



**MNPEF**

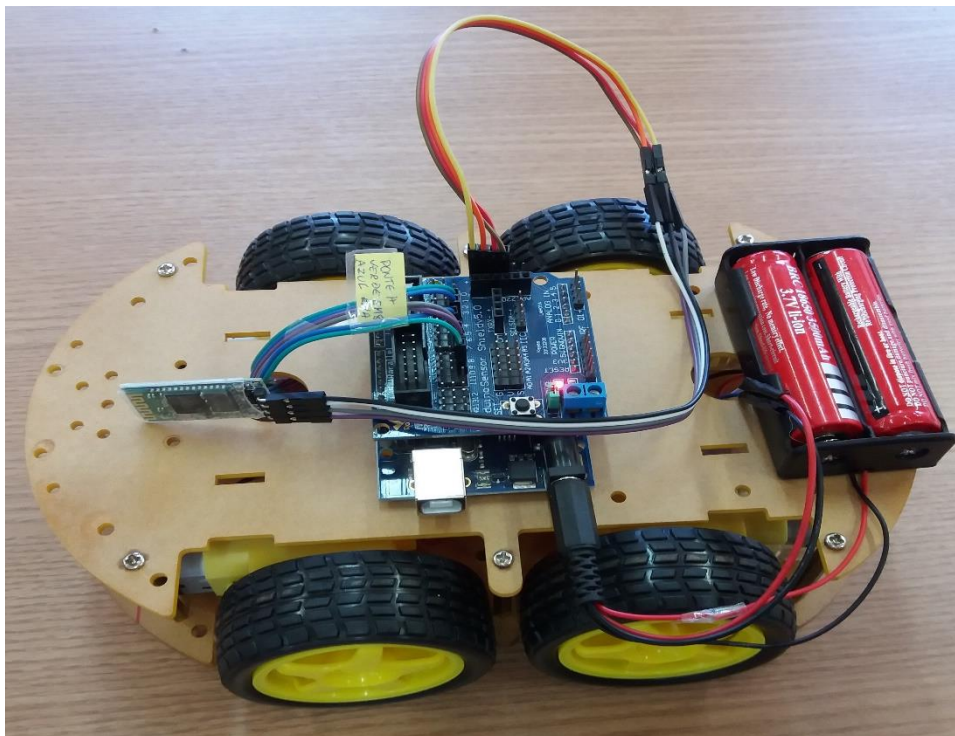


**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE  
FÍSICA - MNPEF**

**PRODUTO EDUCACIONAL ROTEIRO DIDÁTICO**

**EXPERIÊNCIA DE BAIXO CUSTO EM CINEMÁTICA E  
DINÂMICA UTILIZANDO UM CARRINHO ROBÔ ARDUINO NO  
PLANO**

**HELENO SOARES DE OLIVEIRA  
ORIENTADORA PROFA. Dra. ELIANE SILVA LEITE**



*Carrinho motor Arduino*

**Ji-Paraná – RO  
Setembro de 2017**

## QUADROS

Quadro 3.1 - Tabelas programa (1, 2,3) e tabela comparação.....	22
Quadro 3.2 – Tabelas programa 1 e tabela programação .....	36
Quadro 3.3 – Tabela programa 1, 2 e 3. ....	36
Quadro 3.4 – Tabelas MUV.....	40

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1- <i>Applet</i> MRU e MRUV. ....	13
Figura 3.2- Selecionar porta de comunicação. ....	20
Figura 3.3 – Escolher uma das portas. ....	20
Figura 5.4 - Carro conectado. ....	21
Figura 3.5 - Posição inicial do carrinho robô no MRU. ....	23
Figura 3.6 - Dados obtidos para $V = 40 \text{ cm/s}$ e $t = 5\text{s}$ . ....	24
Figura 3.7 – Gráfico produzido pelo aluno calculando a velocidade média ....	25
Figura 3.8 - Selecionar porta de comunicação. ....	33
Figura 3.9 – Escolher uma das portas. ....	33
Figura 3.10 - Carro conectado. ....	34
Figura 3.11 – Selecionar a opção 3 deste menu MRUV. ....	34
Figura 3.12 - Dados de entrada do Carrinho Motor <i>Arduino</i> no experimento MUV. ....	35
Figura 3.13 - Dados velocidade inicial, aceleração e tempo na tabela programa 1 para MUV. .....	35

## **LISTA DE ABREVIÇÕES**

**MRU** - Movimento Retilíneo Uniforme

**MRUV** - Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

**IFRO** - Instituto Federal de Rondônia

**USB** - *Universal Serial Bus*

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>DIVISÃO DAS AULAS .....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>O PRODUTO EDUCACIONAL .....</b>	<b>8</b>
3.1	A PROPOSTA DIDÁTICA .....	9
<b>3.1.1.</b>	<b>Metodologia de aplicação do produto em sala de aula .....</b>	<b>10</b>
3.2	APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DE CINEMÁTICA, DINÂMICA E ENERGIA	10
3.3	APLICAÇÃO DAS ATIVIDADES TEÓRICAS .....	13
<b>3.3.1</b>	<b>Primeiro momento aplicação dos exercícios de aprendizagem.....</b>	<b>14</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Segundo momento aplicação dos exercícios de aprendizagem teórica MRUV ..</b>	<b>27</b>
<b>3.3.3</b>	<b>Terceiro momento aplicação dos exercícios de aprendizagem teórica em</b>	
	<b>dinâmica .....</b>	<b>38</b>
<b>3.3.4</b>	<b>Quarto momento aplicação dos exercícios de aprendizagem teórica sobre</b>	
	<b>energia</b>	<b>41</b>
<b>4</b>	<b>REFERÊNCIA .....</b>	<b>45</b>
	<b>APÊNDICE A - MONTAGEM DO CARRINHO SEQUÊNCIA DE FOTOS .....</b>	<b>46</b>
	<b>APÊNDICE B - AVALIAÇÃO QUANTO A APRENDIZAGEM E DIDÁTICA .....</b>	<b>59</b>
	<b>APÊNDICE C - AVALIAÇÃO DOCENTE E SEQUÊNCIA DE CONTEÚDOS .....</b>	<b>63</b>
	<b>ANEXO A - TERMO DE AUTORIZAÇÃO .....</b>	<b>67</b>

## 1 APRESENTAÇÃO

A Física é uma ciência trabalhada no ensino médio tão presente no cotidiano do aluno, porém a transformação desse ensino na resolução de problemas que envolvem aspectos meramente quantitativos das grandezas físicas, levando os alunos simplesmente memorizar fórmulas, sem qualquer ligação com os aspectos conceituais envolvidos, ocasiona o desinteresse destes pelo estudo de Física, portanto é imprescindível fazer uma aplicação prática sobre os assuntos que lhes é ensinado.

O produto educacional é formado pelos exercícios de aprendizagem teórica, pelos experimentos: movimento uniforme e movimento uniformemente variado utilizando o carrinho robô *Arduino*, e pelos pós- experimentos.

A aplicação do produto educacional aconteceu a cada encontro, sendo 02 (duas) aulas de 50 minutos, o professor fazia uma breve explanação sobre o assunto estudado. Na primeira aula teórica os alunos foram divididos em grupos com 04 (quatro) pessoas, para fazer os exercícios de aprendizagem teórica, estas atividades sob livre consulta, para respondê-las, onde o professor auxiliava como mediador.

As atividades colaborativas, presenciais, em pequenos grupos têm grande potencial para facilitar a aprendizagem significativa porque viabilizam a troca de informações, a negociação de significados, onde professor deixa de ser àquele que somente ele tem o conhecimento, mas também participa ensinando do mesmo jeito, falando menos e o aluno falando mais, pois neste caso o professor atua na posição de mediador (MOREIRA, 2012).

Os exercícios de aprendizagem teórica foram questões elaboradas com perguntas abertas, de múltipla escolha e também objetiva, onde o grupo escolhia a melhor resposta, caso houvesse divergência a maioria era quem decidia. Tinha a finalidade de dar ao aluno um referencial teórico. Os experimentos foram realizados utilizando um carrinho motor *Arduino*, programado através de *software*, que reproduz movimento uniforme, cuja velocidade é constante; e movimento uniformemente variado, onde a aceleração é constante. O pós-experimentos é tido como relatório que deve ser preenchido de acordo com o roteiro disponibilizado, e elaborado os gráficos em papel milimetrado.

## 2 DIVISÃO DAS AULAS

O quadro 2.1 apresenta uma proposta da divisão das aulas por atividades a serem trabalhadas com os alunos.

Quadro 2.1 - Divisão das aulas por atividades a serem trabalhadas com os alunos.

	Atividades a ser trabalhada	Temas a serem trabalhados	Número de aulas	Tempo em (min).	Total tempo (min)
<b>Primeiro momento</b>	Aula de aprendizagem teórica.	Conceitos de Trajetória movimento, repouso, deslocamento, MRU e gráficos.	04	50	200
	Aula de prática experimental.		02	50	100
	Aula pós-experimental.		02	50	100
<b>Segundo momento</b>	Aula de aprendizagem teórica.	Movimento Retilíneo Uniformemente Variado e gráficos.	04	50	200
	Aula de prática experimental.		02	50	100
	Aula pós-experimental.		02	50	100
<b>Tercero momento</b>	Aula de aprendizagem teórica.	Movimento Retilíneo Uniformemente Variado e Força.	02	50	100
	Aula de prática experimental.		02	50	100
<b>Quarto momento</b>	Aula de aprendizagem teórica.	Energia (trabalho e energia cinética).	02	50	200
<b>Total</b>			22	50	1100

### 3 O PRODUTO EDUCACIONAL

Este produto educacional é formado por um carrinho motor, pelas atividades de aprendizagem teóricas, pelas atividades de prática experimental e pelo relatório. O produto é implementado por um carro móvel unidirecional no plano, aplicado ao estudo da cinemática e da dinâmica, desenvolvido com equipamentos eletrônicos de *hardware* aberto na plataforma *Arduino*.

O *software* embutido no *Arduino* se comunica com um programa em um computador através de *Bluetooth*, este programa, entra com o tipo de movimento a ser realizado – Movimento Retilíneo Uniforme – MRU ou Movimento Retilíneo Uniformemente Variado - MRUV, velocidade inicial, tempo de percurso e aceleração (este último apenas para MRUV). O carro passa a executar a ação demandada pelo usuário e envia de volta os dados de progresso do percurso. Ao final da coleta de dados do percurso, o programa no computador cria um gráfico da variação da posição no tempo e variação da velocidade no tempo, este último apenas para MRUV.

O conjunto de *softwares* aqui apresentados estão disponibilizados em repositório público na forma de software livre em <https://github.com/ifoariquemes/IFRC/> sob a licença MIT,<sup>1</sup> e foram desenvolvidos utilizando o paradigma de Programação Orientada a Objetos.

O programa de computador para comunicação com o carro foi escrito em *Python* usando as dependências *PySerial*, *Curses-Menu* e *Plotly*. Esta linguagem foi escolhida por ser suportada em todos os sistemas operacionais da atualidade garantindo que este programa seja executado em qualquer computador. Junto com o código da aplicação, disponibilizamos o executável compilado para *Windows 7* ou superior, a fim de não requerer do usuário um conhecimento prévio em desenvolvimento *Python* e pode ser baixado em <https://github.com/ifoariquemes/IFRC/releases>.

Já o carro tem como parte principal um *Arduino UNO Rev. 3*, responsável por controlar a comunicação com o programa de computador, funcionamento dos motores e prover os dados do percurso realizado. Neste produto foi embutido um *software* escrito em C++, a única linguagem orientada a objetos disponível para a plataforma, também sob licença MIT no mesmo repositório supracitado. Para embutir o *software* do carro no *Arduino* é

---

<sup>1</sup> A licença MIT, também chamada de licença X ou de licença X11, é uma licença de programas de computadores (software), criada pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Ela é uma licença não *copyleft* utilizada em *software* livre, isto é, ela permite a reutilização de *software* licenciado em programas livres ou proprietários.



necessário utilizar o ambiente de desenvolvimento oficial chamado *Arduino IDE* onde também podem ser realizadas modificações no código original do carro.

A placa *Arduino UNO* fica fixada a um chassi de acrílico, referente à parte superior do carro. Sob esta foi colocado um Sensor *Shield* para facilitar a ligação dos demais equipamentos. Como o *Arduino UNO* possui apenas uma saída de tensão (3V e 5V) e um pino de aterramento (GND), o Sensor *Shield* expande a capacidade de pinos para ligação elétrica de sensores e atuadores: um trio (3V, 5V, GND) para cada pino digital ou analógico. Neste *Shield* são ligados o módulo *Bluetooth HC-05* para comunicação com o programa de computador, e o módulo L298 onde são ligados quatro motores DC. O módulo L298 ficou fixado na parte inferior do chassi. O *Arduino UNO* e L298 são alimentados em paralelo por duas pilhas de corrente contínua que somam 7,5 volts. O módulo *Bluetooth* recebe energia diretamente do *Arduino* depois de regulada.

O carro robô é composto pelos seguintes componentes: 01 chassi (com parte superior e inferior), 04 rodas, 04 motores DC, 01 L298, 01 placa *Arduino UNO Rev. 3*, 01 *Bluetooth HC-05* e um computador com conexão *Bluetooth* (integrado ou *dongle*). O passo a passo da montagem do carrinho robô está detalhada com figuras sequenciadas no apêndice A.

O produto educacional é composto pelas atividades teóricas preparatórias, pelo carrinho robô e seu *software*, pelos experimentos com o carrinho robô *Arduino*, pelos pós-experimentos que são relatórios com tabelas a serem preenchidas e perguntas a serem respondidas pelos alunos.

### 3.1 A PROPOSTA DIDÁTICA

A proposta didática deste produto educacional foi desenvolvida no Instituto Federal de Rondônia - IFRO, campus Ariquemes, e consiste em um carrinho motor *Arduino* programado para executar dois movimentos: retilíneo uniforme, com velocidade constante; e retilíneo uniformemente acelerado, com aceleração constante.

O primeiro experimento foi de movimento uniforme e o segundo experimento realizado foi de movimento uniformemente variado.

Para facilitar a aprendizagem dos alunos as atividades como: exercícios de aprendizagem teórica, os experimentos e os pós-experimentos serão realizados em grupos de 04 (quatro) alunos, em aulas com duração de 50 minutos cada, conforme mostrado no quadro 2.1.

### 3.1.1. Metodologia de aplicação do produto em sala de aula

Esta pesquisa iniciou com os professores de ensino médio respondendo um questionário sobre experiências de baixo custo e sequência dos conteúdos de Física. O planejamento das aulas teóricas teve como base as respostas do questionário, ver apêndice B. Um conjunto de exercícios chamados atividades de aprendizagem teórica, foram elaborados com o objetivo de assegurar um conteúdo estruturado para promover uma introdução aos conteúdos de Física: cinemática, dinâmica e energia, primando por exercícios que façam a ligação entre estes conteúdos.

Após as aulas teóricas ocorrem às aulas práticas utilizando o carrinho robô, sendo que primeiro foi realizado o experimento de movimento uniforme, em seguida de movimento uniformemente variado. Para montagem do carrinho, ver apêndice F. Para operar o carrinho montou-se um passo a passo o qual está descrito abaixo na seção 3.3.1.2, para movimento uniforme e na seção 3.3.2.1 referente ao movimento retilíneo uniformemente variado. Nestas seções são apresentadas descrições detalhadas dos procedimentos pedagógicos de como operar o *software* utilizado nas atividades práticas desenvolvidas, seguindo a mesma sequência dos conteúdos trabalhados em sala de aula e um relato de cada uma das aulas, descrevendo a participação dos alunos em cada uma das atividades prática proposta e mostrando como o material instrucional desenvolvido foi aplicado.

## 3.2 APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DE CINEMÁTICA, DINÂMICA E ENERGIA

Segundo Hallyday, Resnik e Walter (2010, p. 15–23), prosseguindo a sequência dos conteúdos na estrutura conceitual da cinemática, para descrever o movimento analisando que este se dá ao longo de uma linha reta e que a trajetória ocorre na horizontal (as forças que dão origem ao movimento ainda não serão discutidas), o referencial é importante para localizar a posição do objeto, neste caso considerará como objeto um carrinho, e pode ser colocado como a origem ou ponto inicial. Considera-se o sentido positivo do carrinho quando o mesmo se desloca para frente, adotando um sinal positivo; e o sentido negativo, quando o mesmo desloca de ré, adota-se neste caso sinal negativo.

Com relação ao movimento do carrinho será possível calcular velocidade média como a razão entre o deslocamento que o carrinho percorre no intervalo tempo. No gráfico de

espaço em função do tempo, é a inclinação da reta que liga dois pontos dessa reta. Também é possível estudar a aceleração constante. Um móvel tem aceleração constante quando a velocidade varia uniformemente, como é difícil reproduzir esse experimento no plano, esse projeto se aproxima desse feito. Os experimentos geralmente são suscetíveis a calcular a aceleração média que é a relação entre a variação de velocidade pelo intervalo de tempo decorrido. O gráfico de velocidade em função do tempo é a inclinação dessa reta. O sinal (+) positivo da aceleração será adotado quando a velocidade aumentar em módulo, neste caso movimento acelerado. O sinal (-) negativo será admitido quando a velocidade diminuir em módulo, neste caso o movimento é dito retardado. O carrinho deste projeto foi programado para reproduzir apenas movimento acelerado.

O módulo da equação da velocidade média pode ser expresso como:

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad (3.1)$$

onde:  $V_m$  é a velocidade média  $\Delta S$  é o deslocamento  $\Delta t$  é o intervalo de tempo. A equação da aceleração média pode ser expressa escrita:

$$a_m = \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad (3.2)$$

onde:  $a_m$  é a velocidade média,  $\Delta V$  a variação da velocidade e  $\Delta t$  é o intervalo de tempo.

A Física por estudar a natureza, estuda o movimento dos objetos, incluindo a aceleração, que é uma variação da velocidade. "A causa da aceleração é sempre a força que pode ser definida em termos coloquiais como um empurrão ou um puxão" (HALLIDAY; RESNICK; WALTER, 2010, p. 91). Numa prova de fórmula 1, a força exercida pela pista sobre os pneus provoca uma aceleração dos veículos. A fórmula fundamental da dinâmica, ou do movimento, tem sua expressão definida como:

$$\mathbf{F} = m * \mathbf{a} \quad (3.3)$$

onde  $F$  significa força,  $m$  massa e  $a$  é a aceleração.

A energia é um dos conceitos unificadores mais importantes da ciência. A energia de um sistema é uma medida de sua habilidade em transformar em trabalho. A energia é

conservada, quando desaparece em uma forma reaparece em outra. Existem várias formas de energia, contudo a nossa atenção será concentrada num único tipo de energia, a energia cinética. Pela lei da conservação da energia o trabalho é igual à variação de energia cinética (TIPLER; MOSCA, 2013, p. 160–170). Considerando que o carrinho parta do repouso a energia cinética pode ser escrita como,

$$E_c = \frac{m * V^2}{2} \quad (3.4)$$

onde  $E_c$  é a energia cinética,  $m$  é a massa e  $V$  a velocidade final.

Outra forma de expressar o trabalho através da variação da energia cinética é através da relação:

$$T = \Delta E_c \quad (3.5)$$

onde  $T$  é o trabalho e  $\Delta E_c$  é a variação da energia cinética.

Outras equações relacionam-se com o trabalho levando em consideração que o carrinho está num plano horizontal. Então o giro dos motores que está acoplado às rodas, provoca uma força horizontal para trás, o chão reage projetando o carrinho para frente com aceleração constante. Considerando que o deslocamento é paralelo a força aplicada então tem-se uma relação entre trabalho, força e o deslocamento.

$$T = F * \Delta S \quad (3.6)$$

onde  $T$  é o trabalho,  $F$  é a força aplicada aos pneus e  $\Delta S$  é deslocamento.

O deslocamento ou distância percorrida pelo carrinho também pode ser obtido pela relação do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV). Lembrando que o carrinho foi programado para ter aceleração constante.

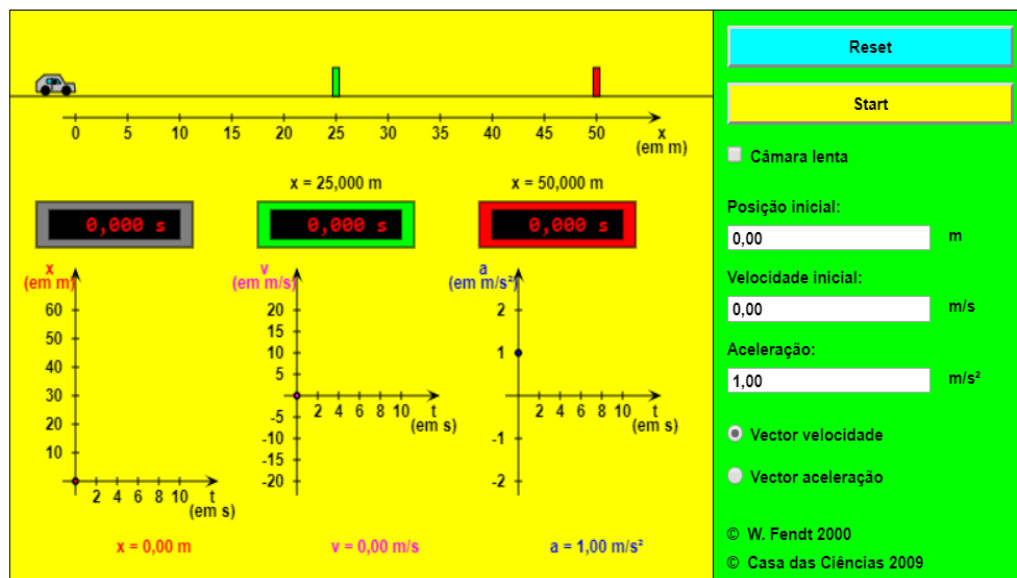
$$\Delta S = V_o * t + \frac{a * t^2}{2} \quad (3.7)$$

onde  $\Delta S$  é deslocamento,  $V_o$  é a velocidade inicial,  $t$  o tempo e  $a$  é a aceleração.

### 3.3 APLICAÇÃO DAS ATIVIDADES TEÓRICAS

As aulas com as atividades de aprendizagem teórica: movimento uniforme e movimento uniforme variado, eram introduzidas por miniaulas, curtas e o ensino centrado no aluno, fazia-se a introdução dos conteúdos com os *applets* de Física, figura 3.1; para o movimento uniforme preenchia a aceleração com o valor zero, segundo (FENDT, 2012).

Figura 3.1- *Applet* MRU e MRUV.



Fonte: [http://www.walter-fendt.de/ph14pt/acceleration\\_pt.htm](http://www.walter-fendt.de/ph14pt/acceleration_pt.htm)

Os alunos tiveram 05 (cinco) atividades que eram testes de aprendizagem teórica, sendo elas: Atividade 01 - Grandezas e Unidades de Medidas; Atividade 02 - Movimento Uniforme - MU (Cinemática parte 1); Atividade 03 - Movimento Uniformemente Acelerado - MUV (Cinemática parte 2); Atividade 04 - Dinâmica Leis de Newton; e Atividade 05 - Trabalho, Energia Cinética e Potência.

As atividades teóricas 01 e 02 precedem o experimento com o carrinho motor onde o aluno vai fazer o primeiro experimento sobre movimento uniforme e velocidade média. A atividade 03 fornecerá um embasamento teórico ao aluno para realizar o segundo experimento, sobre movimento uniformemente acelerado. As atividades 04 e 05 será preciso conhecer a massa do carrinho. Será apresentado conceito de força, pois o esforço de cada motor do carrinho impulsiona as rodas aumentando a velocidade uniformemente. Poderemos usar o mesmo experimento para evidenciarmos as leis de Newton associado à cinemática de Galileu. O detalhamento e divisão das aulas está apresentando no quadro 2.1.

Finalmente, trataremos a energia mecânica envolvida no movimento do carrinho: medindo a distância, as velocidades, a aceleração, o tempo e a massa, focando nas grandezas físicas trabalho mecânico, energia cinética e potência dos motores do carrinho.

### **3.3.1 Primeiro momento aplicação dos exercícios de aprendizagem**

Neste momento é importante o professor investigar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo movimento uniforme por meio dos exercícios teóricos que começa em sala de aula e conclui em casa. Nesta seção são apresentados os exercícios das atividades 01 (um) e 02 (dois), sendo dedicada 04 aulas de 50 minutos.

O objetivo destes exercícios é verificar os conceitos: grandezas e unidades de medidas, comprimento, massa e tempo; posição, repouso, movimento, velocidade média e equação do movimento uniforme.

Nos exercícios da atividade 01 (um), abaixo, o aluno deve compreender as grandezas físicas: comprimento, massa e tempo. Nos exercícios da atividade 02 (dois), abaixo, o aluno deve trabalhar os conceitos: velocidade média, equação da posição do movimento uniforme e gráfico, para facilitar o entendimento do aluno. O exercício 13 da atividade 02 foi trabalhado com um *applet* de Física: [http://www.walter-fendt.de/ph14pt/acceleration\\_pt.htm](http://www.walter-fendt.de/ph14pt/acceleration_pt.htm), cujas aulas foram importantes, para conhecer conceitos de movimento e repouso. Também os tipos de movimento, progressivo e retrógrado, de forma contextualizada que pode ser acompanhado por todos, através de um *datashow* ou televisão.

Professor: Heleno Soares de Oliveira

Teste de aprendizagem Nome: _____ Título: Atividade 01 - Grandezas e Unidades de Medidas	Turma: _____ Data: __/__/2017
--	----------------------------------

1) Durante determinada leitura de um livro de aventuras, um jovem leu que o personagem principal havia percorrido 20 quilômetros em 5 dias. Com alternativas abaixo, qual aquela que contém as duas grandezas expressas nas informações acima?

- a) Tamanho e tempo.
- b) Comprimento e calendário.
- c) Tempo e comprimento.
- d) Distância e tempo.
- e) Massa e temperatura.

2) Complete as comparações abaixo com (>, <, =) de acordo com as unidades utilizadas.

Dados: 1km=1000m; 1metro=1000mm; 1kg=1000g; 1Litro= 1000 ml=1000 cm<sup>3</sup>

- a) 10 kg \_\_\_ 200 g
- b) 0,371 dl \_\_\_ 37,1 dl
- c) 5000 ml \_\_\_ 0,92 cm<sup>3</sup>
- d) 45,3 km \_\_\_ 7890 m
- e) 50,43 g \_\_\_ 0,05043 kg

3) Realize as seguintes transformações de unidades:

- a) 50 km = \_\_\_\_\_ metro (m)
- b) 90,3 ml = \_\_\_\_\_ Litro (l)
- c) 50 cm = \_\_\_\_\_ m
- d) 6,4 kg = \_\_\_\_\_ g
- e) 640 mg = \_\_\_\_\_ g

4) Quais as grandezas abordadas no texto abaixo? “Hoje levei 4 h para chegar à casa de minha avó que fica a 10 km da minha. No meio do caminho eu olhei para o marcador da praça de minha cidade e percebi que estava marcando 39 °C. O calor estava insuportável, devo ter perdido 10 kg durante o percurso. ”

Professor: Heleno Soares de Oliveira

Teste de aprendizagem Nome: _____ Título: Atividade 02 - Movimento Uniforme – (Cinemática Parte 1)	Turma: _____ Data: __/__/2017
--	----------------------------------

1) Relacione a Segunda unidade do sistema internacional de acordo com a primeira (grandezas Físicas).

- a) Posição ou Espaço      ( )      Metros (m)
- b) Velocidade;              ( )      Metro/segundo<sup>2</sup> (m/s<sup>2</sup>)
- c) Aceleração;              ( )      Segundo (s)
- d) Deslocamento          ( )      Metro/segundo (m/s)
- e) Tempo                      ( )      Metros (m)

2) A respeito dos conceitos de movimento e repouso a alternativa FALSA é:

- a) O Sol está em movimento em relação à Terra.
- b) É possível que um móvel esteja em movimento em relação a um referencial e em repouso em relação a outro referencial.
- c) Se um móvel está em movimento em relação a um sistema de referência, então ele estará em movimento em relação a qualquer outro referencial.
- d) Se um corpo A está em repouso em relação a outro B, então o corpo B estará em repouso em relação a A.
- e) É possível um corpo A está em movimento em relação a outros dois corpos B e C e termos o corpo B em repouso em relação a C.

3) Chamamos de referencial à região do espaço onde se encontra um observador para estudar o fenômeno. Usando essa noção, NÃO podemos afirmar que:

- a) Quando a posição de um móvel varia com o tempo, em relação a um sistema de referencial, dizemos que o móvel está em movimento em relação ao sistema.
- b) É possível que um mesmo móvel possa simultaneamente estar em movimento para um referencial e estar em repouso para outro.
- c) A forma da trajetória depende de um referencial.
- d) Na definição de ponto material e corpo extenso não se leva em conta o referencial.
- e) Todo corpo em repouso em relação a um referencial estará em repouso em relação a qualquer outro referencial que não se movimente em relação ao primeiro.



4) Dizemos que uma partícula está em repouso quando sua posição não varia com o tempo. Como a posição é dada em relação a um referencial, só faz sentido movimento e repouso quando se especifica o referencial adotado. Usando essa noção, podemos afirmar que:

- a) A terra está em movimento.
- b) Um pássaro em voo está em repouso.
- c) O Navio está em movimento.
- d) Um móvel em movimento em relação a um referencial estará em movimento em relação a qualquer outro referencial
- e) Todo corpo em repouso em relação a um referencial estará em repouso em relação a qualquer outro referencial que não se movimente em relação ao primeiro.

5) Diga com suas palavras quando é que um corpo está:

Em repouso:

---

Em Movimento:

---

6) A respeito do conceito de ponto material, é correto afirmar que:

- a) Uma formiga é certamente, um ponto material.
- b) Um elefante não é, certamente, um ponto material.
- c) Um carro manobrando numa garagem é um ponto material.
- d) Um carro numa estrada, fazendo uma viagem, pode ser considerado um ponto material.
- e) A Terra é um ponto material em seu movimento de rotação.

7) Um parafuso se desprende do teto de um ônibus que está em movimento, com velocidade constante em relação à Terra. Desprezando a resistência do ar, a trajetória do parafuso, em relação ao ônibus, é:

- a) Parabólica.
- b) Retilínea e vertical.
- c) Um ponto geométrico.
- d) Retilínea e horizontal.
- e) Inclinada

8) Diga com suas palavras o que é:

Ponto material:

Referencial:

9) Assinale a proposição correta:

- a) Terra é um corpo em repouso.
- b) Uma pessoa sentada num banco de jardim está em repouso.
- c) Se um corpo estiver em repouso em relação a um dado referencial, então estará em movimento em relação a qualquer outro referencial.
- d) Os conceitos de repouso e movimento não dependem do referencial adotado.
- e) Um corpo pode estar em movimento em relação a um referencial e em repouso em relação a outro. A

10) A rodovia Br 364 do é uma importante artéria que integra o Estado de Rondônia aos estados do Brasil, além de escoar as riquezas do agronegócio. Aqui podemos ver representadas algumas cidades existentes ao longo dessa rodovia.



I = Vilhena supor km Zero

II = Cacoal km 228

III = Ji Paraná km 332

IV = Jaru km 415

V = Ariquemes km 510

VI = Porto velho km 705

Com base nessas informações, responda aos exercícios. Qual é o deslocamento de cada cidade mostrada na figura acima?

	$S_o$ (km)	$S$ (km)	$\Delta s$ (km)
a) Vilhena a Cacoal?			
b) de Jaru a Ji-Paraná?			
c) de Ji-paraná a Porto velho?			
d) de Ariquemes a Porto velho?			
e) de Porto velho a Ariquemes?			

11) Qual é a distância percorrida em cada um dos trajetos indicados no exercício anterior?

	Distância (km)
a) Vilhena a Cacoal?	
b) de Jaru a Ji-Paraná?	
c) de Ji-paraná a Porto velho?	
d) de Ariquemes a Porto velho?	
e) de Porto velho a Ariquemes?	

12) Uma pessoa caminha numa pista de Cooper de 300 m de comprimento, com velocidade média de 1,5 m/s (5,4 km/h). Quantas voltas ela completará em 40 minutos?

- a) 5 voltas      b) 7,5 voltas      c) 12 voltas      d) 15 voltas      e) 20 voltas

13) Um carro parte da posição 10 m, no instante zero e após 3s passa pelo marco 25 m. Pergunta-se: a) qual a velocidade média desse veículo? b) qual a equação que descreve esse movimento? c) qual a posição ocupada pelo veículo em 8s? d) faça o gráfico  $Sxt$

Sugestão: usar o *Fendt* [http://www.walter-fendt.de/ph14pt/acceleration\\_pt.htm](http://www.walter-fendt.de/ph14pt/acceleration_pt.htm)

Para ilustrar este exercício aplicando o *applet Fendt*, preencha a posição inicial com 10 (dez), a velocidade de 5 m/s e a aceleração zero.

### 3.3.1.1 Procedimento experimental Movimento Uniforme

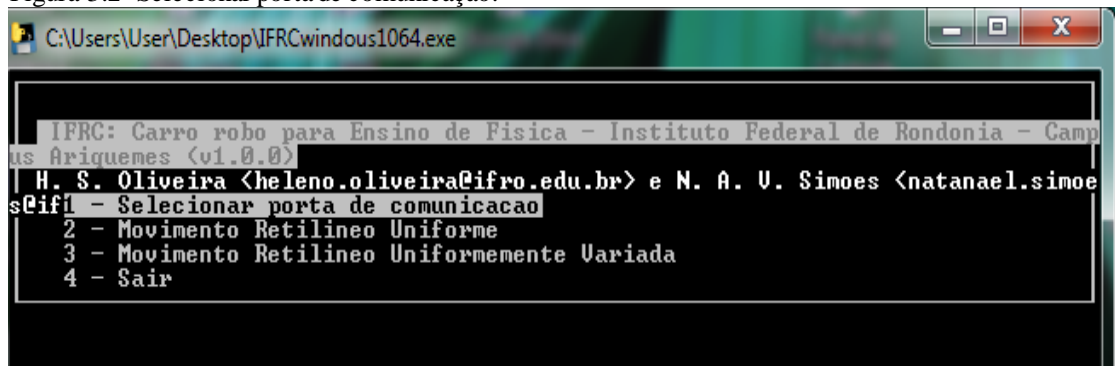
O procedimento experimental tinha como início, a adequação da sala para realizar os experimentos, as carteiras eram afastadas para reservar um espaço livre para o carrinho. Depois seguia um roteiro do procedimento operacional com o carrinho motor apresentado na televisão ou no *datashow*, por meio do computador. Os experimentos foram realizados pelos alunos em grupos, geralmente com 04 (quatro) alunos, onde cada uma tinha uma função definida: colocar o carrinho na marca branca, medir com a trena a distância percorrida pelo carrinho, lê os dados experimentais do computador em voz alta para ser anotado no quadro 3.1 da seção 3.3.1.2, e anotar os dados experimentais nas tabelas do quadro 3.1 para elaborar o relatório.

### 3.3.1.2 Procedimento operacional com o carrinho motor *Arduino* para MRU

Para executar a atividade de movimento uniforme siga os procedimentos descritos abaixo.

1. Fazer uma marca onde o carrinho iniciará o movimento ou usar alguma já existente, como mostrado na figura 3.5, abaixo. Ligar o carrinho.
2. Verificar se o computador tem *Bluetooth*. Senão, colocar o *Bluetooth* na porta *USB* do computador, ou porta universal, *Universal Serial Bus – USB*.
3. Clique no programa IFRC Carro Robô para ensino de Física. Abre-se uma janela menu em alguns segundos com a mensagem "Selecionar porta de comunicação", conforme figura 3.2.

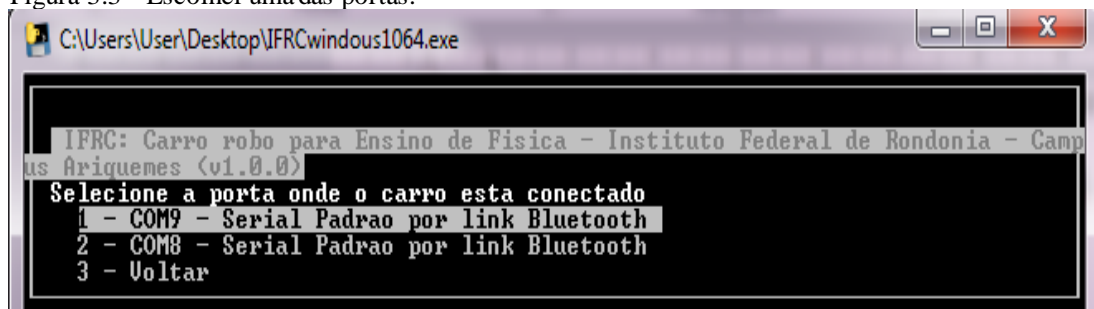
Figura 3.2- Selecionar porta de comunicação.



Fonte: A autoria própria.

4. O *Bluetooth* do computador vai ser emparelhado com o do *Arduino*. Então se estabelece uma conexão entre o carrinho e o *Bluetooth*, um indicativo é a luz do *Bluetooth* piscando. Selecione umas das portas *COM* e pressione *Enter*, conforme figura 3.3.

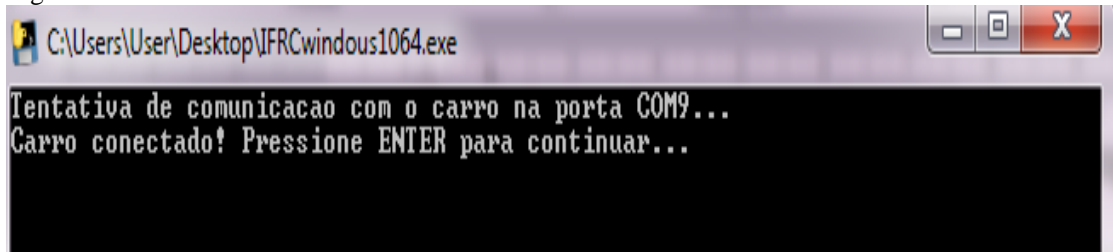
Figura 3.3 – Escolher uma das portas.



Fonte: A autoria própria.

5. Se ao escolher uma das portas aparecer a mensagem "CARRO CONECTADO!", como mostra a figura 3.4 pressione *Enter* para continuar. Caso contrário, não houve conexão. Reinicie o procedimento. Às vezes, as pilhas do carrinho estão com pouca carga.

Figura 3.4 - Carro conectado.



Fonte: Autoria própria.

6. O menu ficará sinalizado conforme figura 3.2 desse procedimento, e o *prompt* fica na opção: 1- Selecionar porta de comunicação <conectado em COM >, escolha a outra porta, se escolheu a COM9, dessa vez escolha a COM8.

7. Após o passo 5, "CARRO CONECTADO" a tela exibida é a da figura 3.2 acima. Clique em seta para baixo do computador ou digite o número desejado do menu, neste caso 2 (Movimento Uniforme). Caso queira a opção movimento uniformemente acelerado, digite 3, seguido de *Enter*.

8. Caso digite 2 (movimento retilíneo uniforme), ao abrir a tela digite a velocidade e o tempo. Não use vírgula use ponto, por exemplo, 20.5. Digite a velocidade desejada entre 17 e 71 (cm/s), seguido de *Enter*. Digite o tempo desejado entre 01 e 99 (segundos), seguido de *Enter*.

3.3.1.3 Procedimento experimental para cada grupo que vai realizar o experimento: movimento uniforme:

Inicialmente escolher uma velocidade e o tempo que o carrinho deve se movimentar conforme explicado no procedimento operacional com o carrinho motor da seção anterior. Ao clicar no logotipo IFRC, o programa abre uma tela automaticamente com os dados fornecidos na tela do computador. Anotar estes dados numa tabela chamada tabela programa 1 do quadro 3.1.

Com a mesma velocidade que foi escolhida anteriormente reproduzir o experimento um mínimo de 05 (cinco) vezes. Medindo com uma trena as posições ocupadas (*S*) em

centímetros e o tempo ( $t$ ) em segundos, anotar os dados em outra tabela, chamada tabela comparação, do quadro 3.1. Por exemplo, se no experimento anterior foi escolhido a velocidade de 40 cm/s e o tempo de 5 s, então se deve fazer 05 (cinco) experimentos com tempos de (1, 2, 3, 4 e 5) segundos, com a mesma velocidade de 40 cm/s, e medir a posição ocupada pelo carrinho em cada tempo com a trena e anotar os dados na tabela comparação. A tabela programa 1 é aquela que ao inserir a velocidade e o tempo o programa mostra os dados tempo e posição na tela do computador. Apenas os dados da tabela comparação devem ser medidos com a trena.

Fazer mais 02 (duas) operações conforme tabela programa 1 deste procedimento experimental, alterando a velocidade, mas mantendo o tempo de 5 s. Anotar estes dados na tabela programa 2 e tabela programa 3 do quadro 3.1. Somente os dados da tabela comparação, neste experimento, é necessário medir com a trena as posições ocupada pelo carrinho.

Quadro 3.1 - Tabelas programa (1, 2,3) e tabela comparação.

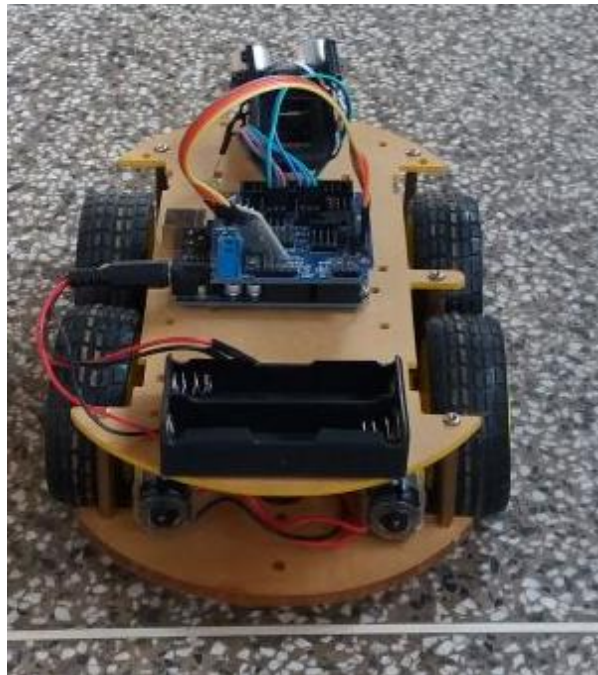
Tabela Programa 1		Tabela Comparação		Tabela Programa 2		Tabela Programa 3	
$t$ (s)	$S$ (cm)	$t$ (s)	$S$ (cm)	$t$ (s)	$S$ (cm)	$t$ (s)	$S$ (cm)
0		0		0		0	
1		1		1		1	
2		2		2		2	
3		3		3		3	
4		4		4		4	
5		5		5		5	
40 m/s							
Velocidade cm/s		Velocidade cm/s		Velocidade cm/s		Velocidade cm/s	

#### 3.3.1.4 Primeiro experimento: Movimento Uniforme - MU

O objetivo deste primeiro experimento é observar o carrinho motor *Arduino* se deslocando com velocidade constante, estudar o movimento retilíneo uniforme e suas características. Neste experimento o carrinho motor *Arduino* foi programado para se mover com velocidade constante, onde a distância percorrida em diferentes intervalos de tempo sucessivos é sempre a mesma, porém quando fazemos os testes na prática os resultados obtidos às vezes podem ser diferentes.

Primeiramente, foi estabelecida a conexão entre o computador e o carrinho motor *Arduino*. Posteriormente foi digitado a velocidade média e tempo para o carrinho se movimentar. A figura 3.6, abaixo, mostra como fica a tabela, cuja velocidade é constante. A figura 3.5, ilustra bem o carrinho posicionado para realizar o MRU, a linha branca demarcatória abaixo na figura é o referencial adotado para fazer as medições. Para a realização deste experimento os alunos se organizaram em grupos de no máximo 04 (quatro), sendo livre a escolha dos componentes do grupo.

Figura 3.5 - Posição inicial do carrinho robô no MRU.



Fonte: Autoria própria.

Para executar o experimento é preciso executar os seguintes passos: colocar o carrinho na marca, o carrinho já deve estar conectado com o *Bluetooth*, quando a tela ficará conforme na figura 3.2; assim digite 2, ou movimento uniforme; escreva o valor da velocidade e o tempo. Ao preencher os dados seguidos de *Enter*, abre uma tela conforme, figura 3.6, abaixo. Este é um exemplo de como obter os dados para preencher a tabela programa 1.

Figura 3.6 - Dados obtidos para  $V = 40 \text{ cm/s}$  e  $t = 5 \text{ s}$ .

```

C:\Users\User\Desktop\IFRCwindous1064.exe
Velocidade em cm/s [17 - 71, 0 para cancelar]: 40
Tempo em segundos [1 - 99]: 5
Velocidade: 40.0 cm/s, Tempo: 0.0 s, Distancia percorrida: 0 cm
Velocidade: 40.0 cm/s, Tempo: 1.0 s, Distancia percorrida: 40.0 cm
Velocidade: 40.0 cm/s, Tempo: 2.0 s, Distancia percorrida: 80.0 cm
Velocidade: 40.0 cm/s, Tempo: 3.0 s, Distancia percorrida: 120.0 cm
Velocidade: 40.0 cm/s, Tempo: 4.0 s, Distancia percorrida: 160.0 cm
Velocidade: 40.0 cm/s, Tempo: 5.0 s, Distancia percorrida: 200.0 cm
Gerando grafico da velocidade media...

Pressione ENTER para continuar...
  
```

Fonte: Autoria própria.

Esse mesmo procedimento deve ser realizado nas tabelas programa 2 e programa 3. Para alguns grupos o professor colocou os valores iniciais da velocidade e tempo na tela do computador, outros grupos compreenderam perfeitamente o procedimento não sendo necessário.

Para preencher a tabela comparação o procedimento é o mesmo. Só que deverá ser medida a posição ocupada pelo carrinho, utilizando a trena, nos tempos 1, 2, 3, 4 e 5 segundos. Esse carrinho só produz trajetória progressiva, ou seja, anda para frente.

A preparação da sala aula se dava com as cadeiras afastadas ao fundo da sala, para dar espaço ao movimento do carrinho, assim todos percebiam o experimento de cada grupo. Era escolhida uma posição inicial, geralmente uma marca branca do piso da sala conforme figura 3.5.

O primeiro grupo precisou de mais instrução, do segundo em diante, quase não precisou de orientação. Para a realização desse experimento cada grupo, geralmente formado por quatro integrantes, se levantava e vinha fazer o experimento, cada um dos alunos tinha uma tarefa previamente definida entre eles: o primeiro colocava o carrinho na marca de saída e operava o programa IFRC digitando os dados de entrada, o segundo media com a fita métrica a posição do carrinho, o terceiro anotava no quadro os dados do experimento, e o quarto anotava os dados nas tabelas de pós-experimento (folha do relatório). Houve uma modificação depois, a terceira pessoa lia os dados da tela do computador e quarta pessoa anotava nas tabelas do pós-experimento. Os dados anotado no quadro era utilizado pelo professor para fazer um gráfico exemplo projetando no próprio quadro papel milimetrado utilizando o datashow.



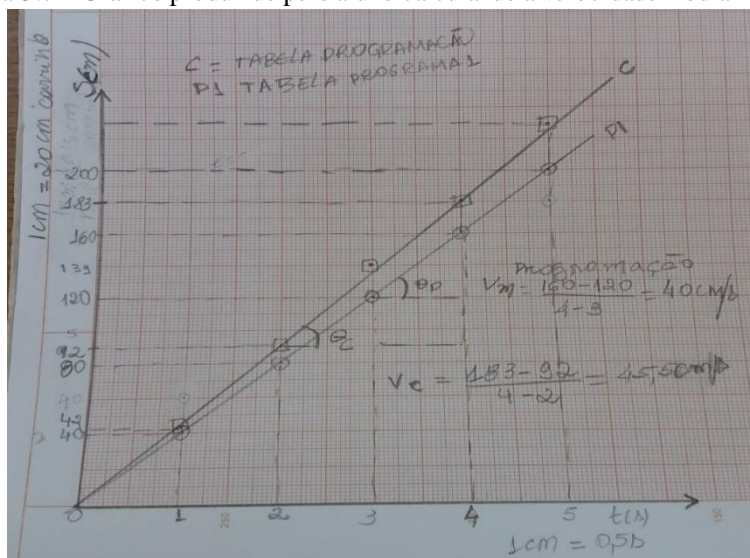
O próximo passo era fazer os gráficos, mas primeiramente assistiam uma demonstração que o professor fazia construindo um gráfico, em papel milimetrado projetado no quadro com a utilização do datashow, depois era vez dos alunos. O professor tirava dúvidas dos alunos e aqueles alunos que primeiramente aprendiam ajudava os outros. Na construção dos gráficos muitos alunos diziam que sabia fazer gráfico, mas daquele jeito nunca tinha feito, era muito diferente. Depois de elaborado os gráficos a próxima tarefa era elaborar o Relatório.

### 3.3.1.5 Os exercícios do pós-experimentos do relatório MU

A elaboração do relatório consiste em responder as perguntas do pós-experimento, fazer os gráficos espaço versus tempo ( $S \times t$ ) das tabelas e calcular a tangente de cada gráfico, pois o movimento uniforme produz uma reta que deve ser traçada com o maior número de pontos possíveis. Colocar os gráficos  $S \times t$  em um só diagrama. Para cada reta traçada o aluno calcula a inclinação dessa reta usando a equação da velocidade média 3.1. Anotar a velocidade média em cada gráfico, ou seja, em cada reta obtida.

A figura 3.7 mostra um dos gráficos produzidos pelos alunos, nesse gráfico utilizaram uma escala que foi possível reproduzi-lo, ficou um pouco menor, as outras, ficaram grande. Neste gráfico é possível ver as retas, P1 e C, simbolizando, respectivamente, a tabela programa 1 e tabela comparação. Para cada reta, foi calculado a velocidade média.

Figura 3.7 – Gráfico produzido pelo aluno calculando a velocidade média



Os alunos devem seguir o roteiro abaixo do Pós-experimento para elaborar o relatório que consiste em fazer os gráficos, encontrar a velocidade média de cada gráfico espaço em função do tempo.

1. Fazer os gráficos, tabela programa 1 e tabela comparação em um só diagrama.
2. Colocar os gráficos em um só diagrama: tabela programa 1, tabela programa 2 e tabela programa 3.
3. A tabela comparação tem a mesma velocidade que a tabela do programa 1?
4. Caso a resposta seja não porque aconteceu essa diferença?
5. O que acontece com a inclinação da reta nas tabelas programa 1, 2 e 3.
6. Esse movimento é progressivo ou retrógrado?
7. Diga como transformar 40 cm/s em m/s e km/h.
8. Qual o significado de uma velocidade de 40 cm/s?
9. O que caracteriza o movimento uniforme?
10. Dê exemplos de movimento uniforme.

Com a construção dos gráficos, o cálculo das velocidades médias, a construção das funções horárias e elaboração do relatório, espera-se que os alunos possam perceber os conceitos de movimento uniforme e as inclinações das retas, quem tem maior velocidade.

### 3.3.1.6 Relato do primeiro experimento

Ao analisar os relatórios referentes ao primeiro experimento apresentado pelos grupos, se verificou que os alunos não conseguiram fazer os gráficos corretamente, muito menos determinar o valor da velocidade média em cada gráfico eficazmente. Alguns gráficos que eram retas foram traçados a mão livre, outros usavam folha de caderno somente com as linhas horizontais, assim os gráficos apresentavam trajetórias curvas. Logo, a primeira aula após o experimento foi para redirecionar os alunos na construção de gráfico em papel milimetrado, calcular a velocidade média e responder o pós-experimento aprimorando o conhecimento deles.

Este auxílio na montagem dos gráficos em papel milimetrado, cálculo da tangente para encontrar a velocidade média, e orientação nas respostas as perguntas do relatório no primeiro experimento, serviu de preparação para o segundo experimento, movimento uniformemente acelerado.

### 3.3.2 Segundo momento aplicação dos exercícios de aprendizagem teórica MRUV

O professor deve verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo movimento uniforme variado através dos exercícios teóricos de aprendizagem que inicia em sala de aula e conclui em casa. Na aula seguinte os exercícios são entregues ao professor que faz comentários sobre a resolução dos exercícios e devolve aos alunos para fazer as correções, a entrega deste material se dá posteriormente dentro de um prazo estipulado, para ser atribuído uma nota.

O objetivo destes exercícios foi verificar os conceitos: Movimento Retilíneo Uniforme Variado; classificar o movimento quanto à aceleração, em acelerado ou retardado, aplicar as equações da aceleração média, velocidade em função do tempo, posição em função do tempo, gráficos:  $S \times t$  (espaço em função do tempo),  $V \times t$  (velocidade em função do tempo) e  $a \times t$  (aceleração em função do tempo).

Com o exercício 08 do teste de aprendizagem 3 foi possível trabalhar o movimento retilíneo uniformemente variado utilizando um *applet* de Física que pode ser acessado neste endereço: [http://www.walter-fendt.de/ph14pt/acceleration\\_pt.htm](http://www.walter-fendt.de/ph14pt/acceleration_pt.htm), no intuito de ampliar a compreensão do aluno. Estes exercícios foram preparados para serem trabalhados em 02 (duas) aulas de 50 minutos. Um *applet* de Física, foi utilizado como estratégia de ensino, para explicar os conceitos de movimento progressivo e movimento retrógrado, mostrando os gráficos,  $S \times t$ ,  $V \times t$  e  $a \times t$ , sendo construídos ao mesmo tempo que o carrinho do *applet* se movimentava, de forma contextualizada utilizando um *datashow* ou televisão, na esperança que este conhecimento seja absorvido pelo aluno para ser utilizado nos pós-experimentos que posteriormente seria trabalhado. Segue abaixo, os exercícios de aprendizagem teórica do teste de aprendizagem 03 (três).

Teste de Aprendizagem Nome: _____ Título: Atividade 03 - Movimento Uniformemente Variado - (Cinemática parte 2).	Turma: _____ Data: __/__/2017
--	----------------------------------

1. No jogo do Brasil contra a Noruega, o tira-teima mostrou que o atacante brasileiro Roberto Carlos chutou a bola diretamente contra o goleiro com velocidade de 108 km/h e este conseguiu imobilizá-la em 0,1 s, com um movimento de recuo dos braços. O módulo da aceleração média da bola durante a ação do goleiro foi, em  $\text{m/s}^2$ , igual a:

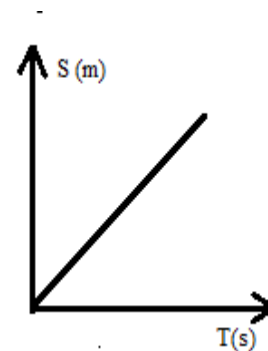
- a) 3000
- b) 1080
- c) 300
- d) 108
- e) 30

2. Um carrinho motor aumenta sua velocidade de 17 cm/s para 67 cm/s num período de tempo de 10s. Qual foi distância percorrida nesse intervalo de tempo em centímetros? Dica: Primeiro ache a aceleração.

- a) 335
- b) 170
- c) 250
- d) 420
- e) 5

3. O gráfico a seguir representa a posição  $S$  em metros de um corpo em função do tempo  $t$ . O movimento representado no gráfico pode ser o de um:

- a) Carrinho se aproximando do referencial.
- b) Carrinho se afastando do referencial.
- c) Corpo em queda livre.
- d) Garoto escorregando em um tobogã.
- e) Corredor numa prova de 100 metros.

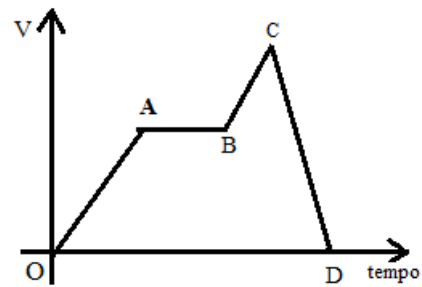


4. Utilizando os parênteses, estabeleça a correta correspondência entre a primeira coluna e a segunda coluna, considerando um movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV).

- a) Aceleração ( ) Varia igualmente em intervalos de tempo iguais.  
 b) Velocidade ( ) É independente de qualquer tipo de movimento.  
 c) Tempo ( ) É constante neste tipo de movimento.

5. O diagrama da velocidade  $V$  de um móvel é dado pelo esquema abaixo. Explique o movimento no (s) trecho (s) em progressivo ou retrógrado, acelerado ou retardado:

- a) OA \_\_\_\_\_  
 b) AB \_\_\_\_\_  
 c) BC \_\_\_\_\_  
 d) CD \_\_\_\_\_



6. Relacione a segunda coluna de unidades do sistema internacional de acordo com a primeira coluna de grandezas físicas.

- a) Posição ou Espaço ( ) Metros (m)  
 b) Velocidade; ( ) Metro/segundo<sup>2</sup> (m/s<sup>2</sup>)  
 c) Aceleração; ( ) Segundo (s)  
 d) Deslocamento ( ) Metro/segundo (m/s)  
 e) Tempo ( ) Metros (m)

7. Classifique cada gráfico abaixo em:

I - Movimento uniforme (MU)

II - Movimento uniformemente variado (MUV)

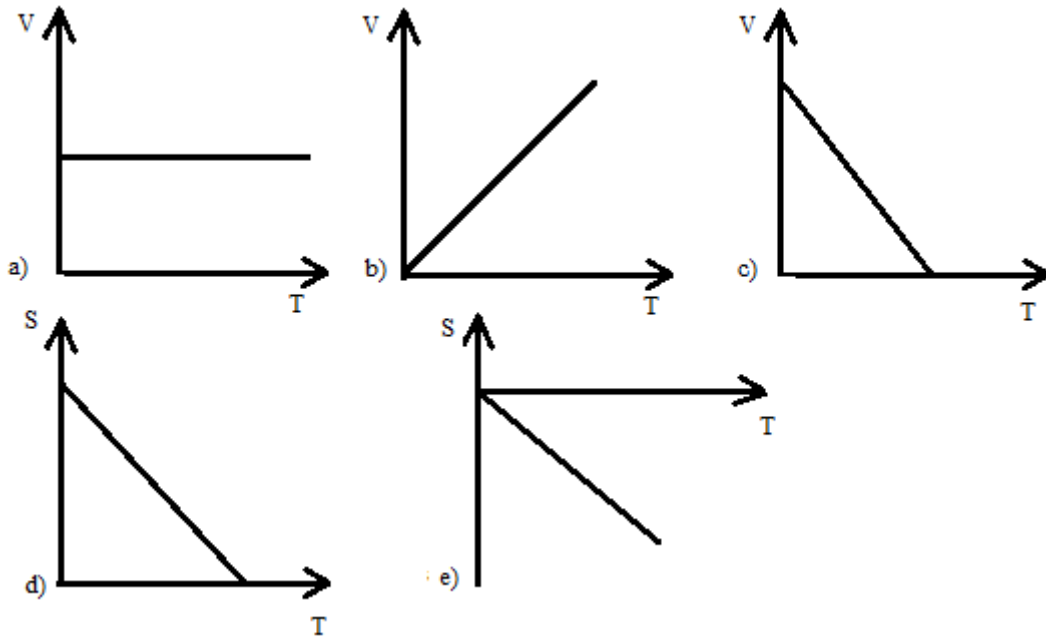
III - Movimento progressivo

IV - Movimento retrógrado

V - Movimento acelerado

VI - Movimento retardado

Onde $S = \text{Espaço}$ , $V = \text{velocidade}$ , $T = \text{tempo}$
a)
b)
c)
d)
e)



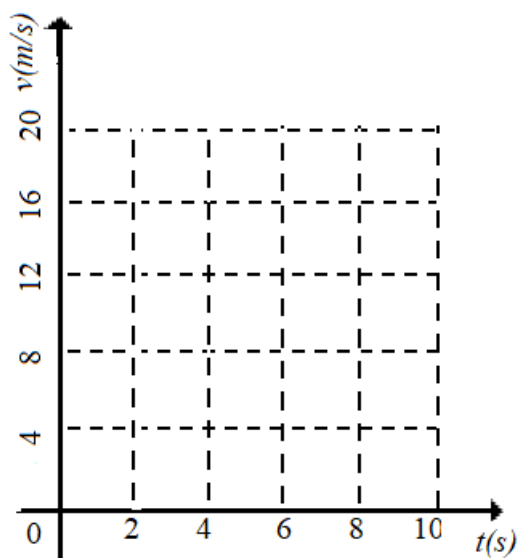
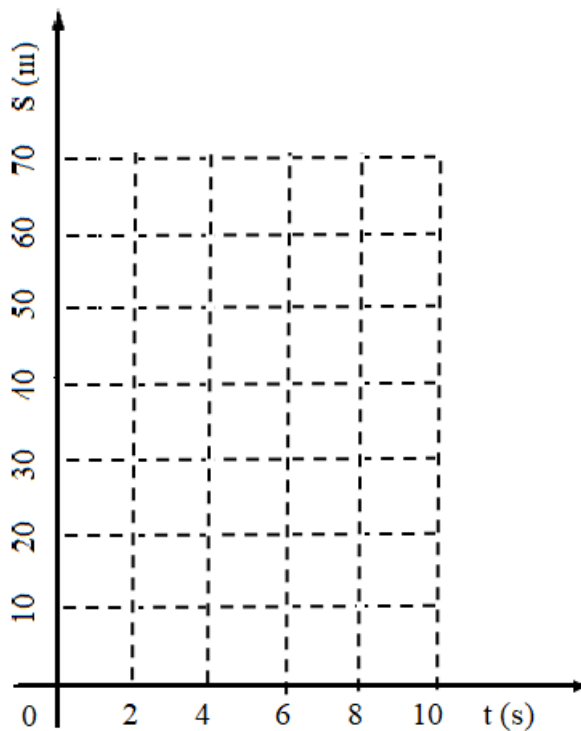
8. Um automóvel em MRUV parte do repouso da origem da posição com aceleração constante de  $2\text{m/s}^2$ . Se quiser usar o *applet* para melhorar a compreensão dos alunos use o seguinte *applet*: URL: [http://www.walter-fendt.de/html5/phpt/acceleration\\_pt.htm](http://www.walter-fendt.de/html5/phpt/acceleration_pt.htm)

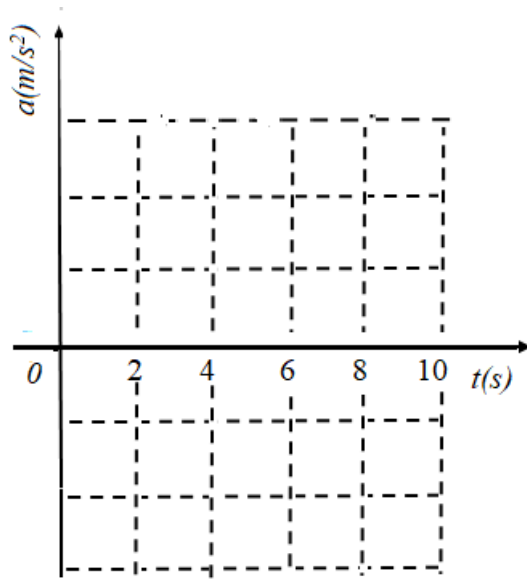
a) Substitua os dados do problema nas equações abaixo, onde  $V_0$  (velocidade inicial),  $a$  (aceleração),  $S_0$  (posição inicial):

$$V = V_0 + a * t$$

$$S = S_0 + V_0 * t + \frac{a*t^2}{2}$$

b) Construa os gráficos  $S \times t$ ,  $V \times t$  e  $a \times t$





- c) Determine o instante em que o móvel passa pela posição 50 m.
- d) Classifique esse movimento progressivo ou retrógrado acelerado ou retardado.



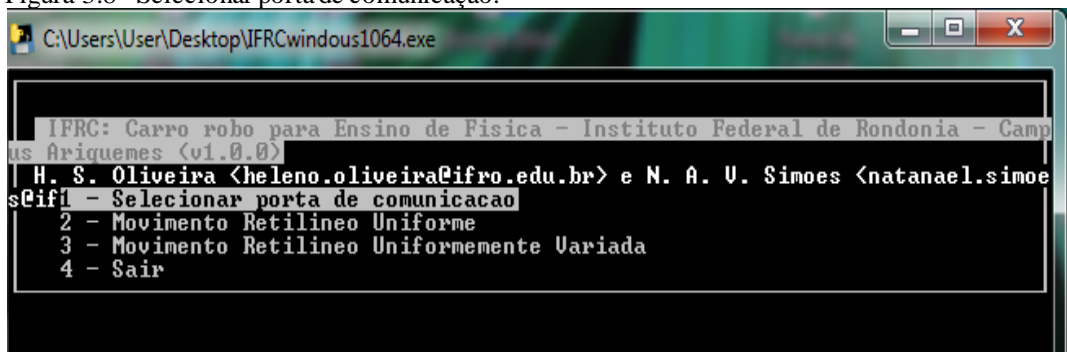
### 3.3.2.1 Procedimento experimental para cada grupo no experimento MRUV

Para executar a atividade de movimento uniformemente variado siga os procedimentos descritos abaixo, o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado – MRUV, será chamado Movimento Uniformemente Acelerado – MUV, porque o carrinho motor *Arduino* executa, apenas movimento uniformemente acelerado, ou seja, a velocidade sempre aumenta.

Alguns desses passos já foram descritos para o MU.

1. Fazer uma marca onde o carrinho iniciará o movimento ou usar alguma já existente. Ligar o carrinho.
2. Verificar se o computador tem *Bluetooth*. Senão, colocar o *Bluetooth* na porta USB do computador.
3. Clique no programa IFRC Carro Robô para ensino de Física. Abre-se uma janela menu em alguns segundos com a mensagem "Selecionar porta de comunicação". Conforme figura 3.8.

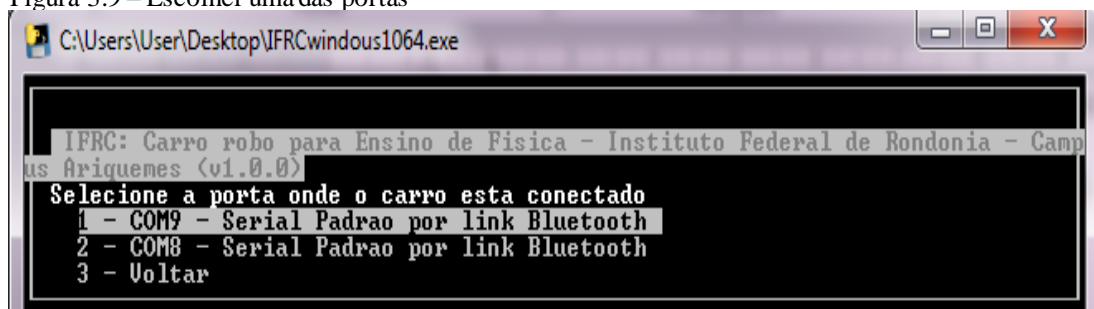
Figura 3.8 - Selecionar porta de comunicação.



Fonte: Autoria própria.

4. O *Bluetooth* do computador vai ser emparelhado com o do *Arduino*. Então se estabelece uma conexão entre o carrinho e o *Bluetooth*, um indicativo é a luz do *Bluetooth* piscando inicialmente, fica acesa. Selecione umas das portas COM e pressione *Enter*, conforme figura 3.9, abaixo.

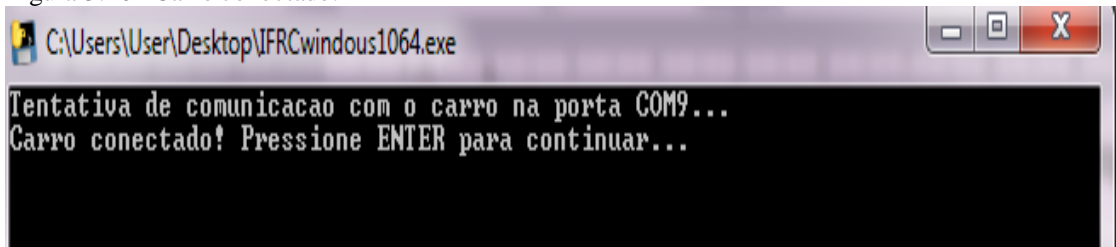
Figura 3.9 – Escolher uma das portas



Fonte: Autoria própria.

5. Se ao escolher uma das portas aparecer a mensagem "CARRO CONECTADO!", como mostra a figura 3.10, pressione *Enter* para continuar. Caso contrário reinicia o procedimento. Às vezes, as pilhas do carrinho estão com pouca carga.

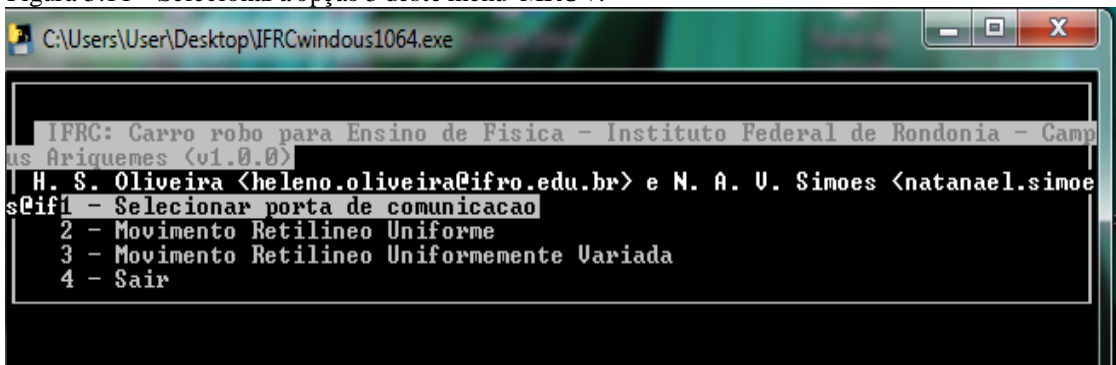
Figura 3.10 - Carro conectado.



Fonte: Aatoria própria.

6. O menu ficará sinalizado conforme figura 3.8 desse procedimento, e o *prompt* fica na opção: 1- selecionar porta de comunicação <conectado em COM >.
7. Clique na seta para baixo do computador ou digite o número desejado do menu, neste caso 3 para opção movimento uniformemente acelerado, seguido de *Enter*, ver figura 3.11.

Figura 3.11 – Selecionar a opção 3 deste menu MRUV.

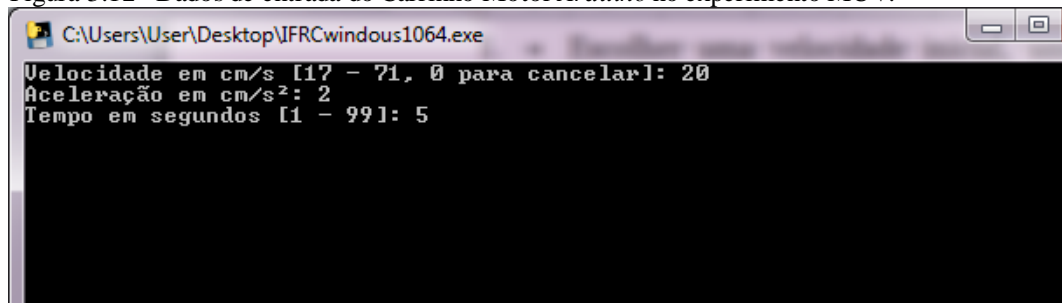


Fonte: Aatoria própria.

8. Ao abrir a tela da figura 3.12, digite velocidade desejada entre 17 e 71 (cm/s), seguido de *Enter*. Digite a aceleração (lembrando que o valor da aceleração vezes o tempo mais a velocidade inicial deve ser menor ou igual a 71 cm/s, caso contrário o carrinho não se movimentará). Digite o tempo desejado entre 01 e 99 segundos, seguido de *Enter*.

Inicialmente o grupo escolhe uma velocidade inicial, uma aceleração e o tempo que o carrinho deve se movimentar com aceleração média, ou constante, preencha os dados conforme, figura 3.12.

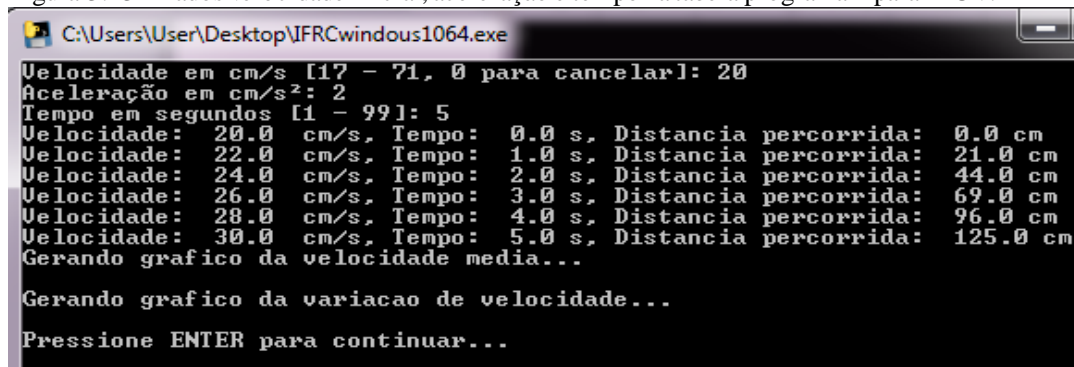
Figura 3.12 - Dados de entrada do Carrinho Motor *Arduino* no experimento MUV.



Fonte: Autoria própria.

Digitar os dados nessa sequência: velocidade inicial, aceleração e tempo, seguido de *Enter*. Logo após o programa fornece um gráfico  $V \times t$ . Clique no logotipo IFRC e obtenha uma tabela chamada programa1, conforme figura 3.13.

Figura 3.13 - Dados velocidade inicial, aceleração e tempo na tabela programa 1 para MUV.



Fonte: Autoria própria.

Com o mesmo valor da aceleração de  $2 \text{ m/s}^2$  que foi obtido no programa 1, e pelo menos 05 (cinco) tempos, construir outra tabela chamada comparação, medindo com a trena a posição  $S$  em centímetro e o tempo ( $t$ ) em segundos. Por exemplo, se no experimento anterior foi escolhido velocidade inicial de  $20 \text{ cm/s}$ , aceleração de  $2 \text{ cm/s}^2$  e o tempo de  $5 \text{ s}$ , então deve-se fazer 5 (cinco) experimentos com velocidade inicial de  $20 \text{ cm/s}$ , aceleração  $2 \text{ cm/s}^2$ , a cada  $1 \text{ s}$  e medir a distância percorrida pelo carrinho em cada tempo, conforme quadro 3.2, abaixo.

Realizar mais duas operações semelhantes ao programa 1, para preencher as tabelas do programa 2 e 3. Pode colocar a velocidade entre  $17$  e  $71 \text{ cm/s}$ , a aceleração que for possível para que a velocidade final não ultrapasse os  $71 \text{ cm/s}$  (acima disso o *software Python* não executa), e o tempo de  $5$  segundos. Sugestão mude apenas a aceleração para os gráficos terem uma mesma velocidade inicial. Anotar estes dados nas tabelas programa 2 e programa 3 do quadro 3.3.

Quadro 3.2 – Tabelas programa 1 e tabela programação

Tabela Programa1			Tabela Comparação		
t (s)	V (cm/s)	S(cm)	t (s)	V (cm/s)	S (cm)
0			0		
1			1		
2			2		
3			3		
4			4		
5			5		
Aceleração cm/s <sup>2</sup>			Aceleração m/s <sup>2</sup>		

Quadro 3.3 – Tabela programa 1, 2 e 3.

Tabela Programa1			Tabela Programa2			Tabela Programa3		
t(s)	V (cm/s)	S(cm)	t (s)	V (cm/s)	S (cm)	t (s)	V (cm/s)	S (cm)
0			0			0		
1			1			1		
2			2			2		
3			3			3		
4			4			4		
5			5			5		
Aceleração cm/s <sup>2</sup>			Aceleração m/s <sup>2</sup>			Aceleração m/s <sup>2</sup>		

### 3.3.2.2 Os exercícios do pós-experimentos do relatório MUV

A elaboração do relatório consiste em analisar os dados obtidos, fazer os gráficos: espaço versus tempo ( $S \times t$ ), velocidade versus tempo ( $V \times t$ ), e aceleração versus tempo ( $a \times t$ ) de cada tabela conforme for pedido no roteiro de pós-experimento. Adotar o espaço inicial como sendo zero. Fazer os gráficos  $V \times t$  e  $a \times t$  em seus respectivos diagramas. Calcular a aceleração média de cada gráfico  $V \times t$ . No movimento uniformemente acelerado existem equações que traduzem as situações problema e através delas, determinam-se respostas conclusivas no que se refere a tais situações. Para tais situações utilizar a fórmula 3.8 da aceleração média no MUV,

$$a = \frac{V - V_0}{t - t_0}, \quad 3.8$$

a expressão da velocidade em função do tempo no MUV é dada pela equação 3.9,

$$V = V_0 + a * t, \quad 3.9$$

e a equação da posição em função do tempo no MUV, pela equação 3.10,

$$S = S_0 + V_0 * t + \frac{a}{2} * t^2, \quad 3.10$$

onde:  $a$  aceleração média,  $V$  velocidade,  $V_0$  velocidade inicial,  $t$  tempo final,  $S$  espaço ou posição,  $S_0$  espaço ou posição inicial,  $t_0$  tempo inicial. Observação: a posição inicial é a origem dos espaços que foi adotado como a marca branca na figura 3.5, cujo referencial e o tempo inicial é zero, esse tempo é cronometrado pelo *Arduino*.

### 3.3.2.3 Aplicação do pós-experimentos MUV

Segue agora o pós-experimentos do movimento uniforme acelerado. Os alunos deverão seguir o roteiro do relatório, fazer os gráficos e responder as perguntas abaixo.

1. Fazer os gráficos de tabela programa 1 e tabela comparação espaço versus tempo ( $S \times t$ ), em um só diagrama (papel milimetrado).
2. Colocar os gráficos velocidade versus tempo ( $V \times t$ ) em um só diagrama: tabela programa 1, tabela programa 2 e tabela programa 3.
3. Colocar os gráficos em um só diagrama aceleração versus tempo ( $a \times t$ ): tabela programa 1, tabela programa 2 e tabela programa 3.
4. A tabela comparação tem a mesma aceleração que a tabela programa 1? Caso a resposta seja não porque aconteceu essa diferença?
5. Qual ou quais dos gráficos  $V \times t$  tem maior inclinação da reta nas tabelas do programa 1, programa 2 e programa 3. Por quê?

6. O movimento do carrinho motor *Arduino* é progressivo ou retrógrado? Acelerado ou retardado?
7. Qual o significado de uma aceleração de  $4 \text{ cm/s}^2$ ? O que significa quando se diz a aceleração é  $10 \text{ (km/h)/s}$ ?
8. O que caracteriza o movimento uniformemente acelerado?
9. Dê exemplos de movimento uniformemente acelerado e retardado.
10. Qual a diferença entre velocidade e espaço (posição)? No MRU e MRUV?

#### 3.3.2.4 Relato do pós-experimento sobre o segundo experimento MUV

Nesta etapa alguns grupos conseguiram fazer o relatório sem dificuldades, porém outros ainda apresentaram dúvidas principalmente nos gráficos. Assim a aula seguinte pós-experimento foi dedicada exclusivamente para explicar como fazer os gráficos no movimento uniformemente acelerado.

### 3.3.3 Terceiro momento aplicação dos exercícios de aprendizagem teórica em dinâmica

Os exercícios teóricos em dinâmica foram programados para dar sequência aos conceitos de cinemática, a qual estudou o movimento, velocidade e aceleração, não se preocupando com as causas que o gerou. A dinâmica através da segunda lei de Newton diz que a força aplicada a um corpo é diretamente proporcional a sua aceleração. Os exercícios de dinâmica se relacionam com os de cinemática fazendo uso dos conhecimentos prévios. Segue os exercícios de aprendizagem teórica em dinâmica que começou com um diálogo do grupo em sala e concluíram em casa.

Teste de Aprendizagem Nome: _____ Título: Atividade 04 - Dinâmica Leis de Newton.	Turma: _____ Data: __/__/2017
---	----------------------------------

1. Um corpo com massa de 0,74 kg foi empurrado por uma força que lhe comunicou uma aceleração de  $2 \text{ m/s}^2$ . Qual o valor da força? Dados:  $1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$ .
2. Sobre um corpo de 2 kg atua uma força horizontal de 8 N. Qual a aceleração que ele adquire?
3. Partindo do repouso, o carrinho de massa 740 g atinge a velocidade de 20 m/s em 5s. Descubra a força que agiu sobre ele nesse tempo. Dados:  $1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$ .
4. A velocidade de um corpo de massa 740 g aumentou de 20 m/s para 40 m/s em 5s. Qual a força que atuou sobre esse corpo? Dados:  $1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$ .
5. Uma força de 12 N é aplicada em um corpo de massa 2 kg. a) Qual é a aceleração produzida por essa força? b) Se a velocidade do corpo era 3 m/s quando se iniciou a ação da força, qual será o seu valor 5 s depois?
6. Sobre um plano horizontal perfeitamente polido está apoiado, em repouso, um corpo de massa  $m = 2 \text{ kg}$ . Uma força horizontal de 20 N passa a agir sobre o corpo. Qual a velocidade dele após 10 s?
7. Um corpo de massa 700 g passa da velocidade de 7 m/s à velocidade de 13 m/s em 3 s. Calcule a força que foi aplicada sobre o corpo neste percurso.
8. Um automóvel a 20 m/s, percorre 50 m até parar, quando freado. Qual a força que age no automóvel durante a frenagem? Considere a massa do automóvel igual a 1000 kg.
9. Sobre a 1ª e 3ª Lei de Newton interprete as questões abaixo:
  - a) Por que uma pessoa, ao descer de um ônibus em movimento, precisa acompanhar o movimento do ônibus para não cair?
  - b) Explique a função do cinto de segurança de um carro, utilizando o conceito de inércia.
  - c) Coloca-se uma folha de papel sobre um copo de vidro. Em seguida se coloca uma moeda sobre a folha e puxamos rapidamente a folha que apoia a moeda, então a moeda cai dentro do copo de vidro. Por que a moeda não é levada pela folha?
  - d) De que modo você explica o movimento de um barco a remo, utilizando a terceira lei de Newton?

### 3.3.3.1 Os exercícios do pós-experimentos do relatório MU

Nesta etapa não houve experimento, o professor apenas mediu a massa do carrinho, que no caso foi de 740 g, para desenvolver as atividades. Para calcular a força aplicada aos pneus do carrinho, então pegou-se os dados do experimento de um grupo que tinha feito a prática anterior e trabalhou com todos os alunos os mesmos dados, onde os alunos entregaram a atividade ao final da aula para ser corrigido e atribuído uma nota. Os dados do pós-experimento se encontram quadro 3.4.

Professor: Heleno Soares de Oliveira

Nome: _____	Turma: _____
Pós-Experimento: Movimento Uniforme Variado – Força Dinâmica	Data: __/__/2017

As tabelas do quadro 3.4 podem ser preenchidas com os dados de uma das experiências do MUV dos grupos, ou o professor fornece os dados conforme exemplo nas tabelas abaixo, de preferência que tenham velocidades iniciais próximas ou iguais, mas acelerações diferentes.

Quadro 3.4 – Tabelas MUV.

Tabela 1			Tabela 2		
$T (s)$	$V (cm/s)$	$S (cm)$	$T (s)$	$V (cm/s)$	$S (cm)$
0	40	0	0	42	0
1	44	46	1	48	48
2	48	104	2	54	110
3	52	174	3	60	178
4	56	256	4	66	270
5	60	350	5	70	361
Aceleração $cm/s^2$			Aceleração $m/s^2$		

1. Fazer os gráficos de tabela programa 1 e tabela comparação espaço versus tempo ( $S \times t$ ), velocidade versus tempo num só diagrama (papel milimetrado).



2. Colocar os gráficos em um só diagrama velocidade versus tempo ( $V \times t$ ): tabela programa 1, tabela comparação. Qual o valor da aceleração (tangente):

Aceleração (programa 1) = \_\_\_\_\_

Aceleração (comparação) = \_\_\_\_\_

3. Qual a força em Newton aplicada pelos pneus sabendo que a massa do carrinho *Arduino* é 740 gramas?

4. Qual a diferença entre espaço (posição), velocidade e aceleração? No MRU e MRUV?

Resposta

	Diferença entre	
	MRU	MRUV
Posição	Varia uniformemente	Varia com o quadrado da distância
Velocidade	Constante	Varia uniformemente
Aceleração	Nula	Constante

5. Numa sala de aula num piso horizontal um Carrinho *Arduino*, partindo do repouso, atingiu a velocidade de 60 cm/s em 5 s. Sabendo que a massa do carro é de 740 g pede-se:

- A aceleração desse veículo em 5s
- O deslocamento percorrido pelo veículo em 5 s
- A força aplicada pelo motor às rodas desse veículo em 5 s

### 3.3.4 Quarto momento aplicação dos exercícios de aprendizagem teórica sobre energia

Neste momento os exercícios estão contextualizados e sequenciados baseado na análise feita a partir do questionário aplicado aos professores de ensino médio no início deste produto educacional, para maiores detalhes ver apêndice C.

A questão 1, deste exercício, por exemplo, faz uma retrospectiva sobre cinemática (velocidade aceleração) e dinâmica (força), além de trabalhar o conceito de energia, ligando praticamente todos os conteúdos que foram estudados, nesse projeto, experiência de baixo custo em cinemática e dinâmica utilizando um carrinho motor *Arduino*. Os alunos gostaram destes exercícios, principalmente desta questão. Estes exercícios foram iniciados em sala com

uma boa interação entre os alunos na compreensão da questão porque as unidades estavam em sistema diferente. As vezes, usavam fórmulas diferente chegando ao mesmo resultado, pois o trabalho podia ser calculado de duas formas: pela variação da energia cinética ou pelo produto da força pelo deslocamento.

Teste de Aprendizagem Nome: _____ Título: Atividade 05 – Trabalho, Energia Cinética e Potência – Energia Mecânica.	Turma: _____ Data: __/__/2017
--	----------------------------------

1. Em uma pista horizontal e retilínea de provas, um veículo, partindo do repouso, atingiu a velocidade de 144 km/h em 20 s. Sabendo que a massa do carro é de 1000 kg pede-se: **Dica: 3,6 km/h=1 m/s.**

- a) A aceleração desse veículo em 20 s. R:  $2\text{m/s}^2$
- b) O deslocamento percorrido pelo veículo em 20 s. R: 400m
- c) A força aplicada pelo motor às rodas desse veículo em 20 s. R: 2000N
- d) O Trabalho (energia) envolvido nesses 20 s. R: 800 000J
- e) A energia cinética em 20 s. R: 800 000J.
- f) A potência do motor desse veículo. R: 40 000J/s
- g) A montadora desse veículo informou a potência do motor é de 100 HP (1 HP  $\approx$  750 W). Qual o rendimento desse motor? R: 53%

Exercício modificado de *stodi* (FGV 2013):  
 <<https://www.stodi.com.br/exercicios/fisica/trabalho-e-energia/fgv>>

2. CEFET-MG 2013. Um motor é capaz de desenvolver uma potência de 500 W. Se toda essa potência for usada na realização do trabalho para a aceleração de um objeto, ao final de 2,0 minutos sua energia cinética terá, em joules, um aumento igual a: R: letra b

- a) 30.000 J
- b) 60.000
- c) 20.0000
- d) 2.000
- e) 1.000

3. MACKENZIE 1997. Um corpo de massa 1000 kg sofreu, num intervalo de 10 s, um deslocamento de 200 m devido à ação exclusiva de uma força constante, "aplicada" paralelamente à trajetória, por um motor de potência nominal 100 HP. Se nesse deslocamento o módulo da aceleração do corpo foi de  $3,00\text{ m/s}^2$ , então o rendimento do motor nessa operação foi: Dado  $1\text{ HP} \approx 750\text{ W}$ . R: letra d

- b) 33%
- b) 40%
- c) 66,7%
- d) 80%
- e) 83,3%

4. Um carrinho é deslocado 50 cm num plano horizontal sob a ação de uma força horizontal de 0,2 N. Qual aceleração adquirida por esse carrinho em  $\text{m/s}^2$  e  $\text{cm/s}^2$ , sendo sua massa de 02 kg. Dica 1 metro = 100 cm. R:  $0,1 \text{ m/s}^2$  e  $10 \text{ cm/s}^2$ .

5. (UEM 2012) Sobre a energia mecânica e a conservação de energia, assinale o que for correto. R: (01, 02, 03, 04 e 05)

(01) Denomina-se energia cinética a energia que um corpo possui, por este estar em movimento.

(02) Pode-se denominar de energia potencial gravitacional a energia que um corpo possui por se situar a uma certa altura acima da superfície terrestre.

(03) A energia mecânica total de um corpo é conservada, mesmo com a ocorrência de atrito.

(04) A energia total do universo é sempre constante, podendo ser transformada de uma forma para outra; entretanto, não pode ser criada e nem destruída.

(05) Quando um corpo possui energia cinética, ele é capaz de realizar trabalho.

6. (UFSM 2013) Um ônibus de massa  $m$  anda por uma estrada de montanha e desce uma altura  $h$ . O motorista mantém os freios acionados, de modo que a velocidade é mantida constante em módulo durante todo o trajeto. Considerando as afirmativas a seguir, assinale se são verdadeiras (V) ou falsas (F).

( ) A variação da energia cinética do ônibus é nula.

( ) A energia mecânica do sistema ônibus-Terra se conserva, pois a velocidade do ônibus é constante.

( ) A energia total do sistema ônibus-Terra se conserva, embora parte da energia mecânica se transforme em energia interna. A sequência correta é: R: letra B

a) V, V, F    b) V, F, V    c) F, F, V    d) V, V, V    e) F, F, V

7. (G1 - IFCE 2012) Uma pessoa sobe um lance de escada, com velocidade constante, em 1,0 min. Se a mesma pessoa subisse o mesmo lance, também com velocidade constante em 2,0 min, ela realizaria um trabalho. R: letra E

a) duas vezes maior que o primeiro.

b) duas vezes menor que o primeiro.

c) quatro vezes maior que o primeiro.

d) quatro vezes menor que o primeiro.

e) igual ao primeiro.

8. (ENEM 2012) Os carrinhos de brinquedo podem ser de vários tipos. Dentre eles, há os movidos a corda, em que uma mola em seu interior é comprimida quando a criança puxa o carrinho para trás. Ao ser solto, o carrinho entra em movimento enquanto a mola volta à sua forma inicial. O processo de conversão de energia que ocorre no carrinho descrito também é verificado em: R: letra A.

- a) uma atiradeira (estilingue).
- b) um freio de automóvel.
- c) um motor a combustão.
- d) uma usina hidroelétrica.
- e) um dínamo.

9. (UFRGS) A medida que uma bola cai livremente no campo gravitacional terrestre, diminui: R: letra E.

- a) o módulo da velocidade.
- b) o módulo da aceleração
- c) o módulo da quantidade de movimento linear.
- d) a energia cinética.
- e) a energia potencial gravitacional.

10. (PUC-RIO 2008). Um halterofilista levanta um peso a partir do solo até uma altura  $h$ , mantendo a velocidade do peso constante durante todo o movimento. Considerando o sistema peso e Terra, e que a energia potencial pode ser considerada zero na superfície da Terra, podemos afirmar que: R: letra B.

- a) o halterofilista realizou trabalho, diminuindo a energia cinética do sistema;
- b) o halterofilista realizou trabalho, aumentando a energia potencial do sistema;
- c) o halterofilista realizou trabalho, diminuindo a energia potencial do sistema;
- d) o halterofilista realizou trabalho, diminuindo a energia potencial do sistema;
- e) o halterofilista não realizou trabalho.

O passo a passo da montagem do carrinho motor *Arduíno* deste produto educacional encontra-se no apêndice A.

Para verificar como foi a aprendizagem dos alunos e a opinião deles sobre a proposta didática, aplicou-se um questionário de avaliação sobre o produto educacional, experiência de

baixo custo em cinemática e dinâmica utilizando um carrinho robô *Arduino*, e as respostas detalhadas estão no apêndice B.

#### 4 REFERÊNCIA

FENDT, W. **Applets Java de Física**. Disponível em: <[http://www.walter-fendt.de/ph14pt/acceleration\\_pt.htm](http://www.walter-fendt.de/ph14pt/acceleration_pt.htm)>. Acesso em: 10 jul. 2017.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALTER, J. **Fundamentos de Física: Mecânica**. 9<sup>a</sup>, ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S. A., Volume 1. p.340, 2010.

MOREIRA, M. A. O QUE É AFINAL APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA. **Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. Aceito para publicação, Qurriculum, La Laguna, Espanha, 2012., v. 1, p. 1–27, 2012.**

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para Cientista Engenheiros: Mecânica Oscilações e Ondas Termodinâmica**. 6<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S. A., Voume 1, p.760, 2013.

VALENCIA, U. DE; CARVALHO, A. M. P. DE. ELABORAÇÃO DE UM MODELO ALTERNATIVO I . Provocando o questionamento. v. 9, p. 7–19, 1992.

## Apêndice A – Montagem do carrinho através sequência de fotos

### Apêndice A - Montagem do carrinho sequência de fotos

Esse é o passo a passo com fotografias para montagem do carrinho robô *Arduino* experiência de baixo custo em cinemática e dinâmica. Siga esta sequência de figuras numeradas para a confecção do carrinho. Na figura 1 motor DC, corrente contínua, os fios preto e vermelho, com aproximadamente 15 cm de comprimento cada, devem ser soldados ao motor. O fio preto *Graduated Neutral Density filter* (GND) em português significa, Filtro de Densidade Neutra, ou fio terra.

Figura 1- Motor DC: Corrente Contínua.



Fonte própria

O motor deve ser acoplado à carcaça do motor com suporte, figura 2, sendo esta pecinha metálica com dois parafusos.

Figura 2 - Carcaça do motor com suporte para motor.

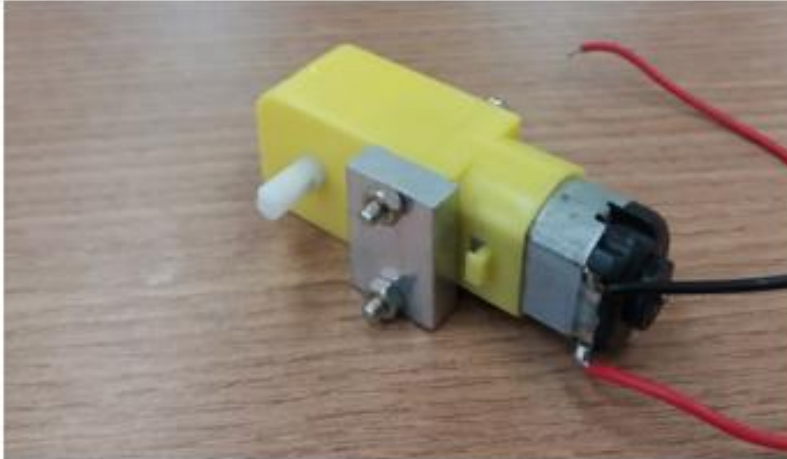


Fonte própria.

## Apêndice A – Montagem do carrinho através sequência de fotos

O motor deve ter dois fios, um vermelho e outro preto, que deve ser acoplado à carcaça do motor, de cor amarela, conforme figura 3.

Figura 3 – Motor com carcaça fios e suporte.



Fonte própria.

Na figura 4, temos a roda em amarelo com pneu já atrelada ao motor, observe que o suporte metálico ficou do outro lado da roda.

Figura 4 - Roda acoplada à carcaça do motor e suporte metálico.



Fonte própria.

A figura 5 mostra o conjunto de peças que compõem a estrutura básica do carrinho, 02 (dois) chassis inferior e superior, 04 (quatro) motores DC, 04 (quatro) carcaças de motores, parafusos e suporte metálicos, nesta figura também tem 04 (quatro) *enconders*, pecinhas redondas com furos pretos, porém não foi usado na montagem do carrinho.

## Apêndice A – Montagem do carrinho através sequência de fotos

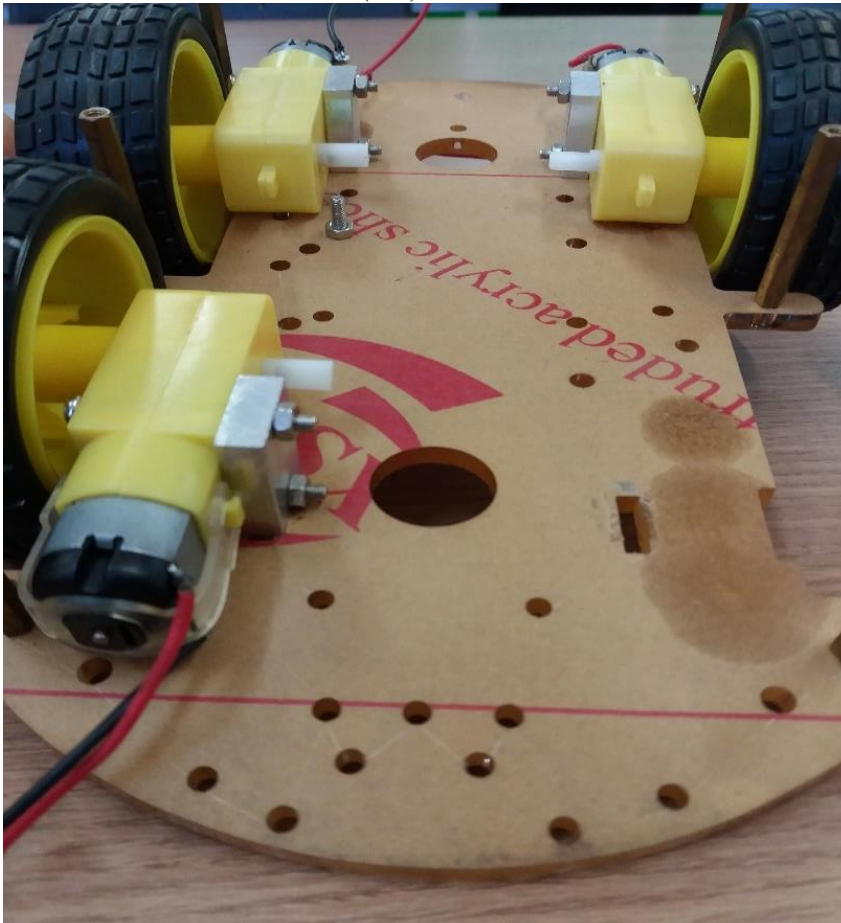
Figura 5 - Chassis, motores, rodas, suporte para as rodas e parafusos.



Fonte - <http://www.filipeflop.com/pd-6b812-kit-chassi-4wd-robo-para-arduino.html>

Observe na figura 6, o chassi inferior com as rodas montadas, o suporte metálico fica para o lado de dentro e 06 (seis) colunas metálicas devem sustentar o chassi superior.

Figura 6 - Chassi inferior com os 03 (três) motores montados.



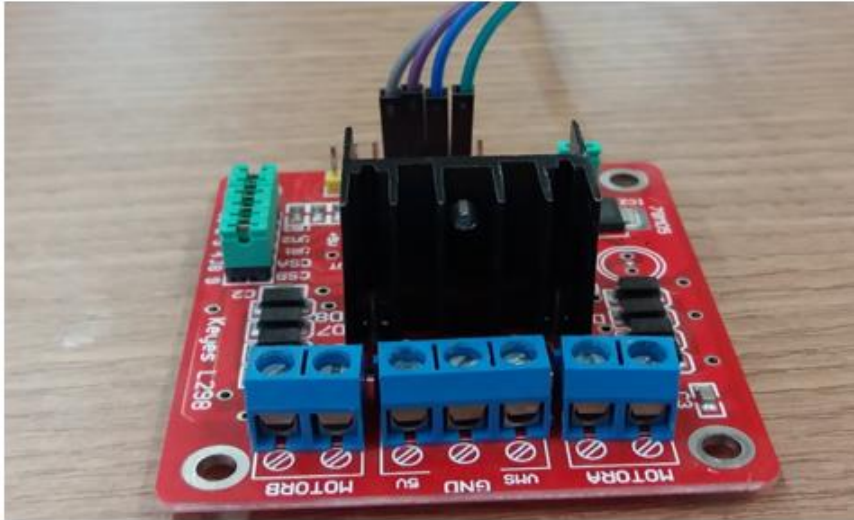
Fonte própria.



## Apêndice A – Montagem do carrinho através sequência de fotos

O circuito de ponte H é usado para determinar um sentido de corrente e valor de tensão no controle de cada motor DC. Veja na figura 7, ponte H, vista de frente (Motor A e Motor B).

Figura 7 - Circuito de ponte H.



Fonte própria.

Na figura 8, a ponte H é vista de costa em relação a figura 7. Observe uma sequência de fios do tipo (fêmea nas duas pontas) da esquerda para direita: verde, azul, roxo, cinza, respectivamente ligados aos pinos: EN1, EN2, EN3 e EN4, nomes estão grafados na placa ponte H da figura 8.

Figura 8 – Ponte H com fios ligados.



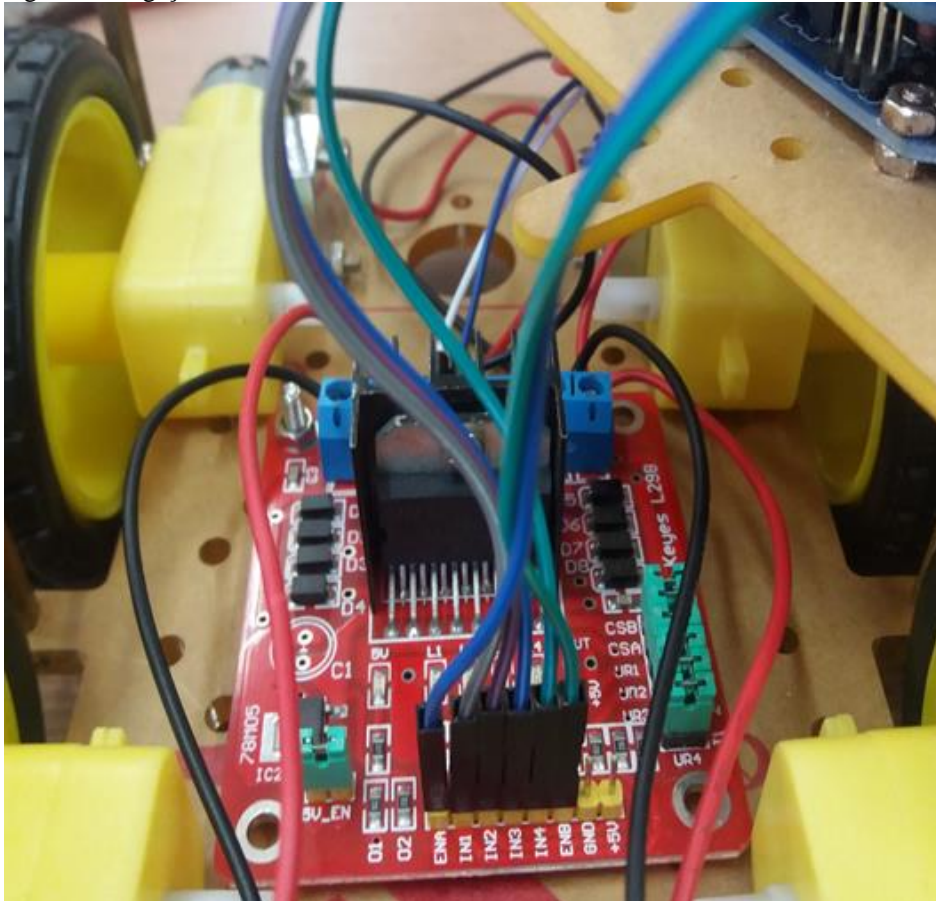
Fonte própria.

## Apêndice A – Montagem do carrinho através sequência de fotos

Adicionar dois fios externos, ENA e ENB, a ligação anterior na ponte H, figura 8 acima, ficando a montagem conforme figura 9, abaixo. Os fios que saem da ponte H deverão ser ligados ao *Shieldv5.0* (placa adicionada ao *Arduino* com tensão 5 volts, parte superior do chassi) figura 12 e figura 15.

A nova sequência de ligações na Ponte H, figura 9 abaixo ficou: ENA – fio azul, IN1 – fio cinza, IN2 – fio roxo, IN3 – fio azul, IN4 – fio verde, ENB – fio verde, GND – não liga, +5V - não liga. ENB fio verde também ligado Ponte H.

Figura 9 – Ligação dos ENA, IN1, IN2, IN3, IN4 e ENB



Fonte própria.

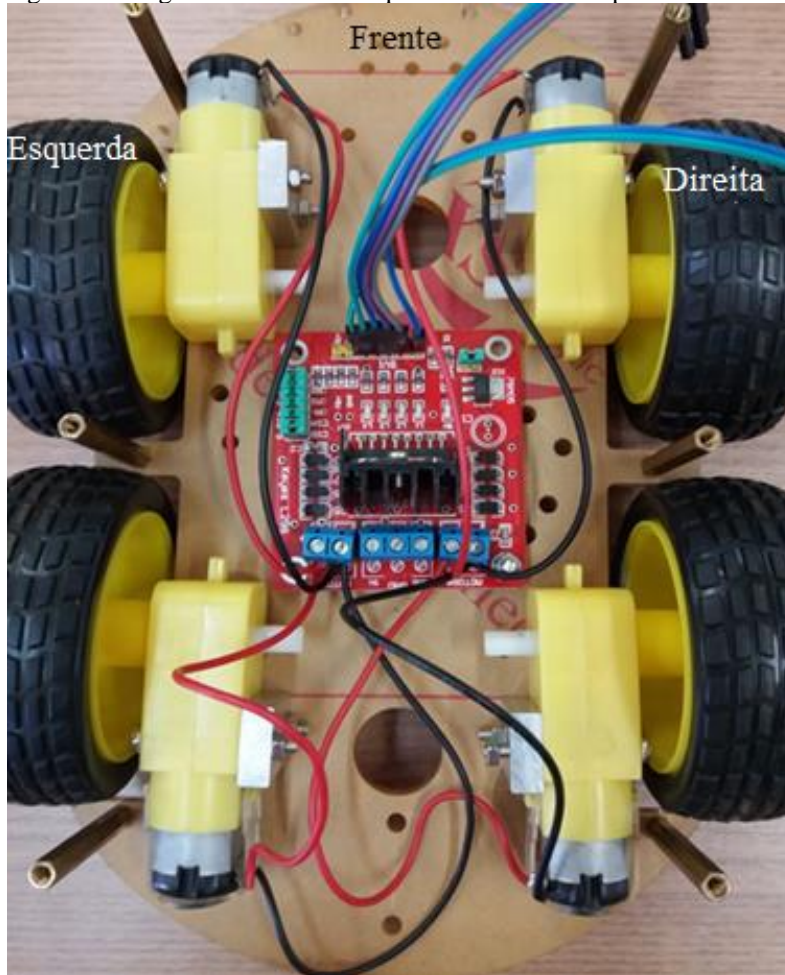
A frente do carrinho foi escolhida pela rotação dos motores que devem girar apenas num sentido. Então os motores de cima da figura 10, ficariam na frente do carrinho, enquanto os motores de baixo estariam na parte traseira, caso isso não ocorra é só inverter a polaridade dos motores. Lembrando que o carrinho foi programado para se movimentar em apenas um sentido, para frente. Acompanhe a figura 10, abaixo essa ilustração, para ligação dos motores.

Ligar os dois motores da esquerda figura 10, fio preto motor de cima com fio preto motor de baixo, fio vermelho motor de cima com fio vermelho motor de baixo. Ver “Motor

## Apêndice A – Montagem do carrinho através sequência de fotos

B” figura 10 o fio está cobrindo a grafia (a figura 7, mostra grafia “Motor B” placa ponte H). Ligar os dois motores da direita, fio preto motor de cima com fio preto motor de baixo, fio vermelho motor de cima com fio vermelho motor de baixo. Ver “Motor A” figura 10, novamente o os fios cobrem a grafia “Motor A” (a figura 7 , placa ponte H, tem melhor visão).

Figura 10 – Ligar os motores da esquerda e da direita na ponte H.



Fonte própria.

Veja nesta figura 11 o *Arduino UNO Funduino* que foi comprado da China, ele tem a mesma função que o *Arduino Uno* comprado no Brasil.

## Apêndice A – Montagem do carrinho através sequência de fotos

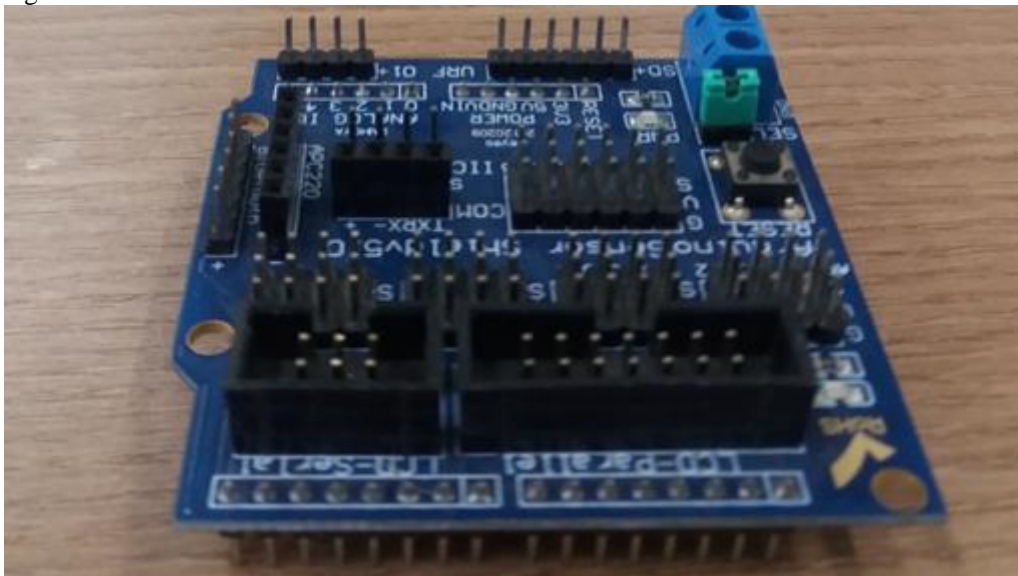
Figura 11 - Arduino UNO Funduino .



Fonte própria.

O *Shieldv5.0* tem a função de aumentar a funcionalidade da placa *Arduino* com a facilidade de conexão, suporta tensão de 05 (cinco) volts. Acompanhe logo abaixo figura 12, o Sensor *Shieldv5.0*. Ele deve ser colocado sobre o *Arduino*.

Figura 12 - Sensor *Shieldv5.0*

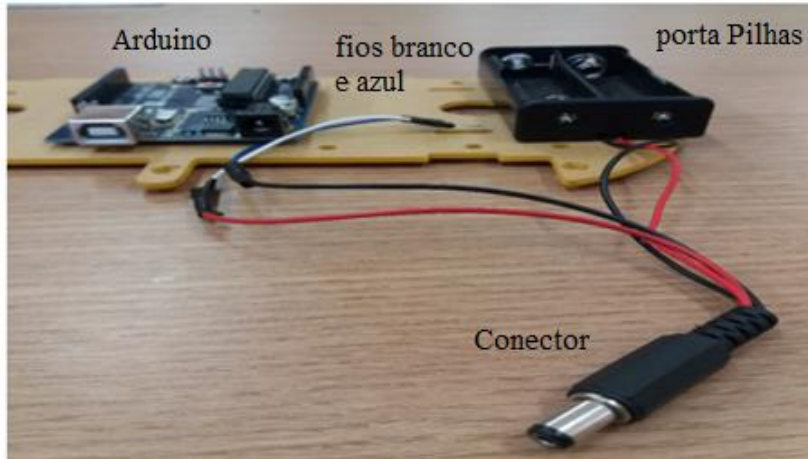


Fonte própria.

Na figura 13 tem-se o *Arduino* e suporte de pilhas (fonte). Observe um conector preto que deve ser ligado ao *Arduino*, desse conector saem dois fios, onde são emendados os fios, branco e o azul, os quais deve passar pelo orifício próximo ao suporte de pilha, chegando ao chassi de baixo, e ligá-los no meio da ponte H, bornes azuis. A figura 13, a seguir dar uma visão melhor dos fios, enquanto a figura 14, mostra os bornes a ser ligados.

## Apêndice A – Montagem do carrinho através sequência de fotos

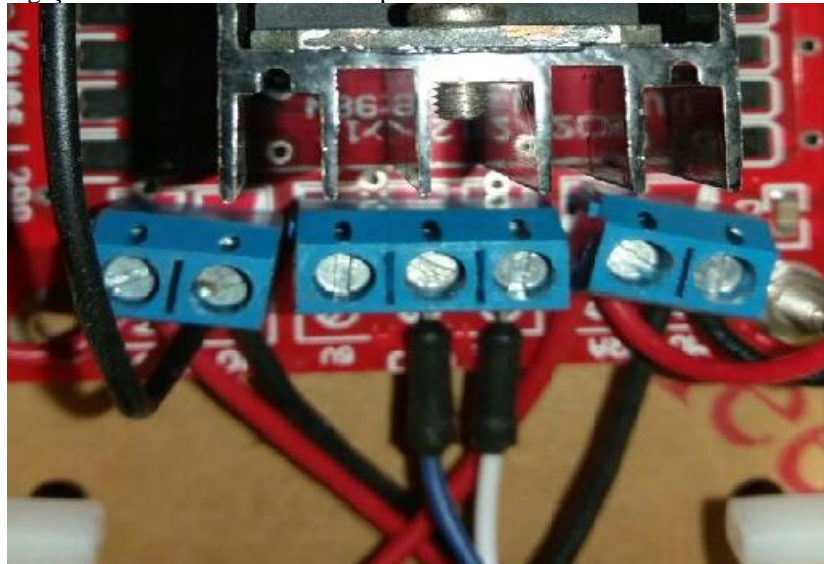
Figura 13 - *Arduino* e caixa de alimentação das pilhas ligado em baixo Preto *Gnd*.



Fonte própria.

A figura 14, abaixo, esclarece quais bornes devem ser ligados os fios azul e branco já mencionado na figura 13, acima.

Figura 14 – Ligação dos fios Azul e Branco na ponte H.

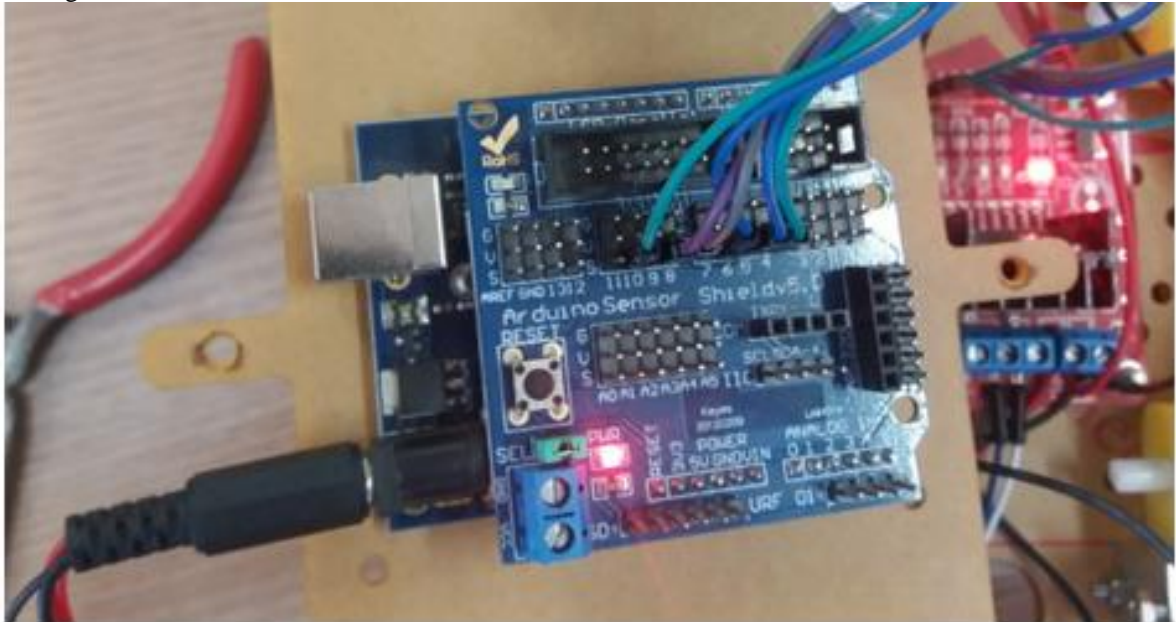


Fonte própria.

A figura 15 mostra os fios que saíram da ponte H e estão sendo ligados no *Arduino Sensor Shieldv5.0*, que está no chassi superior do carrinho. O *Shieldv5.0* está acoplado sobre o *Arduino Funduino* através de diversos pinos e o conector já mencionado na figura 13, ligado ao *Arduino*, observe também a ponte H embaixo.

## Apêndice A – Montagem do carrinho através sequência de fotos

Figura 15 - *Shieldv5.0* com os fios.



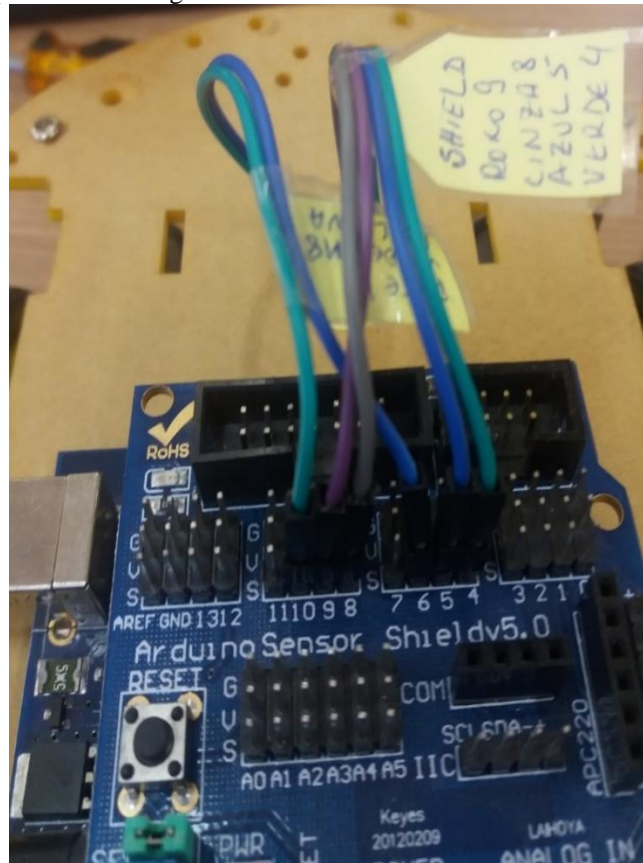
Fonte própria.

Os dois fios dos bornes externos da ponte H (ENA e ENB) devem ser ligados ao *Shieldv5.0*, figura 16. O fio azul tem origem no pino ENA da Ponte H e é ligado ao pino 6 do *Shieldv5.0*, assim como o fio verde também tem origem no pino ENB da Ponte H é ligado entre os pinos 1 e 0 do *Shieldv5.0*. Continuando a ligação de 04 (quatro) pinos intermediários da ponte H (IN1, IN2, IN3 e IN4) os quais devem ligados através de fios entre o chassi de baixo e o de cima. O pino IN1 fio cinza, ligar da ponte H ao pino 8 do *Shieldv5.0* chassi de cima; o pino IN2 fio roxo, ligar da ponte H ao pino 9 do *Shieldv5.0* chassi cima; pino IN3 fio azul, ligar da ponte H ao pino 5 do *Shieldv5.0* chassi de cima; o pino IN4 fio verde, ligar da ponte H ao pino 4 do *Shieldv5.0* chassi cima.

O *Bluetooth* do carrinho é quem faz a comunicação entre o computador e o *Arduino*, os fios devem ser ligados na sequência: verde, vermelho, laranja e amarelo ao *Shieldv5.0*, conforme figura 17, e figura 18, abaixo.

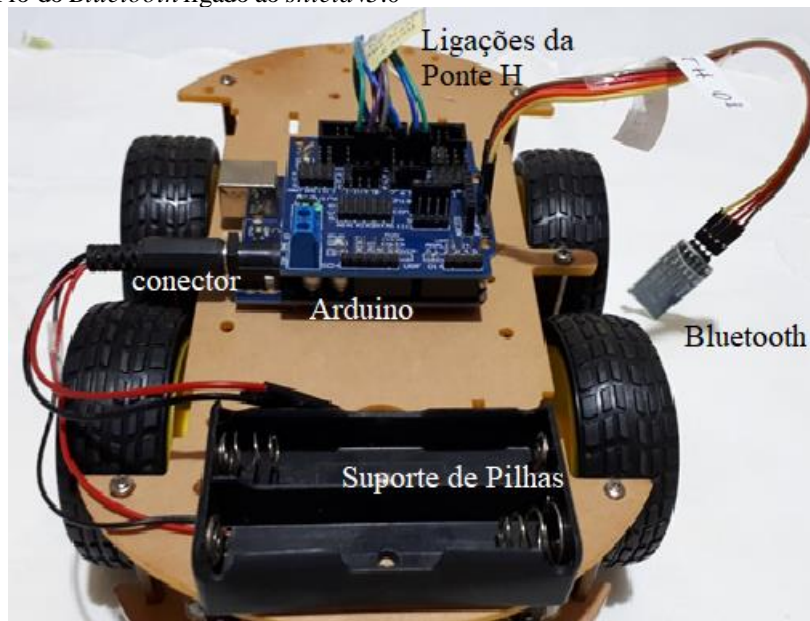
## Apêndice A – Montagem do carrinho através sequência de fotos

Figura 16 - Fios da ponte H sendo ligados ao *Shieldv5.0*.



Fonte própria.

Figura 17 - Fio do *Bluetooth* ligado ao *shieldv5.0*

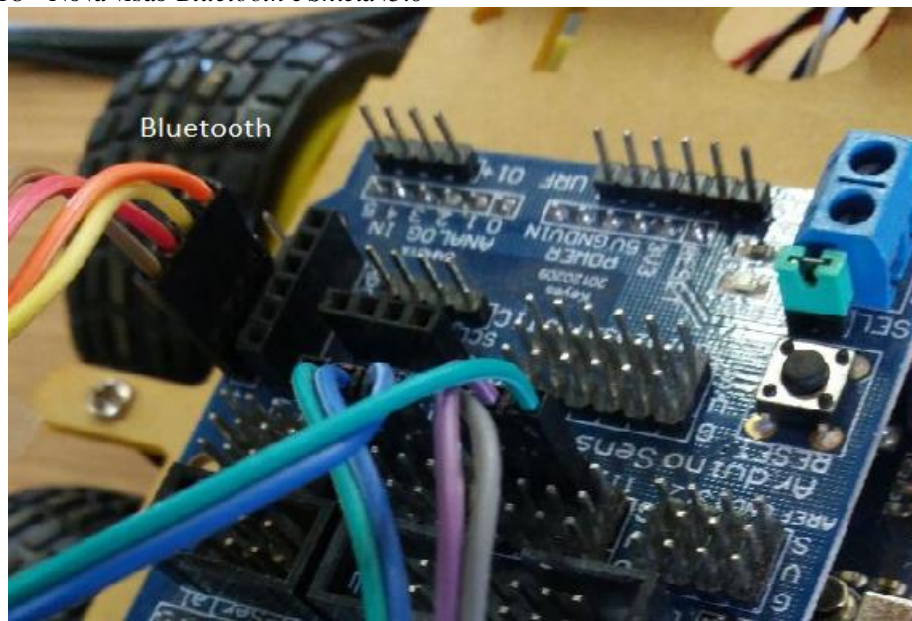


Fonte própria.

Observe que na figura 18, sobra um borne na ligação do *Bluetooth*, os fios devem ser do tipo fêmea para o encaixe.

## Apêndice A – Montagem do carrinho através sequência de fotos

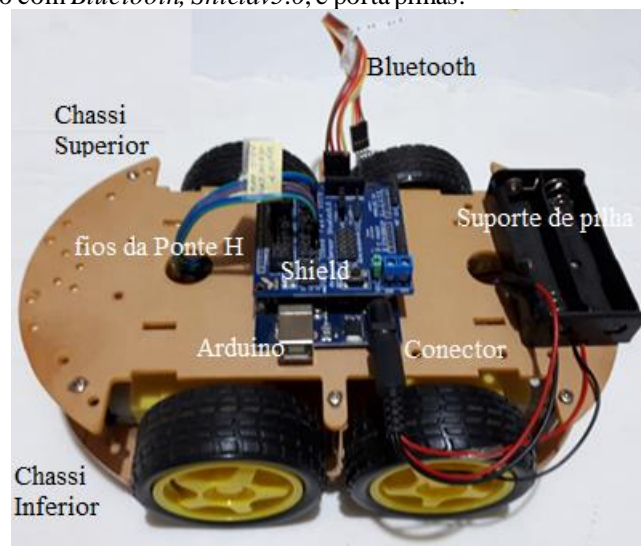
Figura 18 – Nova visão *Bluetooth* e *Shieldv5.0*



Fonte própria.

Nesta figura 19 é possível ver o carrinho montado, podendo ser visto: o *Arduino*, o *Shieldv5.0*, o *Bluetooth* e o porta pilhas, 02 (duas pilhas) de 3,7 volts, ligados em série. Dois fios alimentam o *Arduino* e dois fios alimenta os motores, ligados a ponte H.

Figura 19 – Carrinho com *Bluetooth*, *Shieldv5.0*, e porta pilhas.



Fonte própria.

A figura 20 apresenta o carregador duplo de baterias (pilhas) do carrinho.



## Apêndice A – Montagem do carrinho através sequência de fotos

Figura 20 - Carregador duplo de baterias 18650 de 3,7 V cada pilha.



Fonte própria.

A Bateria é recarregável e o modelo é o mesmo para lanterna BRC-18650-3500 mAh-3,7 V-li-ion, geralmente encontra-se nas casas de comércio, supermercado que vende lanterna veja figura 21.

Figura 21 - Bateria recarregável lanterna-BRC-18650.



Fonte própria.

Segue no quadro 1 a lista de material necessário para montar o carrinho motor *Arduino*, com orçamento cujos respectivos preços são da compra do material para montar o carrinho deste projeto, e estão sujeitos estarem defasados.

## Apêndice A – Montagem do carrinho através sequência de fotos

Quadro 1 - Lista de material que compõe o carrinho. Pesquisa de preço realizada em fevereiro de 2017.

Produtos podem ser adquiridos no Mercado Livre (*internet*).

Material	Qtde	Unit (R\$)	Total (R\$)
Chassi em MDF, com suportes 4x rodas. Acompanha: Base, 4x suportes para motores DC, parafusos e porcas	01	25,00	25,00
Motor DC + roda	04	25,00	100,00
Arduino-uno-r3	01	60,00	60,00
Módulo <i>Driver</i> Motor - Ponte H L298	01	20,80	20,80
Sensor Shieldv5.0 para Arduino	01	22,90	22,90
Módulo Bluetooth-rs232-hc-05	01	36,90	36,90
Pilha 18650 3,7 V	02	26,00	52,00
Carregador duplo de baterias 18650 de 3,7 V cada pilha.	01	32,00	32,00
Total		R\$ 349,60	

Apêndice B – Questionário dirigido aos alunos. Parte I: quanto a aprendizagem. Parte II: quanto a implementação da proposta didática

### Apêndice B - avaliação quanto a aprendizagem e didática

#### Questionário sobre o produto educacional experiência de baixo custo utilizando um carrinho robô no plano.

Qual a idade? \_\_\_\_\_

Qual sexo? \_\_\_\_\_

#### Parte I– Quanto à aprendizagem dos alunos.

- 1) Você sabe quais as características do MRU (movimento retilíneo uniforme)?
  - a) Sim
  - b) Não
  
- 2) Você sabia fazer gráfico antes desse projeto?
  - a) Sim
  - b) Não
  
- 3) Você aprendeu fazer gráfico depois desse projeto?
  - a) Sim
  - b) Não
  
- 4) Quanto às características do gráfico espaço em função do tempo do MRU, você ficou sabendo:
  - a) Antes desse projeto
  - b) Depois desse projeto
  
- 5) Em relação ao MRU (movimento retilíneo uniforme), a velocidade:
  - a) Varia
  - b) Não Varia
  - c) Varia uniformemente
  
- 6) Quanto às características do MRUV (movimento retilíneo uniformemente variado) você ficou sabendo?
  - a) Antes desse projeto
  - b) Depois desse projeto
  
- 7) Em relação ao MRUV (movimento retilíneo uniformemente variado) a velocidade?
  - a) Varia
  - b) Não varia
  - c) Varia uniformemente
  
- 8) De acordo com os gráficos obtidos no segundo experimento MUV (movimento uniformemente variado) o gráfico  $S \times t$  obtido foi uma.
  - a) Parábola com concavidade voltada para baixo
  - b) Parábola com concavidade voltada para cima

Apêndice B – Questionário dirigido aos alunos. Parte I: quanto a aprendizagem. Parte II: quanto a implementação da proposta didática

- c) Reta crescente
  - d) Reta decrescente
  - e) Reta horizontal ao eixo dos tempos
- 9) Durante o experimento, quando o carrinho estava em repouso qual das leis de Newton é mais aplicável?
- a) 1ª lei – Inercia
  - b) 2ª lei – lei fundamental
  - c) 3ª lei – lei da ação e da reação
- 10) O carrinho robô nos experimentos ao se deslocar no plano converteu energia química das baterias em outra forma de energia. Qual é a forma mais provável dessa energia ao movimento?
- a) Cinética
  - b) Potencial elástico
  - c) Potencial gravitacional
  - d) Elétrica
  - e) Sonora

**Parte II – Avaliação pelos alunos da proposta didática experiência de baixo custo utilizando um carrinho robô no plano.**

- 1) (1.1) Como você avalia as atividades com aquisição automática de dados que você participou com o carrinho motor *Arduino*? (1.2) Você considera ter aprendido alguma coisa? O quê? (1.3) Comente sua resposta.
- 
- 2) Importância dos temas estudados: Houve algum tópico abordado no projeto que você desconhecia e ficou com vontade de saber mais? Comente.
- 
- 3) Tempo de aplicação: Você considera que o tempo destinado às atividades do projeto foi suficiente? Justifique sua resposta.
- 
- 4.a) O carrinho robô *Arduino* utilizado em sala de aula para fazer a aquisição de dados, **é fácil** de ser utilizado em sala de aula:
- ( ) Concordo fortemente
  - ( ) Concordo
  - ( ) Indeciso
  - ( ) Discordo
  - ( ) Discordo fortemente
- 4.b) O carrinho robô *Arduino* utilizado em sala de aula para fazer a aquisição de dados, **é complicado** e pouco atrativo:
- ( ) Concordo fortemente
  - ( ) Concordo

Apêndice B – Questionário dirigido aos alunos. Parte I: quanto a aprendizagem. Parte II: quanto a implementação da proposta didática

- Indeciso
- Discordo
- Discordo fortemente

4.c) O carrinho robô *Arduino* utilizado em sala de aula para fazer a aquisição de dados, **despertou** meu interesse **em aprender** física:

- Concordo fortemente
- Concordo
- Indeciso
- Discordo
- Discordo fortemente

4.d) O carrinho robô *Arduino* utilizado em sala de aula para fazer a aquisição de dados, **despertou** meu interesse **de construir** meu próprio carrinho:

- Concordo fortemente
- Concordo
- Indeciso
- Discordo
- Discordo fortemente

5.a) Em relação às aulas que foram ministradas utilizando o carrinho robô, você acredita que: **ajudaram a compreender melhor a física presente no dia a dia.**

- Concordo fortemente
- Concordo
- Indeciso
- Discordo
- Discordo fortemente

5.b) Em relação às aulas que você acredita que: foram ministradas utilizando o carrinho robô, **não colaboram em nada para meu aprendizado.**

- Concordo fortemente
- Concordo
- Indeciso
- Discordo
- Discordo fortemente

5.c) Em relação às aulas que foram ministradas utilizando o carrinho robô, você acredita que: **pouco contribuíram para o meu aprendizado.**

- Concordo fortemente
- Concordo
- Indeciso
- Discordo
- Discordo fortemente

5.d) Em relação às aulas que foram ministradas utilizando o carrinho robô, você acredita que: **ajudaram a entender os conceitos físicos estudados.**

- Concordo fortemente
- Concordo

Apêndice B – Questionário dirigido aos alunos. Parte I: quanto a aprendizagem. Parte II: quanto a implementação da proposta didática

- ( ) Indeciso
- ( ) Discordo
- ( ) Discordo fortemente

6.a) A PROPOSTA DE TRABALHO.

Foi adequada apresentada buscando soluções em grupo para as questões.

- ( ) Concordo fortemente
- ( ) Concordo
- ( ) Indeciso
- ( ) Discordo
- ( ) Discordo fortemente

6.b) A PROPOSTA DE TRABALHO.

As atividades deveriam ser propostas individualmente a cada aluno para o próximo ano.

- ( ) Concordo fortemente
- ( ) Concordo
- ( ) Indeciso
- ( ) Discordo
- ( ) Discordo fortemente

- 7) Você já conhecia a placa Arduino? Em caso positivo, mencione seu contato prévio com ele.
- 8) Pensando em uma aplicação futura das atividades de aquisição automática de dados com seus colegas, o que poderia ser melhorado? Por quê?
- 9) Você gostava de estudar Física antes das aulas com o carrinho *Arduino*?
- a) Sim
  - b) Não
- 10) Agora você gosta de estudar Física com as aulas utilizando o carrinho *Arduino*?
- a) Sim
  - b) Não

## Apêndice B – Questionário aos docentes

**Apêndice C - Avaliação docente e sequência de conteúdos**

MNPEF - Mestrado Nacional Profissional em Ensino Física

Questionário dirigido aos docentes sobre experiências de baixo custo e sequência dos conteúdos para o ensino de Física.

\*Obrigatório

1. Endereço de e-mail \*

---

2. Qual o seu nome?

---

3. Qual a escola que você trabalha? \*

---

4. Você realiza alguma experiência de Física (aula prática) em suas aulas nas turmas de primeiro ano? \*

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não  
 Raramente

5. Você acha que os alunos aprendem melhor o conteúdo quando participam de aulas práticas? \* Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

6. Se houver experiências de laboratório de baixo custo em cinemática e dinâmica você gostaria de aplicá-lo em sua escola? \* Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

7. Você conhece o programa *Arduino*? \* Marcar apenas uma oval.





## Apêndice B – Análise do questionário aos docentes

Resultado da análise do questionário realizados com os professores quanto a sequência dos conteúdos.

Resultado pergunta 4 (pergunta de múltipla escolha): 60% dos professores disseram que sim, 20% disseram que não e 20% disseram que raramente fazem experiências de Física no primeiro ano do ensino médio.

Resultado pergunta 5 (pergunta de múltipla escolha): 90% dos professores disseram que sim, 10% disseram que não.

Resultado pergunta 6 (pergunta de múltipla escolha): 90% dos professores disseram que sim, 10% disseram que não.

Resultado pergunta 7 (pergunta de múltipla escolha): 60% dos professores disseram que sim, 10% disseram que não e 30% disseram apenas ouvi falar.

Resultado pergunta 8, a sequência dos conteúdos ficou assim: 90% dos professores iniciam os conteúdos de Física com grandezas físicas, 100% ministram movimento uniforme em segundo lugar, 100% trabalham movimento uniformemente variado em terceiro lugar, 100% trabalham queda livre em quarto lugar, 60% trabalham inércia em quinto lugar, 40% trabalham atrito em sexto lugar, 40% trabalham plano inclinado em sétimo lugar, 90% trabalham força e movimento em oitavo lugar, 90% trabalham energia em nono lugar, e 40% trabalham outros conteúdos de Física no décimo lugar.

Resultado pergunta 9, conforme resposta dos professores: primeiro velocidade média, segundo aceleração média, terceiro aceleração média no plano inclinado, quarto queda livre, quinto inércia e sexto atrito.

### **Análise dos resultados**

Participaram dessa pesquisa 10 (dez) professores, onde 60% disseram que realizam alguma experiência durante suas aulas, 90% afirmaram que os alunos aprendem melhor o conteúdo quando participam de aulas práticas. Coerentemente 90% dos professores gostariam de realizar experimentos em cinemática e dinâmica com laboratório de baixo custo. Poucos

### Apêndice B – Análise do questionário aos docentes

professores conhecem o programa *Arduino* correspondendo a 20%. A sequência de conteúdos a serem trabalhados em sala de aula com os alunos do primeiro ano ficou semelhante para quase todos dessa pesquisa sendo que grandezas físicas, movimento uniforme e movimento uniforme variado foram os primeiros, enquanto energia ficou por último. Caso haja experimentos a sequência foi: velocidade média, aceleração média no plano e inclinado, queda livre, inércia e atrito.

## Anexo A – Termo de Autorização

**Anexo A - Termo de autorização**

Eu, Heleno Soares de Oliveira, abaixo-assinado, aluno(a) regularmente matriculado(a) no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - Polo Ji-Paraná/UNIR, portador(a) do RA: 2014 21393, CPF:396.178.824-34, RG: 937 510 SSP/PB, venho por meio deste autorizar a disponibilização pelo Polo do Departamento de Física de Ji-Paraná do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (PJIPAMNPEF) do meu Trabalho de Conclusão de Curso em meios eletrônicos existentes ou que venham a ser criados.

Ji-Paraná, 29 de novembro de 2017

A handwritten signature in blue ink that reads "Heleno Soares de Oliveira." The signature is written in a cursive style and is underlined.

Heleno Soares de Oliveira