

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

DEIVERSON RODRIGO CANDIDO CAVALCANTI

**ANÁLISE DO MOVIMENTO DO MÓVEL USANDO O TRILHO DE AR E A PLACA
ARDUINO COMO AQUISIÇÃO DE DADOS**

MACEIÓ - AL

2016

DEIVERSON RODRIGO CANDIDO CAVALCANTI

**ANÁLISE DO MOVIMENTO DO MÓVEL USANDO O TRILHO DE AR E A PLACA
ARDUINO COMO AQUISIÇÃO DE DADOS**

Dissertação apresentada ao Instituto de Física da Universidade Federal de Alagoas, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: **Dr. Wandearley da Silva Dias**

MACEIÓ - AL

2016

Catálogo na fonte

Universidade Federal de Alagoas

Biblioteca Central

Bibliotecário Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

C376a Cavalcanti, Deiverson Rodrigo Candido.

Análise do movimento do móvel usando o trilho de ar e a placa arduino como aquisição de dados / Deiverson Rodrigo Candido Cavalcanti. – 2017.

37 f. : il.

Orientador: Wandearley da Silva Dias.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Física. Programa de Pós Graduação de Mestrado Nacional Profissional em Física, 2017.

Bibliografia: f. 100-102.

Inclui apêndices e anexos.

1. Física – Estudo ensino. 2. Tecnologia – Ensino e aprendizagem. 3. Arduino.

I. Título.

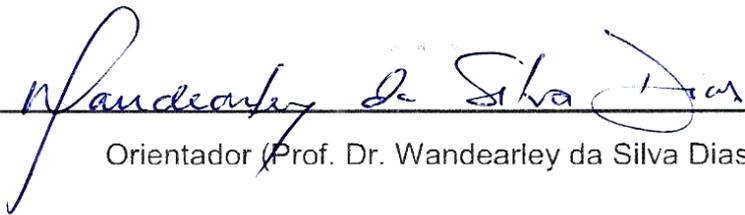
CDU: 53:372

DEIVERSON RODRIGO CANDIDO CAVALCANTI

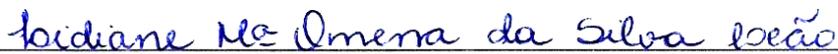
ANÁLISE DO MOVIMENTO DO MÓVEL USANDO O TRILHO DE AR E A PLACA ARDUINO COMO AQUISIÇÃO DE DADOS

Dissertação submetida ao corpo docente do Instituto de Física da Universidade Federal de Alagoas, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

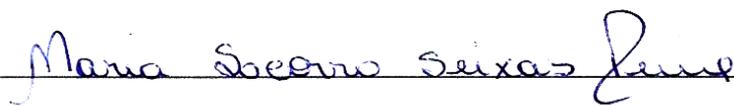
Maceió, 15 de Dezembro de 2016


Orientador (Prof. Dr. Wandearley da Silva Dias)

BANCA EXAMINADORA:


Prof. (Dra. Lidiane Maria Omena da Silva)


Prof. (Dr. Kleber Cavalcanti Serra)


Prof. (Dra. Maria Socorro Seixas Pereira)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pois em sua infinita bondade e misericórdia sempre esteve ao meu lado, em momentos difíceis estendeu seu olhar e todos esses momentos se tornaram possíveis. Tudo posso Naquele que me fortalece (Filipenses 4:13).

Agradeço à minha mãe Mirian Cavalcanti, pois sem essa mulher nada teria feito nem conseguido. Ela foi minha sustentação, a minha coluna, minha pilastra, poucos são as características para descrevê-la. A principal motivadora de toda minha caminhada, em todos os momentos esteve ao meu lado.

Agradeço ao meu cunhado (irmão) Cleidson Romualdo, pois sem ele seria difícil fazer esse projeto. Peça fundamental nesse quebra cabeça, posso assim chama-lo de um professor irmão, pois abdicou de tudo em momentos cruciais da minha dissertação para dar um suporte incrível. Ministrou aulas sobre a plataforma Arduino, principalmente a parte de software, fazendo com que eu aprendesse e desenvolvesse vários projetos.

Agradeço à minha irmã Kátia Cavalcanti e às minhas sobrinhas, Nicole Cavalcanti Silva e Raissa Cavalcanti Silva, que foram grandes incentivadoras nessa minha batalha.

Agradeço ao meu professor Wandearley da Silva Dias, por sua imensa contribuição e orientação para a conclusão desse trabalho. Sem palavras para descrever o quanto ele foi importante nesse projeto, fazendo com que eu tivesse outro olhar em algumas situações, melhorando a todo o momento o trabalho e estando sempre presente quando precisei.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é propor uma nova prática pedagógica de ensino, com a finalidade de buscar um maior interesse dos alunos pelo ensino de ciências, principalmente em Física. O trabalho consiste em algumas etapas, realizações de experimentos utilizando um protótipo experimental chamado de Análise do Movimento do Móvel Usando o Trilho de Ar e a Placa Arduino como Aquisição de Dados, em que esse protótipo usa sensores LDR conectados à placa Arduino com a finalidade de fazer a marcação temporal do carrinho movimentar-se sobre o trilho de ar. A área da Física escolhida foi a cinemática, especificando mais os conteúdos de movimento retilíneo uniforme (MRU) e movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV), assuntos estes que causam muitas dúvidas no entendimento e na distinção destes dois movimentos. Duas atividades experimentais serão propostas aos alunos, uma de MRU e outra de MRUV em que as duas se resumem a colocar o carrinho em movimento sobre o trilho de ar, fazer a marcação temporal através dos sensores na interface do Arduino, calcular a velocidade e observar se mesma é constante no primeiro experimento, calcular a aceleração escalar para duas inclinações diferentes, verificar se é constante nos dois casos, além de propor aos alunos a construção de um maior entendimento nos gráficos de cinemática. Espera-se que esse protótipo experimental seja uma ferramenta importantíssima e proveitosa nas aulas de Física.

Palavras-chave: Ensino de Física. Arduino. Experimentação.

ABSTRACT

The objective of this work is to propose a new pedagogical teaching practice, with the purpose of seeking a greater interest of the students by the teaching of sciences, mainly in Physics. The work consists of a few steps, performing experiments using an experimental prototype called Motion Analysis Using the Air Rail and the Arduino Plate. In that prototype, it uses LDR sensors connected to the Arduino board in order to make the temporary marking of the trolley by moving on the air rail. The area of the chosen physics was the kinematics, specifying more the contents of uniform rectilinear movement and uniformly varied rectilinear motion, subjects that cause many doubts in the understanding and the distinction of these two movements. Two experimental activities will be proposed to the students, one of MRU and another of MRUV in which the two are limited to putting the cart in motion on the air rail, to make the temporal marking through the sensors in the interface of Arduino, to calculate the speed and to observe if it is constant in the first experiment, calculate the scalar acceleration for two different slopes and verify if it is constant in the two cases and propose to the students the construction and a greater understanding in the kinematics graphs. It is hoped that this experimental prototype will be a very important and useful tool in physics classes.

Key words: Physics Teaching. Arduino. Experimentation

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Aula expositiva x Atividade experimental	29
Figura 02 – Arduino Uno	31
Figura 03 – Linguagem do Arduino.....	32
Figura 04 – Aparato experimental	36
Figura 05 – Sensor e a placa do Arduino.....	37
Figura 06 – Led, sensor e anteparo	38
Figura 07 – Carrinho de PVC	38
Figura 08 – Sensor LDR	39
Figura 09 – Esquema experimental de MRU	40
Figura 10 – Esquema experimental de MRUV	41
Figura 11 – Aparato experimental de MRUV	42
Figura 12 – Linha de código do Arduino.....	43
Figura 13 – Mapa sequencial do projeto	48
Figura 14 – Plataforma Arduino.....	53
Figura 15 – Janela COM 3.....	53
Figura 16 – Carrinho abandonado do ponto A	54
Figura 17 – 1ª Medição temporal (MRU)	59
Figura 18 – 2ª Medição temporal (MRU)	60
Figura 19 – 3º Medição temporal (MRU)	60
Figura 20 – 4ª Medição temporal (MRU)	61
Figura 21 – 5ª Medição temporal (MRU)	61
Figura 22 – Realização do experimento	63
Figura 23 – 1ª Medição temporal (0-1, 5º)	69
Figura 24 – 2ª Medição temporal (0-1, 5º)	70
Figura 25 – 3ª Medição temporal (0-1, 5º)	70
Figura 26 – 1ª Medição temporal (0-2, 5º)	72
Figura 27 – 2ª Medição temporal (0-2, 5º)	73

Figura 28 – 3ª Medição temporal (0-2, 5°)	73
Figura 29 – 1ª Medição temporal (0-3, 5°)	75
Figura 30 – 2ª Medição temporal (0-3, 5°)	76
Figura 31 – 3ª Medição temporal (0-3, 5°)	76
Figura 32 – Realização do experimento de MRUV, $\alpha = 5^\circ$	77
Figura 33 – 1ª Medição temporal (0-1, 10°)	82
Figura 34 – 2ª Medição temporal (0-1, 10°)	83
Figura 35 – 3ª Medição temporal (0-1, 10°)	83
Figura 36 – 1ª Medição temporal (0-2, 10°)	85
Figura 37 – 2ª Medição temporal (0-2, 10°)	85
Figura 38 – 3ª Medição temporal (0-2, 10°)	85
Figura 39 – 1ª Medição temporal (0-3, 10°)	87
Figura 40 – 2ª Medição temporal (0-3, 10°)	87
Figura 41 – 3ª Medição temporal (0-3, 10°)	87
Figura 42 – Realização do experimento de MRUV, $\alpha = 10^\circ$	88
Figura 43 – Questionário dos alunos	100

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Posição x tempo (construído pelos alunos, MRU)	51
Gráfico 02 – Velocidade x tempo (construído pelos alunos, MRU)	52
Gráfico 03 – Espaço x tempo (construído pelos alunos, MRUV)	56
Gráfico 04 – Aceleração x tempo (construído pelos alunos, MRUV)	56
Gráfico 05 – Posição x tempo (MRU)	65
Gráfico 06 – Velocidade x tempo (MRU)	67
Gráfico 07 – Posição x tempo (MRUV, 5°)	78
Gráfico 08 – Aceleração x tempo (MRUV, 5°)	80
Gráfico 09 – Posição x tempo (MRUV, 10°)	90
Gráfico 10 – Aceleração x tempo (MRUV, 10°)	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Dois tipos de escolas: o ensino tradicional e o construtivista	30
Tabela 02 – Divisão das etapas realizadas	49
Tabela 03 – Valores experimentais do MRU	58
Tabela 04 – Valores para construção gráfica (posição x tempo, MRU)	64
Tabela 05 – Valores para construção gráfica (velocidade x tempo, MRU)	66
Tabela 06 – Valores experimentais do MRUV ($\alpha = 5^\circ$, sensor 0-1)	69
Tabela 07 – Valores experimentais do MRUV ($\alpha = 5^\circ$, sensor 0-2)	72
Tabela 08 – Valores experimentais do MRUV ($\alpha = 5^\circ$, sensor 0-3)	75
Tabela 09 – Valores para construção gráfica do MRUV (posição x tempo, 5°)	78
Tabela 10 – Valores para construção gráfica do MRUV (aceleração x tempo, 5°)	80
Tabela 11 – Valores experimentais do MRUV ($\alpha = 10^\circ$, sensor 0-1)	82
Tabela 12 – Valores experimentais do MRUV ($\alpha = 10^\circ$, sensor 0-2)	84
Tabela 13 – Valores experimentais do MRUV ($\alpha = 10^\circ$, sensor 0-3)	86
Tabela 14 – Valores para construção gráfica MRUV (posição x tempo, 10°) .	89
Tabela 15 – Valores para construção gráfica MRUV (aceleração x tempo, 10°)	91

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	15
2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1 – EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS	18
2.2 – A RELEVÂNCIA E O PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE CIÊNCIAS	21
2.3 – EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA	24
2.4 – O USO DA PLATAFORMA ARDUÍNO NO ENSINO DE FÍSICA	31
3 – DESCRIÇÃO DO PROTÓTIPO EXPERIMENTAL	36
3.1 - APRESENTAÇÃO GERAL DO PROTÓTIPO EXPERIMENTAL	36
3.2 – SENSOR LDR	39
3.3 – PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS	40
3.3.1 – Atividade proposta de MRU	40
3.3.2 – Atividade proposta de MRUV.....	41
3.3.3 – Atividade proposta na interface Arduino	43
3.4 – PRODUTO EDUCACIONAL	44
4 – METODOLOGIA	47
4.1 – PARTICIPANTES	47
4.2 – PROCEDIMENTOS	48
4.3 – ATIVIDADES EXPERIMENTAIS REALIZADAS	49
4.3.1 – Movimento Retilíneo Uniforme – MRU	50
4.3.2 – Movimento Retilíneo Uniformemente Variado – MRUV	52
4.4 – QUESTIONÁRIO	57
5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES	58
5.1 – MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME	58
5.1.1 – Atividade experimental	58
5.1.2 – Gráficos do Movimento Retilíneo Uniforme	64
5.2 – MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO	68
5.2.1 – Atividade experimental ($\alpha = 5^\circ$)	68

5.2.1.1 – Atividade do sensor 0-1	68
5.2.1.2 – Atividade do sensor 0-2	72
5.2.1.3 – Atividade do sensor 0-3	74
5.2.2 – Gráficos do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado ($\alpha = 5^\circ$)	78
5.2.3 – Atividade experimental ($\alpha = 10^\circ$)	81
5.2.3.1 – Atividade do sensor 0-1	82
5.2.3.2 – Atividade do sensor 0-2	84
5.2.3.3 – Atividade do sensor 0-3	86
5.2.4 – Gráficos do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado ($\alpha=10^\circ$)	89
.....	
5.3 – APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO (VALIDAÇÃO)	93
6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	102
7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103
ANEXO	106
APÊNDICE – A	112
APÊNDICE – B	114

1 - INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências Naturais, em especial o ensino de Física, passa por constantes mudanças, principalmente no que se refere às tentativas de utilizar metodologias de ensino inovadoras. O ensino tradicional ainda permanece como uma das ferramentas pedagógicas mais usadas entre os docentes. Em geral, essa metodologia está associada ao uso excessivo da linguagem matemática e resoluções de exercícios. Esse ensino baseia-se principalmente, na exigência de decorar fórmulas, exercícios repetitivos e ensino mecânico voltados totalmente para exames seletivos, ou seja, com o intuito de memorizar certos conteúdos e sem aplicações práticas reais. Esses motivos geralmente são responsáveis por essa aversão à ciência e principalmente à Física, fazendo com que o ambiente de sala de aula se torne exaustivo, repetitivo, cansativo e sem atração nenhuma.

Alternativas existem para modificar cada vez mais esse ambiente, e o docente deverá examinar meios alternativos nessa busca sensata no progresso e avanço do ensino de Física. Essas estratégias têm o intuito de tornar o processo ensino-aprendizagem interessante e atrativo para os alunos, expondo a realidade ao corpo discente, apresentando fenômenos físicos de uma forma diferente, mas com uma potencialidade extraordinária do ponto de vista educativo.

Experimentos científicos são uma alternativa ainda bastante satisfatória nesse processo de aprendizagem, pois torna a representação física um fenômeno inteligível, concreto e imaginável. É notório nas pesquisas o potencial que os experimentos científicos proporcionam ao corpo discente, e que sendo elaborados de maneira correta, correlacionados com as aulas teóricas, os resultados apresentados sem dúvida serão convincentes.

Destaca-se a presença de dispositivos (smartphones, tablets, computadores e laptops) de informação e comunicação nas empresas, nas casas e nas mãos das pessoas. Porém, este movimento de adequação tecnológica dos processos transitórios e das relações ainda é incipiente nas escolas. São poucas as propostas de uso de tecnologias com fins educacionais. O uso de experimentos ligados ao uso das TIC (Tecnologia de Informação e Comunicação) possuem potencialidades, ainda pouco exploradas, para contribuir de forma significativa ao processo de ensino

aprendizagem de Física. Uma ferramenta importante a ser inserido nesse contexto é a placa Arduino.

O uso da placa Arduino está cada vez mais em expansão no contexto da educação científica. Isso permite que professores de Física utilizem essa ferramenta e explorem ao máximo a capacidade que a plataforma proporciona. O Arduino é uma placa de prototipagem eletrônica que permite aos usuários a elaboração de sensores, controladores, detectores, robôs etc., usando linhas de códigos computacionais. Então, essa placa é um instrumento poderosíssimo que o professor de Física pode utilizar em suas aulas. Logo, o contexto educativo deve ser inserido nesse aspecto tecnológico do uso do Arduino, principalmente por docentes de Química, Biologia e Física.

A nossa proposta nesse trabalho é justamente utilizar a experimentação científica juntamente com o uso dessa tecnologia Arduino. A junção da experimentação com uma plataforma tecnológica Arduino pode resultar em efeitos positivos tratando do ponto de vista educativo, ou seja, do ponto de vista educacional. Nosso projeto trata de experimentos científicos na área da cinemática, utilizando a interface Arduino como ferramenta principal para a aquisição de dados.

Mais especificamente, nosso protótipo está relacionado com a análise do movimento unidimensional uniforme e uniformemente variado. Neste experimento usou-se materiais de baixo custo como: um trilho de ar de cano de pvc, carrinhos feito de mesmo material, leds e sensores. Usamos o sensor LDR (Light Dependent Resistor) para captar a leitura temporal, um sensor de fácil aquisição, podendo ser encontrado em qualquer loja eletrônica e com um preço acessível. Com esse aparato experimental, podem ser efetuados vários experimentos de cinemática e dinâmica, cabendo assim ao docente explorar sua potencialidade.

Devido ao baixo interesse dos alunos pela disciplina de Física e pela carência de laboratórios de informática e de ciências nas escolas, acreditamos que propostas de ensino que usem material de baixo custo como *softwares (Interface do Arduino)* disponíveis gratuitamente na internet podem favorecer o trabalho docente. Um dos objetivos gerais deste trabalho é estudar se é possível usar esse protótipo experimental nas aulas de Física do Ensino Médio e se é possível o docente reproduzir essas atividades experimentais juntamente com os seus alunos.

As atividades experimentais propostas no protótipo serão descritas nos próximos capítulos, as quais servem como novas metodologias de ensino, ou seja, uma metodologia que tenha uma sequência didática diferenciada com o intuito de aprimorar a qualidade do ensino científico e de motivar cada vez mais os discentes.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 - EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS.

O cotidiano escolar tem se tornado cada vez mais exaustivo tanto para os docentes como para os discentes, principalmente na área das Ciências Naturais, como Física, Química e Biologia. Apesar de a ciência despertar o interesse de uma boa parte dos alunos, ela se torna ao mesmo tempo distante, ou seja, nem sempre os conteúdos são explorados de maneira correta, os fenômenos nem sempre são demonstrados, fazendo com que os alunos entrem em uma abstração fenomenológica para a compreensão de tal evento. A ciência vista no ensino médio é de uma importância extraordinária, pois contribui à formação básica do cidadão, como cita Souza, (2013), p. 10: “O ensino de ciências ajuda o aluno a desenvolver o seu raciocínio lógico e racional, facilitando o desenvolvimento de sua razão para os fatos do cotidiano e, até mesmo a resolução de problemas práticos”.

Ainda, o autor supracitado também afirma que o ensino de ciências é indispensável para a formação crítica e racional do cidadão, principalmente no ensino médio, onde o aluno tem um conjunto de disciplinas que abordam essa perspectiva cada um em sua área.

Um das dificuldades encontradas no ensino de ciências é que o público alvo deve ser capaz de relacionar a teoria científica aprendida em sala de aula com a realidade que está a sua volta, devido a altas abstrações dos conteúdos, principalmente de Física e Química (SERAFIM, 2001). Se os discentes não identificarem o conhecimento teórico aprendido dentro da sala de aula, no seu cotidiano, podemos enxergar um grande obstáculo nessa prática pedagógica de ensino. Então, novas metodologias devem ser apreciadas e uma delas já vem tomando cada vez mais espaços nas escolas e pelos profissionais da educação, a experimentação no ensino de ciências, como uma ferramenta necessária na compreensão das ciências naturais.

A experimentação apresenta um papel importante no ensino de ciências, ou seja, ela exemplifica e reproduz o conhecimento teórico, de maneira atraente e muitas vezes de forma custo benefício interessante. Através do uso de experimentos, as aulas podem se tornar mais dinâmicas, atraentes e aprazíveis. A utilização e observações destes experimentos, uma prática bem planejada, uma efetivação do que

foi visto em sala de aula, são relevantes para a formação científica em todos os níveis de ensino, principalmente na educação básica (SOUZA, 2013). De acordo com Rosito (2008) p. 197 em sua obra: O Construtivismo e o Ensino de Ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas:

A experimentação é essencial para um bom ensino de ciências. Em parte, isto se deve ao fato de que o uso de atividades práticas permite maior interação entre professor e os alunos, proporcionando, em muitas ocasiões, a oportunidade de um planejamento conjunto e o uso de estratégias de ensino que podem levar a melhor compreensão dos processos das ciências. Por exemplo, o fenômeno da dissolução de um sólido colorido em água não desperta muito a atenção quando apresentado isoladamente, apenas como uma informação, mas se planejada como parte de uma atividade experimental, esse fenômeno pode se apresentar com vários detalhes interessantes para o aluno.

Segundo o autor, percebe-se a relevância e o planejamento de uma atividade experimental para o ensino de ciências. E esse planejamento deve ganhar um enfoque maior, pois uma atividade experimental bem planejada precisa de roteiros e dedicação tanto por parte dos professores como dos alunos. A compreensão desses fenômenos científicos vistos nos livros didáticos requer tanto a prática usando o experimento como opção e a elaboração de um projeto.

As atividades experimentais no ensino de ciências ao longo dos anos receberam críticas e reconstruções, ou seja, esse tema vem sendo trabalhado em artigos, monografias (PEREIRA E BARROS, 2009; SILVA e ARAÚJO, 2011) e dissertações, com o propósito de demonstrar que a atividade experimental em ciências é uma das estratégias no processo de ensino aprendizagem, mas não a única. Nesse contexto, vários especialistas em ensino de ciências propõem a substituição das aulas teóricas (*tradicionais*) propostas pela maioria dos livros, por aulas práticas (*experimentação*) (LEITE, 2001; CARVALHO et. al. 2004). Vários autores reconhecem o potencial das atividades experimentais, reconhecem o valor pedagógico de um experimento científico, mas diversas críticas são feitas a essas atividades, principalmente nas suas formas de aplicações (GIANI, 2010). Falta de equipamentos adequados para a realização de experimento, problemas na formação inicial e continuada dos docentes, dicotomia entre teoria e prática e concepções simplistas são algumas críticas expostas pelos autores.

Um dos questionamentos na experimentação é a falta de equipamento para a realização destes, ou seja, falta de laboratórios de ciências nas escolas. Muitas vezes

a escola possui esse ambiente, mas em situações precárias e não apto à utilização. Certas vezes não possuem docentes com formação qualificada para a inovação e realização desses experimentos.

A formação continuada é, sem dúvida, algo essencial para o professor, não que um docente que não tenha essa formação continuada esteja inapto a realizar experimentos, mas um profissional voltado a essa área de atuação desenvolve atividades inovadoras. Essa falta de laboratórios provoca um ensino totalmente teórico das ciências naturais, fazendo com que os fenômenos biológicos, químicos e físicos sejam elaborados e criados na mente dos alunos.

Para a experimentação no ensino de ciência ser eficaz não pode existir a dicotomia ou a distorção entre a teoria e a prática. O tempo destinado à experimentação é de verificar e comprovar o que a teoria em sala de aula afirma, não havendo distinção entre sala de aula e laboratório. O estudante deve fazer mais do que simples observações e medidas experimentais, pois os levantamentos feitos por eles na tentativa de solucionar o problema devem ter um embasamento e procedimentos diferenciados, a fim de apresentar uma proposta de solução. Nessa perspectiva, a teoria e a prática passam a ser vistas como um único processo que possibilita a aprendizagem de conhecimentos científicos (GIANI, 2010). Da mesma forma afirma Oliveira e Teixeira (2005) p. 03:

Na visão de unidade, teoria e prática são dois componentes indissolúveis da “práxis” definida como atividade teórico-prática, ou seja, tem um lado ideal, teórico e um lado material, propriamente prático, com a particularidade de que só artificialmente, por um processo de abstração, podemos separar um do outro. Essa relação não é direta nem imediata, fazendo-se através de um processo complexo, no qual algumas vezes se passa da prática à teoria e outras desta à prática.

De acordo com a visão do autor, a teoria e a prática andam em conjunto, ou seja, as efetivações do processo de aprendizagem em ciência dependem tanto da experimentação como da teoria em sala de aula que comprova esse fenômeno. O que muito acontece nesse processo de ensino é a utilização apenas da teoria, o ensino tradicional se tornando uma única parte de um conjunto indissolúvel, aulas teóricas e aulas práticas.

Um dos grandes desafios nesse processo de ensino que deve ser exaltado é o contexto sócio cultural em que o aluno e escola estão inseridos, ou seja, muitas

escolas são desprovidas de laboratórios de ciências, e quando possuem muitas vezes são abandonados e com equipamentos de difícil utilização. Uma solução para tal contexto é a utilização de materiais alternativos para a execução de experimentos. Existem inúmeros materiais, principalmente de baixo custo, que podem ser utilizados para a realização de experimentos em uma aula de ciências. Cabe ao docente criar materiais diferentes baseados em uma prática com a utilização de novos materiais, levar para a sala de aula uma ciência mais dinâmica e mais atrativa. Nesse aspecto realizar experimentos de ciências é considerado, por muitos professores, um desafio, principalmente quando estes estão lotados em escolas com situações sociais precárias (BARBOSA e JESUS, 2009). Em um aspecto geral, a metodologia da experimentação ainda é sem dúvida uma ferramenta poderosa para que os educandos adquiram as competências e habilidades necessárias à sua formação, num contexto social e tecnológico.

2.2 - A RELEVÂNCIA E O PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

De fato, qual a importância da experimentação no ensino de ciências? A experimentação serve para comprovar a teoria, revelando a parte teórica da ciência; As atividades experimentais podem facilitar a compreensão do conteúdo; As aulas práticas ajudam a despertar a curiosidade ou o interesse pelos estudos nos alunos.

Essas três respostas fundamentam o destaque e a relevância que um professor de Física, Biologia e Química têm aplicando atividades experimentais aos seus alunos da educação básica. Realmente é algo transformador, despertador e inovador para os alunos. A função do experimento serve exatamente para adaptar a teoria à realidade, já que a teoria serve para organizar os fatos.

Vimos que sem dúvida a ciência através de experimentos é algo encantador, mas como deve ser feito o planejamento? Quais são as metas a serem atingidas, para alcançar o objetivo no processo de ensino aprendizagem? Essas metas na experimentação seguem algumas etapas: **1º Etapa:** Nível primário - Trata-se de uma apreciação do experimento em questão, um primeiro contato, com a finalidade de despertar o interesse do aluno por algo novo, ou seja, apenas uma demonstração; **2º Etapa:** Nível secundário - Nesta etapa o experimento será executado e os alunos irão

coletar os dados, ou seja, os alunos estão participando intensamente do projeto. Isso exige mais uma dedicação deles. Uma ótima oportunidade de perceber a relação entre a teoria e a realidade; **3º Etapa:** Nível terciário - Nessa última etapa, o próprio aluno pode construir um protótipo experimental simples, ou seja, pode criar algo simples mais que tente demonstrar a ciência aprendida em sala de aula. Também pode repassar aos colegas a sua experiência e o que aprendeu sobre experimentação.

E quanto ao planejamento dessas atividades, vimos que a principal função dessas aulas práticas é, a partir da teoria e dos conhecimentos prévios dos alunos sobre os fenômenos das Ciências Naturais, estabelecer a relação com o mundo a sua volta, ou seja, a função do experimento seria comparara teoria à realidade. Para um planejamento eficaz, alguns objetivos devem ser alcançados como: desenvolver habilidades científicas, estimular a postura ativa e participante, fazer com que os discentes se sintam atraídos, aprender fazendo, seguir os roteiros experimentais, entre outros.

Quando falamos em ciências na educação básica temos dois pilares, o do ensino fundamental e o do ensino médio, e as propostas abordadas são bem diferentes. A do fundamental usa uma ciência mais homogênea, já a do médio usa uma ciência mais heterogênea, mais específica, ou seja, uma separação por área do conhecimento.

No ensino fundamental acontece uma separação do estudo da ciência: é que os alunos do 6º ano ao 8º ano aprendem uma ciência mais biológica, já os alunos do 9º ano assimilam uma ciência físico-química (CARDOSO, 2013). Amaral (2000), p. 223, em um trecho do seu trabalho, generaliza essa distinção, como mostra a seguir:

[...] preservam-se duas tradições herdadas das décadas anteriores e que contradizem o alardeado princípio da interdisciplinaridade. A primeira delas é que, nas quatro séries iniciais, ocorrem a incidência predominante e relativamente constante dos temas: seres vivos, meio ambiente, recursos naturais, corpo humano e saúde e bem estar. A segunda é que, nas quatro séries finais, há predominância de diferentes campos de conhecimento em cada série: na 5ª série, Geociência [...] na 6ª e 7ª séries, Biociências, na 8ª série Física e Químicas tratadas em blocos independentes.

O autor destaca bem esse agrupamento no ensino fundamental, fato que não acontece no ensino secundário. No ensino médio, a ciência é vista de uma outra forma, cada campo nas Ciências Naturais ganha o seu espaço, ou seja, Física a ciência que estuda o comportamento do Universo, Química a ciência que estuda a

composição, estrutura e propriedades da matéria e a Biologia a ciência que estuda os seres vivos. Em todo esse contexto e níveis de ensino, a criação de novas metodologias no processo de ensino aprendizagem é de fundamental importância, pois o campo científico exige uma abstração sem limites. Em relação às atividades experimentais, a sua relevância não se restringe a um nível de ensino, ou seja, ao ensino fundamental ou médio, o destaque tem a mesma intensidade.

Vimos o potencial que essas atividades proporcionam, então alguns autores destacam essa eventualidade “Aqueles tarefas (atividades práticas) educativas que requerem do estudante a experiência direta com o material presente fisicamente, com o fenômeno e/ou com dados brutos obtidos do mundo natural ou social” (ANDRADE E MASSABNI, 2011, p. 840)

Os mesmos (ibidem, 2011), expõem de maneira simples a ação dos alunos com os valores obtidos experimentalmente, ou seja, que os estudantes tenham possibilidade de extrair valores a partir do fenômeno estudado. Para Piaget (1972): “Os estudantes adquirem muito mais conhecimento através de situações concretas, e as experimentações constituem um grande instrumento de aprendizagem, pois através delas os alunos observam, pensam e agem”.

O autor relata ainda mais essa importância da experimentação, destacando como instrumento de aprendizagem no processo de ensino, independentemente do nível de ensino.

Nos parágrafos anteriores percebemos a importância de um planejamento para a eficácia de uma atividade experimental. A relação entre os conceitos teóricos e práticos devem ser fundamentados, investigados com métodos e técnicas, como afirma Cruz (2008), p. 08:

As atividades têm que estar relacionadas a conteúdos procedimentais, atitudinais e conceituais. Devemos nos preocupar com a veracidade dos conceitos que estão sendo passados, da mesma forma com os conteúdos procedimentais, como: métodos para o trabalho de investigação, técnicas gerais de estudo, estratégias de comunicação, estabelecimento de relações entre os conceitos e destrezas manuais. Em relação a estes conteúdos o aluno é convidado a refletir sobre qual o motivo de realizar certas ações. Quanto aos conteúdos atitudinais, referimo-nos aos sentimentos, valores que os alunos atribuem a determinados fatos, normas, regras, comportamento e atitudes e tudo isto depende da postura do professor, sua coerência e adequação.

2.3 - EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA.

Tem-se agora que delimitar o processo de experimentação para o Ensino de Física. Na seção anterior, explanamos esse processo de um modo geral no ensino de ciências naturais, destacando a importância desta prática pedagógica. No ensino de física, essa prática experimental ganha uma importância cada vez maior, pois as teorias aprendidas em sala de aula requerem altas doses de subjetividade por parte dos alunos. Vários fenômenos são difíceis de serem compreendidos com uma simples aula teórica, por exemplo conteúdos como: Ondas Mecânicas e Eletromagnéticas, Óptica, Indução Eletromagnética, Capacitores, Resistores entre outros.

O Ensino de Física na educação básica tem passado por diversos desafios, como estratégias de ensino que não motivam e contribuem para a insatisfação dos alunos com a Física. A Física está entre as disciplinas com maior índice de rejeição na educação básica. Isso se deve ao ensino mecânico, tradicional e focado em resoluções e reproduções de exercícios, Física mais matemática do que ciência. O ensino tradicional, desde a educação básica até o ensino superior, vem se tornando pouco eficiente, tanto para os professores e alunos, quanto para atender às expectativas da sociedade. Vários trabalhos estão sendo feitos ao longo dos anos com a finalidade de melhorar o ensino, mas mesmo assim encontramos uma resistência a essa prática tradicional e mecânica. Uma das estratégias de ensino que tem sido bastante utilizada, tanto na referência literária como na prática em muitas escolas, são as atividades experimentais nas aulas de Física (BORGES, 2002). Esses experimentos no Ensino desta são destacados nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) por meio do Ministério da Educação do BRASIL (2002), p. 84 que afirma:

É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo o próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição de conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável. Isso inclui retomar o papel da experimentação, atribuindo-lhe uma maior abrangência para além das situações convencionais de experimentação em laboratório [...]. Experimentar pode significar observar situações e fenômenos a seu alcance, em casa, na rua ou na escola. [...]. Pode também envolver desafios, estimando, quantificando ou buscando soluções para problemas reais.

A citação dos (PCN's) mostra o valor das atividades experimentais não só como uma melhoria no ensino de Física, mas sim na construção do conhecimento, no desenvolvimento da curiosidade, no ato de indagar e questionar os conhecimentos

científicos adquiridos. Essa prática pedagógica realmente atrai o público-alvo torna-se um método de ensino mais atrativo; aprender tal ciência visualizando os conceitos na prática se torna diferente de imaginar esses fenômenos mentalmente. A mecânica aplicada (experimentação) aproxima mais os alunos, pois estes observam esses fenômenos no cotidiano e conseguem enxergar o movimento físico aprendido em sala de aula e fazem essa ponte de ligação entre teoria e prática. Então, percebemos que as atividades experimentais são sem dúvida uma prática pedagógica, com um valor e um potencial extraordinário a ser cada vez mais explorado no campo da ciência em geral. Outras metodologias também são eficazes nesse processo de ensino aprendizagem, mas voltaremos a nossa atenção e foco às atividades experimentais com o objetivo de uma melhoria no ensino da mecânica clássica. A abordagem experimental no ensino de física proporcionará aos alunos uma visão fenomenológica, uma visão curiosa, o que de fato levará o aluno a entender o fato ocorrido (R.JÚNIOR, 2011).

O texto supra citado corrobora a relevância dos experimentos na cognoscitividade da Física Newtoniana; para Gaspar e Monteiro (2005) p. 227, as demonstrações fáticas são enfáticas: “A partir da década de 1970, começaram a surgir em todo mundo museus e centro de ciências, locais onde as demonstrações experimentais são o centro da atenção e do encantamento de seus visitantes (...)”.

Observou-se, então, que a partir da década de 70 houve o surgimento de centros de ciências, locais onde as experimentações eram observadas. Isso foi de grande destaque para a temática supratranscrita, pois o encantamento dos alunos era surpreendente, mas esses centros, museus têm que ser trazidos à escola, local onde a formação é enfática na vida do cidadão. Então, essa transição desses museus científicos para o ambiente escolar se deve a experimentação no ensino de ciências.

O uso de experimentos didáticos, seja em laboratórios ou em sala de aula, é uma importante ferramenta no ensino de física, onde o processo de aprendizagem se torna mais produtivo. Esses experimentos didáticos estão focados na Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Enfatizar-se-á um pouco sobre a teoria deste, que tem como principal conceito (AUSUBEL apud MOREIRA 2009, p. 08):

“Um processo através do qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não-litera) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de "conceito

subsunção" ou, simplesmente "subsunção", existente na estrutura cognitiva de quem aprende".

A aprendizagem significativa acontece quando o aluno consegue colocar um significado ao que está sendo aprendido. Sendo assim, uma aprendizagem que não está relacionada ao conhecimento prévio do aluno, ou seja, um conhecimento pessoal, um conhecimento arcaico mas com fundamentos, deixa de ser uma aprendizagem significativa para ser uma aprendizagem mecânica, como afirma autor anterior na obra citada (pp. 09-10): "Novas informações são aprendidas praticamente sem interagirem com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, sem ligarem-se a conceitos subsunções específicos".

Para que aconteça a aprendizagem significativa, os mesmos educadores (p. 65) propõem que a sequência a ser ministrada do conteúdo passe por dois processos básicos, o primeiro a diferenciação progressiva:

"O princípio segundo o qual as ideias e conceitos mais gerais e inclusivos do conteúdo da matéria de ensino devem ser apresentados no início da instrução e, progressivamente, diferenciados em termos de detalhe e especificidade".

Em consonância, o segundo processo é a reconciliação integrativa (*Op. Cit.* p. 65): "O princípio programático segundo o qual a instrução deve também explorar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças importantes e reconciliar discrepâncias reais ou aparentes".

A consolidação da aprendizagem significativa está relacionada a conceitos anteriores, ou seja, é preciso que existam conceitos subsunções na estrutura cognitiva do aluno, para que os novos conteúdos sejam adquiridos. De acordo com os processos de Ausubel, os conteúdos e as práticas pedagógicas devem ser introduzidos aos alunos de maneira progressiva e programática, destacando sempre os conhecimentos prévios.

O processo de experimentação no ensino de física está em concordância com a teoria de Ausubel. A relação entre teoria e prática (experimentação) nada mais é que um processo de diferenciação progressiva. A efetivação e explicação de um fenômeno, através de um experimento do conteúdo visto em sala de aula é aprendido usando os conhecimentos adquiridos na teoria. Então, a elaboração de atividades experimentais proporciona uma aprendizagem real e se distancia de uma aprendizagem mecânica. Um bom exemplo é o professor estar ministrando uma aula

sobre Espelhos usando apenas o livro didático, isso se tornará uma aprendizagem mecânica, porém os alunos estão adquirindo um conhecimento prévio desse conteúdo, mas que será consolidado com os experimentos didáticos em laboratórios ou na própria sala de aula, tornando-se assim uma aprendizagem significativa.

Mormente essa prática educacional realmente atrai o público-alvo, pois de um modo geral, as aulas mecânicas ministradas nem sempre são bem sucedidas, tornando-se assim desmotivantes e ineficientes para o aprendizado do aluno. Essa metodologia experimental não serve apenas para atrair e fixar o aluno nessa nova atividade, mas tenta aproximar da realidade científica a realidade física e utiliza desse artifício para construir um conhecimento mais próximo dessa realidade (MORAES E JUNIOR, 2015). Além disso, processos experimentais podem facilitar na construção do novo conhecimento quando relacionados aos conhecimentos anteriores dos alunos. De acordo com Campos (2012) p. 05, tem-se:

As atividades experimentais permitem aos alunos o contato com o objeto concreto, tirando-os da zona de equilíbrio e colocando-os em zona de conflito, construindo mais conhecimentos e posteriormente retornando a zona de equilíbrio.

O autor afirma, ainda, que as atividades experimentais refazem o pensamento do aluno, torna-o mais subjetivo, mais crítico e retornando ao estudo teórico da física com um raciocínio mais abrangente.

Nos parágrafos anteriores percebe-se que as opiniões de alguns autores sobre a importância das atividades experimentais no ensino de física. As dificuldades no processo de ensinar física têm seus destaques. Ensinar não é algo simples, não é apenas transferir o conhecimento e fazer com que os alunos de maneira espontânea e facilitadora consigam entender o conteúdo passado. Ensinar é diferente, é transferir o conhecimento de forma inovadora, usando metodologias que tenham o objetivo de facilitar e encantar a aprendizagem. O docente tem que ser um mediador e não o centro das atenções, pois deve existir uma interação entre o aluno e o professor. Em relação à física isso é visto em muitas escolas, ou seja, o docente detém o poder que os alunos possam se encantar ou ignorar a dinâmica clássica. Nessa seção, percebe-se que as aulas tradicionais estão longe de atrair o público-alvo, devido a isso uma dificuldade é implantada no processo de ensino aprendizagem de física, o comodismo a não busca por caminhos novos, por novas metodologias e novas práticas. O domínio

da matéria ensinada não é o bastante, é preciso saber transmitir de forma inovadora, dispensando assim atividades mecânicas e atividades repetitivas. Existem múltiplas maneiras de ensinar física, cabe ao docente se impor a praticar essas novas maneiras. Nascimento (2010), p. 16 em sua monografia afirma que:

Pode-se encontrar maneiras mais eficazes de transmitir essa disciplina. Além disso, o ensino de Física deve estar estruturado de tal forma que permita ao professor trabalhar melhor (ensinar com facilidade) e ao aluno aprender melhor (absorver o que lhe foi ensinado). Quais são as variáveis que garantem um ensino assim? Algumas delas são melhores condições de trabalho e de vida para professores e alunos, laboratórios razoavelmente equipados e alguns recursos audiovisuais. Além disso, é indispensável um programa curricular bem estruturado.

De acordo com o autor, o objetivo é ensinar melhor, é ensinar com facilidade e fazer com que o discente absorva o conhecimento de uma forma reflexiva, através de variáveis como laboratórios, recursos, trabalho de campo, tornando assim um atrativo pela a física. Entre essas variáveis estão as atividades experimentais e o uso da tecnologia, então a junção de experimentos com o uso da tecnologia é uma ferramenta poderosa para tornar o ensino algo fantástico.

Essa busca sensata por novas práticas pedagógicas se deve justamente a esse grande número de rejeição pelo tema abordado. Um grande número de docentes de Física destaca a dificuldade que encontra em lecionar essa disciplina. Uma porcentagem alta de alunos não consegue compreendê-la na sua vida cotidiana, e muitos destes terminam o ensino médio sem compreender o fundamento de estudá-la. Pouquíssimos conseguem se posicionar sobre assuntos que exijam o mínimo de conhecimento dessa disciplina (NASCIMENTO, 2010). A Física está relacionada às necessidades básicas dos seres humanos, está condicionada ao indivíduo exercer o seu papel de cidadão na sociedade. Por estes motivos, cabe aos docentes encontrar novas maneiras para ensinar Física, pois o número de rejeição pode subir e dificultando assim a formação científica do indivíduo. Por que a Física é uma disciplina tediosa e odiada por muitos alunos? Por causa do modo como é lecionado, muito simbolismo, muitas equações e fórmulas, muita matemática, muita imaginação e pouca concretização. Essa concretização que é o passo fundamental para o amadurecimento e o desenvolvimento do aluno no campo científico, essa efetivação da teoria na prática é o que falta para entender o simbolismo, as equações e a matemática por trás de um fenômeno físico. Então, uma maneira inovadora considerada por muitos autores para a melhoria desse ensino é a experimentação

com materiais alternativos, e uma ótima concepção seria essas atividades experimentais junto com o uso da tecnologia.

As atividades experimentais refletem uma melhoria no processo de ensino aprendizagem, mas também podem se tornar algo mecânico, como assim? As atividades podem ser resumidas em algo como se fosse uma receita de bolo, ou seja, para serem simplesmente executadas, reforçando assim o caráter dogmático de uma aula tradicional, provando aquela teoria exposta nos livros didáticos (NASCIMENTO, 2010). Mas o objetivo experimental não é esse, e sim criar momentos de reflexão, momentos de críticas, fazer com que o aluno seja construtor de conhecimentos e descobridor de leis e princípios científicos, fazer formulações, coletar e registrar os dados corretamente e analisar bem os resultados. Com esses artifícios sendo expostos corretamente, o progresso e o benefício da aprendizagem de física se torna um aliado fundamental.

De um modo geral explanaremos o fundamentalismo das atividades experimentais, e a diferenciação das aulas expositivas. Em resumo, destacaremos aqui essa metodologia como proposta de trabalho.

Figura 1: Aula expositiva x Atividade experimental. <http://www.rbranco.com.br//>



A figura 1 nos mostra na prática essas duas metodologias, e constatamos a desigualdade no processo de ensino. A primeira imagem mostra uma superioridade do professor, um distanciamento dos alunos, uma falta de interação entre docente e discente, uma aula apenas utilizando o quadro branco e uma sala de aula bastante ampla. Já na segunda imagem mostra um envolvimento dos alunos, mostra a realização de uma atividade experimental de Física, mostra o interesse de aprender fazendo, aprendendo na prática algo já visto na teoria e uma sala de aula menos sofisticada que a primeira. Em geral a superioridade que o campo experimental traz para o ensino de Física é sem dúvida algo realístico.

A experimentação no ensino de ciência em geral tem atraído pesquisadores e estudiosos, destacando o valor desses procedimentos. Esses trabalhos experimentais desenvolvidos na escola tiveram sua origem nos laboratórios das universidades, ou seja, estudiosos incorporaram essas atividades à educação básica, com o propósito justamente de melhorar a aprendizagem do conteúdo científico. Muitos docentes usam essa técnica de ensino com o passar do tempo (CASSARO, 2012). Essas práticas pedagógicas contrárias ao ensino tradicional, como o próprio experimento, tiveram início lá na escola construtivista de Piaget, que reverencia bem essa diferença entre a tradição da decoreba e a construção metódica. A crítica ao método tradicional e o surgimento de novas propostas pedagógicas implicaram a mudança de um comportamento didático sugerido por Jean Piaget. A tabela abaixo mostra bem essa dessemelhança, entre os dois tipos de escolas, a diferença entre os professores o público-alvo, observando todo o contexto.

Tabela 01: Dois tipos de Escola.

DOIS TIPOS DE ESCOLA O ENSINO TRADICIONAL E O CONSTRUTIVISTA

A Tradição da Decoreba	A Construção Metódica
Aluno: É visto como depositário e alvo das informações	Aluno: É tomado como um ser pensante, com desenvolvimento próprio.
Professor: Cumpre o papel do transmissor do conhecimento.	Professor: Procura ser um orientador que facilita a aprendizagem criando situações estimulantes e motivadoras de resposta.
Escola: É o lugar onde se reproduz a herança cultural.	Escola: É o espaço para a transmissão do saber e integração do indivíduo à sociedade e a cultura.

De acordo com a tabela 01, vê-se que na escola construtivista o aluno é um ser pensante com desenvolvimento próprio, e o papel de docente é de uma importância gigantesca, deve ser um facilitador, um orientador que deve buscar novos meios de ensinar estimulando e motivando os alunos. Resumindo, atividades experimentais para ensinar Física retratam essa construção metódica, excelente prática de ensino. Um novo método pode ser acoplado a esses experimentos, o uso da tecnologia.

2.4 - O USO DA PLATAFORMA ARDUINO NO ENSINO DE FÍSICA.

Analisamos nas seções anteriores o destaque que a atividade experimental apresenta, mas agora vamos inserir essas atividades junto à tecnologia, ou seja, a programação a softwares. Uma plataforma com um poder extraordinário para auxiliar no Ensino da Física é a Plataforma Arduino. Antes de demonstrar essa utilidade vamos saber a sua definição e suas aplicações. *Vide figura abaixo:*

Figura 2: Arduino Uno. <http://comphaus.com.br/>



A plataforma Arduino é composta por hardware (placa controladora) e software (ambiente de desenvolvimento), ambos muito flexíveis, fáceis de usar e super acessíveis. É uma plataforma prototipagem eletrônica, baseada em micro controladores, que têm a função de desenvolver objetos interativos, como: chaves, leds, controladores de luz, motores, sensor de luz, sensor de fumaça, sensor de temperatura, sensor de presença, travas de portas e assim por diante (PINTO, 2011). De acordo com a figura 2, visualizamos os componentes que compõem o Arduino, são eles: 1. Chip (micro controlador): Pode ser entendido como se fosse um computador encapsulado dentro de um circuito integrado; ele possui dentro de si tudo o que é necessário para ser chamado de computador, então possui uma unidade central de processamento e memória interna; 2. Portas Digitais de Entrada/Saída: São portas de comunicação que permitem operações de entrada e saída; 3. Porta USB: Permite que o chip (micro controlador) se comunique ao computador através dessa porta, ou seja, do software ao hardware gravando na memória interna a programação criada na interface; 4. Portas Analógicas de Entradas: Portas que permitem ler dados

do mundo exterior em forma analógica; 5. Entrada de alimentação: Plugue de alimentação do Arduino que pode variar entre 7 V e 12 V, que também poder ser feita pela porta USB.

Constatou-se o poder que o Arduino tem de criar desde simples sensores até motores e robôs, tudo isso usando uma linguagem (código), que se assemelha à linguagem C e à linguagem C++ criada com uma interface IDE e gravada através da porta USB no chip micro controlador (PINTO, 2011). A figura 3 mostra um exemplo de um código usado para controlar um motor.

Figura 3: Linguagem do Arduino. <http://blog.filipeflop.com/motores-e-servos/>.

```

Arduino:
1  #include <Stepper.h>
2
3  const int stepsPerRevolution = 500;
4
5  //Inicializa a biblioteca utilizando as portas de 8 a 11 para
6  //ligacao ao motor
7  Stepper myStepper(stepsPerRevolution, 8,10,9,11);
8
9  void setup()
10 {
11 //Determina a velocidade inicial do motor
12 myStepper.setSpeed(60);
13 }
14
15 void loop()
16 {
17 //Gira o motor no sentido horario a 90 graus
18 for (int i = 0; i<=3; i++)
19 {
20 myStepper.step(-512);
21 delay(2000);
22 }
23
24 //Gira o motor no sentido anti-horario a 120 graus
25 for (int i = 0; i<=2; i++)
26 {
27 myStepper.step(682);
28 delay(2000);
29 }
30
31 //Gira o motor no sentido horario, aumentando a
32 //velocidade gradativamente
33 for (int i = 10; i<=60; i=i+10)
34 {
35 myStepper.setSpeed(i);
36 myStepper.step(40*i);
37 }
38 delay(2000);
39 }

```

Vários trabalhos estão sendo feitos com essa plataforma com o objetivo da melhoria do processo de ensino aprendizagem de Física. Monografias e dissertações (RODRIGUES, 2014; R.JÚNIOR, 2014; ROCHA, MARRANGHELLO e LUCCHESI, 2014) produzidas com essa finalidade ganham cada vez mais destaque e espaço no campo do ensino. F. Filho, (2015), p. 22 em seu trabalho afirma que:

Neste sentido o uso da placa Arduino-UNO, que é uma plataforma de modelagem eletrônica de hardware aberto de baixo custo, permite que projetos sejam criados por professores, alunos ou qualquer outra pessoa interessada no projeto.

O autor afirma que a placa Arduino pode ser incorporada ao ambiente escolar. Podem ser utilizados vários projetos que os alunos desfrutem dessa tecnologia e aprendam de uma maneira bem interessante. A placa Arduino-Uno possibilita ao professor criar pequenas rotinas de programação para a obtenção de dados, como grandezas físicas: temperatura, tempo, corrente elétrica, intensidade luminosa, tensão etc. (SOUZA, 2011).

Dentre as vantagens dessa plataforma, uma essencial é o download gratuito do software com o objetivo de realizar a linguagem (código) da programação para efetuar a aquisição automática dos valores. O autor Bezerra Jr. (2009), apresenta um experimento na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, com o propósito de demonstrar o uso da tecnologia com softwares gratuitos no Ensino de Física. O fenômeno consiste em medir a frequência de uma onda estacionária gerada em uma corda vibrante utilizando dois leds infravermelhos, um emissor e o outro receptor ligados à placa Arduino. No software podem ser digitadas algumas grandezas sobre a corda, como densidade, tensão, então com uma linguagem (código) simples os leds fazem a leitura da frequência da onda.

No que diz respeito ao Ensino de Física essa plataforma se mostra muito interessante, tem grande aplicabilidade faz leitura de diversos tipos de sensores e leds, então uma vasta ciência pode ser programada e executada, ou seja, basicamente é um sistema que lê sinais elétricos em sensores expostos ao ambiente a partir de suas portas digitais e analógicas. Diversos experimentos no campo da Física podem ser feitos utilizando o Arduino, desde mecânica com os movimentos dos corpos ao eletromagnetismo com circuitos elétricos (MARTINAZZO et. al. 2014). Os mesmos afirmam que:

O Arduino é uma plataforma de hardware open source, de fácil utilização, ideal para a criação de dispositivos que permitam interação com o ambiente, dispositivos estes que utilizem como entrada sensores de temperatura, luz, som etc., e como saída leds, motores, displays, autofalantes etc., criando desta forma possibilidades ilimitadas.

De acordo com a citação, é impressionante o poder que essa plataforma pode trazer para o campo da pesquisa em Ensino de Física. Mais um contribuinte nessa perspectiva de avanço na educação.

Em mais um projeto utilizando o Arduino, descrito pela autora (CAVALCANTE, 2013), o fenômeno de ressonância de ondas mecânicas estacionárias utilizando um tubo de Kundt estudado de tal maneira que as ondas de diversas frequências são emitidas pelo computador através de um microfone externo e são enviadas ao tubo por uma extremidade, um microfone está instalado no interior do tubo que está conectado à placa Arduino. A visualização das intensidades sonoras são observadas por um software *simplot*, já o espectro de frequência é observada pela interface do próprio Arduino.

Outro trabalho encontrado na literatura efetiva ainda mais essa capacidade de transformar o Ensino de Física. Na obra de Cavalcante, Tavolaro e Molisani (2011), é realizado um experimento demonstrando o processo de carga e descarga de capacitores em um circuito RC associado em série, e ligado através da placa Arduino. Neste experimento foi utilizado a plataforma computacional livre do próprio Arduino para visualizar os gráficos.

Em concordância com as obras citadas e os trabalhos apresentados explorando essa plataforma, verificamos o potencial do ponto de vista científico e educativo. É surpreendente o número de experimentos que podem ser feitos com essa *simples* placa; podemos trabalhar com qualquer grandeza física isso é o mais fascinante. Numerosos sensores estão disponíveis com a finalidade de realizar qualquer fenômeno na área da Física, conectados à placa Arduino e executando uma linguagem de processamento. Segundo F. Filho (2015) p. 24, temos:

A placa Arduino-Uno utiliza uma interface muito prática para aquisição de dados, sendo usada para controle de vários dispositivos de laboratórios. Por ser uma placa de hardware open source e difundida em todo o mundo, é utilizado por várias comunidades de ensino e pesquisa, pois possibilita a troca de experiências e elaboração de projetos.

O ambiente escolar pode ser essa comunidade de ensino, a ser um local de utilização contínua da placa Arduino, não só por professores de Física, mas sim por professores de ciências em geral.

O projeto dessa dissertação é composto por um experimento sobre mecânica e a aplicação da placa Arduino. O experimento consiste em um trilho de ar em que são utilizados leds e sensores LDRs conectados à placa Arduino. Esses leds ficam na mesma direção que os sensores, em que estes são sensíveis à luz, de modo que cada

vez que um corpo móvel deslizando sobre o trilho de ar interrompe a passagem de luz entre o led e o sensor, um sinal é enviado para iniciar ou parar um programa contador que determina os intervalos de tempo. Os dados são analisados e visualizados na interface do Arduino. Com os dados temporais podemos calcular grandezas físicas, como velocidade, aceleração.

No projeto usou-se o sensor LDR, um dos inúmeros sensores que podem ser conectados à placa Arduino. Esses sensores são responsáveis por enviar sinais à placa que por sua vez faz a leitura no software. No próximo capítulo especificamos o uso do sensor LDR no nosso trabalho.

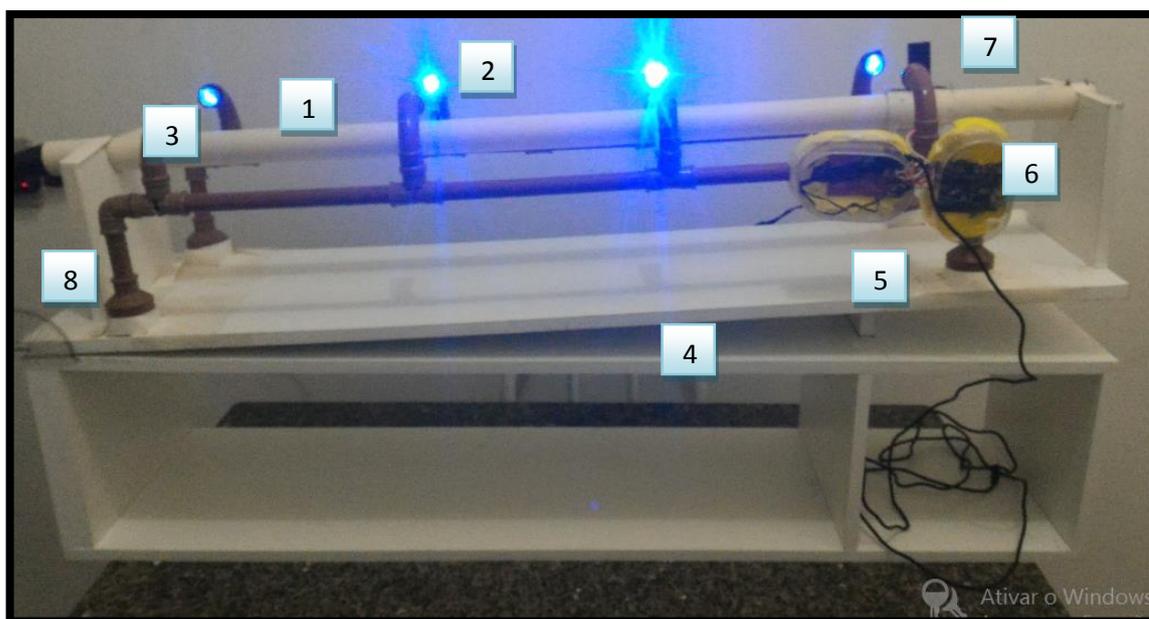
3. DESCRIÇÃO DO PROTÓTIPO EXPERIMENTAL

Nesta etapa apresentou-se a construção do experimento, de forma detalhada e simplificada, demonstrando os instrumentos usados e os procedimentos experimentais propostos no experimento.

3.1 - APRESENTAÇÃO GERAL DO PROTÓTIPO EXPERIMENTAL

O experimento é constituído de uma base de madeira móvel e uma fixa, um cano de pvc de 1,20 m com orifícios minúsculos simetricamente dispostos por onde sai o ar, um aspirador de pó (adaptado como um compressor de ar), leds, sensores LDR, placa Arduino e carrinhos de pvc. A placa Arduino é ligada a porta USB de um computador, onde irá registrar as medidas temporais acusadas pelo os sensores. Ver figura:

Figura 4: Aparato Experimental.



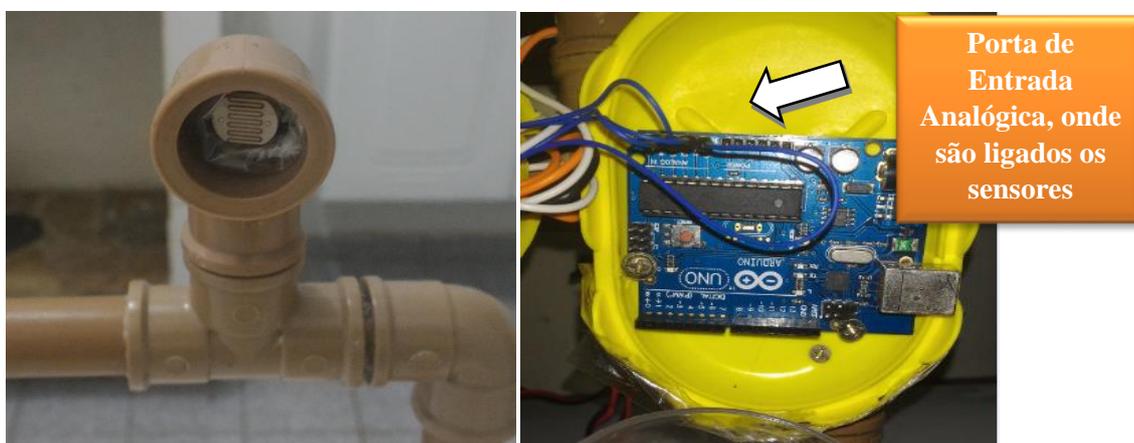
Legenda da figura 4: 1. Trilho de Ar (cano de esgoto de 40 mm x 1,20 m); 2. Led; 3. Sensor LDR embutido; 4. Base Fixa; 5. Base Móvel; 6. Placa Arduino; 7. Carrinho de PVC; 8. Transferidor.

A figura 4 mostra o esquema geral do experimento para duas atividades distintas: MRU e MRUV. Os dois experimentos consistem em reproduzir o movimento

de um carrinho em torno de um trilho de ar circular feito de cano de pvc, em uma trajetória retilínea, onde registramos as posições e os tempos medidos através dos sensores LDR conectados à placa Arduino, com a intenção de descrevermos suas principais características. Os experimentos devem ser realizados em uma superfície plana e em um ambiente com uma luminosidade mediana, pois os sensores captam a presença ou a ausência de luz.

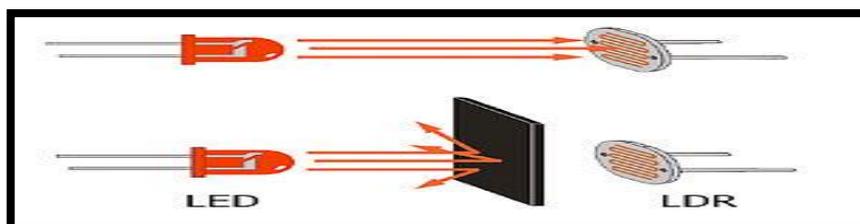
A figura 5 mostra a ampliação do sensor LDR embutido e a placa Arduino protegida por uma caixa transparente. Ver figura:

Figura 5: Sensor e a Placa Arduino.



Apresentaremos agora detalhadamente como ocorre a marcação temporal do carrinho sobre o trilho. Na plataforma Arduino, criamos um código computacional em que um cronômetro é disparado, então o carrinho quando passa por estes sensores que são sensíveis à luz intercepta o feixe de luz, parando assim o cronômetro. O sensor registra a ausência de luz, isto é, quando o móvel cruzar ele vai parar de capturar a luz proveniente do led e enviar um sinal ao software. Como mostra a figura 6, o led está direcionado ao sensor e essa leitura é concretizada no software. Logo, ao passar por dois sensores, tem-se um intervalo de tempo, figura 6.

Figura 6: Led, Sensor e Anteparo. <http://learning.media.mit.edu/projects/>.



De acordo, com a figura 6 o led emitindo feixe de luz ao LDR significa que o cronômetro está disparado, quando o anteparo (carrinho) bloqueia essa passagem de luz interrompe o cronômetro, gravando assim intervalos de tempo. A figura 6 estampa esses quatro sensores.

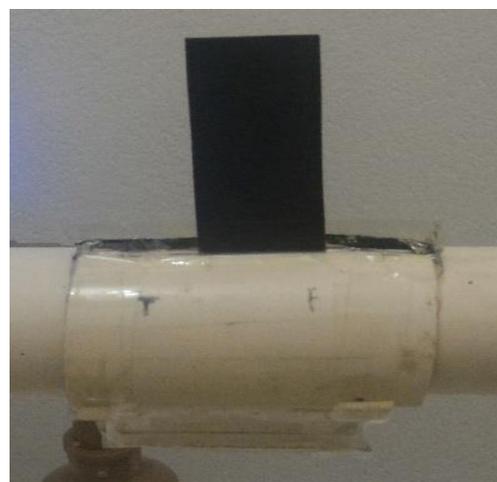
Para interceptar essa luz no sensor, o carrinho foi construído com algo semelhante a uma barbatana (anteparo) na cor escura na parte de cima. A imagem abaixo demonstra a construção do carrinho. Ver figura:

Figura 7: Carrinho de PVC.

a) Contrapeso



b) Carrinho com o bastão de cartolina.



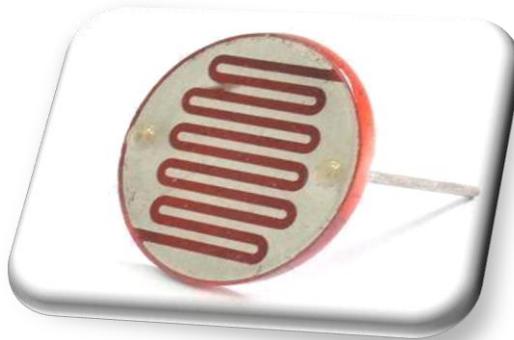
De acordo com a figura 7, observamos um contrapeso. Um peso equivalente à carga, no caso o carrinho. Isso faz com que ele não gire em torno do seu próprio eixo, impedindo assim um erro na leitura dos sensores. Utilizou-se o mesmo material do trilho e do carrinho para fazer esse contrapeso.

3.2 -SENSOR LDR

Utilizamos este tipo de sensor em nosso protótipo. É um sensor dependente de luz em que varia a sua resistência de acordo com a luz emitida em sua direção. É um componente eletrônico sensível à luz que tem por finalidade limitar a corrente elétrica que passa por ele, fazendo assim também um papel de um resistor comum, sendo que a diferença é que ele é um resistor variável dependente da luz. A intensidade luminosa varia de maneira inversamente proporcional com a resistência, ou seja, quanto maior a intensidade luminosa emitida na superfície do sensor menor a

resistência à passagem da corrente. Existem inúmeras aplicabilidades no campo da eletrônica com esse sensor, que poderemos trazer para o campo da educação, para o ambiente escolar e realizar vários experimentos científicos. Ver figura:

Figura 8: Sensor LDR. <http://www.globalsources.com//>



O objeto de estudo dessa dissertação conta com um experimento sobre mecânica que emprega o sensor LDR. Nesse caso os sensores serviram com o objetivo de parar um cronômetro ligado na interface Arduino, isto é, leds emitem feixes de luz na direção dos sensores. Quando um objeto móvel passa por eles interrompe o feixe de luz incidente na superfície do sensor, provocando assim intervalos de tempo entre os sensores.

3.3 - PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS PROPOSTOS

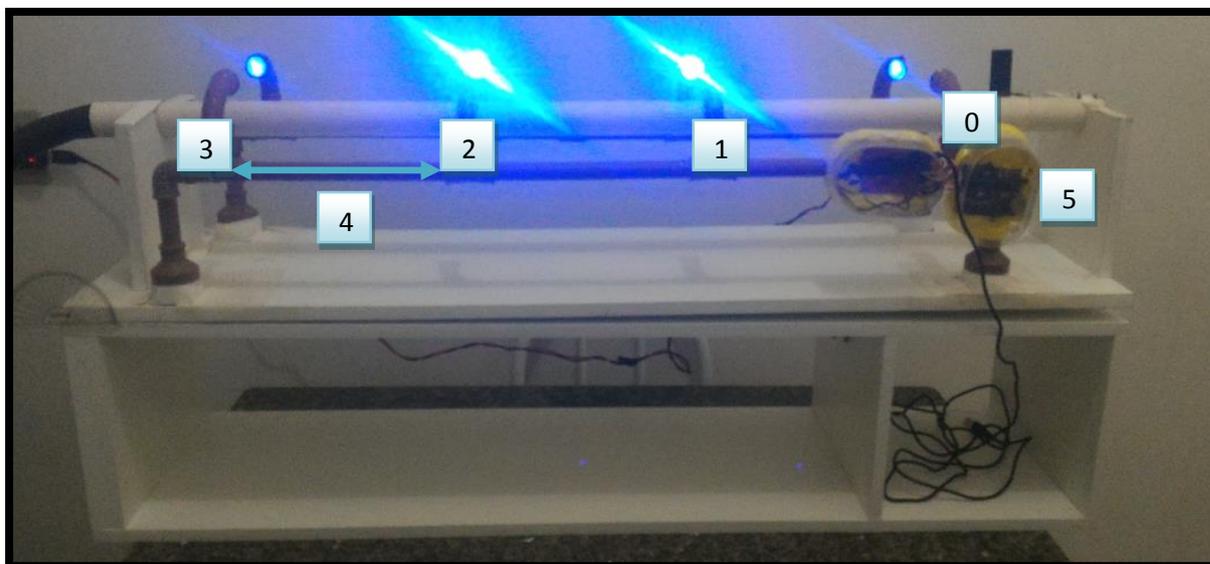
O objetivo nuclear se resume à cinemática, precipuamente em Movimento Retilíneo Uniforme e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado. Então, duas atividades experimentais são propostas: MRU e MRUV com o objetivo de descrever as características desses tipos de movimento.

3.3.1 Atividade Proposta de MRU

Essa atividade proposta conta com o objetivo geral de investigar o movimento descrito pelo corpo isento de força resultante através de medidas de tempo, e com os objetivos específicos: verificar a uniformidade da velocidade do carrinho com o passar do espaço e do tempo, verificar a influência no movimento da camada de ar sobre o trilho (cano) e analisar os gráficos espaço x tempo e velocidade x tempo.

Como o aparato experimental possui uma base móvel e uma base fixa, para a realização da atividade de MRU, a base móvel tem que estar alinhada com a base fixa, ou seja, não possuir nenhuma inclinação com a horizontal. *Vide* a figura 09:

Figura 9: Esquema Experimental de MRU.



Legenda da figura 9: 0. Sensor 0; 1. Sensor 1; 2. Sensor 2; 3. Sensor 3; 4. Distância entre os sensores; 5. Placa Arduino.

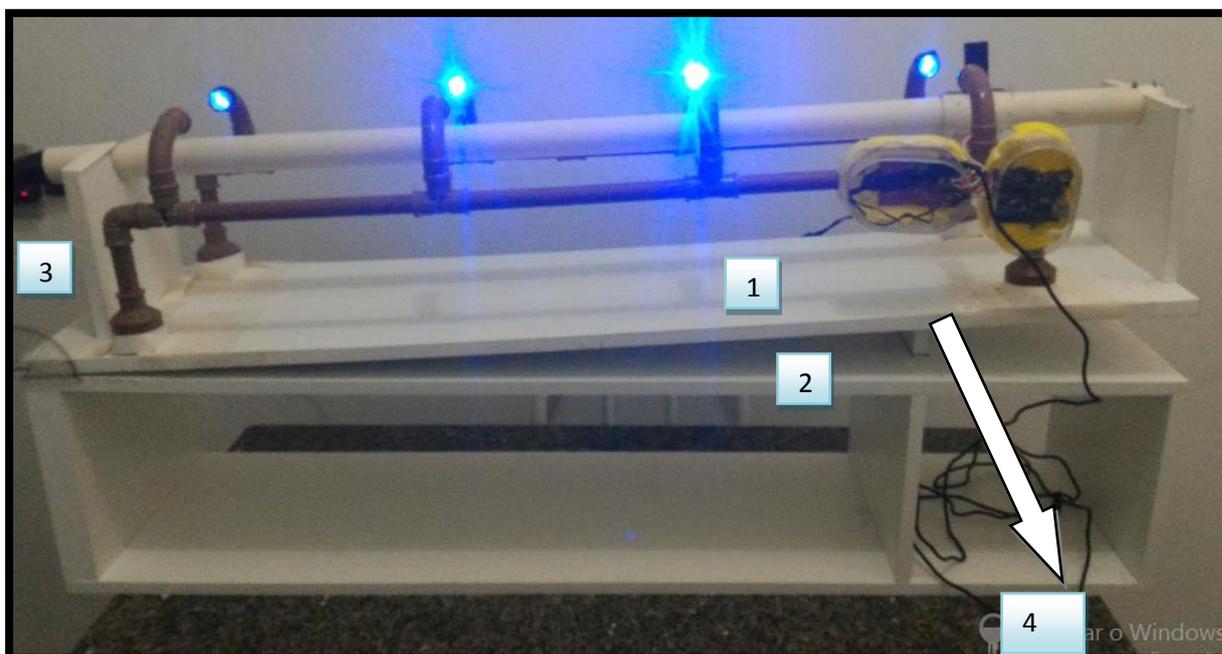
Com esse aparato experimental pronto, ou seja, todos os componentes eletrônicos funcionando juntamente com o fluxo de ar, será proposto que a velocidade escalar média seja calculada entre os sensores 0-1, 1-2 e 2-3, repetindo esse procedimento cinco vezes, com a finalidade de verificar a constância dessa grandeza.

3.3.2 Atividade Proposta de MRUV

Essa atividade proposta conta com o objetivo geral de investigar o movimento descrito pelo carrinho quando submetido a uma força, e com os objetivos específicos: verificar se a aceleração escalar se mantém constante com o passar do tempo, verificar a influência no movimento da camada de ar sobre o trilho (cano), analisar e comparar os resultados com duas inclinações diferentes $\alpha = 5^\circ$ e $\alpha = 10^\circ$ e analisar os gráficos espaço x tempo e aceleração x tempo.

Agora o aparato experimental será um pouco diferente. A base móvel será inclinada em dois ângulos distintos, $\alpha = 5^\circ$ e $\alpha = 10^\circ$ em relação à base fixa, fazendo com que o esquema experimental se assemelhe a um plano inclinado. Ver figura:

Figura 10: Esquema Experimental de MRUV.

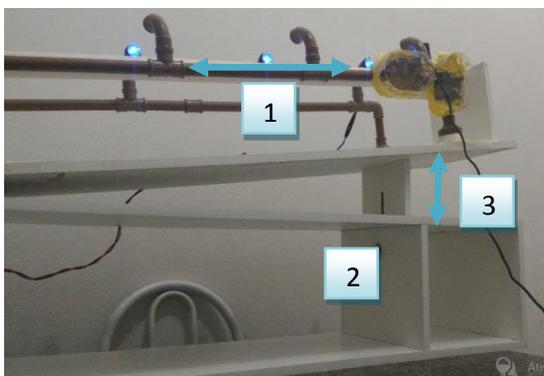


Legenda da figura 10: 1. Base Móvel; 2. Base Fixa; 3. Transferidor; 4. Elevador.

Essa base móvel vai fazer o papel de um plano inclinado que vai ser levantado por um elevador de madeira, e com a ajuda de um parafuso ajustamos a posição que quisermos, ou seja, na outra extremidade da base fixa está acoplado um transferidor que vai indicar o ângulo de inclinação entre a base fixa e a móvel. O elevador chega a uma altura no máximo de 16 cm e o ângulo varia entre 0° e 12° . Ver figura:

Figura 11: Aparato Experimental de MRUV

a) Primeira Vista do Aparato.



b) Segunda Vista do Aparato.



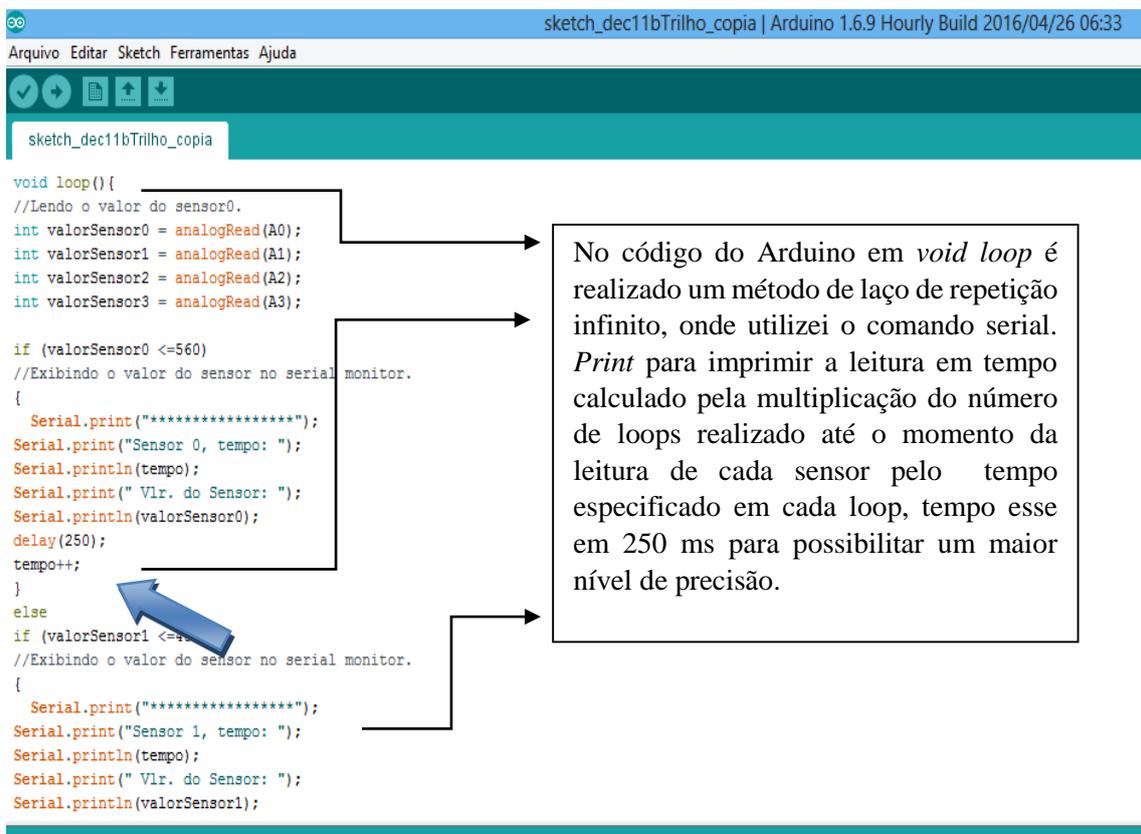
Legenda da figura 11: 1. Distância entre os sensores; 2. Parafuso: Posição ajustável; 3. Posição ajustável chegando até 16 cm; 4. Elevador (Suporte de madeira que suspende a base móvel do aparato experimental, em uma inclinação desejável de 0° até 12° e que chega a uma altura de 16 cm).

Com esse aparato experimental pronto, ou seja, todos os componentes eletrônicos funcionando juntamente com o fluxo de ar, será proposto que a aceleração escalar média seja calculada entre os sensores 0-1, 0-2 e 0-3, repetindo esse procedimento três vezes para os dois ângulo distintos $\alpha = 5^\circ$ e $\alpha = 10^\circ$, afim de encontrar uma aceleração aproximadamente constante. Fazer uma comparação entre as duas acelerações encontradas e debater sobre os resultados encontrados.

3.3.3 Atividade Proposta na Interface Arduino

Para fazer a marcação temporal nos experimentos de MRU e MRUV, uma aula sobre manusear o software Arduino será ministrada com os alunos, com o objetivo de que eles manipulem o básico para que os sensores façam a leitura temporal. Nosso objetivo maior é que os discentes assimilem a interface, com o propósito de usar o comando delay, comando este que é responsável pelo tempo de resposta do sensor para fazer a leitura temporal. Ver figura:

Figura 12: Linha de Código do Arduino



No código do Arduino em *void loop* é realizado um método de laço de repetição infinito, onde utilizei o comando serial. *Print* para imprimir a leitura em tempo calculado pela multiplicação do número de loops realizado até o momento da leitura de cada sensor pelo tempo especificado em cada loop, tempo esse em 250 ms para possibilitar um maior nível de precisão.

Na figura 12 a seta azul destaca o comando delay (tempo de espera para o sensor fazer a leitura temporal). O termo void loop é o ponta pé do cronômetro, ou seja, cada sensor inicia seu void loop, inicia sua contagem como se fosse uma contagem infinita, isso recebendo a intensidade luminosa dos leds. Quando esses sensores recebem uma variação na intensidade luminosa, isto é, quando o carrinho passar por eles, utiliza-se o comando serial print, para fazer com que a leitura do tempo calculado seja a multiplicação do número de loops realizado até o momento da leitura de cada sensor pelo tempo de cada loop, ou seja 250 ms. Esses 250 ms é o tempo de resposta de cada sensor. Nos resultados das atividades esclarecemos mais essa marcação temporal.

Esse tempo de resposta vai mudar de uma atividade experimental para a outra atividade. Na atividade experimental de MRU, os alunos irão colocar em delay o próprio tempo de resposta 250 ms, pois se trata de um movimento do carrinho mais lento, o carrinho se movimenta devagar. Já na atividade de MRUV como o carrinho se movimentará mais rápido, pois a base móvel será inclinada, então o tempo de

resposta (delay) tem que ser menor, sugerimos um delay de 50 ms. Em resumo, temos:

Atividade Experimental de MRU ➡ **Delay = 250 ms**

Atividade Experimental de MRUV ➡ **Delay = 50 ms**

3.4 - PRODUTO EDUCACIONAL

Esse é o ponto fundamental do presente. O produto é fruto desse Mestrado Profissional em Ensino de Física MNPEF diferente do que se observa no Mestrado Acadêmico, esse produto é um documento extra dissertação com a finalidade de aumentar o benefício de atuação profissional. No nosso caso, Professores de Física, trazendo ferramentas e propostas inovadoras no ensino que o Professor possa utilizar e trazer resultados satisfatórios, aumentando e despertando um interesse no alunado pela a ciência e em especial pela Física.

Os produtos educacionais podem ser: roteiro experimental, cartilha de construção experimental, revista em quadrinhos, aplicativos, um texto para o professor, uma didática inovadora, softwares computacionais etc. Existem inúmeras maneiras de desenvolver o produto, mas a finalidade é centralizada na utilização e desenvolvimento destes nas aulas de Física. Com o produto finalizado, este tem que estar disponível ao professor de Física na rede estadual de ensino básico, então o produto tem que ser bem elaborado para que qualquer professor possa reproduzi-lo sem problemas. Como nos afirma Marcos Antônio Moreira (2015), Coordenador da Comissão Acadêmica do MNPEF/SBF:

MNPEF não tem como foco a pesquisa em ensino de Física, mas sim o desenvolvimento de produtos educacionais, a implementação desses produtos em sala de aula e um relato de experiência dessa implementação. Resultados de pesquisa em ensino de Física há muitos, desde os anos setenta do século passado, mas esses resultados não chegam à sala de aulas de Física, ficam nas revistas. O MNPEF é uma boa oportunidade de trazer esses resultados às aulas de Física. O produto educacional pode ser um aplicativo, um texto para o professor, um vídeo, uma estratégia didática, o uso do computador, do celular, etc., em sala de aula para ensinar Física. As possibilidades são muitas, o importante é inovar, gerar um produto, usá-lo em situação real de sala de aula e relatar (na dissertação) o que aconteceu.

O mesmo cita muito bem o foco real do MNPEF e do produto gerado; esses produtos são a confirmação de pesquisas em Ensino de Física na prática, na realidade

e na situação vivida na escola. O desenvolvimento desses produtos educacionais são ferramentas poderosíssimas, pois vão trazer as pesquisas em Ensino de Física das revistas, das prateleiras para a educação básica, ou seja, para o centro do processo ensino aprendizagem em Física. Então, devido a todo esse contexto a criação e elaboração desses produtos, surgem uma nova maneira de ensinar Física, surge uma esperança concreta, uma esperança em que os indicativos mudem o cenário dos alunos pelo interesse da Física, e que esta ciência ganhe cada vez mais destaque e espaço no panorama da educação básica. Temos que explorar a tecnologia a nossa volta, temos que colocar a escola no século XXI, e não no século XX como algumas escolas ainda permanecem, utilizando giz ou piloto e quadro e aulas tradicionalíssimas e mecânicas. A Física tem que acompanhar essa tecnologia, ou seja, acompanhar os alunos, incorporar a Física ao uso de smartphones, tablets, aplicativos, softwares computacionais de modelagem, animações, simulações e assim por diante. O uso das TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação) podem ser, sem dúvidas, um apetrecho significativo no processo ensino aprendizagem de Física.

O produto gerado por essa dissertação consiste em uma cartilha de construção do experimento que foi realizado e roteiros experimentais das atividades de MRU e MRUV.

Cartilha de Construção do Experimento: Esse manual contará passo a passo como o docente construirá o experimento, da maneira mais simples possível em uma leitura de fácil entendimento. O objetivo dessa cartilha é que o docente não encontre dificuldade para montar e executar o experimento, realizando assim as atividades experimentais com os seus alunos. A construção do aparato experimental está dividida em três partes: 1. Construção do Trilho e da Base: Essa etapa será mais artesanal, ou seja, construir um trilho circular de cano pvc, e fazer pequenos orifícios simetricamente utilizando uma broca minúscula por onde vai sair a camada de ar. A base será um conjunto de fixa e móvel, a base fixa ficará embaixo na horizontal, e a base móvel será acoplada à fixa por dobradiças e levantada por meio de um elevador, que através de um parafuso ajusta-se à inclinação. Toda essa base será construída de madeira; 2. Instalação dos Leds e Sensores na Placa Arduino: Essa etapa vai buscar o lado eletrônico do professor, ou seja, fazer ligações de fios, soldar os componentes eletrônicos na placa, aprender a manusear a placa Arduino, fazer as ligações corretas dos sensores nas portas de entrada analógica do Arduino, fazer as

ligações corretas dos leds, dos resistores e assim por diante; 3. Criação do Código ou da Programação na Interface Arduino: Talvez essa seja a etapa mais difícil para o professor, ou seja, alguns professores não têm a facilidade de mexer com programação, mas a cartilha trará essa linha de código e explicará de maneira simples como funciona, uma linguagem semelhante à linguagem C e C++.

Roteiro Experimental de MRU: O produto educacional também consiste em criar um roteiro experimental para o professor aplicar com os seus alunos a atividade experimental. Esse roteiro guiará tanto o professor como os alunos, e será composto por uma introdução, objetivos, material utilizado e procedimentos. O roteiro mostrará as atividades relacionadas ao experimento de MRU, como calcular a velocidade, como construir o gráfico e como verificar a influência da camada de ar.

Roteiro Experimental de MRUV: Esse roteiro é de maneira análoga ao roteiro do experimento anterior, mudando principalmente nos objetivos e nos procedimentos, com atividades experimentais diferentes com grandezas distintas.

Esse Produto Educacional está na parte final dessa dissertação, no apêndice B.

4. METODOLOGIA

4.1 - PARTICIPANTES

Esse trabalho foi realizado com os alunos do 2º Ano do Ensino Médio da Escola Estadual Professor Afrânio Lages, situada na cidade de Maceió-AL. O objetivo era trabalhar com a turma do 1º Ano pois o projeto trata de conteúdos como cinemática e dinâmica, ambos da matriz curricular da 1ª série. Entretanto, em função do atraso no calendário escolar e outros fatores, fez com que estes alunos não tivessem trabalhado este conteúdo na sua totalidade. Desta forma, adotamos como público-alvo uma turma do 2º Ano, pois estes ainda apresentavam dúvidas sobre os conceitos de MRU e MRUV.

A turma do 2º Ano é uma turma com um grande número de alunos, aproximadamente trinta e cinco alunos. Entretanto, trabalhamos apenas com oito destes alunos. O motivo da escolha foi o espaço físico para a realização da prática. Além disso, indicamos a necessidade de um maior número de protótipos experimentais para o trabalho com turmas maiores. O critério para essa escolha foi exatamente observar um grupo com uma maior dificuldade em compreender conceitos físicos, principalmente esses fenômenos dos movimentos dos corpos. Nas próximas seções descreveremos como as atividades experimentais de MRU e MRUV foram realizadas e o procedimento geral do projeto.

Como se trata de um Mestrado Profissional em Ensino de Física, a Escola permanecerá com um documento (produto educacional) que servirá de sustentação e auxílio para o docente construir e realizar as atividades experimentais propostas com toda a turma. O nosso objetivo nesse projeto, além de produzir esse documento, é demonstrar os resultados alcançados pelos discentes e principalmente observar se os resultados contribuíram para o entendimento do fenômeno, para o entendimento da Física, para o conhecimento e aproximação pelo conteúdo científico.

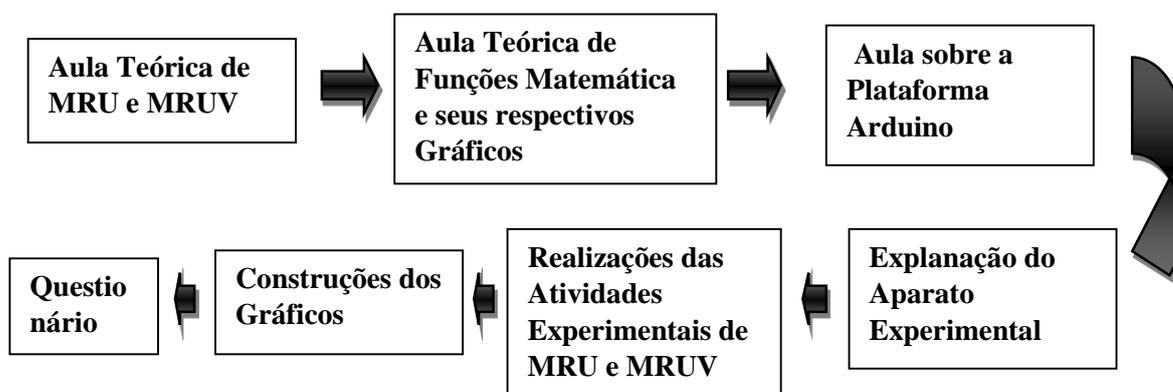
Aos alunos participantes do projeto, um termo de livre consentimento foi apresentado, com o propósito de oficializar o projeto e mostrar as responsabilidades que o projeto propõe. Esse termo deverá conter as assinaturas de cada voluntário e dos seus respectivos responsáveis, expondo que cada participante poderá estar livre

para aceitar ou recusar-se a participar do projeto, que não terá nenhum custo e nem receberá nenhum pagamento. Observar o Anexo.

4.2 - PROCEDIMENTOS

A figura 13 demonstra, de forma geral e sequencial, como o projeto foi realizado, passo a passo. O mapa mostra que iniciamos com uma aula teórica sobre os conceitos básicos de cinemática, ou seja, de MRU e MRUV e terminamos com uma questionário de validação do projeto.

Figura 13: Mapa Sequencial do Projeto.



Iniciou-se com o grupo de alunos algumas aulas teóricas sobre os conceitos de cinemática, em especial MRU e MRUV, lembrando definições, conceitos e fórmulas essenciais. Foram reservadas duas aulas com duração de uma hora cada, tempo suficiente para revisar esses conteúdos. Dando continuidade ao andamento do projeto, destinamos também duas aulas de uma hora para revisar assuntos como: função do primeiro grau, função do segundo grau, estudar os tipos de coeficientes angulares e lineares e seus respectivos gráficos. Terminada essa parte de revisão de conteúdo, registramos uma aula de cinquenta minutos sobre o Arduino, com a finalidade de demonstrar para que serve o Arduino, o que essa plataforma é capaz de fazer e aprender a manusear de forma básica a interface do Arduino. Finalmente chegamos a etapa experimental: em um primeiro momento apresentamos o experimento em si, ou seja, a forma física, a estrutura experimental. Uma explicação foi feita mostrando como o experimento foi criado, quais foram os materiais utilizados, qual a finalidade e o poder aquisitivo que tem para fins educacionais exclusivos para

a Física. Após essa explanação, iniciou-se a realização das atividades experimentais; no primeiro dia atividade experimental de MRU e construção dos gráficos e no segundo dia atividade experimental de MRUV e construção dos gráficos. Por fim aplicamos um questionário mostrado no Apêndice A com o objetivo de colher resultados sobre todo o projeto, por exemplo se os resultados foram satisfatórios para os alunos, se estes compreenderam os fenômenos físicos.

Não se especificou nesse mapa a duração total do projeto, como se deu a divisão das atividades e quais os dias que foram realizadas. A tabela a seguir expõe o início de duração desse projeto e o término, tendo uma duração de aproximadamente vinte dias. Alguns dias as atividades foram realizadas no período vespertino, horário contrário as aulas normais da Escola, e em outros momentos foram realizadas no período matutino mesmo. Ver tabela:

Tabela 02: Divisão das Etapas Realizadas.

<i>Dias de pesquisa</i>	<i>Duração</i>	<i>Tarefa Realizada</i>
05/09	2h	Estudo sobre MRU e MRUV
08/09	2h	Revisão sobre funções e seus respectivos gráficos
18/08	50min	Aula básica sobre a Plataforma Arduino
19/09	2h	Atividade Experimental de MRU e Construções dos Gráficos
20/09	2h	Atividade Experimental de MRUV e Construções dos Gráficos
21/09	50min	Questionário e Entrevista com os Alunos

4.3 - ATIVIDADES EXPERIMENTAIS REALIZADAS

Duas atividades foram propostas nesse projeto: Movimento Retilíneo Uniforme e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado, com o objetivo de compreender o significado físico de cada movimento.

4.3.1 Movimento Retilíneo Uniforme - MRU

O objetivo central desse experimento é estudar as características do movimento com velocidade escalar constante, através de um trilho de ar que minimiza o atrito entre o carrinho e a superfície e observar o movimento descrito pelo corpo isento de força resultante através de medidas temporais. A atividade foi dividida em duas etapas:

Etapa 1: Experimento. A atividade foi executada da seguinte maneira: Observamos se está tudo certo com os componentes elétricos e o fluxo de ar; Colocamos na Interface Arduino o tempo de resposta do sensor (delay) em 250 ms; Com uma fita métrica medimos a distância entre os sensores, 0-1, 1-2 e 2-3, $\Delta S = 27,5 \text{ cm}$; Colocamos o carrinho em movimento sobre o trilho de ar, através de um disparador; Anotamos os dados obtidos (tempo) em uma tabela através dos sensores no software Arduino; Calculamos a velocidade escalar média entre os sensores 0-1, 1-2 e 2-3, utilizando a equação:

$$\vec{V} = \frac{\Delta \vec{S}}{\Delta t} \quad (1)$$

Onde: **Sensores 0-1:** $\Delta t_1 \text{ (s)}$, **Sensores 1-2:** $\Delta t_2 \text{ (s)}$ e **Sensores 2-3:** $\Delta t_3 \text{ (s)}$: Repetimos esse procedimento cinco vezes; Analisamos a influência da camada de ar sobre o carrinho; Construimos a função horária do movimento, utilizando a função: $S = S_0 + V \cdot t$ e Construimos o gráfico espaço x tempo e velocidade x tempo.

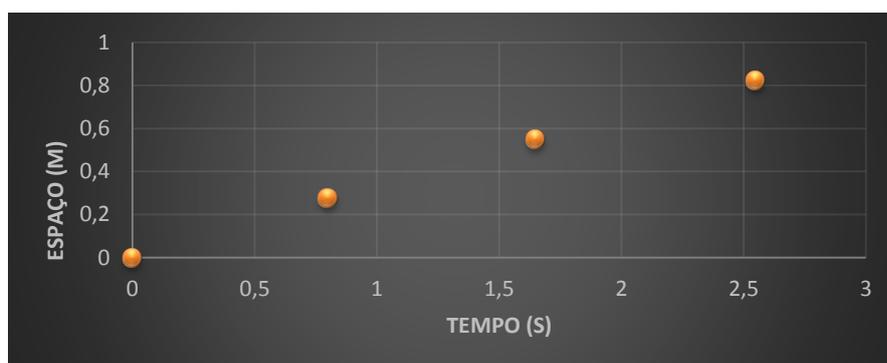
Mostrar-se-á como se desenvolveu essa linha de raciocínio. Primeiramente os alunos checaram se todos os componentes estavam ligados, a placa Arduino, os leds e os sensores e o fluxo de ar. Em seguida, usaram uma fita métrica para medir a distância entre os sensores que foi de 27,5 cm e registraram em uma tabela. Com o carrinho em movimento, anotou-se os valores dos intervalos de tempo entre os sensores 0-1, 1-2 e 2-3, repetindo essa atuação algumas vezes com o propósito de fazer uma média temporal. Calculamos a velocidade entre esses sensores e percebemos se ela é constante, elaborando assim uma função matemática que rege o movimento desse carrinho. Algumas perguntas surgiram durante a realização do experimento, como: A velocidade vai ser sempre a mesma? Existe alguma função

matemática que descreve esse movimento no trilho? Como são as representações gráficas desse movimento? Qual a maior influência dessa camada de ar sobre o carrinho? Como o carrinho pode se movimentar sem que haja força? Essas perguntas serão respondidas no capítulo de resultados e análises.

Etapa 2: Construção Gráfica - Ao término da primeira etapa, os alunos se voltaram e se dedicaram a construir os gráficos que descrevem o movimento do carrinho no trilho. Com os valores obtidos experimentalmente os discentes construíram dois gráficos: Posição x tempo; Velocidade x tempo.

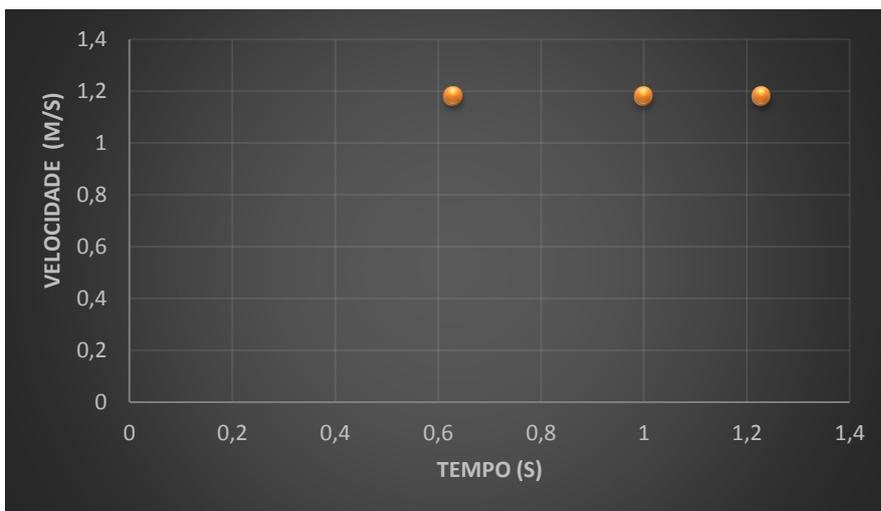
Para a construção de ambos, os discentes têm que ter os conhecimentos prévios em relação principalmente aos gráficos das funções do primeiro e segundo grau, ou seja, saber identificar qual a função que representa o gráfico de uma reta ou de uma parábola, sendo assim a construção e a análise se tornam mais eficazes. A ferramenta usada na elaboração desses gráficos são softwares com essa finalidade, entre os mais conhecidos temos: Excel, Winplot, Graph, Origin, entre outros. Essa escolha de qual programa usar ficou a critério dos alunos, estes preferiram o Excel por se tratar de um software mais conhecido, mais usual e de fácil manuseio. Com os valores obtidos experimentalmente, os alunos produziram o primeiro gráfico:

Gráfico 1: Posição x tempo (Construído pelo os alunos, MRU).



De acordo com o gráfico 1, um objetivo além de o construí-lo é os alunos analisarem tanto matematicamente como fisicamente, avaliarem por exemplo qual o coeficiente angular e qual o seu significado do ponto de vista físico. Uma outra atividade realizada foi determinar esse coeficiente e observar junto ao obtido experimentalmente. Esses resultados e discussões são expostos no próximo capítulo. Utilizando o mesmo programa Excel, os discentes produziram o segundo gráfico:

Gráfico 2: Velocidade x tempo (Construído pelo os alunos, MRU).



De acordo com o gráfico 2, o propósito foi analisarmos a uniformidade da velocidade com o passar do tempo, ou seja, a velocidade constante do carrinho ao longo do trilho e calcularmos o espaço percorrido pelo carrinho, isto é, a distância total do trilho. Os resultados e análises serão apresentados no próximo capítulo.

Os discentes puderam entender o significado de um fenômeno físico através de um gráfico, e observar que os seus conhecimentos subsunçores vistos em sala de aula contribuíram para o entendimento e conclusão do experimento.

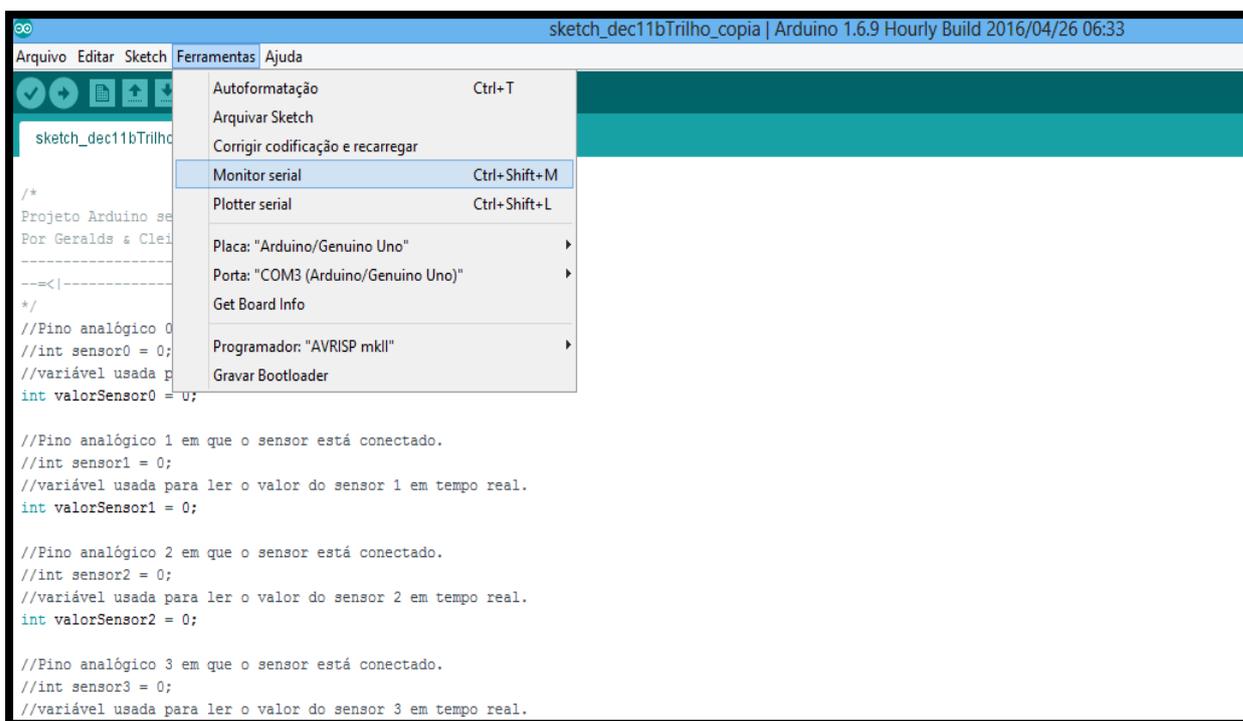
4.3.2 Movimento Retilíneo Uniformemente Variado - MRUV

O objetivo central desse experimento é estudar as características do movimento com aceleração constante, ou seja, acontecendo uma variação da velocidade do carrinho com o decorrer do tempo. Observar a influência da camada de ar sobre o trilho e perceber qual a força que está sendo impressa no corpo, provocando assim a aceleração. A atividade foi dividida em duas etapas:

Etapa 1: Experimento - A medida temporal segue o mesmo raciocínio do experimento anterior, a base móvel inclinada não vai alterar a leitura feita pelo sensores. Então, o experimento é regido pela sequência a seguir: Checou-se se os componentes eletrônicos estão todos ligados, ou seja, se os leds estão ligados a uma tensão de 5 V e se à placa Arduino está conectada a porta USB do computador; Pôs-se na Interface Arduino o tempo de resposta do sensor (delay) em 50 ms;

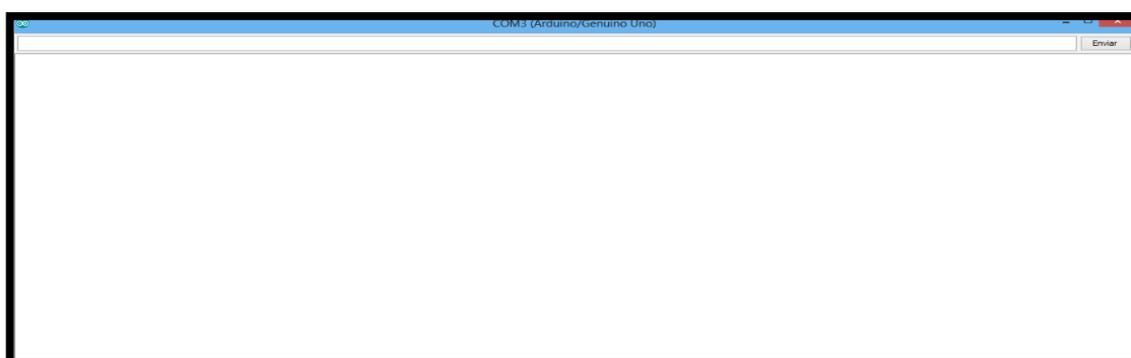
Posteriormente escolheu-se o ângulo de inclinação, observou-se que esse valor é ajustável entre $0 \leq \alpha \leq 12^\circ$. Usou-se ângulos menores e fizemos o experimento com duas medições diferentes: 5° e 10° ; Em seguida, abriu-se o programa Arduino e clicamos em ferramentas e monitor serial. Ver figura:

Figura 14: Plataforma Arduino.



Uma nova janela será aberta, a COM3, local onde iniciará o cronômetro. Ver figura:

Figura 15: Janela COM3.



Com o cronômetro ligado, colocou-se o carrinho em movimento soltando da extremidade A (próximo ao sensor 0) da base móvel inclinada. Quando este passar

pelos sensores ter-se-á os intervalos de tempo, apresentados na janela COM3 mostrados no próximo capítulo. Ver figura:

Figura 16: Carrinho abandonado do ponto A.



Realizada a medição entre os sensores no experimento passado $\Delta S = 27,5 \text{ cm}$, foi calculada a aceleração escalar entre os sensores 0-1, 0-2 e 0-3, com o objetivo de encontrar um valor aproximadamente constante, utilizando a equação:

$$\Delta S = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \implies a = 2 \cdot (\Delta S - v_0 \cdot t) / t^2 \quad (3)$$

Como o carrinho é solto (próximo do sensor 0) ele parte do repouso, então: $v_0 = 0$, e anotamos os valores em tabelas demonstradas no próximo capítulo.

Repete-se esse procedimento três vezes para os ângulos distintos, ou seja, três vezes para os sensores 0-1, 0-2, e 0-3 ($\alpha = 5^\circ$) e novamente entre os sensores 0-1, 0-2 e 0-3 ($\alpha = 10^\circ$);

Em seguida debateu-se os valores encontrados, discutimos sobre as acelerações encontradas para ângulos distintos, ou seja, vimos se a inclinação altera o valor da aceleração escalar;

Posteriormente constrói-se a função horário do movimento, utilizando a função do MRUV:

$$\Delta S = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \implies S = S_0 + v_0 \cdot t + at^2/2 \quad (4)$$

Os gráficos apresentam a função de posição x tempo e aceleração x tempo.

O desenvolvimento experimental segue a linha de raciocínio a seguir: Os alunos ajustaram antes de tudo o elevador em 5° e foram para a sequência experimental, iniciaram o programa Arduino clicando em monitor serial e abrindo a janela COM3, ativando assim o cronômetro. Em seguida, soltaram o carrinho próximo ao sensor 0 ($\mathbf{V_0} = \mathbf{0}$) e escreveram os valores temporais nos sensores 0-1, 0-2 e 0-3 e determinaram a aceleração escalar usando a equação (3) para cada intervalo de tempo e cada distância respectiva $\Delta S_{0-1} = 27,5 \text{ cm}$, $\Delta S_{0-2} = 55,0 \text{ cm}$ e $\Delta S_{0-3} = 82,5 \text{ cm}$ postando assim em uma tabela e reproduzindo esse fenômeno três vezes. Outras perguntas surgiram nessa atividade também, como: Se existe aceleração isso implica que existe uma força? Porque a aceleração se mantém aproximadamente constante? Essas perguntas e entre outras serão respondidas no próximo capítulo. Esse mesmo desempenho foi feito para o ângulo de inclinação de 10°.

Etapa 2: Construção Gráfica.

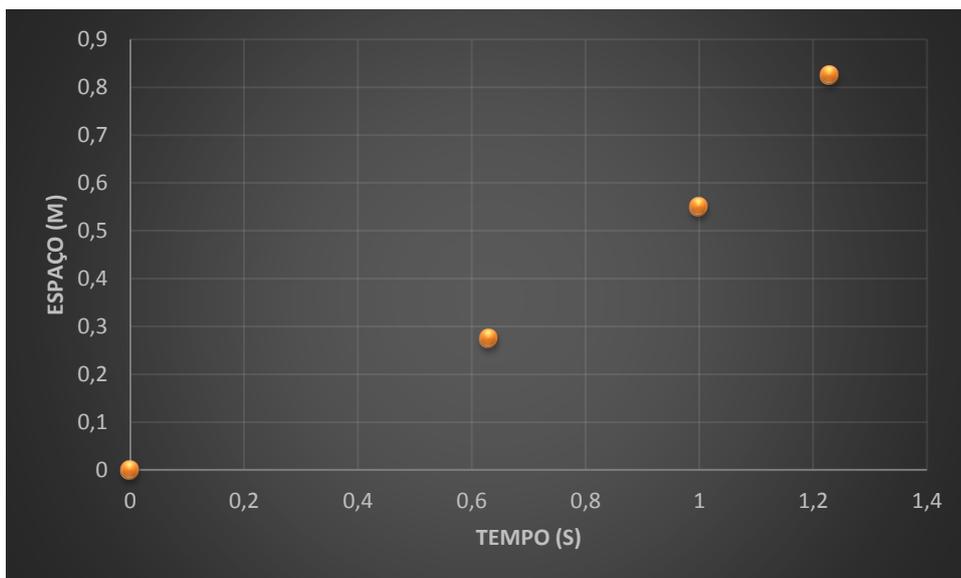
Ao término da primeira etapa, os alunos se voltaram e se dedicaram a construir os gráficos que descrevem o movimento do carrinho no trilho. Com os valores obtidos experimentalmente os discentes produziram dois gráficos:

Espaço x tempo: $\Delta S = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$, como se trata de uma função do segundo grau, esperamos que o gráfico se comporte como uma parábola.

Aceleração x tempo: **Aceleração \cong constante**, como se trata de uma função constante esperamos que o gráfico se comporte como uma reta constante ao decorrer do tempo.

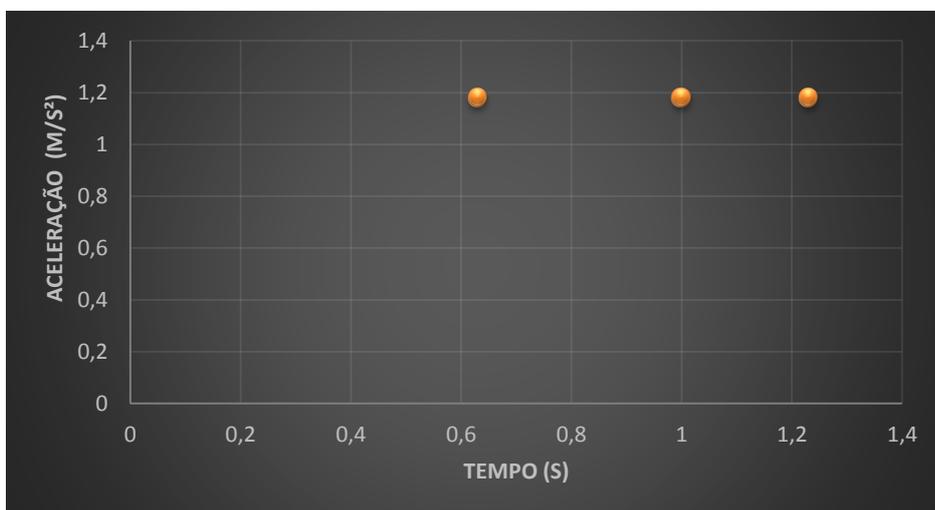
Para a construção desses dois gráficos abrimos um parênteses, ou seja, foi ministrada uma micro-aula de funções e seus respectivos gráficos, com a finalidade de relembrar os conhecimentos prévios dos alunos desse conteúdo. A ferramenta usada na elaboração desses gráficos são softwares com essa finalidade, entre os mais conhecidos temos: Excel, Winplot, Graph, Origin, entre outros. Essa escolha de qual programa usar ficou a critério dos alunos, estes preferiram o Excel por se tratar de um software mais conhecido, mais usual e de fácil manuseio. Com os valores obtidos experimentalmente, os alunos produziram o primeiro gráfico:

Gráfico 3: Espaço x tempo (Construído pelo os alunos MRUV).



De acordo com o gráfico 3, um objetivo além de construí-lo é os alunos analisarem tanto matemática como fisicamente, avaliarem por exemplo qual o coeficiente angular e qual o seu significado do ponto de vista físico. Utilizando o mesmo programa Excel, os discentes produziram o segundo gráfico:

Gráfico 4: Aceleração x tempo (Construído pelo os alunos, MRUV).



Esses dois gráficos, 3 e 4, representaram o movimento do carrinho para um ângulo de inclinação de 5° da base móvel. Os discentes começaram a se questionar que simples gráficos podem descrever tal fenômeno, surgem muitas dúvidas na construção desses gráficos de MRUV, mas com análises e discussões, os questionamentos vêm se transformando em conhecimentos e por consequência o

entendimento dos gráficos. No capítulo subsequente serão expostas as discussões nas construções desses gráficos.

4.4 - QUESTIONÁRIO

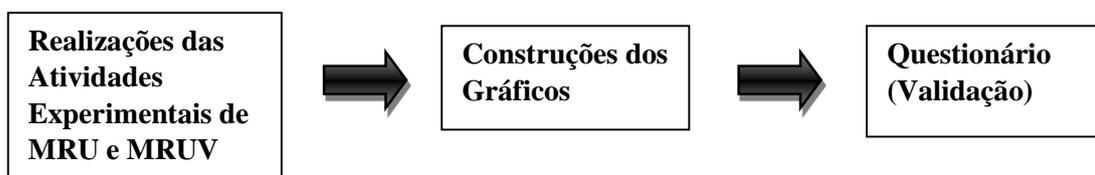
Essa etapa foi realizada após as duas atividades de MRU e MRUV, com a intenção de verificar se o projeto alcançou o seu objetivo geral, ou seja, se o desfecho foi benéfico do ponto de vista educativo. Os resultados gerais se referem à conclusão que os alunos chegaram a respeito dessas aulas experimentais, já os resultados específicos, se referem à conclusão dos alunos em relação ao experimento em si.

Esse questionário é a validação do nosso projeto, são as respostas que buscamos para termos uma conclusão se esse aparato experimental é válido ou não, se os alunos se atraíram, se os alunos corresponderam às expectativas, se eles assimilaram os conceitos físicos e relacionaram a teoria com a prática, compreenderam a ideia do Arduino e absorveram essa junção de experimento científico com a tecnologia no caso o Arduino.

Os alunos tiveram um tempo de cinquenta minutos para responder ao questionário, tempo mais que o suficiente, apesar de que não usaram esse tempo todo, em torno de trinta a quarenta minutos terminaram. Esse questionário foi composto por sete questões, demonstrado no apêndice A.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segue-se aqui a metodologia usada no projeto, onde iniciamos com aulas teóricas sobre os conteúdos e sobre o Arduino. Expõe-se então os resultados obtidos pelo os alunos em que segue a estrutura:



5.1 - MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME

5.1.1 Atividade Experimental

A estrutura se inicia com os alunos (o grupo composto por oito alunos) realizando o experimento, então coletamos os resultados. Ver tabela:

Tabela 03: Valores Experimentais do MRU

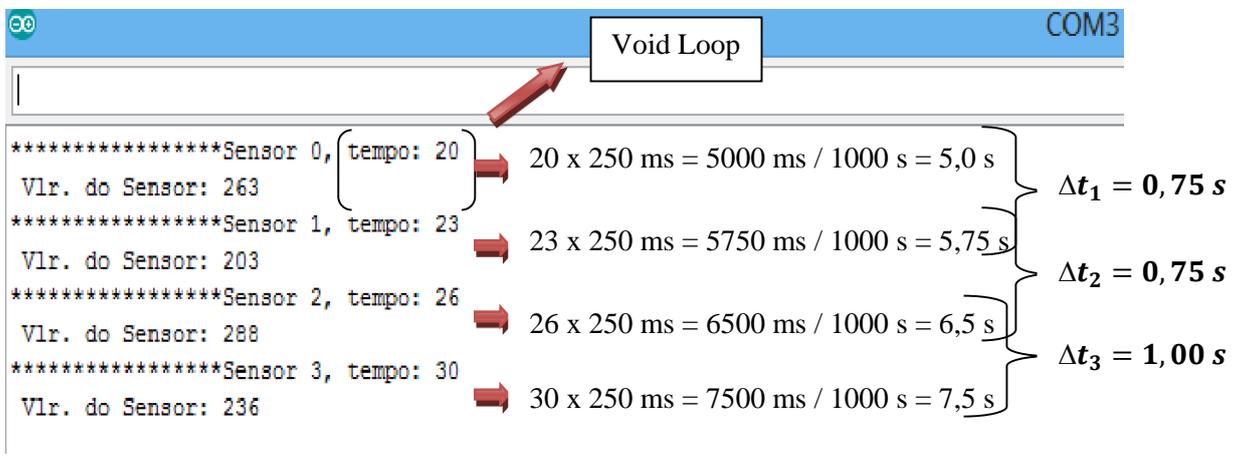
Sensor	ΔS (m)	Δt_1 (s)	Δt_2 (s)	Δt_3 (s)	Δt_4 (s)	Δt_5 (s)	Δt_m (s)	V_m (m/s)
0 - 1	0,275	0,75	0,75	0,75	0,75	1,00	0,80	0,343
1 - 2	0,275	0,75	1,00	0,75	0,75	1,00	0,85	0,323
2 - 3	0,275	1,00	1,00	0,75	1,00	0,75	0,90	0,305
Total	0,825						2,55	0,323

Nota-se o erro percentual temporal entre os sensores 0-1 e 1-2 foi de 5,88%, isso mostra que o tempo variou além do esperado, demonstrando que o trilho (cano) não é considerado de fato sem atrito, a superfície existe atrito, embora seja minimizada pela camada de ar. A tabela também mostra o procedimento feito cinco vezes, determinamos o tempo entre os sensores e por fim fizemos uma média temporal. Calculamos os intervalos de tempo da seguinte maneira:

- 0: void loop (crômetro/tempo) x delay (tempo de resposta em 250 ms) = resposta em ms / 1000 = Resultado em segundos
- 1: void loop (crômetro/tempo) x delay (tempo de resposta em 250 ms) = resposta em ms / 1000 = Resultado em segundos
- 1 - 0: Intervalo de tempo (Δt)

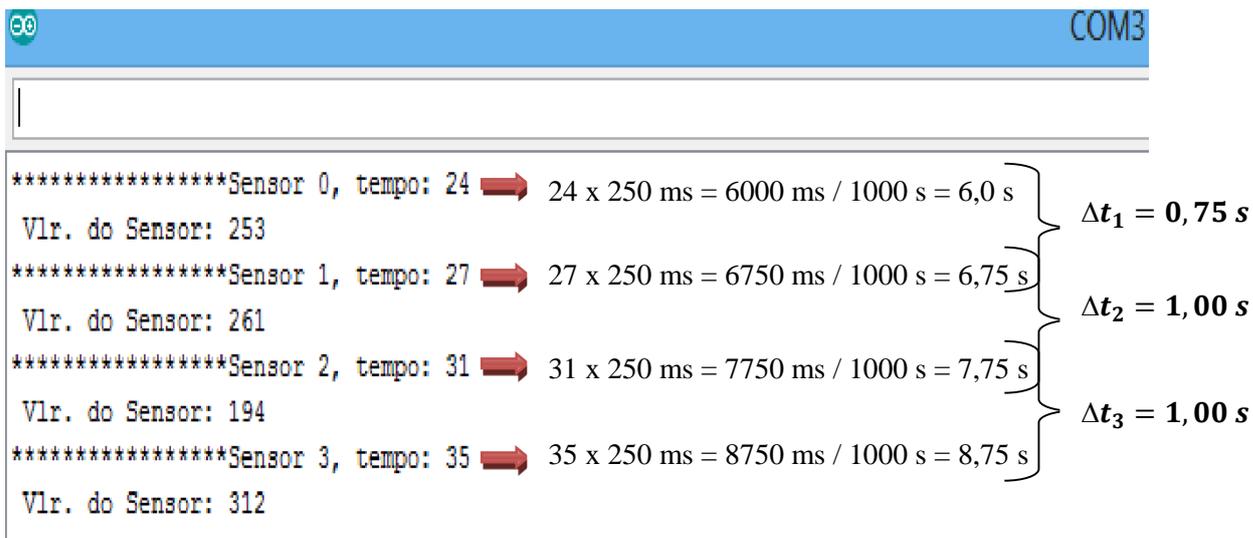
Observou-se como o intervalo de tempo entre os sensores foi calculado. Os alunos fizeram essa medição temporal cinco vezes, logo em seguida comprovamos na interface do Arduino essas medidas. 1º medição temporal:

Figura 17: 1º Medição Temporal (MRU).



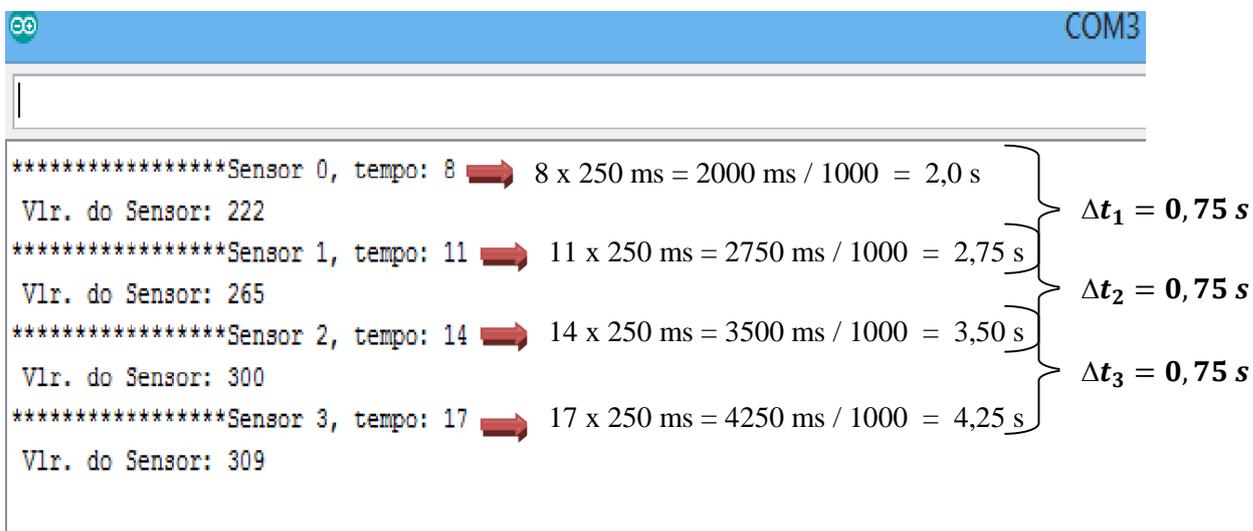
Constata-se na figura 17 a janela COM3 da interface do Arduino, exibimos o resultado calculado pelos discentes. Os alunos indagaram porque os resultados entre os sensores 0-1 e 1-2 deram o mesmo valor 0,75 s, e entre os sensores 2-3 o valor foi 1,00 s, demonstrado na terceira coluna da tabela 3. Uma discussão foi aberta com o propósito de esclarecer essa dúvida; então expomos que esses valores são valores experimentais, e que algo externo ou interno pode ter interferido no resultado, como por exemplo a luminosidade ambiente variando a leitura do LDR ou o impulso exercido pelos alunos para colocar o carrinho em movimento, entre outros. A figura a seguir mostra a 2º medição temporal.

Figura 18: 2° Medição Temporal (MRU).



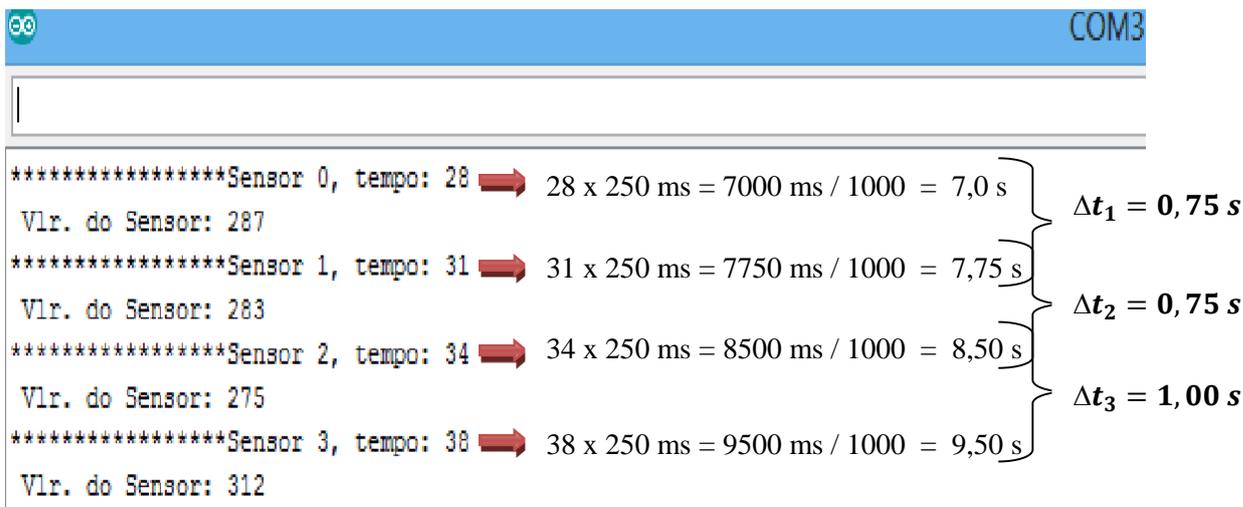
Essas medidas temporais estão anotadas na quarta coluna da tabela 3. Em seguida, temos a 3° medição.

Figura 19: 3° Medição Temporal (MRU).



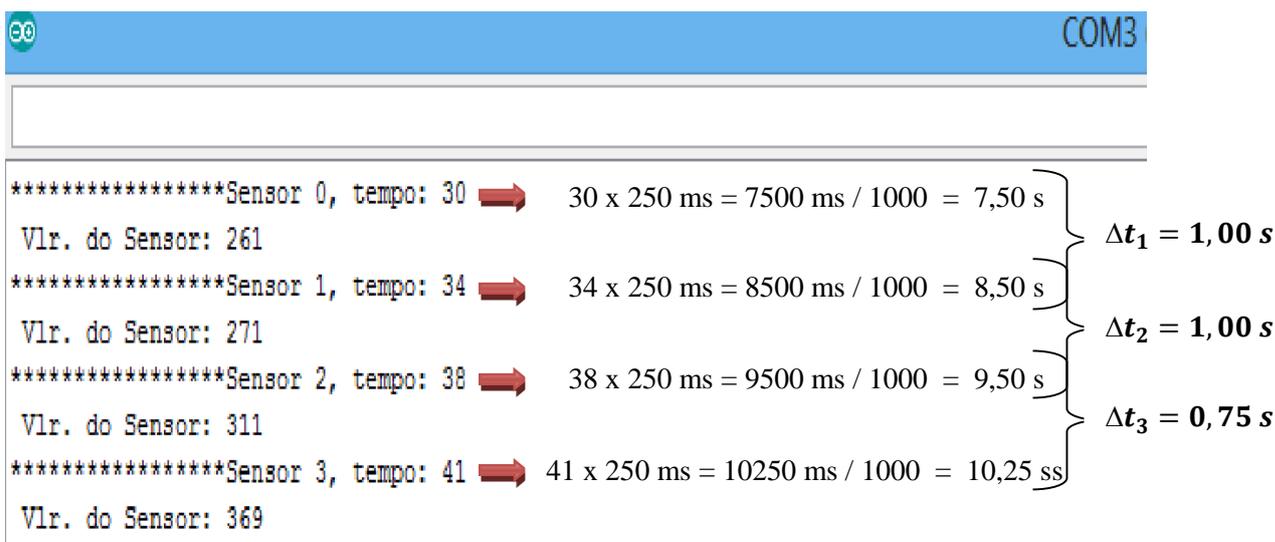
Essa medição foi a mais eficaz, percebemos que o intervalo de tempo entre os sensores foi o mesmo de 0,75 s, registrado na quinta coluna da tabela 3. A penúltima medição segue abaixo:

Figura 20: 4º Medição Temporal (MRU).



Esses resultados estão demonstrados na sexta coluna. E por fim, a última medição temporal:

Figura 21: 5º Medição Temporal (MRU).

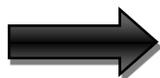


A finalização desta etapa, os alunos construíram uma média temporal desses intervalos:

Sensores 0 - 1: $\Delta t_m = 0,80 s$

Sensores 1 - 2: $\Delta t_m = 0,85 s$

Sensores 2 - 3: $\Delta t_m = 0,90 s$



Margem de Erro de 5,88%

Como está mostrado na tabela 3. Vê-se que o intervalo de tempo varia consideravelmente entre os sensores, isso pode ter sido ocasionado por diversos fatores, como: o impulso que o aluno impôs ao carrinho, a luminosidade do ambiente já que os sensores são sensíveis à luz, e da superfície do trilho, que mesmo com a

camada de ar ainda assim existe atrito. Mas os resultados medidos experimentalmente são considerados valores calculáveis.

O grupo de alunos calculou a velocidade média entre os sensores utilizando a equação $V = \frac{\Delta S}{\Delta t}$, ou seja, dividindo o deslocamento e a média do intervalo de tempo, ambos destacados em azul na tabela 3. Os resultados das velocidades estão grifadas em vermelho na tabela 3, com os valores: 0,343 m/s, 0,323 m/s e 0,305 m/s para os sensores respectivamente 0-1, 1-2 e 2-3. Os alunos observaram que existe uma variação na segunda casa decimal, então a nível de valores experimentais podemos considerar essa velocidade aproximadamente constante. Notamos que a velocidade vai diminuindo, isso se deve justamente porque o tempo vai crescendo, devido aos fatores externos provocando assim um erro percentual de 5,88%. Em resumo, o valor da velocidade experimental foi um valor próximo de ser constante.

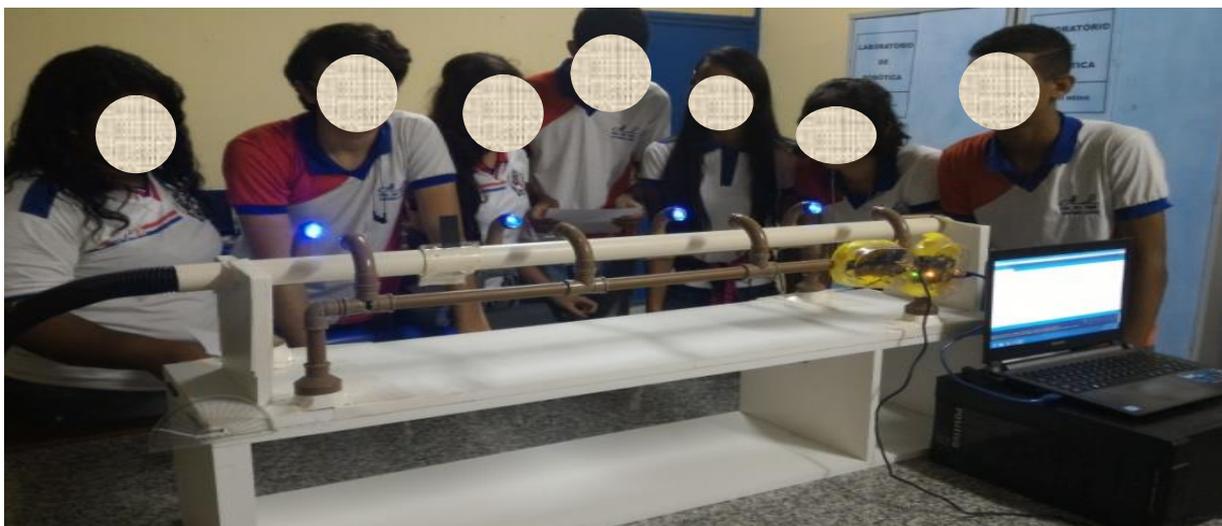
O corpo discente participante ficou entusiasmado com o primeiro objetivo encontrado, mas as perguntas ainda eram nítidas nos semblantes deles, o porquê dessa velocidade ser aproximadamente constante? Um debate foi aberto, então o ponto chave foi colocado em discussão, a camada de ar que sai pelos pequenos orifícios do cano (trilho) que faz levantar a superfície de contato entre o carrinho e o trilho. Então, devido a essa camada de ar o atrito é diminuído, ou seja, a força de atrito entre o carrinho e o trilho é minúscula. Portanto, a força impressa por um dos alunos para fazer o carrinho entrar em movimento deve ter uma intensidade muito baixa, pois essa vai se anular com a pequena intensidade também da força de atrito, fazendo com que o carrinho se movimente com a ausência de uma força resultante, gerando assim um movimento com velocidade aproximadamente constante. Houve um entendimento por parte dos alunos sobre o esclarecimento da ausência de atrito

Os alunos também calcularam a velocidade média do carrinho durante todo o trilho, somaram os deslocamentos para obter um deslocamento total do sensor 0 até o 3, o mesmo foi feito com o tempo gasto entre os sensores, obtiveram um intervalo de tempo total. Então, de acordo com a tabela 3 temos: $\Delta S_T = 0,825 \text{ m}$ e $\Delta t_T = 2,55 \text{ s}$ com esses valores e usando novamente a equação da velocidade média constatamos que $V_{m_T} = 0,323 \text{ m/s}$, ou seja, a velocidade média durante todo o trajeto, todo o percurso do trilho. O grupo de discentes analisou que a velocidade durante toda a trajetória é aproximadamente a mesma entre os sensores, certificando-se da teoria

aprendida em sala de aula sobre Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), percorrendo distâncias iguais em intervalos de tempo iguais. Realização do experimento, ver figuras:

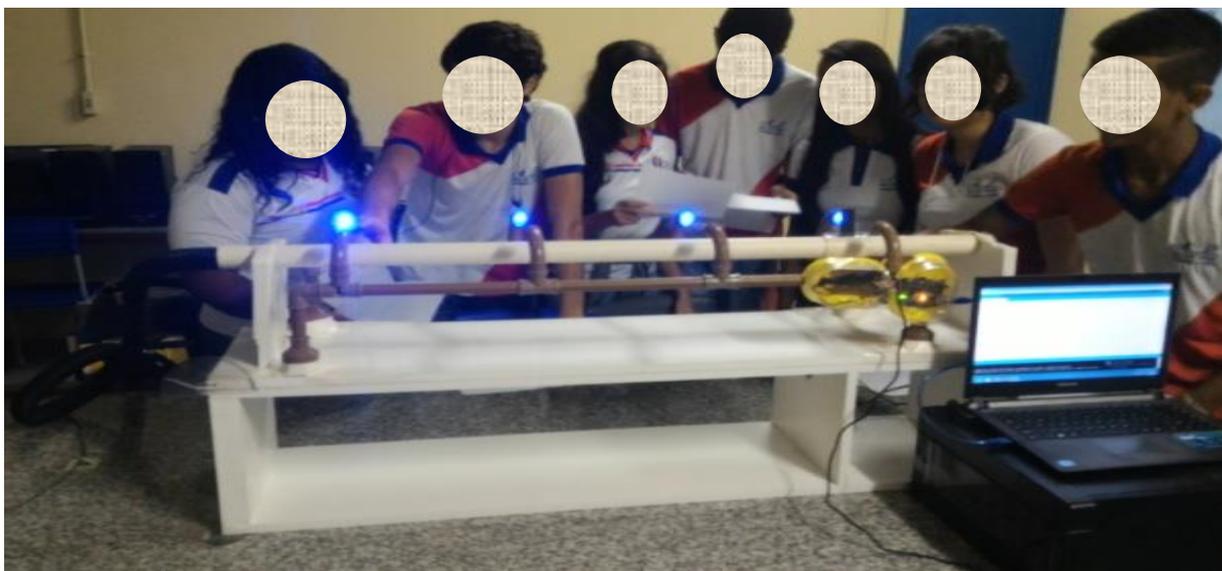
Figura 22: Realização do Experimento de MRU.

a) Primeiras medições.



A figura b destaca um outro momento em que os alunos estão fazendo as últimas medições temporais:

b) Últimas medições.



A reação dos discentes de poder calcular isso na prática foi algo surpreendente, a atividade foi mais dinâmica, mais interessada, mais motivacional e os resultados contribuíram de forma eficiente. Nessa atividade experimental de MRU, não houve

dúvidas nem questionamentos maiores sobre o entendimento dos alunos, principalmente dos conceitos físicos envolvidos. Pode-se afirmar que essa atividade contribuiu de forma muito significativa.

O próximo passo seguindo a mesma metodologia é a construção dos gráficos do Movimento Retilíneo Uniforme; os alunos decidiram usar o programa Excel para a construção de tal, pois alegaram que têm mais facilidade com o uso desse programa. Nessa dissertação abordarei os gráficos construídos no programa Origin, tratando-se dos mesmos gráficos elaborados pelos alunos, somente utilizando programas diferentes.

5.1.2. Gráficos do Movimento Retilíneo Uniforme.

Nesta seção elaboramos juntamente com os alunos os dois gráficos do MRU com os valores obtidos experimentalmente. Com a ajuda do Excel percebi que os alunos não encontraram tanta dificuldade. Dividiu-se em dois grupos de quatro alunos para a construção do gráfico, obtendo assim o mesmo resultado, pois os valores são os mesmos.

Posição x tempo: Usamos a tabela a seguir para construirmos esse gráfico:

Tabela 04: Valores Para a Construção Gráfica (Posição x Tempo, MRU).

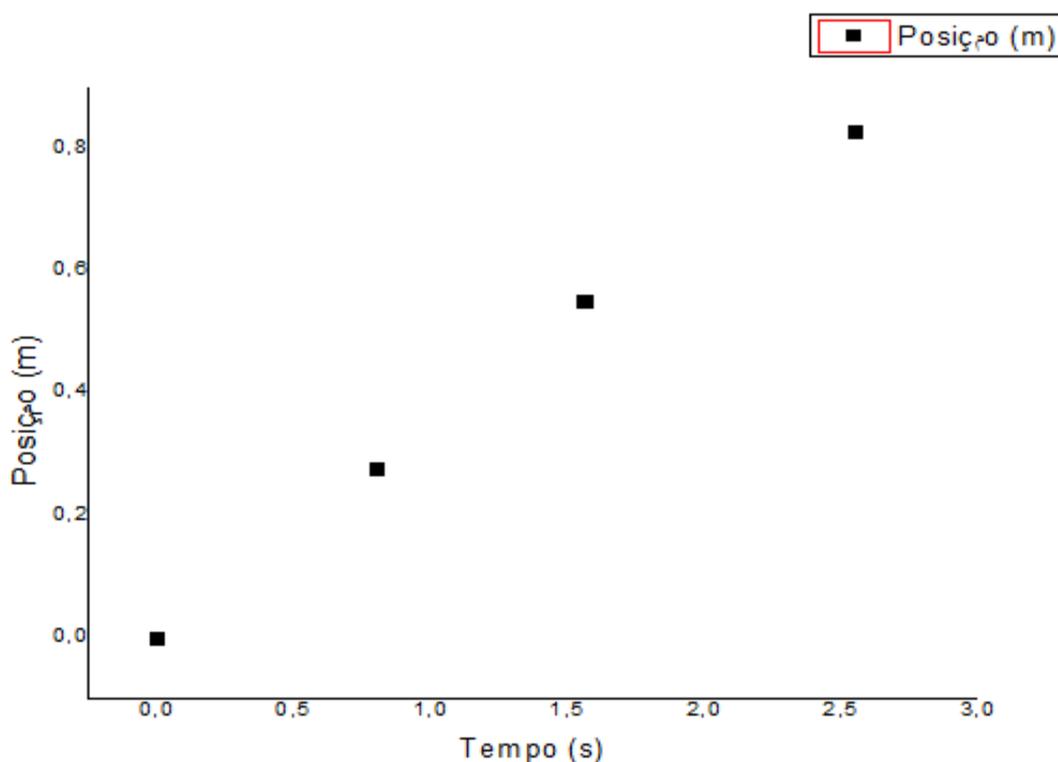
Sensor	Posição S (m)	Tempo t (s)
0	0	0
1	0,275	0,80
2	0,55	1,65
3	0,825	2,55

Essa tabela 4 é uma adaptação da tabela 3, ou seja, consideramos que quando o carrinho passa pelo sensor 0 a posição e o tempo iniciais são 0, quando o carrinho passa pelo sensor 1 a posição nesse instante de 0,80 s é 0,275 m, quando o carrinho passa pelo sensor 2 somamos os deslocamentos do sensores 0-1 e 1-2 e fizemos o mesmo com o intervalo de tempo, obtendo assim 0,55 m e 1,65 s e por fim quando o

carrinho passa pelo sensor 3 somamos os deslocamentos dos sensores 0-1, 1-2, 2-3, fazendo o mesmo com o intervalo de tempo, alcançando assim 0,825 m e 2,55 s.

Com os valores destacados em azul, os alunos construíram o gráfico no Excel, semelhante a esse criado no Origin. Ver figura:

Gráfico 5: Posição x Tempo (MRU).



Os alunos analisaram que o gráfico é aproximadamente uma reta crescente, isso é um bom resultado, pois compararam com o gráfico da literatura, com os gráficos encontrados nos livros didáticos, e esses se assemelham bastante. Os alunos perceberam que esse gráfico é uma reta crescente linear e indagaram que no início do projeto tivemos uma aula de gráficos e de MRU, e destacaram que se trata de um gráfico de uma função do primeiro grau. Um debate foi iniciado após a construção gráfica, perguntas surgiram como: Qual o coeficiente angular? Porque que a reta foi crescente e não decrescente? Analisamos juntamente com os alunos (com o grupo de oito alunos) o coeficiente angular, o que haveria de ser esse coeficiente. Seis alunos conseguiram responder que o coeficiente angular é a grandeza responsável pela inclinação da reta matematicamente falando, e fisicamente falando o coeficiente angular é a velocidade constante do carrinho, os outros dois ficaram ainda com

algumas dúvidas, porém tentamos esclarecer esses questionamentos. A grande maioria dos alunos compreendeu o motivo para a reta ser crescente, porque justamente o coeficiente angular é positivo, ou seja, a velocidade escalar do carrinho é positiva.

De acordo com as aulas iniciais do projeto, observou-se em companhia dos alunos que a partir de um gráfico posição x tempo, pode-se determinar a velocidade e construir a função horária do espaço. A velocidade pode ser definida empregando a equação da velocidade média para todo o trilho $V = \Delta S / \Delta t \rightarrow V = 0,825 / 2,55 = 0,323 \text{ m/s}$ ou aplicando a tangente do ângulo de inclinação da reta, o resultado dá o mesmo. Então, computamos através do gráfico a velocidade constante do carrinho **0,323 m/s**, que é a mesma aproximadamente entre os sensores.

Nas devidas aulas iniciais do projeto, estudou-se também a função horária do espaço para o MRU $S = S_0 + V \cdot t$, que conseguiu-se construir por meio do gráfico. Como S_0 é a posição inicial, ou seja, consideramos que o carrinho parte da origem, então $S_0 = 0$. Já a velocidade a encontramos $V = 0,323 \text{ m/s}$. A função horária do espaço é $S = 0 + 0,323 \cdot t$, uma função que permite determinar a localização do carrinho em qualquer instante de tempo. A reação dos alunos foi satisfatória com a descoberta dessa função, o semblante deles era diferente, visualizar tudo na prática e de um modo bem diferente do que visto em sala de aula, porém ficaram um pouco com dúvidas na criação dessa função horário do espaço. Como a reação deles foi notória em relação à essa função, um diálogo foi aberto com o objetivo de explanar mais essa construção da função.

Velocidade x tempo: Usamos a tabela a seguir para construirmos esse gráfico:

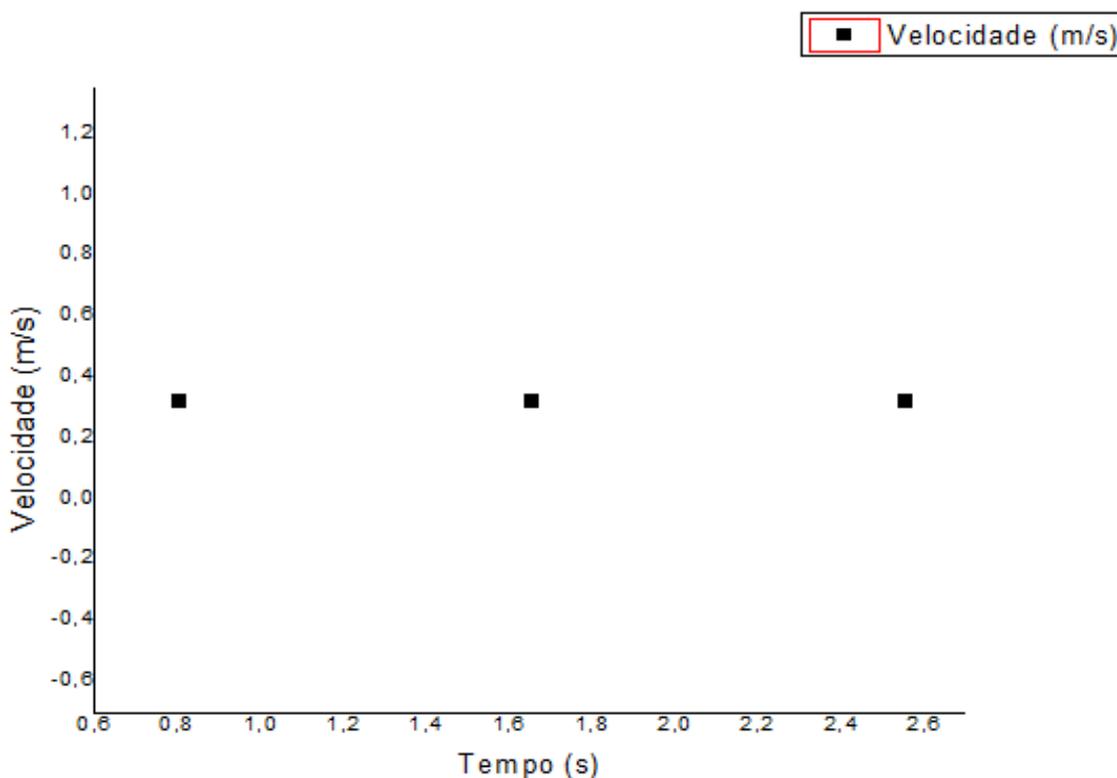
Tabela 05: Valores Para a Construção Gráfica (Velocidade x Tempo, MRU).

Sensor	Velocidade (m/s)	Tempo (s)
1	0,323	0,80
2	0,323	1,65
3	0,323	2,55

Essa tabela 5 é uma adaptação das tabelas 4 e 3, ou seja, constatamos que quando o carrinho passa pelo sensor 1 a velocidade é 0,343 m/s e o tempo é de 0,80 s, quando o carrinho passa pelo sensor 2 a velocidade é 0,323 m/s e o tempo somamos o intervalo entre os sensores 0-1 e 1-2 obtendo assim, 1,65 s e quando o carrinho passa pelo sensor 3 a velocidade é 0,323 m/s e o tempo somamos o intervalo entre os sensores 1-2 e 2-3, obtendo 2,55 s. Mas verificou-se que a velocidade durante todo o trilho é de 3,23 m/s aproximadamente.

Com os valores destacados em vermelho os alunos construíram o gráfico no Excel, semelhante a esse criado no Origin. *Vide* o gráfico:

Gráfico 6: Velocidade x tempo (MRU).



Como a velocidade é aproximadamente constante 0,323 m/s, os alunos construíram esse gráfico com o intuito de encontrar uma reta constante aumentando com o decorrer do tempo. De acordo com as nossas aulas sobre gráficos, os discentes logo questionaram que podíamos determinar alguma grandeza a partir desse gráfico, ou seja, a distância total que o carrinho percorre no trilho. Os alunos afirmaram que conseguíamos encontrar de duas maneiras: calculando a área sob o gráfico ou

utilizando a própria equação da velocidade média $0,323 = \Delta S/2,55 \rightarrow \Delta S = 0,825$ m, isto é, $\Delta S = \text{Área}$.

Na construção desse segundo gráfico, o grupo de alunos não teve nenhuma confusão para construir e entenderem principalmente os conceitos físicos envolvidos. Em um todo, a atividade experimental de MRU trouxe uma motivação, uma atração, um maior entendimento dos conceitos físicos de movimento e resultados bem satisfatórios e significantes.

5.2. MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO

Essa atividade experimental foi dividida em duas etapas, foram feitos os mesmos procedimentos, porém com ângulos de inclinação da base móvel diferentes. Então, tem-se:

5.2.1. Atividade Experimental ($\alpha = 5^\circ$)

Antes de executar o experimento juntamente com os alunos, eles fizeram uma pequena mudança na linha de código do Arduino, ou seja, mudaram o delay (tempo de resposta do sensor) para 50 ms, pois com essa inclinação o carrinho vai se movimentar mais rápido, vai aumentar a sua velocidade, então os sensores têm que ter uma sensibilidade maior, isto é, um tempo de resposta menor. Então, substituímos aqui o tempo de resposta de 250 ms no experimento de MRU por 50 ms nas atividades do experimento de MRUV. Feito isso, prosseguimos com a nossa atividade.

A estrutura se inicia com os alunos (o grupo composto por oito alunos) realizando o experimento, então coletamos os resultados e calculamos a aceleração entre os trechos 0-1, 0-2 e 0-3, com a finalidade de encontrarmos um valor aproximadamente constante.

5.2.1.1 Atividade Sensor 0-1

Os seguintes valores são explanados:

Tabela 06: Valores Experimentais do MRUV ($\alpha = 5^\circ$, sensor 0-1)

Medições	Sensores	Δt (s)	ΔS (m)	a (m/s ²)
1°	0-1	0,65	0,275	1,30
2°	0-1	0,65	0,275	1,30
3°	0-1	0,60	0,275	1,50
Média		0,63		1,36

Nota-se que o erro percentual temporal na 2ª e 3ª medições foi de 7,69%, isso mostra que o tempo variou muito além do esperado, demonstrando que o trilho (cano) não é considerado de fato sem atrito. Refletindo assim na mudança de aceleração de 1,30 para 1,50 m/s². A tabela também mostra o procedimento feito três vezes, determinamos juntamente com os alunos o tempo entre os sensores, e por fim fizemos uma média temporal. Calculamos os intervalos de tempo da seguinte maneira:

- 0: void loop (crômetro/tempo) x delay (tempo de resposta em 50 ms) = resposta em ms / 1000 = Resultado em segundos
- 1: void loop (crômetro/tempo) x delay (tempo de resposta em 50 ms) = resposta em ms / 1000 = Resultado em segundos
- 1 - 0: Intervalo de tempo (Δt)

Os alunos fizeram essa medição temporal três vezes. Ver figura:

Figura 23: 1ª Medição Temporal (0-1, 5°).

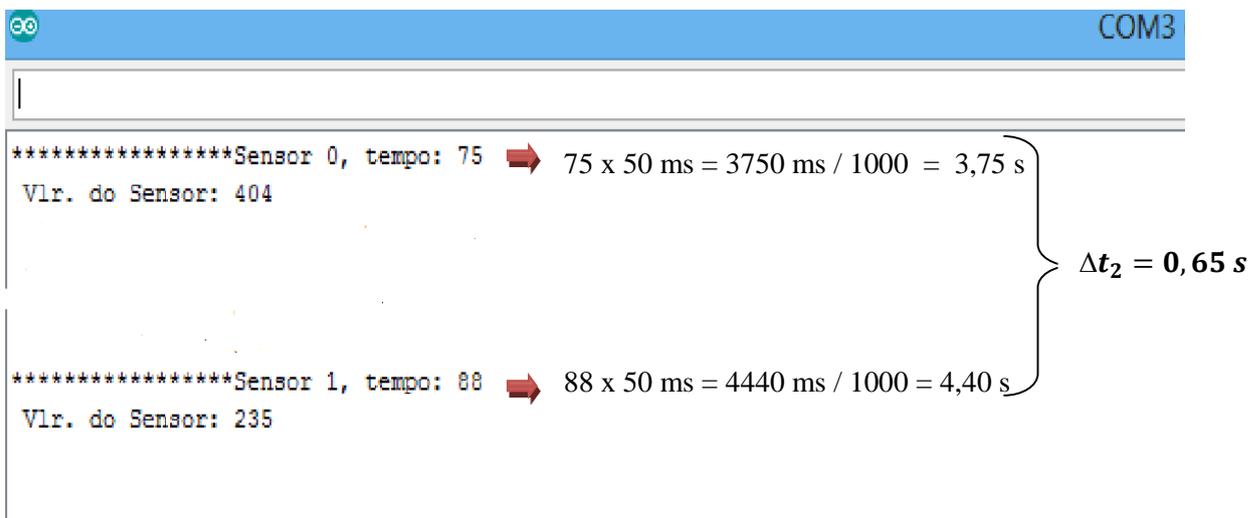
```

COM3
*****Sensor 0, tempo: 86 ➔ 86 x 50 ms = 4300 ms / 1000 = 4,30 s
Vlr. do Sensor: 279
*****Sensor 1, tempo: 99 ➔ 99 x 50 ms = 4950 ms / 1000 = 4,95 s
Vlr. do Sensor: 469
    
```

$\Delta t_1 = 0,65 \text{ s}$

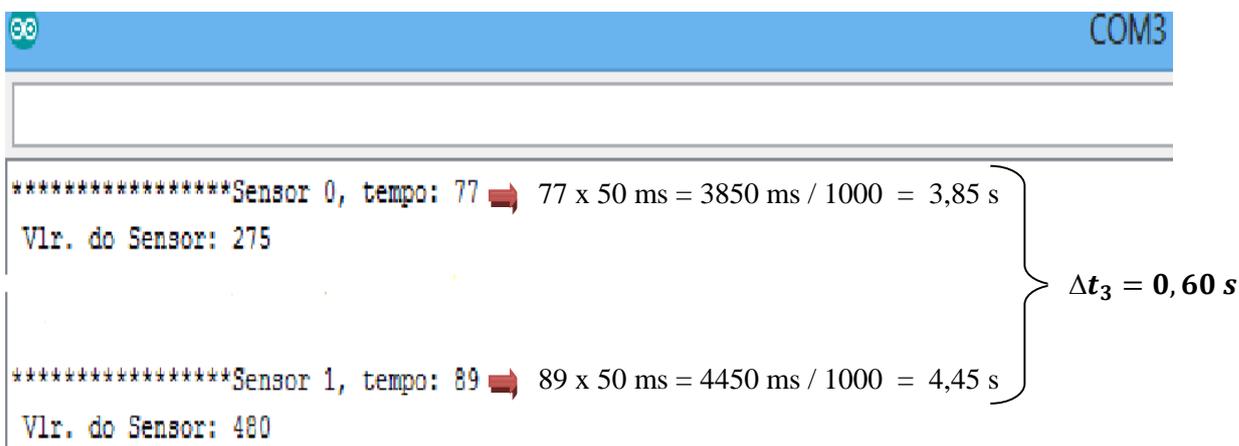
Constatou-se na figura 23 a janela COM3 da interface do Arduino, a primeira medição temporal. Portanto, apresenta-se o resultado calculado pelos alunos que está demonstrado na terceira coluna da tabela 6. Em seguida, tem-se a 2° medição temporal. Ver figura:

Figura 24: 2° Medição Temporal (0-1, 5°).



Esse resultado está demonstrado também na terceira coluna da tabela 6. Em seguida, a 3ª medição temporal. Ver figura:

Figura 25: 3° Medição Temporal (0-1, 5°).



Com os três valores temporais, os alunos fizeram uma média: $\Delta t_m = 0,63 s$. De acordo com a tabela 6, os resultados obtidos experimentalmente foram considerados valores satisfatórios, pois se o carrinho desce acelerado percorrendo a mesma distância em intervalos de tempos aproximadamente iguais, essa aceleração escalar se mantém também aproximadamente constante. Os discentes ficaram

entusiasmados para verificar a uniformidade dessa aceleração escalar, para comprovarem de fato que ela é constante.

Os alunos calcularam a aceleração escalar entre os sensores 0-1, usando a equação $\Delta S = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \implies a = 2 \cdot (\Delta S - v_0 \cdot t) / t^2$, abandonaram o carrinho próximo ao sensor 0, temos que: $v_0 = 0$ e $\Delta t^2 = t^2$. Então usando os valores das distâncias e dos tempos entre os sensores destacados em azul na tabela 6, os discentes obtiveram os resultados destacados em vermelho, ou seja, os valores das acelerações: 1º Medição: 1,30 m/s²; 2º Medição: 1,30 m/s²; 3º Medição: 1,50 m/s²

Observaram que existe uma variação considerável só na terceira medida, então em nível de valores experimentais podemos considerar essa aceleração aproximadamente constante. Juntamente com os alunos calculamos a média da aceleração que foi **1,36 m/s²**.

Os discentes ficaram animados com os resultados, observaram na prática como calcula-se a aceleração de um corpo, e que essa se mantém constante. Assim como no experimento de MRU, surgiram também perguntas, como: Porque a aceleração se mantém aproximadamente constante? Se aumentarmos a inclinação essa aceleração muda também?

Um debate foi aberto, foi colocado em discussão, a camada de ar que sai pelos pequenos orifícios do cano (trilho) é que faz levantar a superfície de contato entre o carrinho e o trilho. Devido a essa camada de ar o atrito é diminuído, ou seja, a força de atrito entre o carrinho e o trilho é minúscula. Com isso, quando o carrinho é abandonado pelo aluno, a única força atuando no corpo é a componente na direção do trilho da força gravitacional, ou seja, explicamos aos alunos que uma força constante provoca uma aceleração constante, então se o carrinho está sujeito a uma força, obrigatoriamente estará sujeita a uma aceleração. Constata-se aos alunos que o foco do experimento é verificarmos se a aceleração se mantém aproximadamente constante, nos limitamos ao estudo da cinemática e não da dinâmica em si. Com essa explanação os alunos lembraram das aulas iniciais do projeto e compreenderam

5.2.1.2 Atividade Sensor 0-2

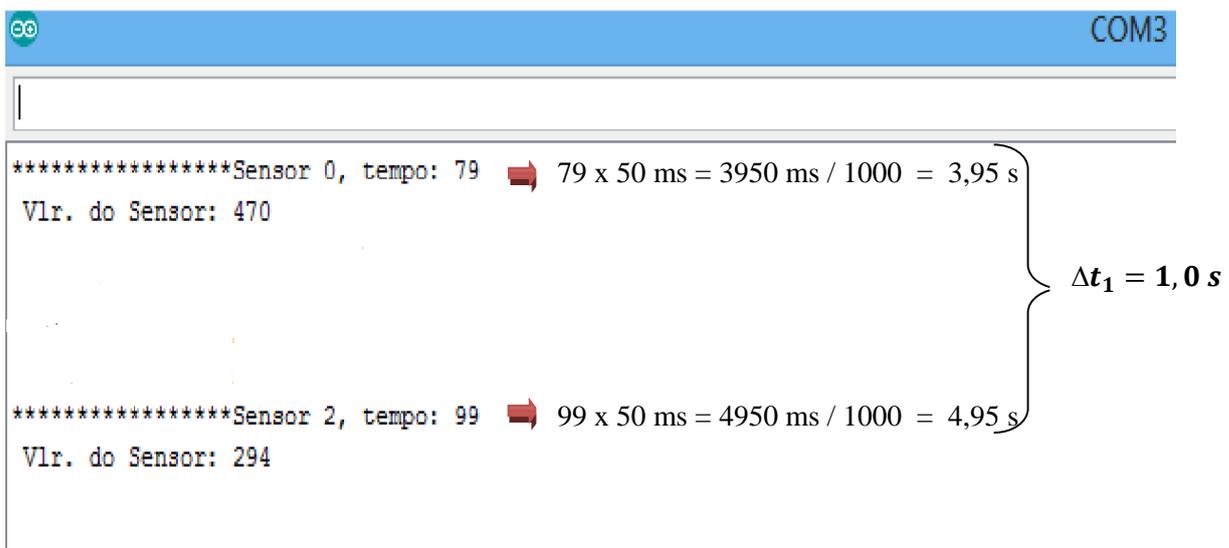
O objetivo precípua, juntamente com os alunos é verificar se aceleração vai ser aproximadamente igual à encontrada entre os sensores 0-1, temos os seguintes os resultados:

Tabela 07: Valores Experimentais do MRUV ($\alpha = 5^\circ$, sensor 0-2)

Medições	Sensores	Δt (s)	ΔS (m)	a (m/s ²)
1°	0-2	1,0	0,55	1,10
2°	0-2	1,0	0,55	1,10
3°	0-2	1,0	0,55	1,10
Média		1,0		1,10

A medida temporal foi feita de modo semelhante à atividade anterior, entre os sensores 0-1, sendo que a distância agora entre os sensores é de 55 cm. Observamos que os resultados foram bem coerentes, a aceleração permaneceu constante durante as três medições. A janela COM3 (janela monitor serial) mostra a 1° medida temporal. Ver figura:

Figura 26: 1° Medição Temporal (0-2, 5°).



Esse resultado está verificado na terceira coluna da tabela 7. Em seguida, a 2° medição temporal. Conforme a figura abaixo:

Figura 27: 2° Medição Temporal (0-2, 5°).

```
COM3
*****Sensor 0, tempo: 71 ➡ 71 x 50 ms = 3550 ms / 1000 = 3,55 s
Vlr. do Sensor: 286
*****Sensor 2, tempo: 91 ➡ 91 x 50 ms = 4550 ms / 1000 = 4,55 s
Vlr. do Sensor: 551
} Δt2 = 1,0 s
```

Posteriormente, tem-se a última medição temporal entre os sensores 0-2. Ver figura:

Figura 28: 3° Medição Temporal (0-2, 5°).

```
COM3
*****Sensor 0, tempo: 73 ➡ 73 x 50 ms = 3650 ms / 1000 = 3,65 s
Vlr. do Sensor: 498
*****Sensor 2, tempo: 93 ➡ 93 x 50 ms = 4650 ms / 1000 = 4,65 s
Vlr. do Sensor: 285
} Δt3 = 1,0 s
```

Com os três valores temporais, os alunos fizeram uma média: $\Delta t_m = 1,0 s$. Como esperado, o intervalo de tempo foi maior, pois o carrinho percorre uma distância maior, ou seja, 55 cm entre os sensores 0-2. Percebemos esses valores na tabela 7. Os alunos notaram que o intervalo de tempo nas três medições foram exatamente iguais, constatando assim um resultado muito satisfatório.

Novamente os discentes, através desses valores obtidos experimentalmente calcularam a aceleração escalar entre os sensores 0-2, utilizando a mesma equação: $a = 2 \cdot (\Delta S - V_0 \cdot t) / t^2$, abandonado o carrinho novamente próximo ao sensor 0, temos que: $V_0 = 0$ e $\Delta t^2 = t^2$. Então, temos os valores destacados em vermelho na tabela 7: 1º Medição: 1,1 m/s²; 2º Medição: 1,1 m/s²; 3º Medição: 1,1 m/s².

Os alunos logo perceberam e indagaram que não houve nenhuma variação na aceleração nas três medidas, ou seja, deparou-se com uma aceleração de 1,1 m/s². Logo, a média foi **1,1 m/s²** destacado em amarelo na tabela 7.

Os discentes ficaram entusiasmados com os resultados, observaram na prática como se calcula a aceleração de um corpo, e que essa se mantém constante. Surgiram aqui também algumas perguntas feitas pelos alunos, como: Porque as três medições temporais foram exatamente iguais, ao contrário do experimento entre os sensores 0-1 em que houve uma pequena variação? Esse resultado de 1,1 m/s² foi um resultado satisfatório?

Outro debate foi aberto com a proposta de esclarecermos essas perguntas, como esses valores são valores experimentais existem muitas influências externas, como: a luminosidade, influência do ar, local de realização experimental e assim por diante. Mas ao compararmos os dois valores das acelerações **0-1: 1,3 m/s²** e **0-2: 1,1 m/s²**, esses valores a níveis experimentais são considerados calculáveis, porém sendo próximos de constante.

5.2.1.3 Atividade Sensor 0-3

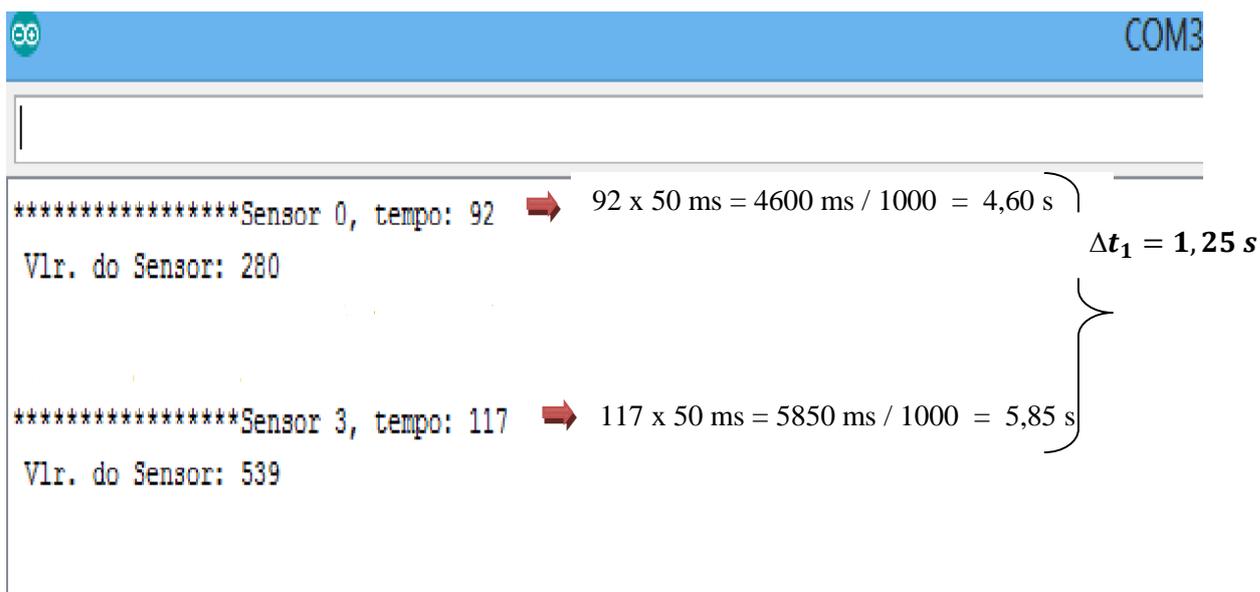
O foco juntamente com os alunos é verificar, se aceleração vai ser aproximadamente igual a encontrada entre os sensores 0-1 e 0-2, temos os seguintes os resultados:

Tabela 08: Valores Experimentais do MRUV ($\alpha = 5^\circ$, sensor 0-3)

Medições	Sensores	Δt (s)	ΔS (m)	a (m/s ²)
1°	0-3	1,25	0,825	1,07
2°	0-3	1,25	0,825	1,07
3°	0-3	1,20	0,825	1,14
Média		1,23		1,09

Nota-se que o erro percentual temporal na 2ª e 3ª medições foi de 4,0%, isso mostra que o tempo variou dentro do esperado. Refletindo assim na mudança de aceleração de 1,07 para 1,14 m/s². A janela COM3 (janela monitor serial) mostra a 1ª medida temporal. Ver figura na página seguinte:

Figura 29: 1ª Medição Temporal (0-3, 5°).



Logo, a 2ª medição temporal. Ver figura:

Figura 30: 2° Medição Temporal (0-3, 5°).

```
COM3
*****Sensor 0, tempo: 68 ➡ 68 x 50 ms = 3400 ms / 1000 = 3,40 s
Vlr. do Sensor: 304
*****Sensor 3, tempo: 93 ➡ 93 x 50 ms = 4650 ms / 1000 = 4,65 s
Vlr. do Sensor: 288
```

$\Delta t_2 = 1,25 \text{ s}$

Por fim, a 3ª medição temporal. Ver figura:

Figura 31: 3° Medição Temporal (0-3, 5°).

```
COM3
*****Sensor 0, tempo: 68 ➡ 68 x 50 ms = 3400 ms / 1000 = 3,40 s
Vlr. do Sensor: 279
*****Sensor 3, tempo: 92 ➡ 92 x 50 ms = 4600 ms / 1000 = 4,60 s
Vlr. do Sensor: 548
```

$\Delta t_3 = 1,20 \text{ s}$

Com esses resultados, os discentes calcularam a média temporal **1,23 s**. Verificou-se esses valores na tabela 8, e perceberam que o intervalo de tempo é maior do que nos casos anteriores, ou seja, o carrinho percorre uma distância maior entre os sensores 0-3, 82,5 cm. Então, os resultados estão considerados normais a níveis experimentais.

Posteriormente, usando a mesma equação os alunos calcularam a aceleração, como o carrinho é abandonado próximo ao sensor 0, temos que: $V_0 = 0$ e $\Delta t^2 = t^2$.

Então, os valores destacados em vermelho na tabela 8 mostram as acelerações encontradas: 1º Medição: 1,07 m/s²; 2º Medição: 1,07 m/s²; 3º Medição: 1,14 m/s².

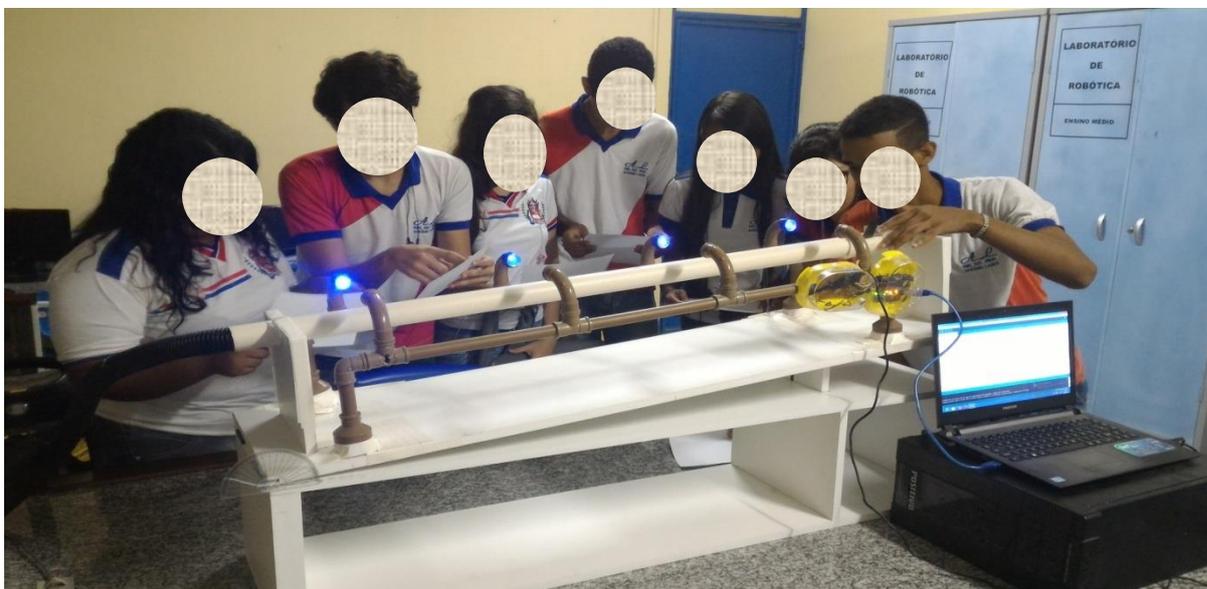
Os discentes indagaram que existe uma variação só na terceira medida, então a nível de valores experimentais pode-se considerar essa aceleração próxima de constante. Juntamente com os alunos calculamos a média da aceleração **1,09 m/s²**, marcada em amarelo na tabela 8.

Outro objetivo do experimento de MRUV foi verificado, ou seja, observou-se simultaneamente com os alunos que a aceleração entre os sensores 0-1, 0-2 e 0-3 deram valores próximos. Realizamos a média das aceleração para as três atividades: 0-1, 0-2 e 0-3, ou seja, 1,36 m/s², 1,10 m/s² e 1,09 m/s² respectivamente. Fizemos a média dos valores destacados em amarelo nas tabelas 6, 7 e 8, encontramos: **1,18 m/s²**, o valor da aceleração para o ângulo de inclinação de 5°. Temos:

$$\text{Inclinação de } 5^\circ = \text{Aceleração de } 1,18 \text{ m/s}^2$$

Realização dessa atividade experimental. Ver figura:

Figura 32: Realização do Experimento de MRUV, $\alpha = 5^\circ$.



Nessa primeira etapa experimental, os alunos conseguiram compreender de forma dinâmica e atrativa como é o movimento de um corpo acelerado. Já na construção dos gráficos, alguns tiveram dúvidas.

5.2.2. Gráficos do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado ($\alpha = 5^\circ$).

Nesta seção elaborou-se juntamente com os alunos os dois gráficos do MRUV com os valores obtidos experimentalmente, temos a seguir o primeiro gráfico:

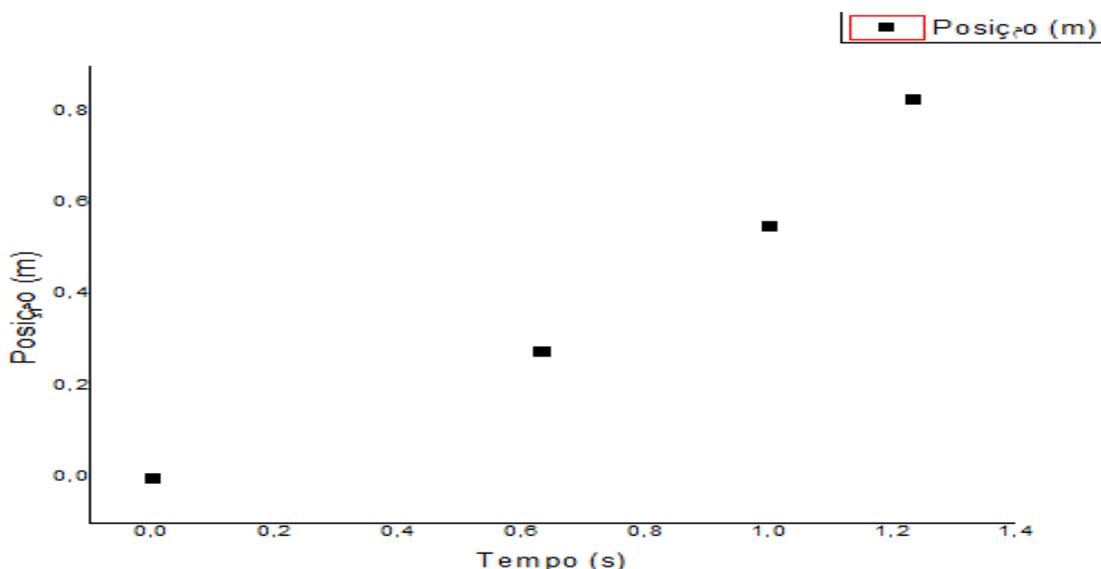
Posição x tempo: Usamos a tabela a seguir para construirmos esse gráfico:

Tabela 09: Valores Para a Construção Gráfica MRUV (Posição x Tempo, 5°).

Sensor	Posição S (m)	Tempo t (s)
Próximo ao sensor 0	0	0
0-1	0,275	0,63
0-2	0,55	1,0
0-3	0,825	1,23

Essa tabela 9 é a junção das tabelas 6, 7 e 8, como assim? O carrinho se movendo com uma aceleração constante de $1,18 \text{ m/s}^2$, apresenta os tempos gastos entre os sensores 0-1, 0-2 e 0-3 e suas respectivas distâncias. Com os valores destacados em azul os alunos construíram o gráfico no Excel, semelhante a esse criado no Origin. Ver figura:

Gráfico 7: Posição x tempo (MRUV, 5°).



Analisando o gráfico 7 construído juntamente com os alunos, vimos que se trata de uma pequena parábola com concavidade voltada para cima, isso é um excelente resultado. Comprado com os gráficos encontrados na literatura, ou seja, nos livros didáticos, esse se assemelha bastante, provando assim um resultado satisfatório com os valores obtidos experimentalmente.

Os alunos perceberam que esse gráfico é uma parábola voltada para cima e indagaram que no início do projeto tivemos uma aula de gráficos e MRUV e destacaram que se trata de um gráfico de uma função do segundo grau. Uma discussão foi iniciada após a construção gráfica, perguntas surgiram como: Qual o coeficiente angular? Porque que a parábola foi voltada para cima e não para baixo? Nesse momento o semblante de alguns dos alunos eram de dúvidas, de indecisão e de incerteza. Analisamos juntamente com eles o coeficiente angular, o que veria a ser esse coeficiente. O coeficiente angular é a grandeza responsável pela a concavidade (cima/baixo) da parábola matematicamente falando, e fisicamente falando o coeficiente angular é a aceleração constante do carrinho. O motivo para a parábola ter a concavidade voltada para cima é justamente porque o coeficiente angular é positivo, ou seja, a aceleração escalar do carrinho é positiva. Após essa explanação alguns conseguiram compreenderem, outros ainda ficaram pensando que o gráfico tinha que ser constante, pois a aceleração foi constante, confundiram com o gráfico da velocidade no MRU.

Nas nossas aulas iniciais do projeto, estudamos também a função horária do espaço para o MRUV $S = S_0 + V_0 \cdot t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow \Delta S = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$. Em companhia dos discentes construímos por meio do gráfico. Como S_0 é a posição inicial, ou seja, consideramos que o carrinho parte da origem, então $S_0 = 0$. Como o carrinho é abandonado próximo ao sensor 0 ($V_0 = 0$). A aceleração que os alunos encontraram foi $a = 1,18 \text{ m/s}^2$. A função horária do espaço determinado foi $S = 1,18 \cdot \frac{t^2}{2}$. Uma função que permite determinar a localização do carrinho em qualquer instante de tempo, desde que esse esteja em movimento com aceleração escalar constante. A reação dos alunos foi satisfatória com a descoberta dessa função, o semblante deles eram diferentes, visualizar tudo na prática e de um modo bem diferente do que visto em sala de aula. Como eles afirmaram agora entendemos o que é a fórmula do sorvetão.

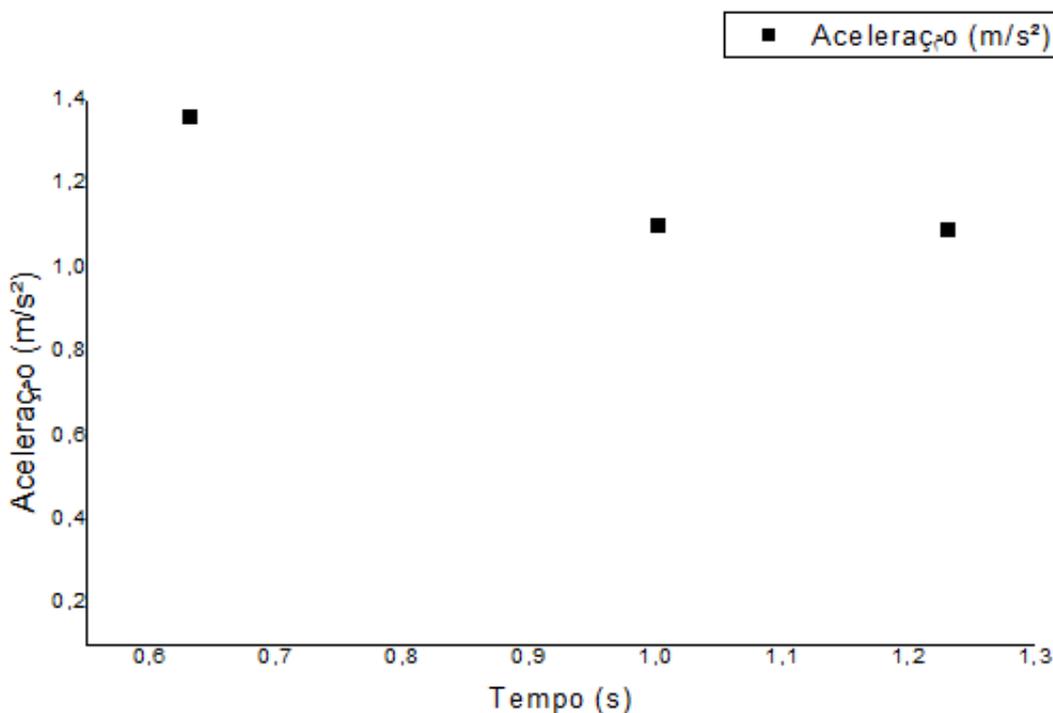
Aceleração x tempo: Usou-se a tabela a seguir para construirmos esse gráfico:

Tabela 10: Valores Para a Construção Gráfica MRUV (Aceleração x Tempo, 5°).

Sensores	Aceleração (m/s ²)	Tempo (s)
0-1	1,36	0,63
0-2	1,10	1,0
0-3	1,09	1,23

Essa tabela 10 é uma adaptação das tabelas 7,8 e 9. Usamos a média das acelerações e os respectivos intervalos de tempo gasto entre os sensores 0-1, 0-2 e 0-3. Com os valores destacados em vermelho os alunos construíram o gráfico no Excel, semelhante a esse criado no Origin. Ver figura:

Gráfico 8 Aceleração x tempo (MRUV, 5°).



Como a aceleração é aproximadamente constante 1,18 m/s², os alunos construíram esse gráfico com o objetivo de encontrar uma reta constante aumentando com o passar do tempo. De acordo com as nossas aulas sobre gráficos, os alunos

não tiveram muitas dúvidas na criação desse gráfico e questionaram que podíamos determinar alguma grandeza a partir desse, ou seja, a variação da velocidade que o carrinho sofre ao longo do trilho. Alguns alunos afirmaram que conseguíamos encontrar de duas maneiras: calculando a área sob o gráfico ou utilizando a própria equação da aceleração média: $1,18 = \Delta V/1,23 \rightarrow \Delta V = 1,45 \text{ m/s}$, isto é, $\Delta V = \text{Área}$. Outros alunos indagaram na hora, que achava mais facilmente encontrar a variação da velocidade somente pela a área sob o gráfico.

Após a construção do gráfico, abriu-se um leque para uma explanação mais concreta, para que os discentes compreendessem o significado físico desse gráfico. O carrinho ao ser solto próximo ao sensor 0, ele parte do repouso $V_0 = 0$, à medida que o carrinho vai descendo o trilho o tempo vai aumentando, e com isso a velocidade escalar do carrinho também vai aumentando e quando chega ao final do sensor 3 está com uma velocidade máxima, isso se deve a aceleração escalar constante impressa ao carrinho desde o momento que ele é solto até ao final do seu percurso. Constatamos que a aceleração é a grandeza responsável por fazer a velocidade de um corpo modificar.

Ao término dessa atividade experimental constatou-se que houve uma contribuição imensa para o aprendizado dos conceitos usados, o grupo de alunos participantes do projeto saíram satisfeitos a aparência deles eram significativas, embora alguns questionamentos principalmente na construção do primeiro gráfico e na função horária, mas como um todo essa atividade contribuiu de forma satisfatória.

5.2.3. Atividade Experimental ($\alpha = 10^\circ$)

Continuou-se com o mesmo delay (tempo de resposta do sensor) de 50 ms. A estrutura se inicia com os alunos (o grupo composto por oito alunos) realizando o experimento, ou seja, calculamos a aceleração entre os trechos 0-1, 0-2 e 0-3, com a finalidade de encontrarmos uma valor aproximadamente constante.

5.2.3.1 Atividade Sensor 0-1

Têm-se os seguintes resultados:

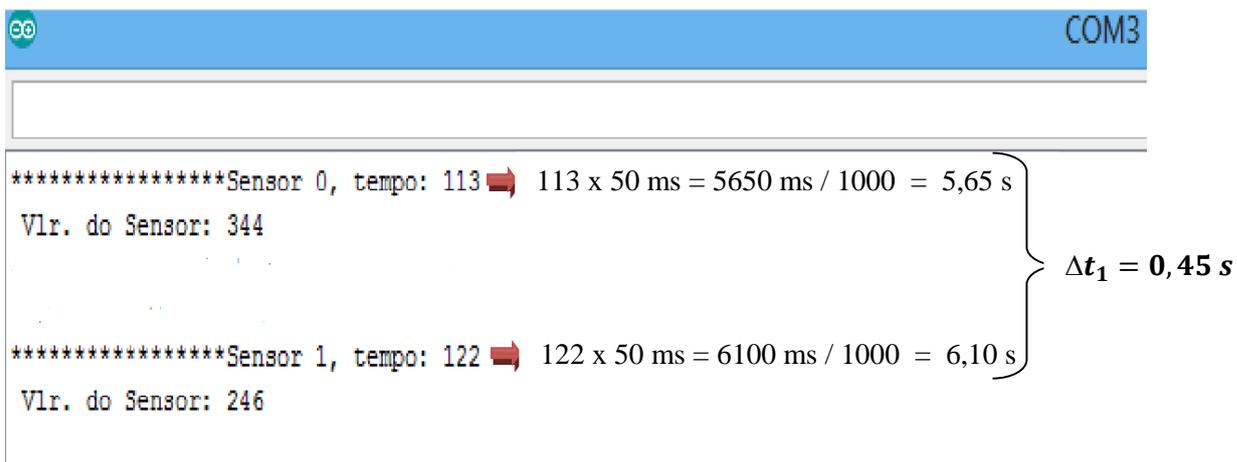
Tabela 11: Valores Experimentais do MRUV ($\alpha = 10^\circ$, sensor 0-1)

Medições	Sensores	Δt (s)	ΔS (m)	a (m/s ²)
1°	0-1	0,45	0,275	2,70
2°	0-1	0,45	0,275	2,70
3°	0-1	0,45	0,275	2,70
Média		0,45		2,70

A tabela 11 mostra resultados bem coerentes, ou seja, temos os intervalos de tempo entre os sensores 0-1. A tabela mostra o procedimento feito três vezes. Os alunos calcularam a média temporal. Repetimos o mesmo procedimento da atividade anterior, para calcularmos os intervalos de tempo.

A janela COM3 da interface Arduino mostra essa 1° medida. Ver figura:

Figura 33: 1° Medição Temporal (0-1, 10°)



Exibiu-se o resultado encontrado pelos os alunos que está demonstrado na terceira coluna da tabela 11. Em seguida, temos a 2° medição temporal. Ver figura:

Os alunos averiguaram que não houve nenhuma variação na aceleração nas três medidas, ou seja, descobriram uma aceleração de $2,70 \text{ m/s}^2$. Logo, a média foi **$2,70 \text{ m/s}^2$** .

Os alunos logo destacaram o aumento da aceleração em relação a aceleração calculada entre os sensores 0-1 para a atividade $\alpha = 5^\circ$, perceberam que o valor aqui foi maior. Isso demonstra que a aceleração escalar é diretamente proporcional ao ângulo de inclinação, ou seja, quanto maior for o plano inclinado maior será a aceleração, causando assim um aumento maior na velocidade do carrinho.

5.2.3.2 Atividade Sensor 0-2

Chega-se aos seguintes resultados:

Tabela 12: Valores Experimentais do MRUV ($\alpha = 10^\circ$, sensor 0-2)

Medições	Sensores	Δt (s)	ΔS (m)	a (m/s^2)
1°	0-2	0,70	0,55	2,25
2°	0-2	0,70	0,55	2,25
3°	0-2	0,65	0,55	2,60
Média		0,68		2,36

A distância agora entre os sensores é de 55 cm. Notamos que o erro percentual temporal na 2° e 3° medições foi de 7,14%, isso mostra que o tempo variou além do esperado. Refletindo assim na mudança brusca da aceleração de 2,25 para 2,60 m/s^2 . A janela COM3 (janela monitor serial) mostra a 1° medida temporal. Ver figura:

Figura 36: 1° Medição Temporal (0-2, 10°)

```
COM3
*****Sensor 0, tempo: 67 ➔ 67 x 50 ms = 3350 ms / 1000 = 3,35 s
Vlr. do Sensor: 464
*****Sensor 2, tempo: 81 ➔ 81 x 50 ms = 4050 ms / 1000 = 4,05 s
Vlr. do Sensor: 283
Δt1 = 0,70 s
```

2° Medição. Ver figura:

Figura 37: 2° Medição Temporal (0-2, 10°)

```
COM3
*****Sensor 0, tempo: 59 ➔ 59 x 50 ms = 2950 ms / 1000 = 2,95 s
Vlr. do Sensor: 541
*****Sensor 2, tempo: 73 ➔ 73 x 50 ms = 3650 ms / 1000 = 3,65 s
Vlr. do Sensor: 276
Δt2 = 0,70 s
```

E por fim, a última medição para os sensores 0-2. Ver figura:

Figura 38: 3° Medição Temporal (0-2, 10°)

```
COM3
*****Sensor 0, tempo: 60 ➔ 60 x 50 ms = 3000 ms / 1000 = 3,0 s
Vlr. do Sensor: 284
Vlr. do
*****Sensor 2, tempo: 73 ➔ 73 x 50 ms = 3650 ms / 1000 = 3,65 s
Vlr. do Sensor: 497
Δt3 = 0,65 s
```

Junto com os discentes encontrou-se a média temporal: $\Delta t_m = 0,68 \text{ s}$. Os alunos esperavam justamente por isso, um valor de tempo maior, já que o carrinho percorreu uma distância maior 55 cm. Na terceira medição, o resultado temporal variou bruscamente, influenciando no resultado da aceleração.

Com essa variação temporal refletindo-se na aceleração, repetidamente os discentes determinaram a aceleração nas três medições, logo temos os resultados comprovados na tabela 12: 1° Medição: 2,25 m/s²; 2° Medição: 2,25 m/s²; 3° Medição: 2,60 m/s².

Como a distância percorrida é a mesma, o que faz modificar essa aceleração na terceira medição é justamente o intervalo de tempo, que é menor do que nos dois outros casos. Como essa modificação a nível experimental pode ser considerada dentro dos limites, então fizemos a média das três medições das acelerações **2,36 m/s²**.

5.2.3.3 Atividade Sensor 0-3

São mostrados os seguintes resultados:

Tabela 13: Valores Experimentais do MRUV ($\alpha = 10^\circ$, sensor 0-3)

Medições	Sensores	Δt (s)	ΔS (m)	a (m/s ²)
1°	0-3	0,85	0,825	2,28
2°	0-3	0,85	0,825	2,28
3°	0-3	0,85	0,825	2,28
Média		0,85		2,28

A tabela 13 mostra os resultados bem coerentes, sendo que a distância agora entre os sensores 0-3 é de 82,5 cm. A janela COM3 (janela monitor serial) mostra a 1° medida temporal. Ver figura:

Figura 39: 1° Medição Temporal (0-3, 10°)

```
COM3
*****Sensor 0, tempo: 58 ➔ 58 x 50 ms = 2900 ms / 1000 = 2,90 s
Vlr. do Sensor: 288
*****Sensor 3, tempo: 75 ➔ 75 x 50 ms = 3750 ms / 1000 = 3,75 s
Vlr. do Sensor: 504
```

$\Delta t_1 = 0,85 s$

2° Medida. Ver figura:

Figura 40: 2° Medição Temporal (0-3, 10°)

```
COM3
*****Sensor 0, tempo: 46 ➔ 46 x 50 ms = 2300 ms / 1000 = 2,30 s
Vlr. do Sensor: 286
*****Sensor 3, tempo: 63 ➔ 63 x 50 ms = 3150 ms / 1000 = 3,15 s
Vlr. do Sensor: 286
```

$\Delta t_2 = 0,85 s$

Por fim, a última medição temporal. Ver figura:

Figura 41: 3° Medição Temporal (0-3, 10°)

```
COM3
*****Sensor 0, tempo: 64 ➔ 64 x 50 ms = 3200 ms / 1000 = 3,20 s
Vlr. do Sensor: 308
*****Sensor 3, tempo: 81 ➔ 81 x 50 ms = 4050 ms / 1000 = 4,05 s
Vlr. do Sensor: 544
```

$\Delta t_3 = 0,85 s$

Os discentes constataram que o tempo gasto entre os sensores 0-3 nas três medições foram os mesmos, isso implica que a média temporal foi $\Delta t_m = 0,85 \text{ s}$. Os resultados trouxeram motivação aos alunos, pois o tempo não variou em nenhuma medição, resultando assim em uma aceleração constante nas três medições. Como a distância é a mesma 82,5 cm e o tempo gasto foi o mesmo os discentes calcularam a aceleração com bastante empolgação, temos: 1° Medição: 2,28 m/s²; 2° Medição: 2,28 m/s²; 3° Medição: 2,28 m/s².

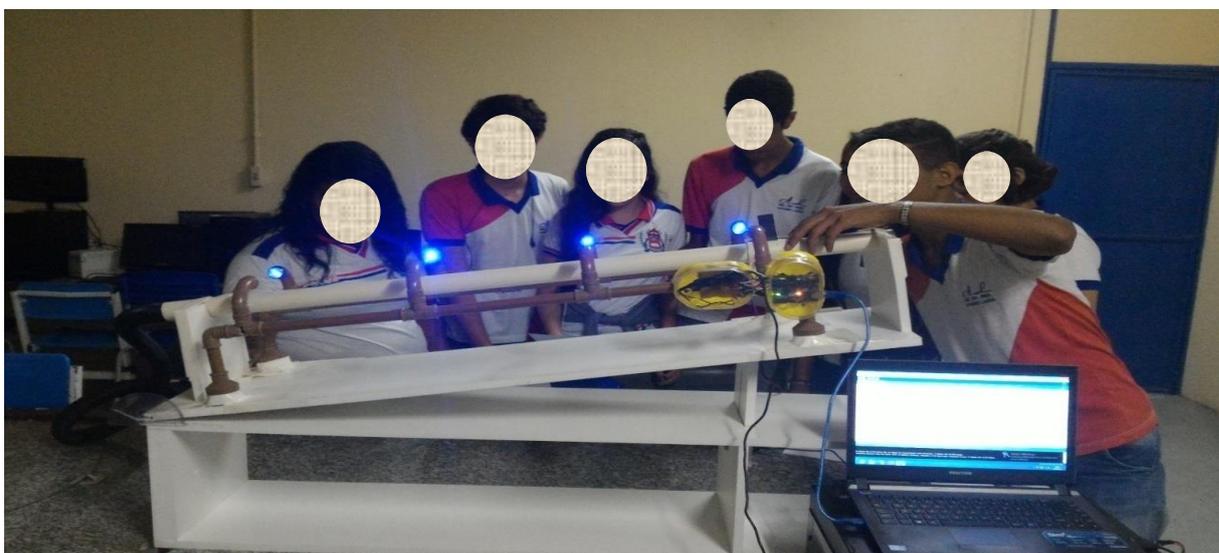
Verificou-se que não existe nenhuma variação na aceleração, resultado fantástico em que os discentes ficaram muito entusiasmados. A média da aceleração foi **2,28 m/s²**

Um dos nossos objetivos do experimento de MRUV foi determinado, ou seja, verificamos com os discentes que a aceleração entre os sensores 0-1, 0-2 e 0-3 deram aproximadamente constante. Fizemos a média das aceleração para as três atividades: 0-1, 0-2 e 0-3, ou seja, 2,70 m/s², 2,36 m/s² e 2,28 m/s² respectivamente. Posteriormente computamos a média desses valores, que estão destacados nas tabelas 11, 12 e 13, encontramos: **2,44 m/s²**, o valor da aceleração para o ângulo de inclinação de 10°. Portanto, chegou-se à conclusão:

Inclinação de 10° = Aceleração de 2,44 m/s²

Realização da atividade experimental. Ver figura:

Figura 42: Realização do Experimento de MRUV, $\alpha = 10^\circ$.



Ao ser comparadas as duas acelerações com os respectivos ângulos de inclinação: $5^\circ = \text{Aceleração de } 1,18 \text{ m/s}^2$; $10^\circ = \text{Aceleração de } 2,44 \text{ m/s}^2$.

Os alunos analisaram a proporcionalidade da aceleração escalar do carrinho com o ângulo de inclinação, perceberam que se aumentarmos esse ângulo a aceleração escalar aumentará também. Então, essas duas grandezas são diretamente proporcionais. Algumas perguntas foram feitas pelo os alunos, como: acontece também com a velocidade, essa proporção? Se o ângulo aumenta a aceleração aumenta, mas pela a definição a aceleração é a variação da velocidade em decorrer do tempo, conseqüentemente, a velocidade aumenta de acordo com o ângulo.

5.2.4. Gráficos do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado ($\alpha = 10^\circ$).

Nesta seção elaboramos juntamente com os alunos os dois gráficos do MRUV, para a inclinação de 10° , com os valores obtidos experimentalmente.

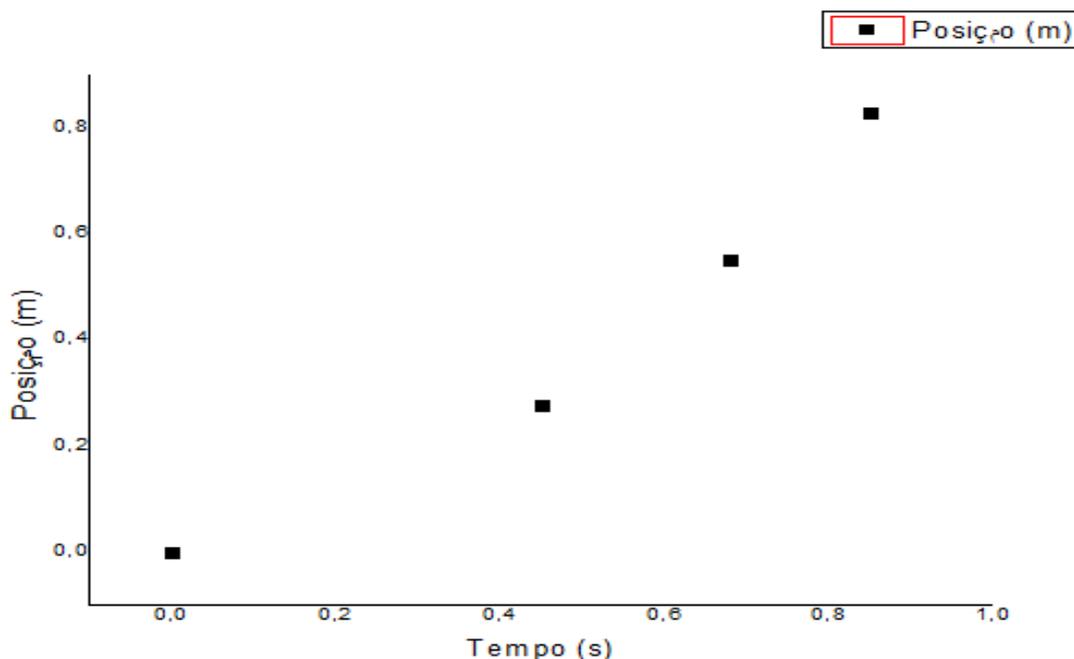
Posição x tempo: Usamos a tabela a seguir para construirmos esse gráfico:

Tabela 14: Valores Para a Construção Gráfica MRUV (Posição x Tempo, 10°).

Sensor	Posição S (m)	Tempo t (s)
Próximo ao sensor 0	0	0
0-1	0,275	0,45
0-2	0,55	0,68
0-3	0,825	0,85

A tabela 14 identifica o tempo gasto entre os sensores 0-1, 0-2 e 0-3 com o carrinho se movendo com uma aceleração constante de $2,44 \text{ m/s}^2$. Com os valores destacados em azul os alunos construíram o gráfico no Excel, semelhante a esse criado no Origin.

Gráfico 9: Posição x tempo (MRUV, 10°)



Averiguando o gráfico construído pelos os alunos, observou-se uma pequena parábola com concavidade voltada para cima, isso é um excelente resultado interrogaram o grupo de alunos. Esse gráfico é uma representação de uma função do segundo grau, como sabemos de acordo com as aulas iniciais do projeto e a atividade experimental com ângulo de 5°, no MRUV a função do espaço para um corpo que se move com aceleração escalar constante é uma função do segundo grau, porém o gráfico descreve bem o movimento do carrinho para uma inclinação de 10°, tendo como coeficiente angular a aceleração escalar. Aqui os alunos não tiveram aquela dúvida e questionamento sobre os coeficientes, pois a explanação feita na atividade anterior possibilitou isso.

Nas nossas aulas iniciais do trabalho, estudamos também a função horária do espaço para o MRUV $S = S_0 + V_0 \cdot t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow \Delta S = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$, que conseguimos construir por meio do gráfico. Como S_0 é a posição inicial, ou seja, consideramos que o carrinho parte da origem, então $S_0 = 0$. Como o carrinho é abandonado próximo ao sensor 0 ($V_0 = 0$). A aceleração a encontramos $a = 2,44 \text{ m/s}^2$. A função horária do espaço que construímos é $S = 2,44 \cdot \frac{t^2}{2}$. Seguindo o mesmo procedimento da

atividade anterior, os discentes foram capazes de construir essa função mais facilmente.

Os alunos já esperavam por esse gráfico, ou seja, por essa representação gráfica que descreve o movimento do carrinho, pois essa atividade foi bem semelhante a anterior, mudamos apenas a inclinação do plano, o que provocou uma aceleração maior, um coeficiente angular maior. Do ponto de vista físico, esse coeficiente demonstra um aumento na velocidade do carrinho realizado em tempos menores, já do ponto de vista matemático o coeficiente demonstra a posição da parábola, se essa vai ser voltada para cima ou para baixo.

Aceleração x tempo: Usamos a tabela a seguir para construirmos esse gráfico:

Tabela 15: Valores Para a Construção Gráfica MRUV (Aceleração x Tempo, 10°).

Sensores	Aceleração (m/s ²)	Tempo (s)
0-1	2,70	0,45
0-2	2,36	0,68
0-3	2,28	0,85

Com os valores destacados em vermelho os alunos construíram o gráfico no Excel, semelhante a esse criado no Origin.

Gráfico 10: Aceleração x tempo (MRUV, 10°).

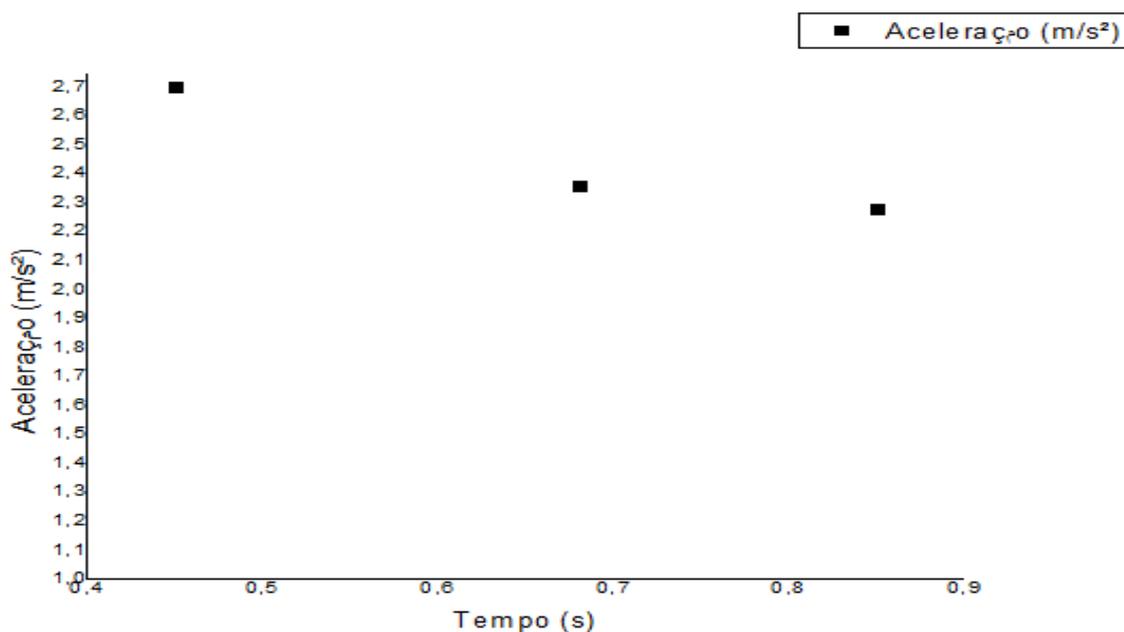


Gráfico construído pelos os alunos, mostra a aceleração sofrida pelo o carrinho sobre o trilho nos intervalos de tempo entre os sensores, uma representação muito bem esperada pelo o corpo discente, ou seja, já que a aceleração é aproximadamente constante com o passar do tempo, o gráfico esperado era justamente essa linha reta constante. Esses pontos identificam a aceleração aproximadamente constante, simbolizada no eixo y do gráfico com o decorrer do tempo, representado no eixo x.

Como na atividade anterior, os discentes determinaram a partir do gráfico a grandeza variação de velocidade ΔV , utilizando tanto a área sob o gráfico ou a partir da fórmula da aceleração média, conseguimos encontrar $\Delta V = 2,07 \text{ m/s}$ ao final do percurso, ou seja, ao final do trilho. Ao compararmos com o resultado obtido com a inclinação de 5° , constatamos a eficácia do experimento, ou seja, a medida que aumentamos o ângulo a aceleração aumenta e a velocidade varia na mesma proporção, como era de se esperar.

Em resumo, essa atividade experimental de MRUV trouxe aos alunos participantes uma nova visão de movimento, uma nova visão de ciência, uma nova visão sobre os conceitos que não foram compreendidos em sala de aula, eles mesmos afirmam isso. Afirmaram que gostaram, que se identificaram com o experimento e disseram que as dificuldades são bem menores que o conteúdo visto em sala de aula.

5.3. APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO (VALIDAÇÃO)

Figura 45: Questionário respondido pelo os alunos.

Questionário de Entrevista

1º) As atividades contribuíram para o entendimento do assunto estudado?

Sim, entendi bastante, pois nunca tinha aprendido esses assuntos, só sabia que no MRU usava a fórmula do senete e no MRUV do senete. Agora pude compreender tanto os conceitos de velocidade constante e aceleração e seus respectivos gráficos.

2º) Quais as diferenças que você destacaria entre as atividades que você participou e as aulas de Física que você teve?

A diferença é bem simples, é que nas aulas em sala de aula a física que aprendemos é igual matemática só aprendemos a fazer conta utilizando as fórmulas, e aqui no projeto aprendemos bastante a teoria e compreendemos os conceitos.

3º) Qual foi a principal dificuldade que você sentiu durante as atividades?

Sentir muita dificuldade no manuseio do programa a Arduino e Excel, acho que era para ter mais aulas de como usar esses programas principalmente o primeiro.

4º) Qual foi a experiência de se trabalhar com Interface Arduino?

Foi muito bom, é uma ferramenta extra ordinária que pode ser explorado muito nas aulas de Física, permite fazer vários tipos de sensores.

5º) Qual o experimento trouxe mais dinamismo, o de MRU ou MRUV?

O experimento de MRUV, foi muito interessante e muito dinâmico, em encontrar a aceleração para duas inclinações diferentes e ver que é proporcional, quanto maior o ângulo maior a aceleração.

6º) Qual foi a importância da camada de ar sobre o experimento?

Ela influencia bem dizer em todo o experimento, pois diminui a atrito entre o carrinho, pois diminui o atrito entre trilhos, permitindo assim, realizarmos os experimentos com uma eficácia maior.

7º) Você considera o Trilho de Ar um experimento plausível a ser incorporado nas aulas de Física?

Sim, com esse experimento entendemos muito bem os conceitos de MRU e MRUV, ficaria bem mais fácil aprender esses conceitos de cinemática. Uma física diferente, uma física mais atrativa, ou seja, a gente aprende fazendo.

Questionário de Entrevista

1º) As atividades contribuíram para o entendimento do assunto estudado?

Sim, principalmente o primeiro experimento, entendi o conceito de MRU e pude entender que a função do primeiro grau representa esse fenômeno. Assimila também os conceitos de velocidade constante. O segundo experimento foi algumas dúvidas, achei ele um pouco mais complexo.

2º) Quais as diferenças que você destacaria entre as atividades que você participou e as aulas de Física que você teve?

Nas aulas de física que tive, o professor fez alguns desenhos de comilha e comecei a explicar, fiz as imaginações como essas comilha estavam se movimentando e busquei explicar nos casos que envolveram na cidade, a partir de parâmetros físicos. Nas particular que tanto os professores falam em movimento e lá também na prática aquela comilha expusos, considere o objeto desprojetado.

3º) Qual foi a principal dificuldade que você sentiu durante as atividades?

A principal dificuldade de início foi calcular os intervalos de tempo, através do programa Arduino, mas no segundo experimento já me senti mais familiarizado.

4º) Qual foi a experiência de se trabalhar com Interface Arduino?

Foi uma experiência nova, já tinha ouvido falar muito no Arduino, mas não tinha noção do que ele podia fazer.

5º) Qual o experimento trouxe mais dinamismo, o de MRU ou MRUV?

Achei mais interessante o experimento de MRUV, se bem que achei um pouco mais complexo, porém foi mais legal encontrar a velocidade nos dois instantes.

6º) Qual foi a importância da camada de ar sobre o experimento?

Justamente esse atrito desprojetado, que eu não entendia, mas com essa camada de ar sendo nos furos e o movimento de movimento, tirou mais a minha dúvida sobre o objeto.

7º) Você considera o Trilho de Ar um experimento plausível a ser incorporado nas aulas de Física?

Sim, pois com esse experimento entender o MRU e o MRUV, observamos na prática o que é velocidade constante. Acho que com esse tipo de aula, a Física fica mais atrativa.

Questionário de Entrevista

1º) As atividades contribuíram para o entendimento do assunto estudado?

Sim, pois tinha muitas dúvidas nesses conteúdos de MRU e MRUV, principalmente nas interpretações dos gráficos. E consegui entender as relações entre funções matemáticas e os dois tipos de movimento.

2º) Quais as diferenças que você destacaria entre as atividades que você participou e as aulas de Física que você teve?

Existem muitas diferenças, a principal é que não precisamos ficar decorando fórmulas, aqui a gente aprendeu a pensar de usar fórmulas.

3º) Qual foi a principal dificuldade que você sentiu durante as atividades?

A principal dificuldade que encontrei foi de entender o princípio como fazer a leitura temporal, consegui mais com a ajuda dos colegas, me perdi um pouco quando o professor explicava o detalhe que mudamos de um experimento para outro.

4º) Qual foi a experiência de se trabalhar com Interface Arduino?

Uma experiência maravilhosa, realmente a descoberta é uma placa com um poder ~~estranho~~ extraordinário.

5º) Qual o experimento trouxe mais dinamismo, o de MRU ou MRUV?

O experimento de MRUV foi mais dinâmico, mais trabalhoso também, porém mais interessante do que o experimento de MRU.

6º) Qual foi a importância da camada de ar sobre o experimento?

A camada de ar influencia o movimento do carrinho, ou seja, ela diminui o atrito, permitindo assim uma maior movimentação do carrinho.

7º) Você considera o Trilho de Ar um experimento plausível a ser incorporado nas aulas de Física?

Sim, se esse experimento fosse inserido nas aulas de Física, estas se tornaria mais dinâmica, mais atrativa.

Questionário de Entrevista

1º) As atividades contribuíram para o entendimento do assunto estudado?

Sim, o primeiro experimento contribuiu muito para o entendimento com o móvel se movendo com velocidade constante, pensei que isso não aconteceria na prática.

2º) Quais as diferenças que você destacaria entre as atividades que você participou e as aulas de Física que você teve?

Eu não conseguia entender nada nas aulas de física desses conteúdos, só conta e fórmulas, mas depois do projeto pude compreender mais um pouco.

3º) Qual foi a principal dificuldade que você sentiu durante as atividades?

Foi aprender a calcular os intervalos de tempo.

4º) Qual foi a experiência de se trabalhar com Interface Arduino?

Muito boa, eu tinha ouvido falar, mas não sabia como funcionava.

5º) Qual o experimento trouxe mais dinamismo, o de MRU ou MRUV?

O experimento de MRUV, só via experimento de plano inclinado nos livros, e não entendia como a aceleração se mantia constante.

6º) Qual foi a importância da camada de ar sobre o experimento?

Tudo, sem o ar saindo pelos os furos o carrinho não se movimentaria.

7º) Você considera o Trilho de Ar um experimento plausível a ser incorporado nas aulas de Física?

Concerteza, quem dava as aulas de física fosse sempre assim, sem dúvida aprenderíamos mais.

Questionário de Entrevista

1º) As atividades contribuíram para o entendimento do assunto estudado?

Sim, atividades muito dinâmicas, aprendemos fazendo. Entendi realmente os conceitos de MRU e MRUV

2º) Quais as diferenças que você destacaria entre as atividades que você participou e as aulas de Física que você teve?

A Física que aprendemos em sala de aula é bem diferente do projeto, essa Física é mais atrativa.

3º) Qual foi a principal dificuldade que você sentiu durante as atividades?

Sentir um pouco de dificuldade no segundo experimento o de MRUV, principalmente na hora de construir os gráficos

4º) Qual foi a experiência de se trabalhar com Interface Arduino?

Marcavulhoso, não o conhecia e sei que podemos fazer vários protótipos com essa placa

5º) Qual o experimento trouxe mais dinamismo, o de MRU ou MRUV?

O Experimento de MRU, pois foi o que entendi perfeitamente, foi de ser visualizado

6º) Qual foi a importância da camada de ar sobre o experimento?

Em todo o experimento, ou seja, nas duas atividades de MRU e MRUV, ela minimiza todo o atrito

7º) Você considera o Trilho de Ar um experimento plausível a ser incorporado nas aulas de Física?

Sim, perfeitamente se esse experimento fosse inserido em sala de aula, o interesse pela física aumenta.

Questionário de Entrevista

1º) As atividades contribuíram para o entendimento do assunto estudado?

Concerteza, esse assunto de MRU e MRUV eu achava muito tedioso, jamais imaginava que ia gostar desse assunto e principalmente entender.

2º) Quais as diferenças que você destacaria entre as atividades que você participou e as aulas de Física que você teve?

Total diferente, não gosto muito de física, até então pois pude perceber que a Física é bem mais do que aquelas contas.

3º) Qual foi a principal dificuldade que você sentiu durante as atividades?

sentir dificuldade em trabalhar com o Arduino

4º) Qual foi a experiência de se trabalhar com Interface Arduino?

Boa, porém tenho muitas dificuldades com programação

5º) Qual o experimento trouxe mais dinamismo, o de MRU ou MRUV?

O experimento de MRU, achei muito interessante saber que um corpo pode se mover sem força resultante.

6º) Qual foi a importância da camada de ar sobre o experimento?

Foi o essencial, pois sem a camada de ar, o carrinho ia se mover com dificuldade.

7º) Você considera o Trilho de Ar um experimento plausível a ser incorporado nas aulas de Física?

Sim, pois nos trouxe a verdadeira física, através de experimento a gente aprende melhor.

Questionário de Entrevista

1º) As atividades contribuíram para o entendimento do assunto estudado?

Sim, tinha muitas dúvidas no conteúdo de MRU e MRUV, com o experimento clareou bastante os conceitos sobre essas conteúdos.

2º) Quais as diferenças que você destacaria entre as atividades que você participou e as aulas de Física que você teve?

Muito diferente, nas aulas de física em sala de aula só aprendemos fórmulas e fazemos muito exercício, nesse projeto vimos a física de modo bem diferente, bem divertido.

3º) Qual foi a principal dificuldade que você sentiu durante as atividades?

Tive dificuldade na construção da função horária do segundo experimento.

4º) Qual foi a experiência de se trabalhar com Interface Arduino?

Uma experiência nova, nunca tinha ouvido falar e com o projeto vi que se pode fazer vários protótipos experimentais.

5º) Qual o experimento trouxe mais dinamismo, o de MRU ou MRUV?

O segundo experimento de MRUV, ver que quando aumentamos o ângulo a aceleração também aumentava e perceber que ela permanece constante foi bem legal.

6º) Qual foi a importância da camada de ar sobre o experimento?

Foi a importância para todo o funcionamento, pois sem o ar o carrinho não se movimentava.

7º) Você considera o Trilho de Ar um experimento plausível a ser incorporado nas aulas de Física?

Sim, precisamos de aula mais aula desse jeito com experimentos.

Realização do questionário. Ver figura:

Figura 43: Realização do Questionário.



Fazendo uma análise do questionário, percebeu-se que de um modo geral o projeto contribuiu de forma significativa para o entendimento dos conceitos abordados no experimento. Outro ponto relevante foi a colocação deles em demonstrar a diferença entre aprender Física com essas aulas experimentais do que com as aulas tradicionais. Evidenciamos também as dificuldades exposta por eles, alguns tiveram mais dificuldade no segundo experimento de MRUV, outros tiveram em fazer a leitura temporal, na parte computacional de criação de gráficos e da interface Aduino, mas tudo dentro de um esperado já que a maioria não tinha trabalhado dessa forma.

Averiguou-se que os oito alunos demonstram como é plausível esse tipo de aula para aprender os conceitos de Física, e que se fosse inserido nas aulas em sala de aula o aprendizado e o interesse pela a disciplina se tornaria bem mais eficaz. A grande maioria dos discentes ressaltam a importância do experimento para o aprendizado dos conceitos de MRU e MRUV, citando que desse modo é mais atrativo, mais dinâmico e que aprende bem mais. Destacando com grande reverência o poder da experimentação nas aulas de Física.

Outro fator de grande destaque respondido no questionário, foi a experiência de se trabalhar com o Arduino, muitos afirmam que já ouviram falar da placa, mas que nunca tinha trabalhado com ela. A maioria achou uma ferramenta extraordinária e com um poder riquíssimo para se trabalhar na Escola, na criação de sensores, na parte de robótica e assim por diante. Um aluno afirmou que tinha muita dificuldade com essa parte de Arduino, sensores, robótica, mas que se inserido no meio educativo pode trazer um grande benefício.

Os discentes diferenciaram os dois experimentos MRU e MRUV, como foi uma das perguntas do questionário, a grande maioria teve total facilidade no experimento de MRU. Já na atividade de MRUV os alunos conseguiram assimilar os conceitos propostos, porém tiveram alguns que sentiu uma dificuldade na construção do gráfico, na construção da função horária, mas nada que uma boa explanação fizesse com que eles compreendessem. Uns acharam mais dinamismo no experimento de MRUV, outros conseguiram aprender mais o conteúdo de MRU. De uma forma geral, o projeto proposto alcançou o seu objetivo central que é a melhora do processo ensino aprendizagem de Física.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A finalização desse trabalho demonstrou diversos resultados satisfatórios, inclusive a relação da tecnologia (Placa Arduino) juntamente com a realidade de experimentos científico, algo inovador e transformador de opiniões. Os estudantes que participaram do projeto se sentiram motivados a trilharem por esses caminhos científicos, e a modificarem suas maneiras de enxergar essa Física tão temida até então.

Esse projeto do trilho de ar usando sensores LDR, com a finalidade de fazer uma marcação temporal através de uma variação luminosa, foi algo encantador e inovador. O uso dos sensores e do Arduino proporcionou aos alunos uma interação entre a tecnologia e a ciência. O uso dessas ferramentas foram elementos motivadores para os alunos, já que estes preferem essas experimentações do que o ensino tradicional, com cadernos e resoluções de exercícios repetitivos. Os discentes se sentiram cada vez mais atraídos durante o projeto, pois para eles foi tudo muito moderno, realização de experimentos sobre movimento uniforme e movimento uniformemente variado, conteúdos até então tediosos.

A realização das duas atividades experimentais MRU e MRUV através do protótipo trouxeram repercussões convincentes no processo de ensino aprendizagem de Física. O conteúdo de cinemática é um conteúdo impactante no ensino médio e o desinteresse e desmotivação é intenso por parte dos alunos, com o protótipo experimental essa realidade modificou. Os próprios alunos afirmaram isso durante a realização das atividades e depois no questionário sobre o projeto.

O produto educacional gerado por essa dissertação, a cartilha de construção do protótipo experimental e os roteiros experimentais das atividades de MRU e MRUV, sem dúvida é uma ferramenta, uma prática pedagógica, uma metodologia inovadora de ensino capaz de modificar o ensino e o interesse pela Física. O docente que usará essa cartilha para a construção do experimento e os roteiros para se guiar junto com os seus alunos nas realizações das atividades experimentais, contribuirá sempre para uma atração e um entendimento maior da Física.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, I, A. **Currículo de Ciências: das tendências clássicas aos movimentos atuais de renovação.** In: BARRETO, E, S, S. (org). **Os Currículos do Ensino Fundamental para as Escolas Brasileiras.** 2 ed. Campinas, SP: Autores Associados; São Paulo: Fundação Carlos Chagas.

ANDRADE, M. L. ; MASSABNI, V. G. **O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências.** *Ciência & Educação*, Bauru, v. 17, n. 4, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132011000400005>>. Acesso em 13 de Junho de 2016.

BARBOSA, A, R. ; JESUS, J, A. **A utilização de materiais alternativos em experimentos práticos de química e sua relação com o cotidiano.** Disponível em: <<http://www.annq.org/congresso2009/trabalhos/pdf/T77.pdf>> Acesso em 10 de junho de 2016.

BEZERRA-JR, A.G. **Tecnologias livres e ensino de física: uma experiência na utfpr: um estudo experimental.** In: SIMPÓSIO DE ENSINO DE FÍSICA, 18, 2009, Vitória, 2009. Disponível em: http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/programa/lista_trabalho.asp?sesId=26 Acesso em 2 de Julho.

BORGES, A. T. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências.** Colégio Técnico da Universidade Federal de Minas Gerais, 2002.

BRASIL. **Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico. PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.** Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

CAMPOS, B. S., Fernandes, S. A., Ragni, A. C. P. B. & Souza, N. F. **Física para crianças: abordando conceitos físicos a partir de situações-problema.** *Revista Brasileira de Ensino de Física* **34**,2012. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/341402.pdf>. Acesso em 24 de Junho.

CARDODO, F, S. **O uso de atividades práticas no ensino de ciências no ensino de ciências: Na busca de melhores resultados no processo ensino aprendizagem.** Monografia de Graduação, Centro de Graduação UNIVATES, 2013.

CARVALHO, A, M ,P. ; AZEVEDO, M. C. P, S. ; NASCIMENTO, V, B. ; CAPPECHI, M, C, M. ; VANNUCCHI, A, I. ; CASTRO, R, S. ; PIETROCOLA, M. ; VIANNA, D, M. ; ARAÚJO, R, S. **Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

CASSARO, R. **Atividades experimentais no ensino de física.** Monografia de Graduação, Universidade Federal de Rondônia, 2012.

CRUZ, D, A. **Atividades prático-experimentais: tendências e perspectivas.** Dia a dia educação. Londrina, 2008. Disponível em:

<http://gestaoescolar.diadia.pr.gov.br/arquivos/file/producoes_pde/artigo_dalvd_apar ecida_cruz.pdf>. Acesso em 18 de Junho de 2016.

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.

GASPAR, A. ; MONTEIRO, I. C. C. **Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: Uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky**. Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2005.

GIANI, K. **A experimentação no Ensino de Ciências: possibilidades e limites na busca de uma Aprendizagem Significativa**. Dissertação de Mestrado Profissional Em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, 2010.

LEITE, L. **Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino de ciências - Cadernos Didáticos de Ciências**. Volume 1, Departamento de Ensino Secundário / Ministério da Educação, Lisboa, 2001.
MARTINAZZO, C. A. ; TRENTI, D. S. ; FERRARI, D. ; PIAIA, M. M. **Arduino: Uma tecnologia no ensino de física**. Departamento de Ciências da Computação, URI - Erechim, 2014.

MORAES, J. U. P. ; JUNIOR, R. S. **Experimentos didáticos no Ensino de Física com foco na Aprendizagem Significativa**. Instituto Federal de Alagoas, campus Penedo, Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2015.

MOREIRA, M. A. **Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: A teoria da Aprendizagem Significativa**. Porto Alegre - RS, 2009. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira>>. Acesso em 20 de Junho.

NASCIMENTO, T, L. **Repensando o ensino da física no ensino médio**. Monografia de Graduação, Universidade Estadual do Ceará, 2010.

OLIVEIRA, A, M. ; TEIXEIRA, L, C, R, S. **A relação teoria - prática na formação do educador e seu significado para a prática pedagógica do professor de biologia**. Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

PEREIRA, M, V. ; BARROS, S, S. **Produção de vídeos por estudantes como uma nova estratégia de trabalho experimental no laboratório de física no ensino médio**. Instituto Federal do Rio de Janeiro e Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

PIAGET, J. **Psicologia e Pedagogia**. Rio de Janeiro: Forense, 1972.

PINTO, M. C. **Aplicação de arquitetura pedagógica em curso de robótica educacional com hardware livre**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

R.JUNIOR, J. R. **Microcontrolador Arduino no ensino de física: Proposta e aplicação de uma situação de aprendizagem sobre o tema luz e cor.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, 2014.

ROCHA, F. S. ; MARRANGHELLO, G. F. ; LUCCHESI, M. M. **Acelerômetro eletrônico e a placa Arduino para o ensino de física em tempo real.** Universidade Federal de Pelotas, Eldorado do Sul - RS, Universidade Federal de Pampa, Bagé - RS, 2014.

RODRIGUES, R. F. **Arduino como uma ferramenta mediadora no ensino de física.** Dissertação de Mestrado Profissional, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.

ROSITO, B. A. **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas.** 3 ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008.

SERAFIM, M. C. **A falácia da dicotomia Teoria-Prática.** Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001.

SILVA, R. P.; ARAÚJO, M. L. F. **Concepções de atividades experimentais e implicações na prática docente de professores de ciências.** Universidade Federal de Sergipe, 2011.

SOUZA, A. C. **A experimentação no ensino de ciências: Importância das aulas práticas no processo de ensino aprendizagem.** Monografia de Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.

VIANNA, A. C. G.; MARTINS, J. E. M. **Análise sobre experimentos com potenciômetro para a introdução do uso de sensores em curso de física.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2010.

ANEXO:

Neste anexo expomos o termo de livre assentimento e de livre consentimento apresentado aos alunos voluntários participantes do projeto.

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos você, após autorização dos seus pais (ou dos responsáveis legais) a participar como voluntário(a) da pesquisa “Análise do Movimento Usando o Trilho de Ar e a Placa Arduino”. Esta pesquisa é da responsabilidade de Deiverson Rodrigo Candido Cavalcanti, aluno do Programa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física/UFAL e Wandearley da Silva Dias, professor do Instituto de Física da UFAL.

Este Termo de Consentimento pode conter informações que você não entenda. Caso haja alguma dúvida, pergunte aos responsáveis pela pesquisa para que esteja bem esclarecido (a) sobre sua participação na pesquisa. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer pagamento para participar. Você será esclarecido(a) sobre qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. Após ler as informações a seguir, caso aceite participar do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é para ser entregue aos seus pais para guardar e a outra é do pesquisador responsável. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema se desistir, é um direito seu. Para participar deste estudo, o responsável por você deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento, podendo retirar esse consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

- Que o estudo se destina: A Experimentação no Ensino de Física;
- Que os resultados que se desejam alcançar são os seguintes: Melhoria na qualidade do ensino de física, fazer com que o aluno se sinta mais atraído e mais motivado pelo o ensino de física, trazer uma perspectiva na melhoria do ensino científico e assim por diante.
- Que esse estudo começará em 05/09/2016 e terminará em 21/09/2016;
- Que o estudo será feito da seguinte maneira: Aulas teóricas sobre o conteúdo a ser explorado na experimentação, atividades experimentais propostas pelo o pesquisador

baseado nos roteiros experimentais, coleta de dados e por fim um questionário sobre o projeto, com a finalidade de obter resultados sobre a pesquisa.

- Que os incômodos que ele(a) poderá sentir com a sua participação são possíveis constrangimentos para responder algumas perguntas do questionário de avaliação ou participar da sequência de ensino investigativa;
- Que os possíveis riscos à sua saúde física e mental são: à possibilidade das informações adquiridas serem extravaiadas, podendo acarretar desconforto, constrangimento ou incômodo aos indivíduos envolvidos. Porém, preventivamente toda e qualquer informação obtida nos questionários ou gravações serão relacionadas a uma numeração sequencial de controle próprio e não ao nome ou iniciais dos participantes;
- Que poderemos contar com a seguinte assistência: apoio a não participação dele (a) mais da pesquisa caso haja algum desconforto ao responder aos questionários ou participar da sequência de ensino investigativa, sendo responsável(is) por ela: Deiverson Rodrigo Candido Cavalcanti e Wandearley da Silva Dias;
- Que os benefícios que deverei esperar com a participação dele (a), mesmo que não diretamente estão relacionados à grande importância que esse estudo vem trazer tanto para os acadêmicos e profissionais da área de Educação, como ele (a) terá as funções mentais medidas e teremos o retorno por parte do pesquisador.
- Que a participação dele (a) será acompanhada do seguinte modo: serei recebido pelo responsável pela pesquisa, o qual explicará inicialmente a importância do estudo e da contribuição dele(a) para a mesma. Em seguida será iniciada a fase de leitura destes termos, para, finalmente, a avaliação, que acontecerá em dois momentos distintos.
- Que, sempre que desejar, serão fornecidos esclarecimentos sobre cada uma das etapas do estudo.
- Que, a qualquer momento, eu poderei recusar a continuidade da participação dele (a) no estudo e, também, que eu poderei retirar este meu consentimento, sem que isso me traga qualquer penalidade ou prejuízo.
- Que as informações conseguidas através da participação dele (a) não permitirão a sua identificação, exceto aos responsáveis pelo estudo, e que a divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto.
- O estudo não acarretará nenhuma despesa para ele (a) enquanto participante da pesquisa.
- Que ele (a) será indenizado (a) por qualquer dano que venha a sofrer com a participação na pesquisa.

- Eu receberei uma via do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido. Finalmente, tendo eu compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a minha participação no mencionado estudo e estando consciente dos meus direitos, das minhas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a minha participação implicam, concordo em dele participar e para isso eu dou o meu consentimento sem que para isso eu tenha sido forçado ou obrigado.

Endereço do(a) participante – voluntário(a)

Domicílio (rua, praça, conjunto):

Bloco: Nº: Complemento:

Bairro: CEP:

Cidade:

Telefone:

Ponto de referência:

Contato de urgência: Sr(a).

Domicílio (rua, praça, conjunto):

Bloco: Nº: Complemento:

Bairro: CEP:

Cidade:

Telefone:

Ponto de referência:

Endereço d (os, as) responsável(is) pela pesquisa (OBRIGATÓRIO):

Instituição: Instituto de Física/Universidade Federal de Alagoas - UFAL.

Endereço: Av. Lourival Melo Mota, s/n

Bairro: Tabuleiro dos Martins

Cidade: Maceió/AL

Telefone: (82) 996586266

Ponto de referência: Cidade Universitária

Maceió, _____

Assinatura ou impressão datiloscópica do (a)
voluntário (a) (Rubricar as demais páginas)

Nome e Assinatura do(s) responsável 1
pelo estudo (Rubricar as demais páginas)

Nome e Assinatura do(s) responsável 2
pelo estudo (Rubricar as demais páginas)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

“O respeito devido à dignidade humana exige que toda pesquisa se processe após consentimento livre e esclarecido dos sujeitos, indivíduos ou grupos que por si e/ou por seus representantes legais manifestem a sua anuência à participação na pesquisa.” (Resolução. nº 466/12, do Conselho Nacional de Saúde)

Eu, _____
_____, responsável pelo menor _____ que foi convidado(a) a participar da pesquisa “Análise do Movimento Usando o Trilho de Ar e a Placa Arduino”, recebi de Deiverson Rodrigo Candido Cavalcanti e Wandearley da Silva Dias, vinculados ao Instituto de Física da Universidade Federal de Alagoas, responsáveis por sua execução, as seguintes informações que me fizeram entender sem dificuldades e sem dúvidas os seguintes aspectos:

- Que o estudo se destina Realização de Questionários e Sequências de Ensino investigativas(SEI) por meio de protótipo experimental envolvendo conceitos do Movimento Retilíneo Uniforme e Uniformemente Variado;
- Que os resultados que se desejam alcançar são os seguintes: Compreensão dos conceitos de movimento com velocidade constante e de movimento acelerado, compreender os gráficos que representam esses movimentos e analisar a influência da camada de ar sobre o corpo em movimento.
- Aproximá-los do conhecimento científico através da experimentação, para que os mesmos possam construir espontaneamente conhecimentos.
- Identificar pontos favoráveis na utilização de práticas experimentais no ensino de Física.
- Que o estudo será feito da seguinte maneira: Aulas teóricas sobre o conteúdo a ser explorado na experimentação, atividades experimentais propostas pelo o pesquisador baseado nos roteiros experimentais, coleta de dados e por fim um questionário sobre o projeto, com a finalidade de obter resultados sobre a pesquisa.

- Que os incômodos que ele(a) poderá sentir com a sua participação são possíveis constrangimentos para responder algumas perguntas do questionário de avaliação ou participar da sequência de ensino investigativa;
- Que os possíveis riscos à sua saúde física e mental são: à possibilidade das informações adquiridas serem extraviadas, podendo acarretar desconforto, constrangimento ou incômodo aos indivíduos envolvidos. Porém, preventivamente toda e qualquer informação obtida nos questionários ou gravações serão relacionadas a uma numeração sequencial de controle próprio e não ao nome ou iniciais dos participantes;
- Que poderemos contar com a seguinte assistência: apoio a não participação dele (a) mais da pesquisa caso haja algum desconforto ao responder aos questionários ou participar da Sequência de ensino investigativa, sendo responsável(is) por ela: Deiverson Rodrigo Candido Cavalcanti e Wandearley da Silva Dias;
- Que os benefícios que deverei esperar com a participação dele (a), mesmo que não diretamente estão relacionados à grande importância que esse estudo vem trazer tanto para os acadêmicos e profissionais da área de Educação, como ele (a) terá as funções mentais medidas e teremos o retorno por parte do pesquisador.
- Que a participação dele (a) será acompanhada do seguinte modo: serei recebido pelo responsável pela pesquisa, o qual explicará inicialmente a importância do estudo e da contribuição dele(a) para a mesma. Em seguida será iniciada a fase de leitura destes termos, para, finalmente, a avaliação, que acontecerá em dois momentos distintos.
- Que, sempre que desejar, serão fornecidos esclarecimentos sobre cada uma das etapas do estudo.
- Que, a qualquer momento, eu poderei recusar a continuidade da participação dele (a) no estudo e, também, que eu poderei retirar este meu consentimento, sem que isso me traga qualquer penalidade ou prejuízo.
- Que as informações conseguidas através da participação dele (a) não permitirão a sua identificação, exceto aos responsáveis pelo estudo, e que a divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto.
- O estudo não acarretará nenhuma despesa para ele (a) enquanto participante da pesquisa.
- Que ele (a) será indenizado (a) por qualquer dano que venha a sofrer com a participação na pesquisa.
- Eu receberei uma via do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido. Finalmente, tendo eu compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a minha participação

no mencionado estudo e estando consciente dos meus direitos, das minhas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a minha participação implicam, concordo em dele participar e para isso eu dou o meu consentimento sem que para isso eu tenha sido forçado ou obrigado.

Endereço do(a) participante – voluntário(a)

Domicílio (rua, praça, conjunto):

Bloco: Nº: Complemento:

Bairro: CEP:

Cidade:

Telefone:

Ponto de referência:

Contato de urgência: Sr(a).

Domicílio (rua, praça, conjunto):

Bloco: Nº: Complemento:

Bairro: CEP:

Cidade:

Telefone:

Ponto de referência:

Endereço d (os, as) responsável(is) pela pesquisa (OBRIGATÓRIO):

Instituição: Instituto de Física/Universidade Federal de Alagoas - UFAL.

Endereço: Av. Lourival Melo Mota, s/n

Bairro: Tabuleiro dos Martins

Cidade: Maceió/AL

Telefone: (82) 996586266

Ponto de referência: Cidade Universitária

Maceió, _____

Assinatura ou impressão datiloscópica do (a)
voluntário (a) (Rubricar as demais páginas)

Nome e Assinatura do(s) responsável 1
pelo estudo (Rubricar as demais páginas)

Nome e Assinatura do(s) responsável 2
pelo estudo (Rubricar as demais páginas)

APÊNDICE A:

Neste apêndice apresentamos o questionário de entrevista com os alunos que participaram do projeto:

Questionário de Entrevista

1º) As atividades contribuíram para o entendimento do assunto estudado?

2º) Quais as diferenças que você destacaria entre as atividades que você participou e as aulas de Física que você teve?

3º) Qual foi a principal dificuldade que você sentiu durante as atividades?

4º) Qual foi a experiência de se trabalhar com Interface Arduino?

5º) Qual o experimento trouxe mais dinamismo, o de MRU ou MRUV?

6º) Qual foi a importância da camada de ar sobre o experimento?

7º) Você considera o Trilho de Ar um experimento plausível a ser incorporado nas aulas de Física?

APÊNDICE B:

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

INSTITUTO DE FÍSICA

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

DEIVERSON RODRIGO CANDIDO CAVALCANTI

PRODUTO EDUCACIONAL

**CARTILHA DE CONSTRUÇÃO E ROTEIROS EXPERIMENTAIS SOBRE O
EXPERIMENTO: ANÁLISE DO MOVIMENTO DO MÓVEL UTILIZANDO O TRILHO
DE AR E A PLACA ARDUINO COMO AQUISIÇÃO DE DADOS.**

MACEIÓ - AL

2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

DEIVERSON RODRIGO CANDIDO CAVALCANTI

PRODUTO EDUCACIONAL

**CARTILHA DE CONSTRUÇÃO E ROTEIROS EXPERIMENTAIS SOBRE O
EXPERIMENTO: ANÁLISE DO MOVIMENTO DO MÓVEL UTILIZANDO O TRILHO
DE AR E A PLACA ARDUINO COMO AQUISIÇÃO DE DADOS.**

Produto Educacional apresentado ao programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: **Dr. Wandearley da Silva Dias**

MACEIÓ - AL

2016

SUMÁRIO

1 - APRESENTAÇÃO	4
2 – OBJETIVOS GERAIS	5
3 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
4– MATERIAL UTILIZADO	6
5- CONSTRUÇÃO EXPERIMENTAL	8
5.1 - Construção Mecânica.....	9
5.2 – Instalação Eletroeletrônica.....	14
5.2.1 - Led Azul de Alto Brilho.....	14
5.2.2 - Sensor LDR.....	16
5.2.3 - Placa Arduino Uno.....	17
5.3– Construção do Código (Programação) na Interface do Arduino.....	21
6 – ROTEIROS EXPERIMENTAIS	26
6.1 – Roteiro Experimental do MRU.....	26
6.2 – Roteiros Experimental do MRUV.....	32
7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	40

1 – APRESENTAÇÃO

Caro(a) Professor(a).

Esse Produto Educacional é fruto de uma dissertação de mestrado na área de Ensino de Física, com o propósito de auxiliá-lo com uma nova metodologia de ensino. Esse documento lhe proporcionará uma visão de como construir o experimento e como desenvolver juntamente com os seus alunos, gerando assim uma atividade extraclasse com um potencial extraordinário.

Esse documento segue a linha de um manual de construção e elaboração do experimento, tentando apresentar uma leitura mais facilitada possível para o desenvolvimento e realizações das atividades propostas. A proposta apresentada garante resultados satisfatórios no processo de ensino aprendizagem e permite ainda outras abordagens como pode ser verificado nas sugestões de leitura.

Bom, o experimento é uma ferramenta para ser utilizável nas aulas de cinemática e dinâmica, trazendo benefícios, interesses, curiosidades e despertando cada vez mais o lado científico do aluno. Mas o que é esse experimento? Qual a finalidade dele? O experimento a ser construído é um trilho de ar usando materiais bem diversificados e explorando o lado das TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação), então envolvemos a experimentação com linhas de códigos computacionais usando a placa open source Arduino. O experimento consiste em reproduzir o movimento de um carrinho sobre o trilho de ar minimizando assim o atrito entre a superfície e o carrinho, na qual a base que está instalada o trilho possuem sensores e LEDs que são responsáveis por fazerem a medida temporal. Essa base na qual o trilho de ar está apoiado é uma base móvel, como assim? Essa base pode ser inclinada e ajustada em certos ângulos para se tornar uma espécie de plano inclinado, aumentando assim o leque de atividades experimentais usando esse aparato experimental.

As medições dos intervalos de tempos são realizadas através dos sensores que por sua vez são conectados a placa Arduino. Tais sensores são sensíveis à luz, de modo que utilizamos os LEDs para a atual medida. Os LEDs foram ligados à uma tensão de 5 V e direcionados aos sensores, já que esse tipo de sensor varia de acordo

com a luminosidade. Essa parte elétrica e computacional será detalhada, tentando usar uma abordagem simples.

Com a base na horizontal e inclinada sugerimos a realização de duas atividades: atividade experimental de MRU e atividade experimental de MRUV, onde dispomos nesse documento os roteiros experimentais a serem seguidos nessas atividades. Mas a adequação a outras atividade experimentais envolvendo mais a dinâmica do que a cinemática, podem ser exploradas, ou seja, não fiquem presos aos roteiros sigam mas, também analisem outras propostas.

Aproveitem.

2 – OBJETIVOS GERAIS

- Facilitar a aquisição/construção de protótipos experimentais sobre MRU e MRUV em ambientes escolares.
- Facilitar a comunicação entre a abordagem teórica e experimental em MRU e MRUV.
- Facilitar o processo de ensino aprendizagem em Física.
- Da suporte ao professor na construção do experimento em caso de dúvidas, utilizando algum meio de comunicação, por exemplo alguma rede social ou email: rodrigo.fisico20@hotmail.com.

3 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar a construção do protótipo experimental de um trilho de ar para a análise dos MRU e MRUV, tendo como interface de aquisição de dados a plataforma Arduino.
- Apresentar propostas de aplicação de experimentos (roteiros experimentais) em ambientes escolares.

4 – MATERIAL UTILIZADO

- Bases de madeira fixa e móvel, presas por dobradiças;
- 1 Cano de pvc (esgoto) de 40 mm de diâmetro e 1,20 m de comprimento;
- 1 Cano de pvc (esgoto) de 50 mm de diâmetro e 30 cm de comprimento, para fazer os carrinhos;
- 4 Buchas de redução soldável longa (cano de água), ver figura 1:

Figura 1: Bucha de Redução. Fonte: <http://www.centroelettrico.com/loja/>.



- 8 Curvas 90° soldável (cano de água), ver figura 2:

Figura 2: Curva soldável. Fonte: <http://catalogodearquitetura.com.br/curva-90-soldavel>.



- Cola de Cano;
- 6 Canos de água de 20 mm de diâmetro e 28 cm de comprimento.
- 4 Joelhos de 90° (cano de água), ver figura 3:

Figura 3: Joelho de 90°. Fonte: <http://www.leroymerlin.com.br/joelho-90o-marrom-pvc//>



- 8 Tês soldável, ver figura 4:

Figura 4: Tê soldável. Fonte: <http://www.cec.com.br/material-hidraulico/tubos-e-conexoes//>



- Fios;
- 4 LEDs azuis;
- 4 Sensores LDR;
- Aspirador de Pó ou um Compressor de Ar;
- Placa Arduino. Ver figura 5:

Figura 5: Placa Arduino. Fonte: <http://comphaus.com.br//>



- Resistores;
- Transferidor;
- Um pedaço de cartolina preta;
- Fita adesiva dupla face;
- Suporte para prender a placa Arduino;
- Parafusos;
- Furadeira e Broca.

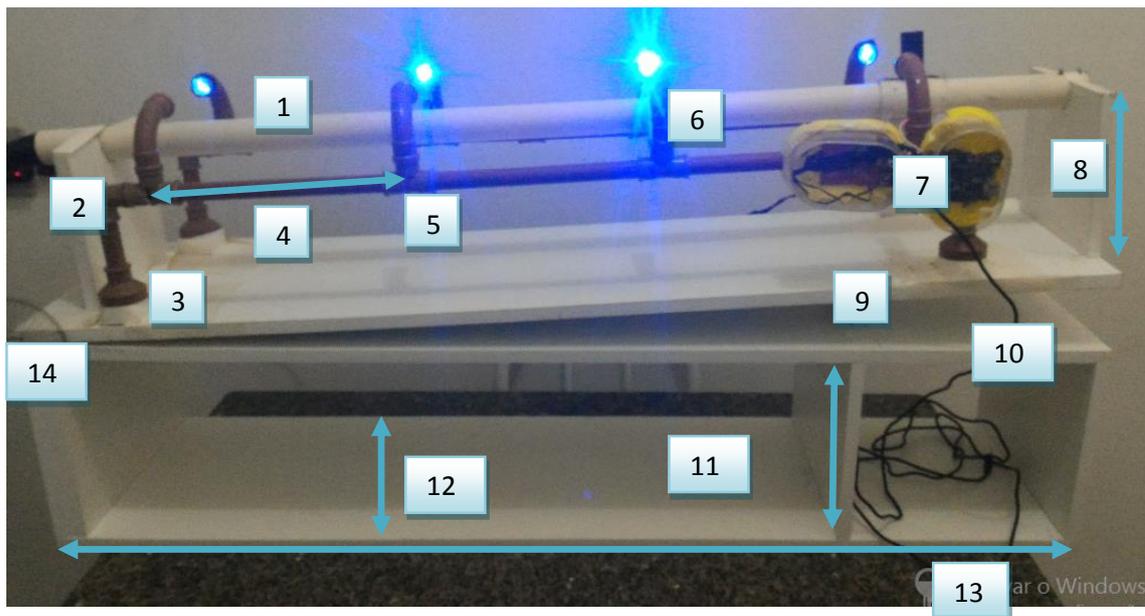
5 – CONSTRUÇÃO EXPERIMENTAL

Essa etapa de construção seguimos o mais detalhado possível, pois sem dúvida esse é um dos momentos mais significativos para o docente. Então, dividimos esse momento em três etapas.

5.1. Construção Mecânica

Dedicamos essa seção para a construção básica do experimento, ou seja, para a montagem do trilho, as bases móvel e fixa, conexão dos canos e a construção do carrinho, sem envolver a parte elétrica e computacional. A figura a seguir mostra o experimento pronto:

Figura 6: Aparato Experimental Pronto.



Legenda da Figura 6:

1. Trilho de Ar (cano de esgoto de 40 mm x 1,20 m).
2. Joelho de 90°.
3. Bucha de Redução.
4. Distância entre os sensores, 27,5 cm.
5. Tê.
6. Curva Soldável.
7. Placa Arduino.
8. Altura da Base Móvel, 16 cm.
9. Base Móvel.
10. Base Fixa.
11. Altura da Base Fixa, 28 cm.
12. Largura da Base Fixa, 31 cm.

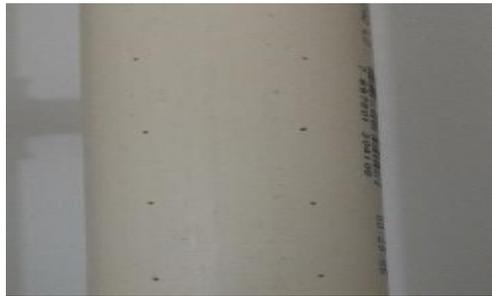
13. Comprimento da Base Experimental, 1,20 m.
14. Transferidor.

O procedimento de construção segue a sequência abaixo:

- Inicialmente envolva todo o cano (trilho) de 1,20 m de comprimento com papel milimetrado. Utilizaremos este papel para marcar corretamente o local dos orifícios. Esses orifícios foram marcados a cada 2 cm para os furos frontais, e a cada 2 cm para os furos laterais. Após a marcação, utilize uma furadeira com broca número 1/16 de diâmetro. Ver figura 7:

Figura 7: Vista dos Furos no Trilho.

a) Vista Frontal dos Furos

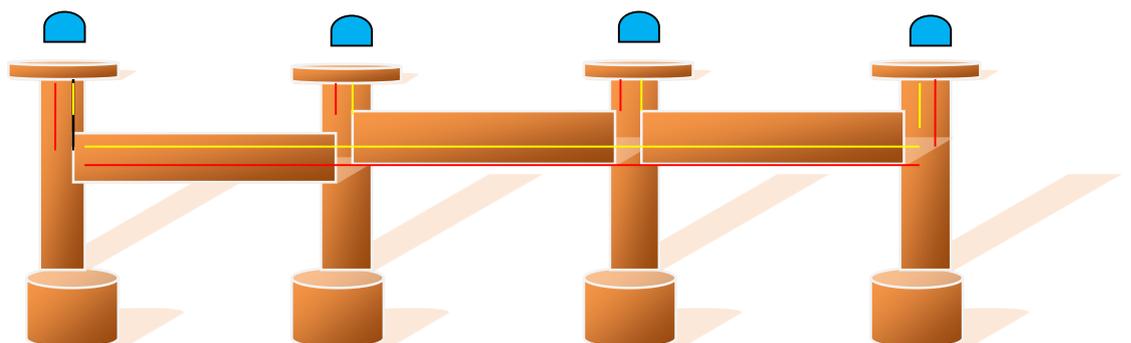


b) Vista Lateral dos Furos



- Em seguida, transcorra os fios por dentro dos canos (joelho, tê, curva soldável, e canos de ligação) para fazer a ligação com os LEDs e os sensores. Ver figura 8:

Figura 8: Esquema da Ligação dos Fios entre os Canos.



A figura 8 mostra um esquema em que os fios estão representados nas cores vermelha e amarelo, e os LEDs e canos em formas de figura do editor de texto.

- Utilizando cola de cano fixe os tês aos canos de ligação e as curvas soldável, isso com os fios embutidos juntamente com as buchas de redução, que servirão de base de apoio e sustentação (ver figura 6). Feito isso, utilize a fita adesiva dupla face para colar as buchas de redução na base geral do experimento.
- Deixar a extremidade das curvas livre com os fios, pois será os lugares de instalação dos sensores e LEDs. Ver figura 9:

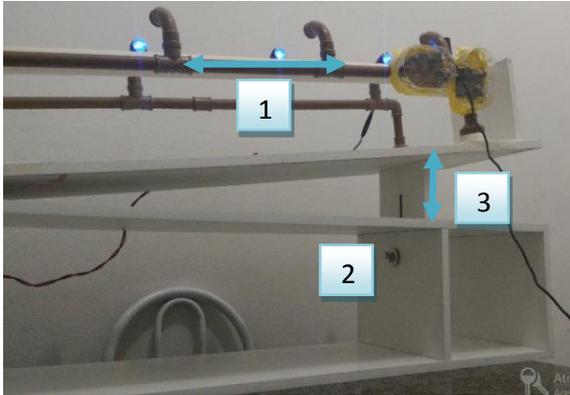
Figura 9: Curva com o Sensor Embutido.



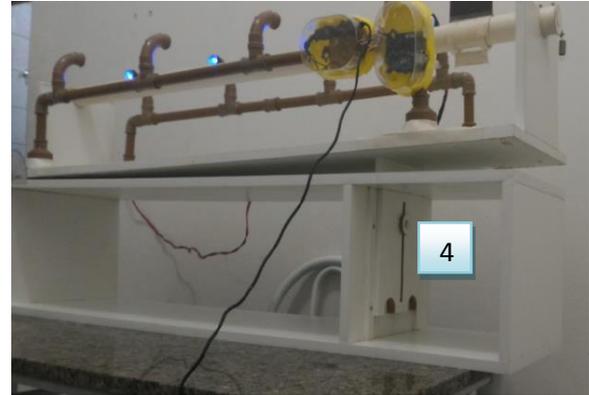
- É preciso que os sensores (dispostos de um lado do trilho) estejam perfeitamente alinhados com os LEDs (dispostos do outro lado do trilho). Utilizamos como distância (item a na figura 10) entre duas curvas consecutivas (suporte para os sensores ou dois LEDs) 27,5 cm.
- A etapa mais complexa dessa construção é a da base geral do experimento, requer um trabalho artístico do docente, por esse motivo sugiro a procura de um profissional, ou seja, um marceneiro. Ver figura 10:

Figura 10: Esquema Experimental.

a) Primeira Vista do Esquema.



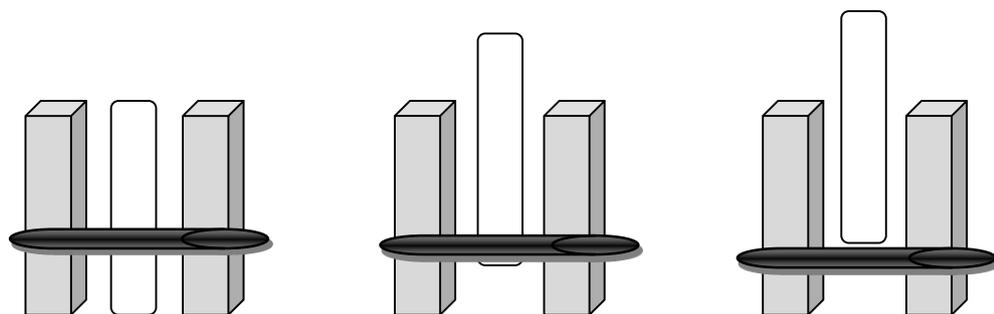
b) Segunda Vista do Esquema.



Legenda da figura 10:

1. Distância entre os sensores.
2. Parafuso: Posição ajustável.
3. Posição ajustável chegando até 18 cm.
4. Elevador (Suporte de madeira que suspende a base móvel do aparato experimental, em uma inclinação desejável de 0° até 12° e que chega a uma altura de 16 cm). Ver figura 11:

Figura 11: Esquema Experimental do Elevador.



A figura 11, mostra o esquema do elevador construído com figuras geométricas.

De acordo com a figura 6 e 10 fica bem detalhado as medidas e o acabamento. (Sugestão: Escolher um marceneiro bom e que utilize madeiras de primeira qualidade,

que seja revestidas de fórmicas e que tenham uma durabilidade extensa). O elevador feito também de madeira, varia sua altura de 0 a 16 cm, ajustando-o através de um parafuso a posição desejável. Em uma das extremidades onde a base fixa e a base móvel estão acopladas por dobradiças, deve ser inserido um transferidor para medir justamente esse ângulo de inclinação, de acordo com o aumento do elevador.

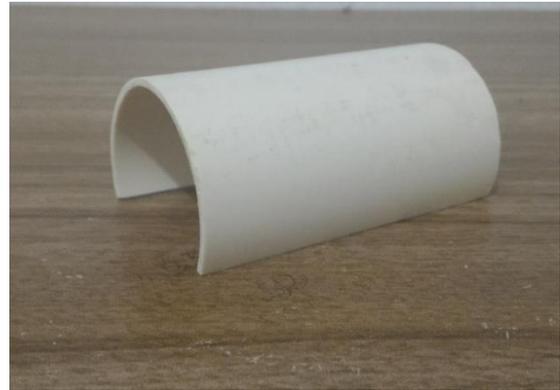
- A última etapa dessa construção mecânica é a produção do carrinho. O Carrinho será construído com o cano de esgoto de 50 mm de diâmetro fazendo-o um corte longitudinal. Ver figura 12:

Figura 12: Construção do Carrinho.

a) Vista frontal do corte longitudinal.



b) Vista lateral do corte longitudinal.



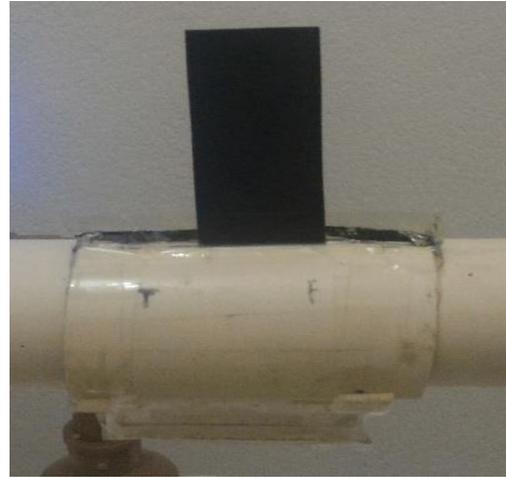
Em seguida, criem um contra peso, como assim? O mesmo peso do carrinho fixado na parte de baixo, com a finalidade que ele não gire em torno de si próprio, ou seja, que ele gire o mínimo possível. Esse contra peso, pode ser construído com o mesmo material que o carrinho foi elaborado da seguinte maneira, fixe com uma fita adesiva ou cola de cano uma tira retangular com dimensões 6 cm x 2 cm, bem no centro de massa do carrinho evitando assim o menor giro possível. Posteriormente usando um pedaço de cartolina na cor escura (bastão) com dimensões 2 cm x 5 cm, fixe na parte de cima do carrinho, com o objetivo de interceptar o feixe de luz proveniente do LED em direção ao sensor. Ver figura 13:

Figura 13: Carrinho Pronto.

a) Contra Peso.



b) Carrinho com o bastão de cartolina.



5.2. Instalação Eletroeletrônica

Apresentamos a seguir o roteiro de instalação eletroeletrônica. Devemos ter em mente que utilizamos de foto sensores e lâmpadas de LEDs, junto a uma interface Arduino para aquisição de tempos do carrinho ao longo do trilho de ar. Assim, detalharemos a seguir os materiais utilizados nessa construção.

5.2.1. Led Azul de Alto Brilho:

- ✓ Tamanho: 5 mm;
- ✓ Tensão do LED: 3 V (mínimo) / 3,4 V (máximo)
- ✓ Corrente: 20 mA;
- ✓ Comprimento de onda: 455 - 460 nm;
- ✓ Tensão de alimentação: 5 V;

Essas especificações acima permite ao docente utilizar o LED correto para o bom funcionamento dos sensores. Porém a utilização de resistores na ligação desses LEDs são indispensáveis, uma vez que, esses LEDs vão ser ligados a uma alimentação de 5 V (porta USB do computador), então os resistores irão reduzir essa tensão para uma tensão máxima suportada pelo o LED. O resistor ideal é o de 100 ohms ($R = 100 \Omega$). Como sugestão para o docente, disponibilizamos uma calculadora

online para determinar o valor da resistência, através das informações do LED. Link: <http://www.py2bbs.qsl.br/led.php>. Ver figura 14:

Figura 14: Calculadora Online da Resistência. Fonte: <http://www.py2bbs.qsl.br/led.php>.

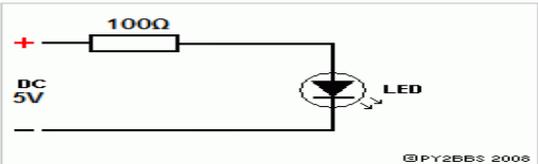
Dados:

V - Tensão do(s) LED(s)
 mA - Corrente do(s) LED(s) em miliampères
 V - Tensão de alimentação
 Led em AC, acrescenta 0,7V do diodo

Resultado:

V - Tensão a "jogar fora"
 Ω - Valor exato do resistor - ou:
 Ω - Valor aproximado para série E12
 % - Erro em relação ao calculado
 W - Dissipação do Resistor.

(considerar a potência sempre 1,5 ou 2 vezes maior e use os valores padronizados ao lado)



Resistência em ohms

A figura a seguir mostra o LED e o resistor a serem usados:

Figura 15: Led e Resistor. Fonte: http://eletronicos.com.br/leds/led-azul-5mm//novaeletronica.com.br/ferramentas_online/cores-de-resistor-online.php.



5.2.2. Sensor LDR:

- ✓ Sensor de Luminosidade: Light Dependent Resistor, ou seja, Resistor variável conforme a incidência de luz.
- ✓ Dimensões: Comprimento 20 mm e largura 10 mm.
- ✓ Tamanho: 5 mm.
- ✓ Tempo de Resposta: Em milissegundos (ms).
- ✓ Tensão Máxima: 150 V.
- ✓ Resistência na Luz Máxima: 45 ~ 140Ω.
- ✓ Resistência na Escuridão: ~10MΩ.

Essas informações são obtidas direta do fabricante desses sensores. O sensor LDR é um componente eletrônico, cuja a resistência varia de acordo com a intensidade luminosa que incide sobre ele. São conectados também a esses sensores, resistores com uma valor de 10 K Ω. Como sugestão para o docente, disponibilizamos uma calculadora online para determinar o valor da resistência, através das cores. Ver figura 16:

Figura 16: Calculadora Online da Resistência e Sensor LDR. Fonte:

<http://www.py2bbs.gsl.br/led.php> // <http://www.globalsources.com//>



Alimenta-se o sensor com 5V da porta USB do computador para garantir mais estabilidade na alimentação, mas também pode-se usar a porta 5V do Arduino. Para cada sensor usa-se um resistor de $R = 10\text{ K}\Omega$.

5.2.3. Placa Arduino UNO:

- ✓ Placa Open Source.
- ✓ Placa de prototipagem eletrônica baseado em micro controladores, que tem a função de desenvolver objetos interativos, como: chaves, LEDs, controladores de luz, motores, sensor de luz, sensor de fumaça, sensor de temperatura, sensor de presença, travas de portas e assim por diante. Ver figura 17:

Figura 17: Placa Arduino Uno. Fonte: <http://comphaus.com.br/>

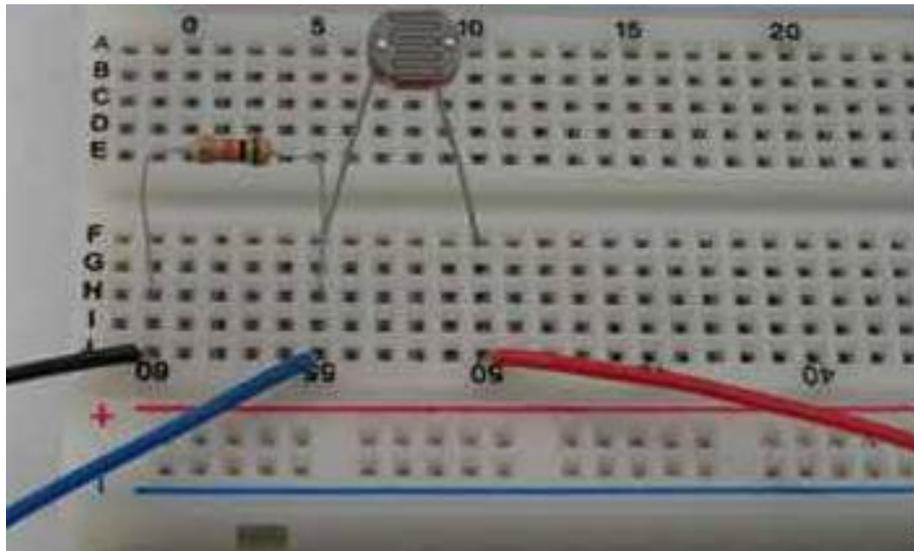


- ✓ Placa de fácil acesso (Sugestão onde comprar: <http://www.filipeflop.com>, eletronicos.mercadolivre.com.br, baudaeletronica.com.br/arduino e entre outros.

O procedimento de construção segue a sequência abaixo:

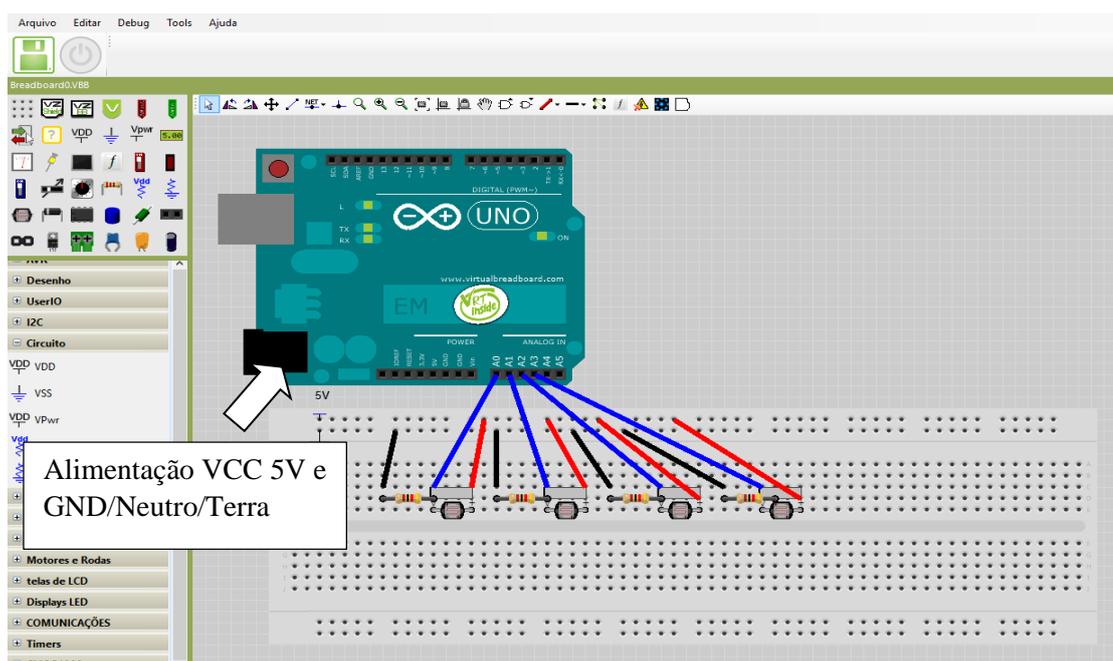
- Inicialmente utilize: Um sensor, um resistor de 10K Ω , uma placa protoboard e fios. Ver figura 18:

Figura 18: Placa Protoboard.



Usa-se o fio laranja VCC 5V para alimentação do sensor, e o fio preto neutro/terra que será ligado ao resistor de 10KΩ para fechar o circuito elétrico. O fio azul fixado entre o sensor e o resistor, será responsável por fazer a leitura da variação de luz e enviar um sinal para a placa Arduino. Repetir esse procedimento para os outros três sensores e resistores. Veja o esquema elétrico abaixo para os quatro sensores de leitura. Esse esquema pode ser elaborado pelo software de ensaio Virtual Breadboard. Ver figura 19:

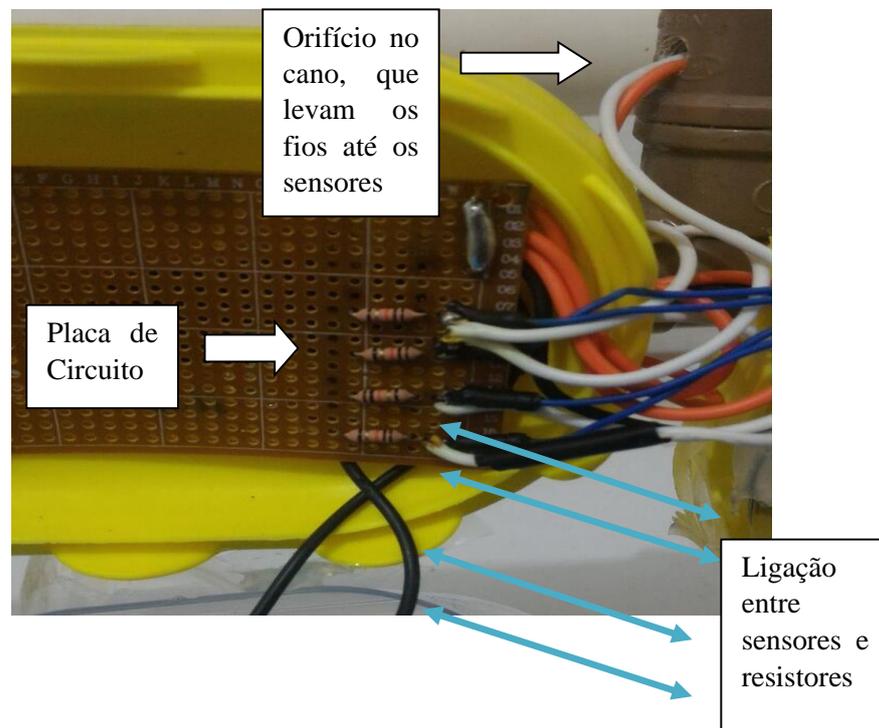
Figura 19: Virtual Breadboard.



Os fios azuis de cada sensor serão ligados nas portas analógicas da placa Arduino, ou seja, nas portas 0, 1, 2 e 3. Então, programa-se na placa Arduino, os quatro sensores: 0, 1, 2 e 3, fazendo com que fique salvo a programação na própria placa.

- Em seguida, a placa protoboard não será mais usada, pois a finalidade foi justamente criar o esquema elétrico e armazenar na placa a programação. Feito isso, acoplem os sensores 0, 1, 2 e 3 nas extremidade do cano curva soldável respectivamente.
- Conectem os fios aos sensores, e posteriormente transcorra esses fios por todo o cano até sua extremidade (onde terá um orifício para a saída). Próximo a esse orifício será colocado uma placa de circuito que se encontra os resistores. Faça a soldagem desses fios, ou seja, sensores - resistores. Ver figura 20:

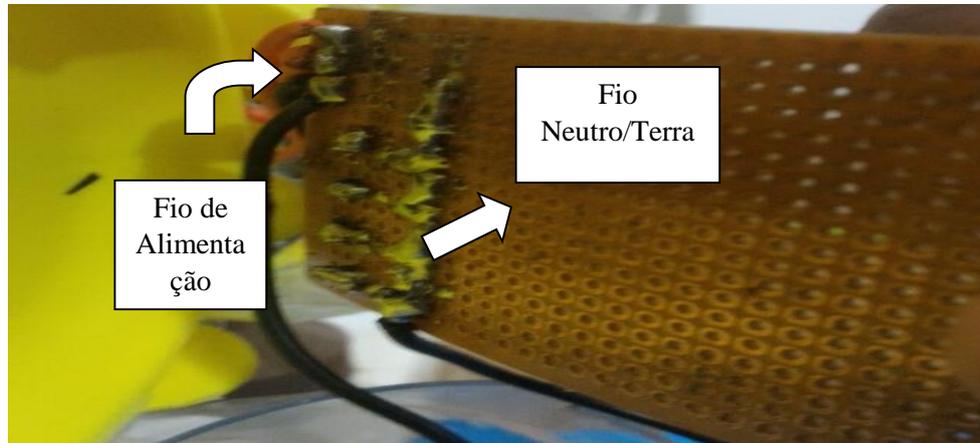
Figura 20: Ligação Eletrônica (Sensores e Resistores).



Cada um dos fios brancos está ligado ao resistor de $10k\Omega$, que entram no cano e são ligados aos LDRs, concluindo assim a ligação elétrica entre os sensores e os resistores. Como mostra a figura 20.

- Posteriormente usa-se o fio laranja para alimentar os sensores, ver figura 21:

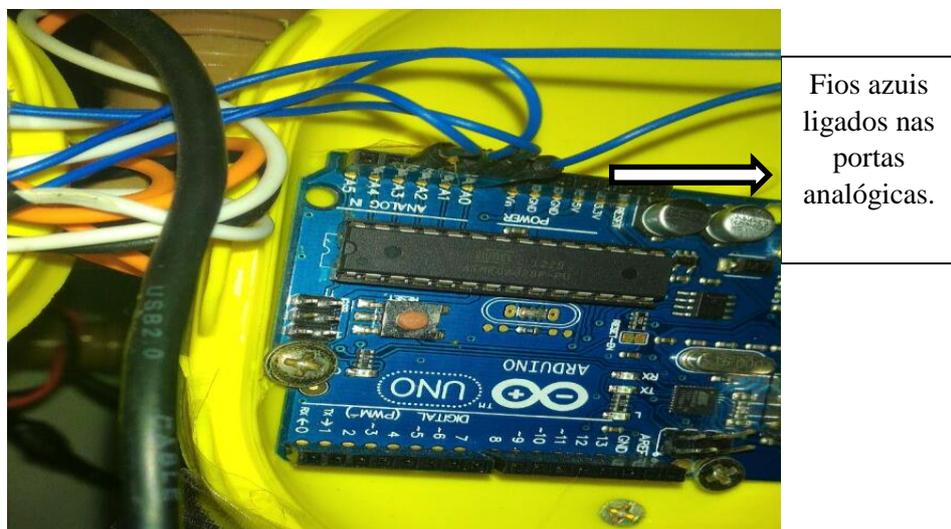
Figura 21: Ligação Eletrônica (Alimentação dos Sensores).



De acordo com a figura 21, observar o fio preto soldado aos fios laranjas em que esses são conectados a outra ponta do LDR. Esse fio preto VCC 5V serve para alimentação dos quatro sensores LDR. Observe que está ligado aos quatro fios laranjas, que por sua vez entram no cano e ligam-se aos sensores LDR. O fio neutro/terra está ligado aos quatro resistores de 10 k Ω .

- A última etapa dessa construção é a ligação dos sensores na placa Arduino. Os fios azuis são ligados a cada um dos quatro resistores que enviam a leitura do sensor LDR para as portas analógicas A0, A1, A2 e A3 da placa Arduino. Ver figura 22:

Figura 22: Ligação dos Sensores na Placa Arduino.



- A alimentação de energia dos sensores composta pelos fios VCC 5V e o GND/Neutro/Terra poderia ser feita pela placa Arduino, no entanto optamos por fazer através do cabo ligado a porta USB do computador, para garantir uma máxima efetividade no funcionamento.

5.3. Construção do Código (Programação) na Interface do Arduino.

Aos docentes que interagem com linguagem C ou C++, não encontrará dificuldade em usar as linhas de códigos computacionais do Arduino, porém por outro lado nem todos os docentes usam com certa frequência essa ferramenta. Como o objetivo deste produto educacional não é ensinar ou ministrar um mini curso de como usar o Arduino, mas sim demonstrar como construir esse aparato experimental ao docente na construção, por estes motivos disponibilizaremos a linha de código computacional do Arduino para a leitura desses sensores, possibilitando ao professor sua a aplicação. A sequência demonstrada a seguir:

1. Adquira o *software* Arduino no site: <https://www.arduino.cc/>. Este *software* é totalmente gratuito. Ver figura 23:

Figura 23: Software Arduino.



2. Instale o *software*.
3. Abra o programa e na tela inicial insira a linha de código mostrada na figura 24:

Figura 24: Primeira Linha de Código.



The image shows the Arduino IDE interface. The menu bar includes 'Arquivo', 'Editar', 'Sketch', 'Ferramentas', and 'Ajuda'. The toolbar contains icons for check, run, upload, and download. A callout box with a black border and white background points to the compile button (a right-pointing arrow) and contains the text 'Compilar: Gravar as informações na placa'. The code editor shows the following text:

```
sketch_dec11bTrilho_copia
/*
Projeto Arduino sensor de luz.
Por Deiverson Rodrigo
-----
--<|-----
*/
//Pino analógico 0 em que o sensor está conectado.
//int sensor0 = 0;
//variável usada para ler o valor do sensor em tempo real.
int valorSensor0 = 0;

//Pino analógico 1 em que o sensor está conectado.
//int sensor1 = 0;
//variável usada para ler o valor do sensor 1 em tempo real.
int valorSensor1 = 0;

//Pino analógico 2 em que o sensor está conectado.
//int sensor2 = 0;
//variável usada para ler o valor do sensor 2 em tempo real.
int valorSensor2 = 0;

//Pino analógico 3 em que o sensor está conectado.
//int sensor3 = 0;
//variável usada para ler o valor do sensor 3 em tempo real.
```

Figura 25: Segunda Linha de Código.

```

Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda
sketch_dec11bTrilho_copia $
//Método setup, executado uma vez ao ligar o Arduino.
void setup(){
//Ativando o serial monitor que exibirá os
//valores lidos no sensor.
Serial.begin(9600);
}
//Método loop, executado enquanto o Arduino estiver ligado.

long int tempo = 0; // para contar o tempo através de cada loop

void loop(){
//Lendo o valor do sensor0.
int valorSensor0 = analogRead(A0);
int valorSensor1 = analogRead(A1);
int valorSensor2 = analogRead(A2);
int valorSensor3 = analogRead(A3);

if (valorSensor0 <=560)
//Exibindo o valor do sensor no serial monitor.
{
  Serial.print("*****");
  Serial.print("Sensor 0, tempo: ");
  Serial.println(tempo);
  Serial.print(" Vlr. do Sensor: ");
  Serial.println(valorSensor0);
  delay(100);
  tempo++;
}
}

```

Void loop: É realizado um método de laço de repetição infinita (espécie de cronômetro)

Intensidade luminosa ao qual o sensor 0 está submetido. Essa intensidade é medida em lúmen

Delay: tempo de resposta do sensor dado em milissegundos, que pode ser ajustável, mas 100 ms é um tempo preciso e eficaz.

Figura 26: Terceira Linha de Código

```

sketch_dec11bTrilho_copia $
tempo++;
}
else
if (valorSensor1 <=500)
//Exibindo o valor do sensor no serial monitor.
{
  Serial.print("*****");
  Serial.print("Sensor 1, tempo: ");
  Serial.println(tempo);
  Serial.print(" Vlr. do Sensor: ");
  Serial.println(valorSensor1);
  delay(100);
  tempo++;
}
else
if (valorSensor2 <=500)
//Exibindo o valor do sensor no serial monitor.
{
  Serial.print("*****");
  Serial.print("Sensor 2, tempo: ");
  Serial.println(tempo);
  Serial.print(" Vlr. do Sensor: ");
  Serial.println(valorSensor2);
  delay(100);
  tempo++;
}
}

```

Figura 27: Quarta Linha de Código.

```

}
else
if (valorSensor3 <=570)
//Exibindo o valor do sensor no serial monitor.
{
    Serial.print("*****");
    Serial.print("Sensor 3, tempo: ");
    Serial.println(tempo);
    Serial.print(" Vlr. do Sensor: ");
    Serial.println(valorSensor3);
    delay(100);
    tempo++;
}
else
{
    delay(100);
    tempo++;
}
}

```

4. Após inserir o código (figura 24), clique no botão copilar, para as informações serem gravadas na placa.
5. Por último clique no menu ferramentas e em seguida clique na opção monitor serial, local onde será demonstrada a leitura temporal dos sensores.
6. O cálculo temporal entre dois sensores deverá ser feito dessa forma:

0: void loop (crômetro/tempo) x delay (tempo de resposta em 100 ms) = resposta em ms / 1000 = Resultado em segundos

1: void loop (crômetro/tempo) x delay (tempo de resposta em 100 ms) = resposta em ms / 1000 = Resultado em segundos

1 - 0: Intervalo de tempo (Δt)

Como por exemplo, temos a imagem a seguir que nos mostra essa leitura na janela monitor serial COM3. Ver figura 28:

Figura 28: Exemplo do Cálculo Temporal.

```

COM3
Void Loop
*****Sensor 0, tempo: 20 20 x 100 ms = 2000 ms / 1000 = 2,0 s
Vlr. do Sensor: 263
*****Sensor 1, tempo: 23 23 x 100 ms = 2300 ms / 1000 = 2,3 s
Vlr. do Sensor: 203
*****Sensor 2, tempo: 26 26 x 100 ms = 2600 ms / 1000 = 2,6 s
Vlr. do Sensor: 288
*****Sensor 3, tempo: 30 30 x 100 ms = 3000 ms / 1000 = 3,0 s
Vlr. do Sensor: 236
  
```

$\Delta t = 0,3 \text{ s}$
 $\Delta t = 0,3 \text{ s}$
 $\Delta t = 0,4 \text{ s}$

A figura 28 mostra um bom exemplo, expõe os intervalos de tempo entre os sensores. A seção seguinte traz ao professor os roteiros das atividades experimentais propostas.

6 – ROTEIROS EXPERIMENTAIS

Apresentamos dois roteiros experimentais como sugestões de atividade para os docentes realizarem com os seus alunos, roteiros bem detalhados sobre MRU e MRUV.

6.1. Roteiro Experimental do MRU:

Análise do Movimento do Móvel Utilizando o Trilho de Ar e a Placa Arduino como Aquisição de Dados.

Roteiro Experimental (Produto Educacional)

Movimento Retilíneo Uniforme

1. Introdução

A cinemática é uma área da física responsável por estudar o movimento dos corpos, sem se preocupar como que ocasiona esse movimento. Dependendo da trajetória, de grandezas como velocidade e aceleração, esses movimentos recebem classificações distintas. O movimento de nosso estudo será o Movimento Retilíneo Uniforme, um tipo de movimento que não estamos acostumados a observar com frequência no nosso dia a dia.

Existem vários exemplos de corpos se movimentando com a mesma velocidade, como escada rolante, um carro a 80 km/h em um trecho de uma rodovia, um trem longe das estações, um para quedas aberto e etc. Nota-se que ao pisar no acelerador em um carro, o velocímetro rapidamente aumenta e o contrário a velocidade diminui, então se conclui que a grandeza aceleração é a responsável pela a variação da velocidade [1]. Em resumo no MRU, temos: **Velocidade Constante $\neq 0$ e Aceleração = 0.**

A palavra uniforme tem um significado de padrão, constante, algo contínuo, ou seja, é o tipo de movimento em que a velocidade escalar do objeto permanece a mesma, permanece inalterada. As grandezas posição e tempo são proporcionais, isto é, à medida que o corpo está em movimento, as posições aumentam em módulo à proporção que o tempo aumenta, mantendo a velocidade escalar constante.

No Movimento Retilíneo Uniforme dispomos de uma função que nos permite identificar a localização do corpo em qualquer instante de tempo, desde que este esteja se movendo com velocidade constante [2]. A função está descrita abaixo:

$$S = S_0 + V \cdot t \quad (1)$$

Onde:

S é a posição final, S_0 é a posição inicial, V velocidade e t tempo. A velocidade pode ser calculada através da equação da velocidade média:

$$V = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow \Delta S = V \cdot t \Rightarrow S = S_0 + V \cdot t \quad (2)$$

Onde, ΔS é o deslocamento escalar e $\Delta t = t - t_0$, aproximamos $t_0 = 0$, então $\Delta t = t$.

2. Objetivo Geral

- Investigar o movimento descrito pelo o corpo isento de força resultante através de medidas de tempo.

3. Objetivos Específicos

- Verificar a uniformidade da velocidade do carrinho, com o passar do tempo e do espaço.
- Verificar a influência do fluxo de ar sobre o movimento.
- Analisar os gráficos $S \times t$ e $V \times t$.

4. Material Utilizado

- Cano de PVC;
- Base de Madeira;
- Sensores LDRs;
- LEDs azuis;
- Carrinho de PVC;
- Placa Arduino;
- Aspirador de Pó.

5. Descrição do Protótipo Experimental

O experimento consiste em um carrinho se movendo em um trilho de ar (cano de pvc), e neste estão acoplados quatro sensores LDR e quatro LEDs, respectivamente. Estes sensores são ligados à placa eletrônica Arduino, no qual fazem a leitura temporal em um software quando o carrinho passar por eles. De acordo com a figura 29, percebe-se que os quatro sensores estão bem alinhados com os respectivos LEDs. Os sensores LDR captam a presença de luz, ou seja, quando esse feixe de luz é interrompido o sensor envia um sinal a placa fazendo assim uma marcação temporal. Ver figura 29:

Figura 29: Esquema Experimental MRU



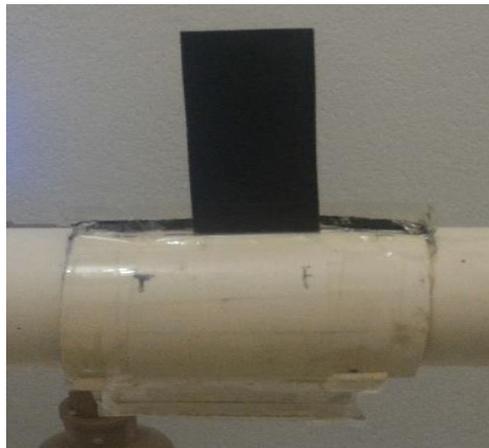
Legenda da figura 29:

Os itens: 0, 1, 2 e 3 são os sensores LDR.

4. Placa Arduino.

De acordo com a figura 29, percebe-se que os quatro sensores: 0, 1, 2 e 3, são responsáveis pela a marcação temporal. O cronômetro é disparado no software do Arduino, então quando o carrinho passar por estes o cronômetro é desligado, tendo assim um intervalo de tempo entre os quatro sensores. Fazendo, sensor 1 - sensor 0 = Δt , sensor 2 - sensor 1 = Δt e assim por diante. A leitura é feita cessando a intensidade luminosa proveniente do led em direção ao sensor, para isso utilizamos um bastão em cima do carrinho, como se fosse uma barbatana. Esse bastão deve ter a medida de 2 cm x 5 cm, para ter uma precisão maior na leitura temporal. Ver figura 30:

Figura 30: Carrinho de PVC.



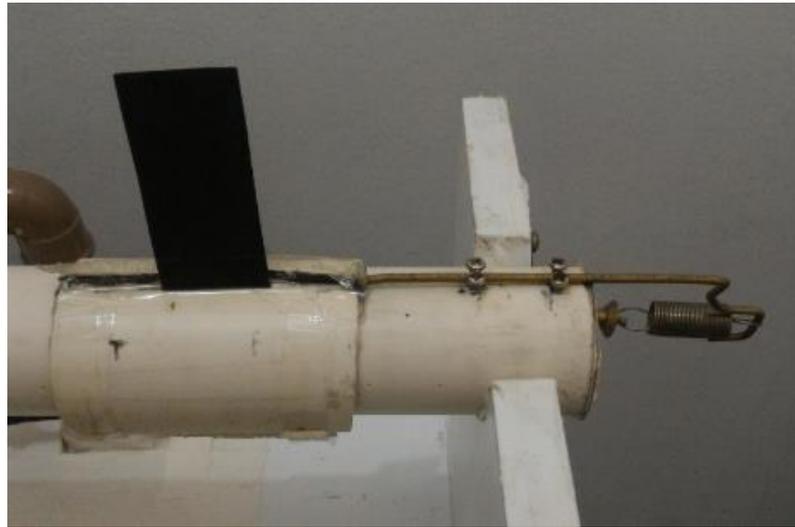
É através desse bastão que a medida temporal é realizada. O carrinho é feito de mesmo material que o trilho, com um contrapeso na parte de baixo com o propósito dele não girar em torno de si.

6. Procedimento Experimental.

- Com o auxílio de uma fita métrica observar que a distância entre os sensores é de 27,5 cm.
- Ligar a placa Arduino na porta USB do computador.

- Ligar os LEDS em uma fonte de 5V.
- Ligar o sistema de fluxo de ar.
- Com auxílio do disparador. Ver figura 31:

Figura 31: Disparador.



Colocar o carrinho em movimento e anotar os valores de tempo obtidos na tabela 1.

- Calcular a velocidade escalar entre os sensores 0-1, 1-2 e 2-3.
- Repetir o procedimento cinco vezes.

Sensor	ΔS (m)	Δt_1 (s)	Δt_2 (s)	Δt_3 (s)	Δt_4 (s)	Δt_5 (s)	Δt_m (s)	V_m (m/s)
0 - 1								
1 - 2								
2 - 3								

Tabela 1.

7. Resultados

- Através dos valores obtidos na tabela 1, descreva o tipo de movimento descrito pelo o carrinho. Observação: Justifique sua resposta.
- Com os resultados obtidos experimentalmente, construa um gráfico da posição versus tempo, utilizando por exemplo o programa Excel;
- Determine o coeficiente angular do gráfico e explique o seu significado físico;
- Determine a função horária $S = S_0 + V \cdot t$ descrita pelo o carrinho;
- Construa o gráfico da velocidade versus tempo;
- Descreva o significado físico da área sob o gráfico velocidade versus tempo.

8. Referências

- [1] **Movimento Retilíneo Uniforme e Uniformemente Variado (Trilho de Ar)**. Disponível: <
<http://www1.univap.br/rspessoa/aulas/fisicaexp2014/ap2014topico8.pdf>> Acesso em 27 de Abril de 2016.
- [2] STEFANOVITS, A. **Ser Protagonista: Física Ensino Médio 1º Ano**. São Paulo, 2ª Edição 2013
- [3] **Roteiro 3 - Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)**. Disponível em: <
<http://www2.unicentro.br/fisica/files/2015/04/Roteiro-3-Movimento-Retil%C3%ADneo-Uniforme-MRU-e-Movimento-Retil%C3%ADneo-Uniformemente-Variado-MRUV.pdf>> Acesso em 27 de Abril de 2016.

6.2. Roteiro Experimental do MRUV:

Análise do Movimento do Móvel Utilizando o Trilho de Ar e a Placa Arduino como Aquisição de Dados.

Roteiro Experimental (Produto Educacional)

Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

1. Introdução

O movimento na ciência principalmente em Física é um dos fenômenos mais relevante na criação e no desenvolvimento do universo. A cinemática é a área da Física que estuda os movimentos dos corpos. Um movimento que observamos no nosso cotidiano é que a velocidade escalar vai variando, ou seja, vai modificando, como por exemplo um carro ou uma moto percorrendo algum trecho de uma cidade, hora vai acelerar mais, hora vai diminuir essa aceleração de acordo com o trânsito.

O objeto de nosso estudo será esse tipo de movimento no qual a velocidade escalar varia em função do tempo. Recebe o nome de Movimento Retilíneo Uniformemente Variado, cuja a definição é que a velocidade de um corpo varia uniformemente em razão ao tempo, no qual a aceleração escalar se mantém constante. Em resumo no MRUV, temos: **Velocidade Variada $\neq 0$ e Aceleração Constante**. Se nesse caso temos uma aceleração, isso implica eu uma força está sendo aplicada ao corpo.

Existem dois tipos de função horária no MRUV, a função da velocidade em razão do tempo e a função do espaço também em razão do tempo.

$$V = V_0 + a.t \implies \Delta V = a.t \quad (1)$$

De acordo com (1), temos a função da velocidade, onde V é a velocidade final, V_0 é a velocidade inicial, a é a aceleração constante, t o tempo e ΔV é a variação da velocidade.

$$\Delta S = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \quad (2)$$

De acordo com (2), temos a função do espaço, onde $\Delta S = S - S_0$ é o deslocamento do corpo, ou seja, a variação do espaço, posição final menos a posição inicial e v_0 é a velocidade inicial do corpo estudado.

2. Objetivo Geral

- Investigar o movimento descrito pelo o carrinho quando submetido à uma força.

3. Objetivos Específicos

- Verificar se a aceleração escalar se mantém constante, com o passar do tempo.
- Verificar a influência no movimento, da camada de ar sobre o trilho (cano).
- Analisar e comparar os resultados com duas inclinações diferentes, $\alpha = 5^\circ$ e $\alpha = 10^\circ$.
- Analisar os gráficos $S \times t$, $a \times t$ e $v \times t$

4. Material Utilizado

- Cano de PVC;
- Base de Madeira;
- Base de Inclinação;
- Sensores LDR;
- LEDs azuis;
- Carrinho de PVC;

- Placa Arduino;
- Aspirador de Pó;
- Transferidor.

5. Descrição do Protótipo Experimental

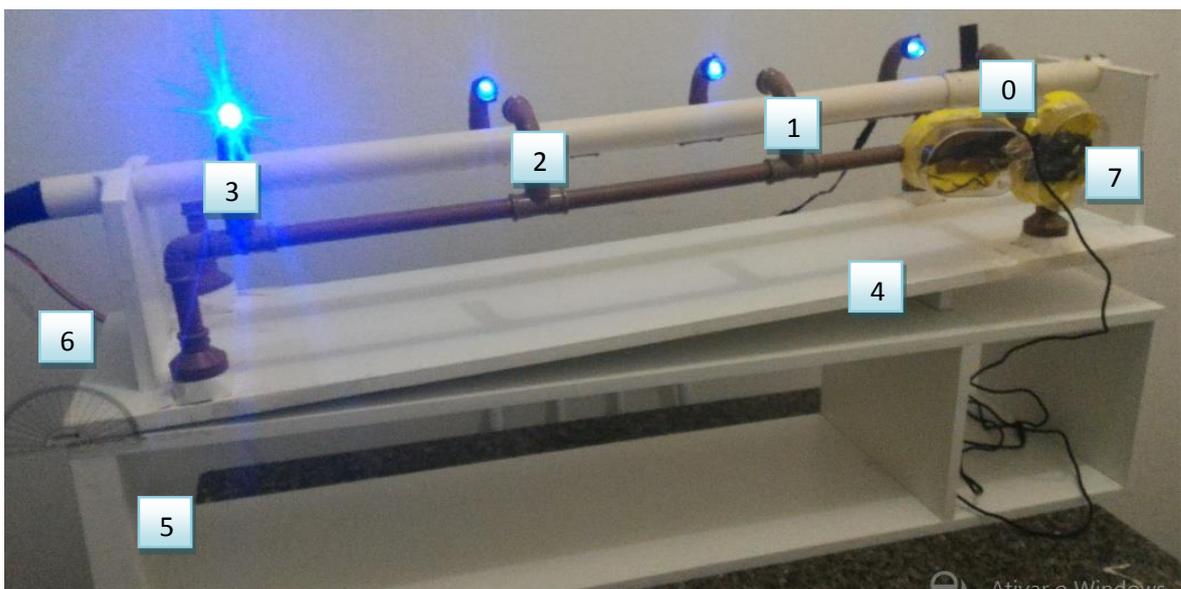
O experimento consiste em reproduzir o movimento de um carrinho ao longo de um trilho de ar, feito de cano pvc. Esse trilho que está apoiado sobre uma base será inclinado, como mostra a figura 6. Observa-se que ao longo do trilho de ar existem quatro sensores e os quatro LEDs respectivamente alinhados, que são ligados à placa eletrônica Arduino com objetivo de fazer a leitura temporal da passagem do carrinho. A atividade experimental vai ser dividida em duas etapas:

1° Etapa: $\alpha = 5^\circ$ (Inclinação da base móvel em relação à base fixa)

2° Etapa: $\alpha = 10^\circ$ (Inclinação da base móvel em relação à base fixa)

O esquema experimental está mostrado na figura 32:

Figura 32: Esquema Experimental MRUV



Legenda da figura 32:

Os itens: 0,1,2 e 3 são os sensores LDR.

4. Base Móvel.

5. Base Fixa.

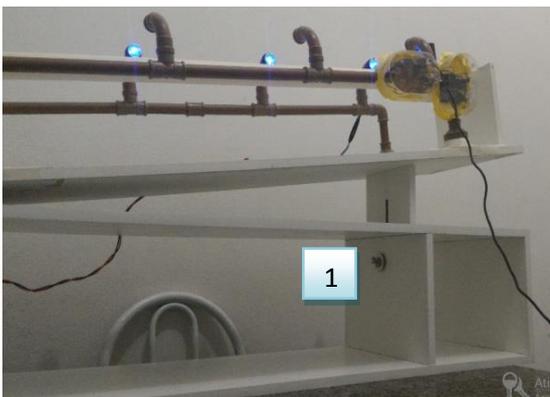
6. Transferidor.

7. Placa Arduino.

A figura a seguir, demonstra como essa variação no ângulo de inclinação pode ser feita:

Figura 33: Ajuste da Inclinação.

a) Primeira Vista da Inclinação.



b) Segunda Vista da Inclinação.



Legenda da figura 33:

1. Parafuso: Posição Ajustável.

2. Elevador.

Essa base móvel vai fazer um papel de um plano inclinado que vai ser levantado por um elevador de madeira, e com a ajuda de um parafuso ajusta-se a posição desejável, ou seja, na outra extremidade da base fixa está acoplado um transferidor que vai indicar o ângulo de inclinação entre a base fixa e a móvel. O elevador chega a uma altura no máximo de 16 cm e o ângulo varia entre 0° e 12° . A leitura temporal nos sensores segue o mesmo raciocínio do experimento de MRU. Com o bastão em cima do carrinho interceptando a luz que chega ao sensor, e enviando um sinal a placa Arduino.

6. Procedimento Experimental

1° Atividade: $\alpha = 5^\circ$:

Sensor 0-1.

O procedimento a ser seguido para a realização do experimento consiste em:

- Ligar os LEDs em uma fonte de 5V.
- Ligar a placa Arduino na porta USB do computador.
- Com o auxílio de uma fita métrica observar que a distância entre os sensores 0-1 é de 27,5 cm.
- Ligar o sistema de fluxo de ar.
- Usar o transferidor para observar o ângulo de inclinação com a horizontal.
- Colocar o carrinho em movimento, abandonando-o do ponto A do trilho próximo do sensor 0. Ver figura 34:

Figura 34: Carrinho abandonado do ponto A.



- Usando o software Arduino, calcular o intervalo de tempo entre os sensores 0-1 Δt .
- Calcular a aceleração nesse trecho sensor 0-1.
- Com os valores obtidos experimentalmente, anotar na tabela 2 abaixo.
- Repetir o procedimento três vezes.

Medições	Sensores	Δt (s)	ΔS (m)	a (m/s²)
1°	0-1			
2°	0-1			
3°	0-1			
Média				

Tabela 2.

Sensor 0-2.

- Com o auxílio de uma fita métrica observar que a distância entre os sensores 0-2 é de 55 cm.
- Colocar o carrinho em movimento, abandonando-o do ponto A do trilho próximo do sensor 0, de acordo com a figura 34.
- Usando o software Arduino, calcular o intervalo de tempo entre os sensores 0-2 Δt .
- Calcular a aceleração nesse trecho sensor 0-2.
- Com os valores obtidos experimentalmente, anotar na tabela 3 abaixo.
- Repetir o procedimento três vezes.

Medições	Sensores	Δt (s)	ΔS (m)	a (m/s²)
1°	0-2			
2°	0-2			
3°	0-2			
Média				

Tabela 3.

Sensor 0-3.

- Com o auxílio de uma fita métrica observar que a distância entre os sensores 0-3 é de 82,5 cm.
- Colocar o carrinho em movimento, abandonando-o do ponto A do trilho próximo do sensor 0.
- Usando o software Arduino, calcular o intervalo de tempo entre os sensores 0-3 Δt .
- Com os valores obtidos experimentalmente, anotar na tabela 4 abaixo.
- Repetir o procedimento três vezes.

Medições	Sensores	Δt (s)	ΔS (m)	a (m/s²)
1°	0-3			
2°	0-3			
3°	0-3			
Média				

Tabela 4.

2° Atividade: $\alpha = 10^\circ$

Repetir todo o procedimento da atividade anterior, mudando e ajustando em um novo ângulo 10° . Com os valores obtidos experimentalmente, anatem em tabelas semelhantes as anteriores.

7. Resultados

- Através dos valores, descreva o tipo de movimento representado pelo o carrinho;
- Com os resultados obtidos experimentalmente construa um gráfico da posição versus tempo, da aceleração versus tempo e da velocidade versus o tempo, utilizando por exemplo o programa Excel;
- Determine o coeficiente angular dos gráficos e explique o seu significado físico;
- Determine a função horária do espaço descrita pelo o carrinho;
- Fazer uma comparação entre os resultados da primeira inclinação $\alpha = 5^\circ$, e da segunda inclinação $\alpha = 10^\circ$.
- Descreva o significado físico da área sob o gráfico aceleração versus tempo.

8. Referências

- [1] **Movimento Retilíneo Uniforme e Uniformemente Variado (Trilho de Ar)**. Disponível: <
<http://www1.univap.br/rspessoa/aulas/fisicaexp2014/ap2014topico8.pdf>> Acesso em 27 de Abril de 2016.
- [2] STEFANOVITS, A. **Ser Protagonista: Física Ensino Médio 1º Ano**. São Paulo, 2ª Edição 2013
- [3] **Roteiro 3 - Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)**. Disponível em: <
<http://www2.unicentro.br/fisica/files/2015/04/Roteiro-3-Movimento-Retil%C3%ADneo-Uniforme-MRU-e-Movimento-Retil%C3%ADneo-Uniformemente-Variado-MRUV.pdf>> Acesso em 27 de Julho de 2016.

7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa cartilha de construção e os roteiros experimentais desenvolvidos nesse produto, sem dúvida trará ao docente juntamente com os seus alunos uma nova metodologia de estudar e analisar o movimento dos corpos livre de superfícies com atrito. Desta forma esperamos que o professor possa explorar não somente os conceitos teóricos, mas também experimentais, sobre a temática de Movimento Retilíneo Uniforme e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado com seus alunos.

Acreditamos que este protótipo desperte o interesse de construção e utilização de conceitos, não somente entre professores, mas também entre alunos, uma vez que os itens utilizados em sua construção são de baixo custo. Esperamos ainda que tal projeto sirva de incentivo para a produção de protótipos que abordem outras temáticas, como colisões e movimento circular.

