trabalho e do escopo do mesmo.

## CAPÍTULO 4

### CONCLUSÃO

A presente monografia é fruto do interesse do autor por tecnologia e sua preocupação com a qualidade da educação no país, em especial, com o desinteresse dos alunos com o ensino de física.

Os resultados obtidos pelo autor foram animadores, ajudando-o na continuação do projeto e comprovando os resultados teóricos e experimentais. Ao utilizar os dados fornecidos na segunda tabela (TABELA 2), foi obtido um resultado de  $9,8 \text{ m/s}^2$  utilizando o método manual (reta média) e  $9,4 \text{ m/s}^2 \pm 0,3$  utilizando os métodos computacionais.

A proposta feita ao orientador e ao professor que auxiliou essa monografia, foi a apresentação do aplicativo e com ele tentar chegar ao valor, ou pelo menos, obter um resultado próximo ao valor aproximado da gravidade na superfície da Terra. Concluído o experimento, parte prática e teórica, os resultados foram dentro do esperado. Alguns grupos obtiveram um bom resultado, em compensação, outros não encontram resultados tão bons, resultados que já eram esperados. Para todos os grupos que realizaram a atividades foi explicado que a medida com que o experimento fosse repetido melhores resultados seriam obtidos.

Durante a realização do experimento o autor se surpreendeu positivamente com as perguntas, a curiosidade e o interesse da parte de muitos alunos sobre a atividade. Vale a pena ressaltar que em um pequeno questionário respondido pelos alunos no primeiro dia do experimento, apenas um pequeno número de alunos já tinha ouvido falar no uso de smartphones no auxílio da aprendizagem.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES,A.T., Caderno Brasileiro de Ensino de Física., Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências., V.19, n.3, p.291-313, dez.2002. Disponível em: <[http://www.cienciamao.usp.br/dados/ard/\\_novosrumosparaolaboratorioescoladecienciasatarcisoborgespp-.arquivo.pdf](http://www.cienciamao.usp.br/dados/ard/_novosrumosparaolaboratorioescoladecienciasatarcisoborgespp-.arquivo.pdf)> Acesso em: 13 Dezembro 2017.

BRASIL. INEP. Resumo Técnico: Censo Escolar 2010. 2010. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=7277-censo-final-pdf&category\\_slug=dezembro-2010-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=7277-censo-final-pdf&category_slug=dezembro-2010-pdf&Itemid=30192)> Acesso em: 13 Dezembro 2017.

BRASIL. INEP. Censo Escolar da Educação Básica 2016: Notas Estatísticas.2017. Disponível em: <[http://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/censo\\_escolar/notas\\_estatisticas/2017/notas\\_e\\_statisticas\\_censo\\_escolar\\_da\\_educacao\\_basica\\_2016.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/notas_estatisticas/2017/notas_e_statisticas_censo_escolar_da_educacao_basica_2016.pdf)> Acesso em: 13 Dezembro 2017.

BRASIL. MEC. PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>> Acesso em: 13 Dezembro 2017.

RICARDO, Elio Carlos. Problematização e Contextualização no Ensino de Física. In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. (Org.). Ensino de Física (Coleção Ideias em Ação). 1ed. São Paulo. Cengage Learning, 2010,v., p.29-51. Disponível em: <

[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/110632/mod\\_resource/content/1/TEXT0%201%20-%20Ricardo%20%282010%29%20-%20Problematiza%C3%A7%C3%A3o%20e%20contextualiza%C3%A7%C3%A3o.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/110632/mod_resource/content/1/TEXT0%201%20-%20Ricardo%20%282010%29%20-%20Problematiza%C3%A7%C3%A3o%20e%20contextualiza%C3%A7%C3%A3o.pdf)> Acesso em: 13 Dezembro 2017.

FEYNMAN, R. P. *Surely You're Joking, Mr. Feynman!: Adventures of a Curious Character*, Richard Feynman, Ralph Leighton (recopilador), Edward Hutchings (editor), W W Norton, (1997)

ROCHA, Márcio Delmondes da; EVANGELISTA, Edson Gomes; MACHADO, Nadja Gomes; MELL, Geison Jader. (Des)Liga esse celular, moleque! Smartphone como minilaboratório no ensino de Ciências. *Revista Monografias Ambientais*, v.14, p. 41-52, 2015. Disponível em: <<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbm9mcm9zYW5hbWFpYXxneDo0YTc2NmY3YTtk1NzY4MDRj>>. Acesso em: 13 Dezembro 2017.

TAMIR, P., *Science Education*., Training teachers to teach effectively in the laboratory., V. 73, p.59-70, 1989.

WHITE, R.F. The link between the laboratory and learning. *International Journal of Science Education*, v.18, n.7, p. 761-774, 1996.