



## **SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS PARA O ESTUDO DO MOVIMENTO: USO DE SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA**

Daniela Marcelino

Produto Educacional associado à Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Câmpus Medianeira no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Elizandra Sehn  
Coorientador: Prof. Dr. Gustavo V. B. Lukasiewicz

MEDIANEIRA  
Dezembro de 2019

## APRESENTAÇÃO

Caro(a) professor(a):

Este material foi desenvolvido como parte integrante da Dissertação de Mestrado “SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS PARA O ESTUDO DO MOVIMENTO: USO DE SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA” pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Câmpus Medianeira, no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF).

Este trabalho traz uma proposta de um Produto Educacional para o estudo do movimento de corpos com o uso de um sistema de aquisição de dados (composto por um microcontrolador Arduino, sensor ultrassônico e display LCD). O sistema foi configurado para coletar dados de posição a cada 100 ms, com precisão de 3 mm em uma faixa de 2 à 60 cm. O protótipo pode ser aplicado em diversos experimentos, por exemplo: rolamento em um plano horizontal e inclinado, sistema massa-mola, pêndulo físico, máquina de Atwood, entre outros. Ou seja, o sistema possibilita o estudo do comportamento de corpos com velocidade constante (MRU), aceleração constante (MRUV) e movimento oscilatório (MHS). O conjunto é versátil, preciso e de baixo custo comparado aos equipamentos comerciais. Apresenta vantagens por obter uma quantidade maior de dados experimentais utilizando um único sensor. Sendo assim, o protótipo pode ser utilizado em sala de aula como ferramenta didática, para auxiliar o professor e os alunos no estudo do movimento dos corpos.

Uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) com enfoque experimental é proposta. A SEI é composta por três atividades. Para cada atividade existe um roteiro composto pelo procedimento experimental e um conjunto de questões investigativas para a construção do conhecimento científico para o estudo do movimento. O roteiro compõe ainda, sugestões para análise gráfica, que pode ser em papel ou com o uso de software, de acordo com a realidade de cada escola.

## SUMÁRIO

<b>1 CONSTRUÇÃO DO SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS .....</b>	<b>4</b>
<b>2 SUGESTÃO DE APLICAÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>3 OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM.....</b>	<b>8</b>
3.1. ATIVIDADE 1 – MOVIMENTO RETILÍNEO E UNIFORME .....	8
3.2 ATIVIDADE 2 – MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO	8
3.3 ATIVIDADE 3 – LATAS CILÍNDRICAS EM MOVIMENTO .....	9
<b>4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>10</b>
<b>ANEXO 1 – CÓDIGO COMPUTACIONAL .....</b>	<b>12</b>
<b>APÊNDICE 1 – ATIVIDADE EXPERIMENTAL 1.....</b>	<b>27</b>
<b>APÊNDICE 2 – ATIVIDADE EXPERIMENTAL 2.....</b>	<b>32</b>
<b>APÊNDICE 3 – ATIVIDADE EXPERIMENTAL 3.....</b>	<b>38</b>

# 1 CONSTRUÇÃO DO SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS

Para a construção do sistema de aquisição de dados, denominado de sistema embarcado, foram utilizados os seguintes itens:

- Microcontrolador Arduino UNO R3;
- Display LCD 16x4;
- Sensor Ultrassônico HC-SR04;
- PCS Dropshipping KY-040 Módulo Encoder Rotary;
- Resistores de 100  $\Omega$ , 22  $\Omega$  e 1 k $\Omega$ ;
- Fios de conexão;
- Fonte de 12 V.

O Microcontrolador Arduino é uma plataforma de desenvolvimento composta pelo Hardware e uma IDE (ambiente de desenvolvimento integrado), a qual é possível escrever um código em linguagem C/C++ e a própria IDE fará todo o processo de compilação e transferência do código do seu PC para o microcontrolador, o que torna todo o processo de programação e prototipagem muito mais rápido. O Microcontrolador Arduino UNO R3 apresenta 14 pinos de entrada/saída digital (dos quais 6 podem ser usados como saídas PWM), e 6 entradas analógicas. A alimentação pode ocorrer pela conexão USB ou uma fonte de alimentação externa.

O Sensor Ultrassônico é o responsável por captar a distância em que os objetos se encontram do mesmo, já o Display LCD 16x4 é responsável em apresentar as informações que foram captadas pelo sensor ultrassônico.

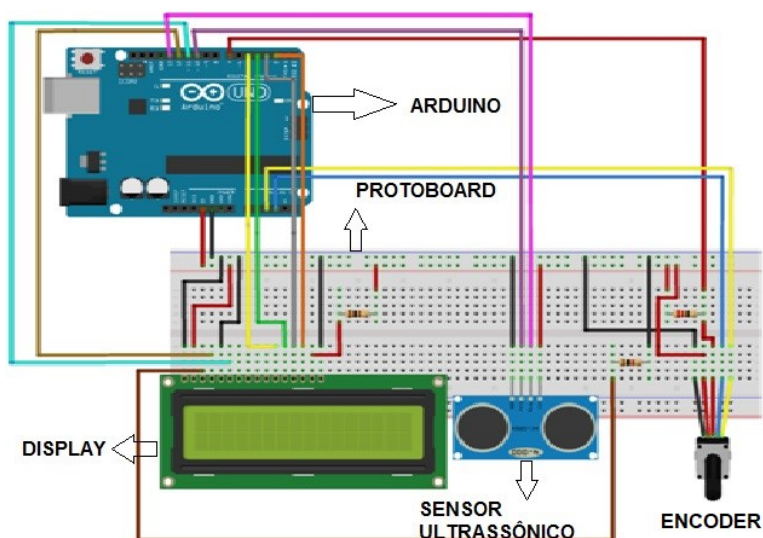
O Encoder é um dispositivo eletrônico, também chamado de sensor eletromecânico, cuja funcionalidade é transformar movimentos rotativos em sinal elétrico que pode ser lido por um microcontrolador, neste caso o Arduino UNO. Possui a funcionalidade de controlar velocidades, medir ângulos, número de rotações, quantizar distâncias, realizar posicionamentos, entre outras funções. Nesta aplicação, o encoder utilizado possui rotação contínua e um botão que ao ser pressionado seleciona uma das opções do “menu” no display.

Os resistores têm a função de limitar a quantidade de corrente elétrica em um circuito, ou seja, oferece resistência à passagem de elétrons.

Os fios estabelecem uma conexão elétrica entre os componentes eletrônicos. A fonte de 12 volts é utilizada para alimentar o sistema.

A montagem inicial do Sistema Embarcado foi realizada em uma placa de ensaio (protoboard) para realização dos testes, como podemos observar nas Figuras 1 e 2. O sensor ultrassônico é usado para a medida da distância e o encoder rotativo é utilizado para controlar e selecionar as opções que serão mostradas no display.

Figura 1: Representação esquemática do sistema de aquisição dos dados



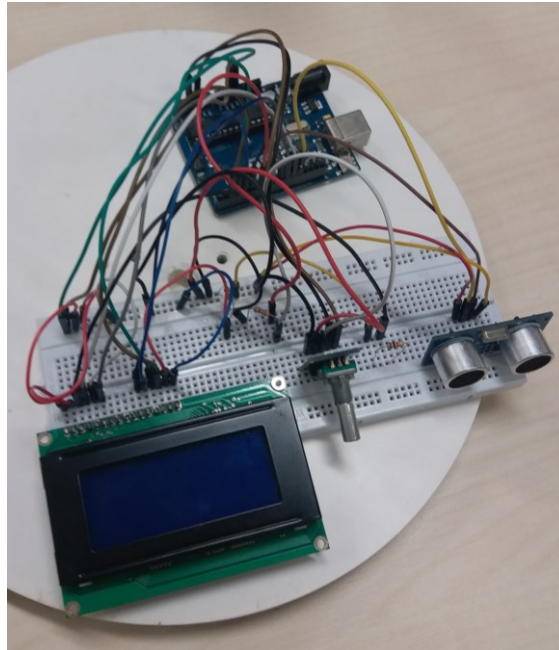
Fonte: Adaptado de Gomes (2018).

O sistema de aquisição de dados foi configurado para coletar dados de posição a cada 0,100 s. O sensor de distância utilizado (HC-SR04) possibilita a medida de distância sem contato de 2 cm à 400 cm, com precisão de aproximadamente 3 mm. No entanto, para o tamanho do objeto analisado nos experimentos propostos, verificou-se que uma sensibilidade satisfatória para distâncias até 60 cm.

Após finalização do protótipo, os componentes eletrônicos foram inseridos em uma caixa plástica conforme pode ser observado na Figura 3. O sensor ultrassônico foi inserido em um suporte e foi utilizado um fio com quatro vias de um metro de comprimento para facilitar o manuseio do sistema na realização dos experimentos. O valor total estimado do protótipo é de aproximadamente R\$ 150,00. Na Figura 3, pode-se notar no display LCD o menu principal, com quatro opções para o usuário: Nova Medida (inicia a medição), Alterar Valores

(configura o limite máximo da distância que o sensor irá salvar e mostrar os dados), Ver Tabela (mostra os dados da última medição realizada) e Distância Atual (verifica a distância do objeto antes de iniciar a medida). O código de controle do sistema de aquisição de dados é apresentado no Anexo 1.

Figura 2: Representação da montagem inicial do sistema de aquisição de dados



Fonte: Elaborada pela autora

Figura 3: Representação do sistema de aquisição de dados montado e em funcionamento



Fonte: Elaborada pela autora

## 2 SUGESTÃO DE APLICAÇÃO

Neste capítulo será apresentada uma proposta de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), contendo três atividades experimentais para o estudo do Movimento Retilíneo Uniforme e Uniformemente variado. A SEI foi desenvolvida com as seguintes etapas de atividades:

- i. Apresentação do sistema de aquisição de dados, rampa e cilindro de rolamento;
- ii. Questionamentos sobre a montagem experimental, composto por perguntas a serem discutidas, no qual os alunos são levados a formular hipóteses de experimentos;
- iii. Sistematização coletiva das respostas para os demais grupos com intervenção do professor;
- iv. Apresentação, pelo professor, de uma proposta de atividade experimental;
- v. Sistematização e análise dos resultados obtidos pelo sistema de aquisição de dados a partir de questões investigativas sobre o movimento observado;
- vi. Aprofundamento do conteúdo a partir de análise de gráficos.

A sequência de ensino aprendizagem, desenvolvida neste trabalho, possui enfoque experimental composta por uma série de etapas de análise dos experimentos propostos. Para cada atividade prática existe um roteiro composto pelo procedimento experimental e um conjunto de questões investigativas para a construção do conhecimento científico para o estudo movimento. O roteiro compõe ainda, sugestões para análise gráfica, que pode ser em papel ou com o uso de software, de acordo com a realidade de cada escola.

A seguir será apresentado os objetivos de aprendizagem correspondente a cada atividade experimental e o procedimento de aplicação. É importante que a atividade seja realizada em grupos, para que a discussão e levantamento de hipóteses ocorra durante os questionamentos e realização dos experimentos.

### 3 OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

#### 3.1. ATIVIDADE 1 – MOVIMENTO RETILÍNEO E UNIFORME

Esta atividade experimental tem como objetivos de aprendizagem:

- i. Realizar a transformação de unidade das variáveis tempo e posição;
- ii. Relacionar o deslocamento de uma partícula e as posições inicial e final da partícula em um determinado intervalo de tempo;
- iii. Obter a relação entre posição e o tempo para o movimento de rolamento de um cilindro em um plano horizontal;
- iv. Observar que em um movimento retilíneo uniforme a aceleração é nula.
- v. Dado um gráfico da posição de uma partícula em função do tempo, determinar a velocidade média da partícula entre dois instantes de tempo.

#### 3.2 ATIVIDADE 2 – MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO

Os objetivos de aprendizagem desta atividade são:

- i. Compreender as relações entre posição, deslocamento, velocidade, aceleração e tempo para o caso de um movimento com aceleração constante.
- ii. Representar graficamente a relação entre posição versus tempo do experimento realizado no plano inclinado e observar que a curva corresponde a uma parábola.
- iii. Calcular a velocidade média em intervalos de tempos distintos para observar que a velocidade varia ao longo do tempo.
- iv. Construir o gráfico da posição em função do tempo ao quadrado ( $t^2$ ) no papel milimetrado para obter a aceleração do objeto em movimento.
- v. Utilizar a linguagem matemática para descrever a função horária do movimento retilíneo uniformemente variado.



### 3.3 ATIVIDADE 3 – LATAS CILÍNDRICAS EM MOVIMENTO

Os objetivos de aprendizagem desta atividade são:

- i. Sistematizar os conhecimentos relacionados ao MRUV.
- ii. Verificar a diferença no movimento de latas cilíndricas contendo em seu interior uma substância no estado sólido e líquido.
- iii. Realizar o estudo das características desse movimento com velocidade uniformemente variada.
- iv. Contextualizar os conceitos do movimento observado.

## 4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Paralelo Editora; 1.<sup>a</sup> edição, PT- 467, jan. 2003.

AZEVEDO, M. C. P. S. de. **Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula**. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org.). Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino e aprendizagem de ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativo (SEI)**. In: Longhini, M. D. (org). O uno e o diverso na educação. Uberlândia, MG: EDUFU, 2011, cap. 18, p. 253-266.

CARVALHO, A. M. P. **O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas**. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) Ensino de ciências por investigação - Condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. cap.1.

F. FILHO, G. **Experimentos de baixo custo para o ensino de física em Nível Médio usando a placa Arduino-Uno**. Dissertação de Mestrado Profissional, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.

GOMES, T. P; SALLES, L. A; LUKASIEVICZ, G. V. B. Desenvolvimento de sistema embarcado aplicado a experimentos de cinemática. **Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR**. 2018. ISSN: 2179-331X.

HALLIDAY, D; RESNICK, J. W. **Fundamentos de Física, volume 1: Mecânica**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

MARTINAZZO, C. A.; TRENTIN, D. S.; FERRARI, D.; PIAIA, M. M.. Arduino: Uma Tecnologia no Ensino de Física. **Perspectiva**, Erechim. v. 38, n.143, p. 21-30, set. 2014.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel.** São Paulo: Moraes, 1982.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa.** Brasília: Ed. Universidade de Brasília, 1999.

TIPLER, P. A. **Física para cientistas e engenheiros.** Vol. 1: Mecânica, Oscilações e Ondas, Termodinâmica. 6ª Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: Como Ensinar.** Porto Alegre, 1998. Ed Artmed.

## ANEXO 1

### CÓDIGO COMPUTACIONAL

A linguagem de programação, também conhecida como um Código Computacional, é um método padronizado para comunicar instruções para um computador. É constituído por um conjunto de regras sintáticas e semânticas usadas para definir um programa de computador, as mesmas permitem que um programador especifique precisamente sobre quais dados um computador vai atuar, como estes dados serão armazenados ou transmitidos e quais ações devem ser tomadas sob várias circunstâncias.

Este anexo apresenta o código computacional de controle do sistema de aquisição de dados utilizando o microcontrolador Arduino UNO R3. No código está presente os comandos para a medida de distância em função do tempo utilizando o sensor ultrassônico HC-SR04, a apresentação dos dados do display LCD 16x4 e controle do menu com o Encoder.

```
#include <RotaryEncoder.h>
#include <LiquidCrystal.h>

LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);

const int trigPin = 13;
const int echoPin = 10;

float distMax = 60.0;

byte seta[8] = {0b00000, 0b01000, 0b01100, 0b01110, 0b01111, 0b01110, 0b01100, 0b01000};
//Desenha a seta

int cont = 1;
int contD = 0;

unsigned int tempo;

long duration;

float distCM;

long int tInicial, tFinal;
```

```

long int somaMillis = 0;

float difMillis;

int contMillis = 0;

int gat = 0;

RotaryEncoder encoder(A2, A3);

int contLinha = 1;

int valor = 0;

int passo = 100;

int passo2 = 0;

static int pos = 1;

int novaPos = 0;

int menuAtual = 7;

int menuAntigo = 0;

//Tamanho da struct representa o número de dados (pode ser alterado)
struct Registro{
    float vetorDistancia[20];
    unsigned int vetorTempo[20];
}dados;

//////////////////////////////////MOVIMENTAÇÃO DA SETA//////////////////////////////////

void movimentaSeta(int novaPos){
    //Posicao inicial
    if(novaPos != pos){
        lcd.setCursor(0, pos);
        lcd.print(" ");
        printaSeta(novaPos);
    }
}

```

```
}
```

```
//////////////////////////////////PRINTA A SETA//////////////////////////////////
```

```
void printaSeta(int posicao){
```

```
    lcd.setCursor(0,posicao);
```

```
    lcd.write((uint8_t)0);
```

```
}
```

```
//////////////////////////////////LIMITADOR DO MENU//////////////////////////////////
```

```
void limitadorMenu(int limMin, int limMax){
```

```
    encoder.tick();//Le as instruções do encoder
```

```
    novaPos = encoder.getPosition();//Leitura da próxima posição do encoder
```

```
    if(menuAtual != menuAntigo){//Define a posição da seta para o início do MENU
```

```
        encoder.setPosition(limMin);//Define a posição desejada para o encoder
```

```
        pos = limMin + 1;
```

```
        novaPos = limMin;
```

```
}
```

```
if(pos != novaPos){
```

```
    //Limite máximo do MENU
```

```
    if(novaPos > limMax){
```

```
        encoder.setPosition(limMax);
```

```
        novaPos = limMax;
```

```
}
```

```
    //Limite mínimo do MENU
```

```
    if(novaPos < limMin){
```

```
        encoder.setPosition(limMin);
```

```
        novaPos = limMin;
```

```
}
```

```
    movimentaSeta(novaPos);
```

```
    pos = novaPos;
```

```
}
```

```
}
```

```
////////////////////////////////ZERA STRUCT////////////////////////////////
```

```
//Limpa os dados recebidos pelo registro
```

```
void zeraStruct(struct Registro *d){
```

```
    gat = 0;
```

```
    for(int i = 0; i < 20; i++){
```

```
        (*d).vetorDistancia[i] = 0;
```

```
        (*d).vetorTempo[i] = 0;
```

```
    }
```

```
    somaMillis = 0;
```

```
    cont = 0;
```

```
}
```

```
////////////////////////////////////////////////////////////////////////MENUS////////////////////////////////////////  
////////////////////////////////////////
```

```
//menuInicial = 0 , novaMedicao = 1, alteraValores = 2, visualizarTabela = 3, alterarDistMax = 4,  
medicaoFinal = 5, menuDistancia = 6//
```

```
void menuInicial(){
```

```
    menuAntigo = menuAtual;
```

```
    menuAtual = 0;
```

```
    limitadorMenu(0,3);
```

```
    lcd.setCursor(1,0);
```

```
    lcd.print("Nova Medida  ");
```

```
    lcd.setCursor(1,1);
```

```
    lcd.print("Alterar Valores");
```

```
    lcd.setCursor(1,2);
```

```
    lcd.print("Ver Tabela");
```

```
    lcd.setCursor(1,3);
```

```
    lcd.print("Distancia Atual");
```

```
}
```

```

void novaMedicao(struct Registro *d){
    menuAntigo = menuAtual;
    menuAtual = 1;
    limitadorMenu(2,2);
    //verifica a distância recebida pelo sensor no intervalo determinado
    if(distCM > distMax || cont == 21){
        menuAtual = 5;
    }
    digitalWrite(trigPin, HIGH); //Ativa o envio de onda pelo sensor
    delayMicroseconds(10);
    tFinal = millis();
    valor = digitalRead(7);
    if(valor != 1){
        gat = 1;
        tInicial = tFinal;
    }
    if (distCM <= distMax && gat == 1 && difMillis >= passo ){
        cont += 1;
    }else{
        if(gat == 0 && distCM >= distMax)
            cont = 0;
    }
    digitalWrite(trigPin, LOW); //Recebe o sinal enviado pelo sensor no HIGH
    duration = pulseIn(echoPin, HIGH); //Gera o pulso do sensor para a variável que realiza a
    conversão da distância
    distCM = duration*0.034/2;

    if (gat == 1 && distCM <= distMax && cont == 1){
        (*d).vetorDistancia[cont-1] = distCM;
        (*d).vetorTempo[cont-1] = 0;
    }
}

```



```

    tInicial = tFinal;
    cont += 1;
}
difMillis = tFinal - tInicial;
if(gat == 1 && distCM <= distMax && difMillis >= passo && cont <= 21 && cont > 1){
    somaMillis += difMillis;
    (*d).vetorDistancia[cont-1] = distCM;
    (*d).vetorTempo[cont-1] = somaMillis;
    tInicial = tFinal;
}
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("t(ms): ");
lcd.print(somaMillis);
lcd.print(" ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("x(cm): ");
lcd.print(distCM);
lcd.print(" ");
lcd.setCursor(1,2);
lcd.print("Iniciar");
//Quando todos os dados do registro forem preenchidos, atribuir os valores à STRUCT
//Serial.println(tFinal);
}

```

```

void medicaoFinal(struct Registro *d){
    menuAntigo = menuAtual;
    menuAtual = 5;
    limitadorMenu(2,3);
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("t(ms): ");

```

```

lcd.print((*d).vetorTempo[19]);
lcd.print(" ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("x(cm): ");
lcd.print((*d).vetorDistancia[19]);
lcd.print(" ");
lcd.setCursor(1,2);
lcd.print("Reiniciar");
lcd.setCursor(1,3);
lcd.print("Visualizar");
}

```

```

void alterarValores(){
    menuAntigo = menuAtual;
    menuAtual = 2;
    limitadorMenu(1,2);
    lcd.setCursor(1,0);
    lcd.print("Alcance Maximo");
    lcd.setCursor(1,1);
    lcd.print("PF(cm): ");
    lcd.print(distMax);
    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(1,2);
    lcd.print("Voltar");
}

```

```

void visualizarTabela(struct Registro *d){
    menuAntigo = menuAtual;
    menuAtual = 3;

    //Quando atinge o limite de dados recebidos, ele printa os valores acrescidos pelo contLinha
    no display
}

```

```

if(contLinha == 19){
    limitadorMenu(3,3);
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print((*d).vetorTempo[contLinha - 1]);
    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(9,1);
    lcd.print((*d).vetorDistancia[contLinha - 1]);
    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(0,2);
    lcd.print((*d).vetorTempo[contLinha]);
    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(9,2);
    lcd.print((*d).vetorDistancia[contLinha]);
    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(0,3);
    lcd.print("      "); //Espaço gerado para excluir o buffer de dados no display
}else{
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print((*d).vetorTempo[contLinha - 1]);
    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(9,1);
    lcd.print((*d).vetorDistancia[contLinha - 1]);
    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(0,2);
    lcd.print((*d).vetorTempo[contLinha]);
    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(9,2);
    lcd.print((*d).vetorDistancia[contLinha]);
    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(0,3);
    lcd.print((*d).vetorTempo[contLinha + 1]);

```

```

    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(9,3);
    lcd.print((*d).vetorDistancia[contLinha + 1]);
    lcd.print(" ");
}
//Posições fixas no display
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("t(ms)");
lcd.setCursor(9,0);
lcd.print("x(cm)");
encoder.tick();
novaPos = encoder.getPosition();
if(pos < novaPos && contLinha < 19){
    contLinha += 3;//Acrescenta 3 para que mostre de 3 em 3 dados no display no sentido
    horário
    pos = novaPos;
}else{
    if(pos > novaPos && contLinha > 1){
        contLinha -= 3;//Decrementa 3 para que mostre de 3 em 3 dados no display no sentido
        anti horário
        pos = novaPos;
    }
    else{
        if(novaPos != pos){
            encoder.setPosition(pos);
        }
    }
}

void menuDistancia(){
    menuAntigo = menuAtual;

```

```

menuAtual = 6;

digitalWrite(trigPin, HIGH); //Ativa o envio de onda pelo sensor

delayMicroseconds(2);

digitalWrite(trigPin, LOW); //Recebe o sinal enviado pelo sensor no HIGH

duration = pulseIn(echoPin, HIGH); //Gera o pulso do sensor para a variável que realiza a
conversão da distância

distCM = duration*0.034/2;

if((contD%10) == 0){

    lcd.setCursor(1,1);

    lcd.print("x(cm): ");

    lcd.print(distCM);

    lcd.print(" ");

}

contD++;

delay(50);

}

```

//////////////////////////////////INCREMENTA DECREMENTA VALOR ENCODER//////////////////////////////////

```

void alteraDistMax(){

    menuAntigo = menuAtual;

    menuAtual = 4;

    encoder.tick();

    passo2 = encoder.getPosition() * 5;

    //Tratamento de erro para que o mínimo escolhido pela distMax seja sempre maior que o
    máximo escolhido para a distMin

    if(passo2 >= -50.0 && distMax <= 200.0){

        distMax = 60.0 + passo2;

    }else{

        if(distMax >= 200.0){

            distMax -= 5.0;

        }

    }

}

```

```

        encoder.setPosition(28);
    }
}
lcd.setCursor(1,1);
lcd.print("PF(cm): ");
lcd.print(distMax);
lcd.print(" ");
}

```

```

////////////////////////////////////SETUP & LOOP////////////////////////////////////

```

```

void setup() {
    Serial.begin(9600);
    lcd.begin(16,4);
    pinMode(trigPin, OUTPUT);
    pinMode(echoPin, INPUT);
    pinMode(7, INPUT);
    lcd.createChar(0, seta);
}

void loop() {
    //Seleciona qual MENU é escolhido pelo usuário e o mostra no display
    switch (menuAtual){
        case 0:
            menuInicial();
            valor = digitalRead(7); //Lê o click do encoder
            /* Como em todos os casos abaixo, verifica em qual posição do MENU
            o encoder se encontra para determinar qual MENU será acessado pelo CLICK
            No padrão do encoder, 0 o CLICK é ativado */
            if(menuAtual == 0 && pos == 0 && valor != 1){
                lcd.clear();
                zeraStruct(&dados);
            }
        }
    }
}

```

```

delay(250);
novaMedicao(&dados);
}else{
if(menuAtual == 0 && pos == 1 && valor != 1){
    lcd.clear();
    alterarValores();
    delay(500);
}else{
if(menuAtual == 0 && pos == 2 && valor != 1){
    lcd.clear();
    visualizarTabela(&dados);
    delay(500);
}else{
if(menuAtual == 0 && pos == 3 && valor != 1){
    lcd.clear();
    contD = 0;
    menuDistancia();
    delay(500);
    }
    }
    }
    }
break;
case 1:
    novaMedicao(&dados);
break;
case 2:
    alterarValores();
    valor = digitalRead(7);
if(menuAtual == 2 && pos == 2 && valor != 1){
    lcd.clear();

```

```

menuInicial();
delay(500);
}else{
    if(menuAtual == 2 && pos == 1 && valor != 1){
        lcd.clear();
        encoder.setPosition((distMax - 60.0)/5);
        alteraDistMax();
        delay(500);
    }
}

break;
case 3:
    visualizarTabela(&dados);
    valor = digitalRead(7);
    if(menuAtual == 3 && valor != 1){
        contLinha = 1;
        lcd.clear();
        menuInicial();
        delay(500);
    }
break;
case 4:
    alteraDistMax();
    valor = digitalRead(7);
    if(menuAtual == 4 && valor != 1){
        lcd.clear();
        alterarValores();
        delay(500);
    }
break;

```



```

case 5:
    medicaofinal(&dados);
    valor = digitalRead(7);
    if(menuAtual == 5 && pos == 2 && valor != 1){
        lcd.clear();
        zeraStruct(&dados);
        delay(250);
        novaMedicao(&dados);
    }else{
        if(menuAtual == 5 && pos == 3 && valor != 1){
            lcd.clear();
            visualizarTabela(&dados);
            delay(500);
        }
    }
    break;
case 6:
    menuDistancia();
    valor = digitalRead(7);
    if(valor != 1){
        lcd.clear();
        menuInicial();
        delay(500);
    }
    break;
case 7:
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("UTFPR-Medianeira");
    lcd.setCursor(2,1);
    lcd.print("Experimentos");
    lcd.setCursor(7,2);

```

```
lcd.print("de");  
lcd.setCursor(3,3);  
lcd.print("Cinematica");  
  
delay(3000);  
menuAtual = 0;  
break;  
}  
}
```

## APÊNDICE 1

### ATIVIDADE EXPERIMENTAL 1

#### Roteiro para realização do experimento de MRU

Nomes:	Número de Integrantes:
--------	------------------------

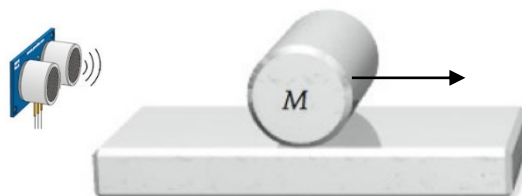
#### 1. Material necessário:

- Lápis;
- Borracha;
- Cilindro;
- Sistema de aquisição de dados.

#### 2. Procedimento Experimental:

Utilizando a rampa na posição horizontal, com o sensor ultrassônico em uma das extremidades da rampa, lançar o cilindro em direção oposta ao sensor, conforme representado na Figura 1.

Figura 1: Cilindro em movimento retilíneo em movimento da esquerda para direita.



Fonte: Adaptado de P. A. Tipler. Física para cientistas e engenheiros. Vol. 1: Mecânica, Oscilações e Ondas, Termodinâmica. 6ª Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

Após a realização do movimento, anotar as medidas que foram armazenadas no display do sistema de aquisição de dados na Tabela 1. Cada aluno do grupo deve realizar uma medida e preencher a Tabela 1. Tentar lançar o cilindro com velocidades diferentes.

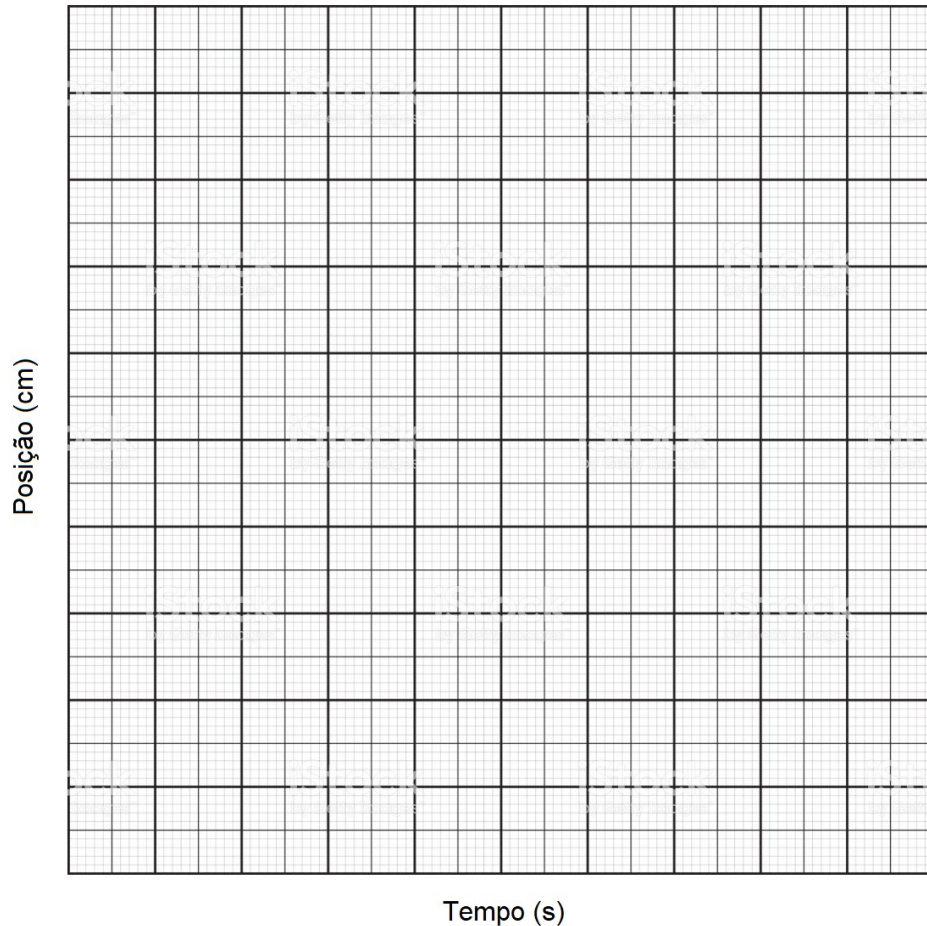
Tabela 1 – Tabela para anotação dos valores das medidas realizadas no experimento de MRU.

Medida 1		Medida 2		Medida 3	
Tempo (s)	Posição (cm)	Tempo (s)	Posição (cm)	Tempo (s)	Posição (cm)

### 3. Questões

a) Com os dados da Tabela 1, construa o gráfico da posição *versus* tempo no papel milimetrado.

Gráfico 1: Posição em função do tempo de um cilindro em movimento em um plano horizontal.



b) Qual a curva que melhor representa os dados experimentais no gráfico posição em função do tempo?

c) Qual a relação entre posição e tempo adquiridos pelo cilindro ao longo de sua trajetória?

d) O que representa fisicamente a inclinação das curvas obtidas?

e) Realize o ajuste linear das curvas para obter a velocidade do cilindro. Qual o valor obtido?

f) O que podemos concluir sobre o tipo de movimento realizado pelo cilindro?

g) Se ao invés do cilindro estar se afastando do sensor, estivesse se aproximando, qual seria o comportamento observado no gráfico de posição *versus* tempo?

h) Como pode ser determinada a velocidade escalar média de cada medida realizada? Escreva uma equação.

i) Escolha um intervalo de tempo e o valor correspondente a sua posição, e determine a variação  $\Delta$  para ambos. Com estes dados, calcule a velocidade escalar média anotando os valores na Tabela 2. Repita o procedimento mais duas vezes escolhendo outros dois pontos distintos da mesma medida.

Tabela 2: Velocidade média para 3 intervalos de tempo distintos.

	Tempo (s)			Posição (cm)			Velocidade Escalar Média $v_m$ (cm/s)
	Inicial ( $t_0$ )	Final ( $t_f$ )	$\Delta t =$ $t_f - t_0$	Inicial ( $s_0$ )	Final ( $s_f$ )	$\Delta s =$ $s_f - s_0$	
1							
2							
3							

j) A velocidade média depende do intervalo escolhido para calculá-la?

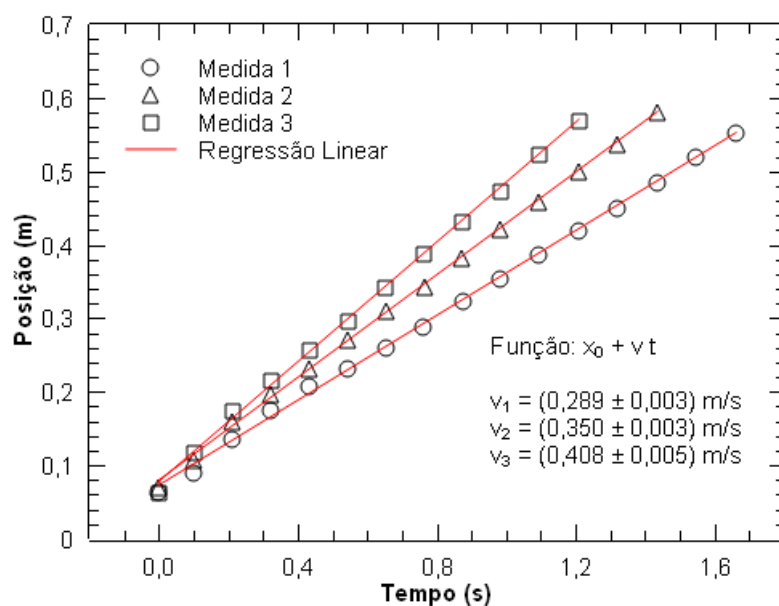
k) O valor da velocidade adquirido pelo gráfico está de acordo com o calculado na Tabela 2?

l) Qual a aceleração observada neste experimento para as três medidas?

**Sugestão:** Se houver a disponibilidade da utilização de computadores, confeccionar o gráfico da posição em função do tempo em software.

**Atividade:** Com os dados de posição e tempo da Tabela 1, construa o gráfico da posição *versus* tempo e faça o ajuste teórico. (o software SciDAVis é uma sugestão que pode ser utilizada, por ser de fácil utilização e é gratuito).

Gráfico 2: Posição em função do tempo para o rolamento de um cilindro em um plano horizontal.



## APÊNDICE 2

### ATIVIDADE EXPERIMENTAL 2

#### Roteiro para realização do experimento de MRUV

Nomes:	Número de Integrantes:
--------	------------------------

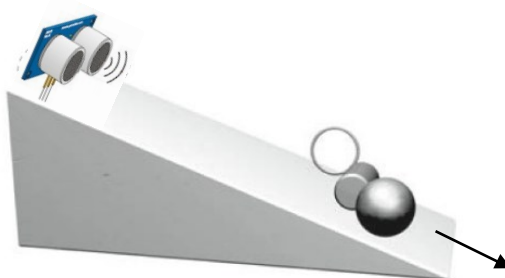
#### 1. Material necessário:

- Lápis;
- Borracha;
- Rampa ou carteira;
- Cilindro;
- Sistema de aquisição de dados.

#### 2. Procedimento:

Inclinar um plano horizontal (ou uma carteira) para que tenha uma inclinação da ordem de  $5^{\circ}$  e posicionar o sensor ultrassônico na extremidade superior da rampa. Soltar, a partir do repouso, o cilindro da parte superior da rampa, conforme representa a Figura 1.

Figura 1: Cilindro em movimento retilíneo uniformemente variado em um plano inclinado.



Fonte: Adaptado de P. A. Tipler. Física para cientistas e engenheiros. Vol. 1: Mecânica, Oscilações e Ondas, Termodinâmica. 6ª Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

Após a realização do movimento, anotar na Tabela 1 as medidas que foram armazenadas e são apresentadas no *display* do sistema de aquisição de dados. Repetir o procedimento por mais 2 vezes.



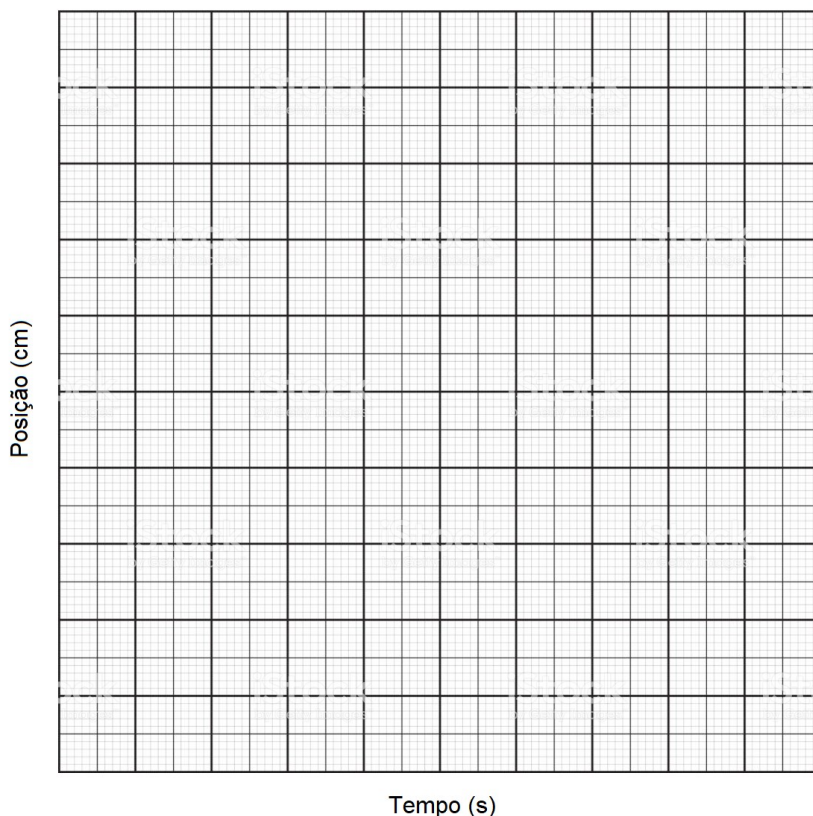
Tabela 1: Tabela para anotação dos valores, das medidas realizadas no experimento de MRUV.

Medida 1		Medida 2		Medida 3	
Tempo (s)	Posição (cm)	Tempo (s)	Posição (cm)	Tempo (s)	Posição (cm)

### 3. Questões

a) Com os dados da Tabela 1, construa o gráfico da posição em função do tempo no papel milimetrado para cada medida.

Gráfico 1 – Posição em função do tempo de um cilindro em movimento em um plano inclinado.



b) O resultado obtido foi linear ou os dados experimentais apresentaram um comportamento não linear no gráfico posição *versus* tempo?

c) Se ao invés do cilindro estar se afastando do sensor tivesse se aproximando do sensor, qual seria o comportamento observado no gráfico de posição *versus* tempo?

d) Para uma das medidas, calcule o intervalo de tempo e o valor correspondente da sua posição, e determine a variação  $\Delta$  para ambos. Com estes dados, calcule a velocidade escalar média anotando os valores na Tabela 2. Faça este procedimento por três vezes (para intervalos de tempo no início, no meio e no final do movimento).

Tabela 2 – Velocidade média para três intervalos de tempo distintos.

	Tempo (s)				Posição (cm)			Velocidade Escalar Média $v_m$ (cm/s)
	Final	Inicial	$\Delta t = t_f - t_0$		Final	Inicial	$\Delta s =$ $s_f - s_0$	
$t_2 - t_1$				$s_2 - s_1$				
$t_5 - t_4$				$s_5 - s_4$				
$t_{10} - t_9$				$s_{10} - s_9$				

e) Observando o resultado da Tabela 2, o que você observou com relação a velocidade durante o movimento?

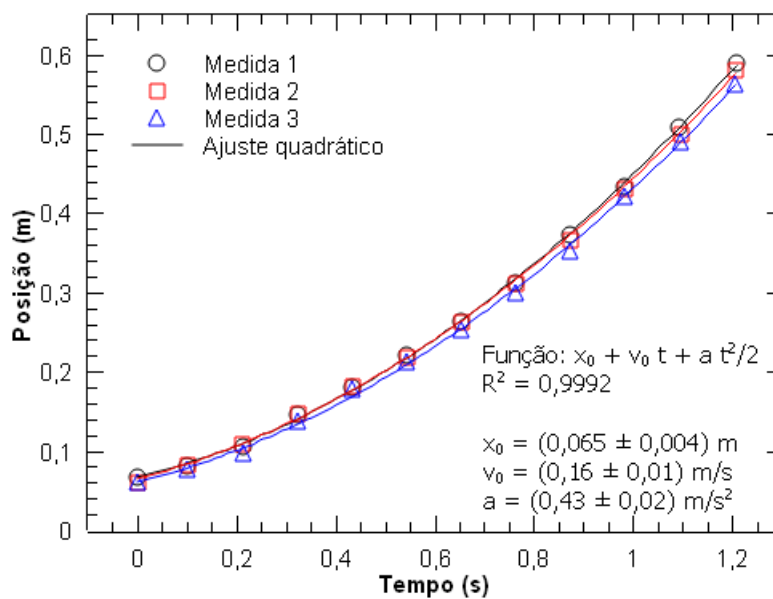
f) Vamos linearizar o gráfico. Inicialmente, preencha a Tabela abaixo com as grandezas  $t$ ,  $t^2$  e  $x$  (escolha uma das medidas). Em seguida, construa o gráfico da posição em função do tempo ao quadrado ( $t^2$ ) no papel milimetrado.



**Sugestão:** Se houver a disponibilidade da utilização de computadores, confeccionar o gráfico da posição em função do tempo em software e realizar o ajuste teórico com polinômio de segunda ordem.

**Atividade:** Com os dados de posição e tempo da Tabela 3, construa o gráfico da posição *versus* tempo e faça o ajuste teórico com a equação de uma parábola. Com as informações do ajuste, obtenha a posição inicial, velocidade inicial e aceleração do movimento.

Gráfico 3: Posição em função do tempo para o rolamento de um cilindro em um plano inclinado.



## APÊNDICE 3

### ATIVIDADE EXPERIMENTAL 3

#### Latas cilíndricas em movimento

Nomes:	Número de Integrantes:
--------	------------------------

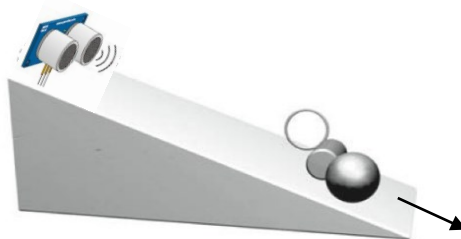
#### 1. Material necessário:

- Lápis;
- Borracha;
- Rampa ou carteira;
- 2 latas de refrigerante (uma em temperatura ambiente e outra congelada);
- Sistema de aquisição de dados.

#### 2. Procedimento:

Inclinar um plano horizontal (ou uma carteira) para que tenha uma inclinação da ordem de  $5^\circ$  e posicionar o sensor ultrassônico na extremidade superior da rampa. Soltar, a partir do repouso, uma lata de refrigerante em temperatura ambiente da parte superior da rampa, conforme representado na Figura 1. Repetir o experimento, utilizando uma lata com o refrigerante em seu interior congelado. Anotar os dados experimentais na Tabela 1.

Figura 1 – Cilindro em movimento retilíneo uniformemente variado em um plano inclinado.



Fonte: Adaptado de P. A. Tipler. Física para cientistas e engenheiros. Vol. 1: Mecânica, Oscilações e Ondas, Termodinâmica. 6ª Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

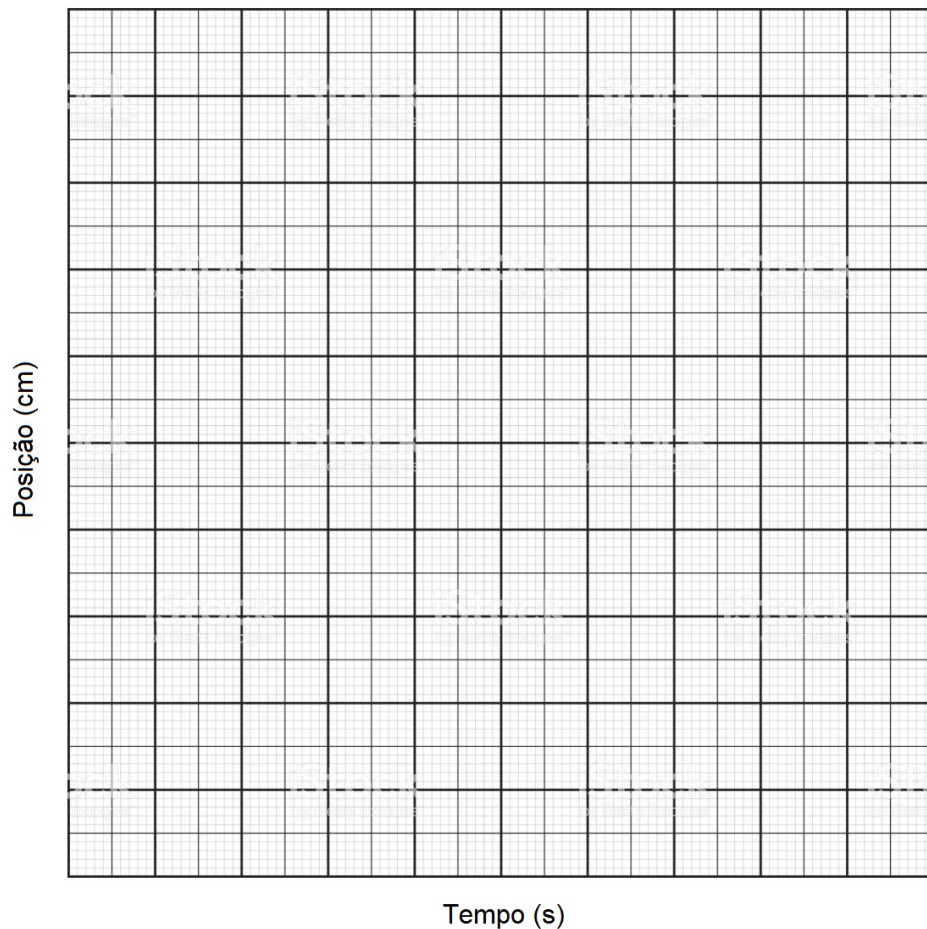
Tabela 1 – Tabela para anotação dos valores das medidas realizadas.

Refrigerante Líquido		Refrigerante Congelado	
Tempo (s)	Posição (cm)	Tempo (s)	Posição (cm)

### 3. Questões

a) Com os dados da Tabela 1, construa o gráfico da posição em função do tempo no papel milimetrado para as duas medidas (refrigerante em estado líquido e sólido).

Gráfico 1 – Posição em função do tempo de uma lata em movimento em um plano inclinado.



b) Se as duas latas de refrigerante (congelada e líquida) forem soltas do repouso simultaneamente em um plano inclinado, qual chegará primeiro a base?

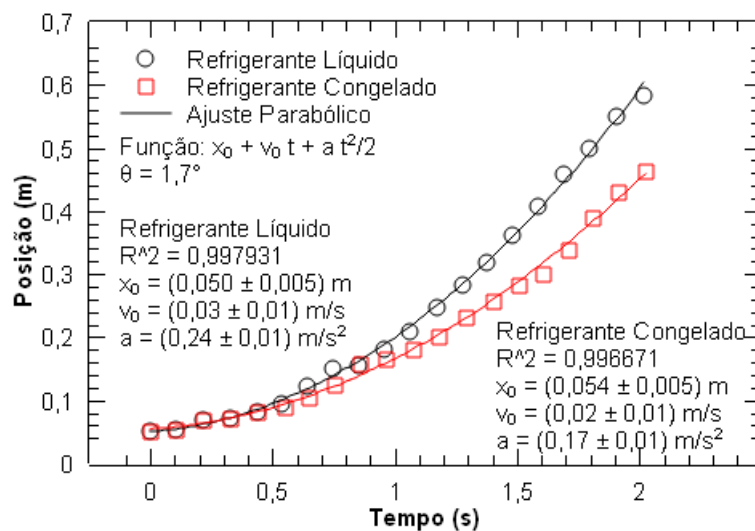
c) Qual das latas apresenta a maior aceleração? Por quê?

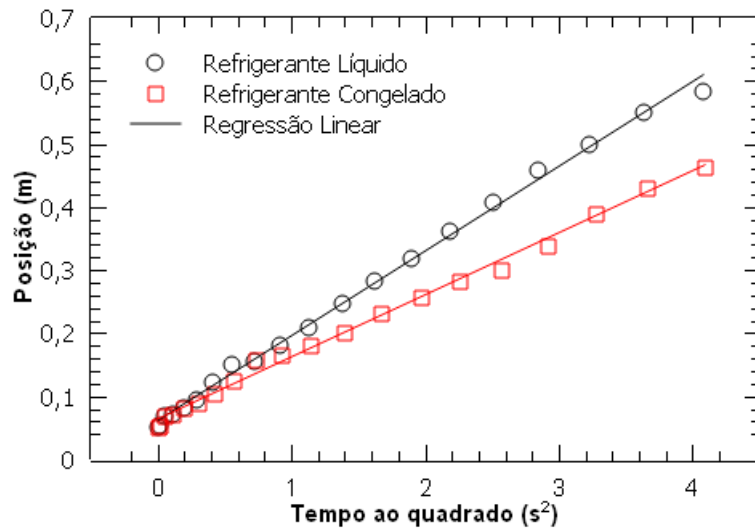


**Sugestão:** Se houver a disponibilidade da utilização de computadores, confeccionar o gráfico da posição em função do tempo em software e realizar o ajuste teórico com uma parábola. Com o objetivo de mostrar, que de fato, a aceleração da lata com refrigerante no estado líquido (a temperatura ambiente) é maior.

**Atividade:** Com os dados de posição e tempo da Tabela 1, construa os gráficos da posição *versus* tempo e faça o ajuste teórico com a equação de uma parábola. Com as informações do ajuste, obtenha a posição inicial, velocidade inicial e aceleração do movimento para cada lata de refrigerante. Compare a aceleração obtida para cada lata e relacione com os valores esperados.

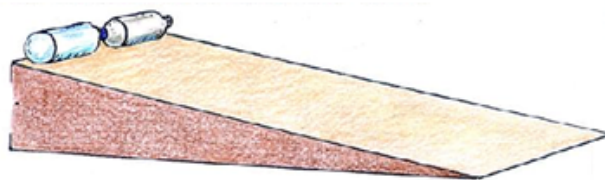
Gráfico 2 – Posição em função do tempo de latas em movimento em um plano inclinado.





Abaixo, encontra-se um desafio de conhecimento, que encontra-se na página do Facebook: The Physics Teacher, que está traduzida a seguir:

Situação 1: Duas garrafas de água rolam para baixo em um plano inclinado. Uma contém água líquida e a outra contém água congelada. A garrafa que chegar ao final por primeiro será a que contém a água:



- a) Congelada
- b) Líquida
- c) Ambas chegam juntas

Situação 2: O par de garrafas rola através da suave horizontal, ambas na mesma velocidade inicial. A primeira que chegar em boa distância contém a água que estará:

- a) Congelada
- b) Líquida
- c) Ambas chegam juntas

