

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
CAMPUS MEDIANEIRA**

**DANIELA MARCELINO**

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

**MEDIANEIRA  
2019**



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

Daniela Marcelino

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

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

MEDIANEIRA  
Dezembro de 2019

**FICHA CATALOGRÁFICA**

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

M314s	<p>Marcelino, Daniela</p> <p>Sistema de aquisição de dados para o estudo do movimento: uso de sequência de ensino investigativa / Daniela Marcelino – 2020. 122 f. : il. ; 30 cm.</p> <p>Texto em português com resumo em inglês Orientador: Elizandra Sehn Coorientador: Gustavo Vinicius Bassi Lukasiewicz Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Medianeira, 2020. Inclui bibliografias.</p> <p>1. Sistemas de coleta automática de dados. 2. Física - Experiências. 3. Cinemática. 4. Ensino de Física - Dissertações. I. Sehn, Elizandra. II. Lukasiewicz, Gustavo Vinicius Bassi. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. IV. Título.</p> <p>CDD: 530.07</p>
-------	--

Biblioteca Câmpus Medianeira  
Marci Lucia Nicodem Fischborn CRB: 9/1219



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de  
Física - PPGEF



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

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

Por

**DANIELA MARCELINO**

Essa dissertação foi apresentada às dez horas, do dia três de dezembro de dois mil e dezenove, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física, Linha de Pesquisa Física no Ensino Médio, no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física – MNPEF – Polo Medianeira, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.<sup>1</sup>

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Elizandra Sehn (Orientadora – MNPEF)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Daiene De Mello Schaefer (Membro Interno – MNPEF)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marisa Almeida Cavalcante (Membro Externo – Pontifícia Universidade Católica, com participação à distância, sendo a assinatura no presente termo dispensada conforme Regulamento da Pós-Graduação *Stricto Sensu* da UTFPR)

---

<sup>1</sup> A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física.

Dedico este trabalho primeiramente à Deus, por ser essencial na minha vida, aos meus pais Lourdes e Sauri, meu irmão Daniel, meu noivo Maicon por todo apoio, incentivo e compreensão nos momentos de ausência. E em especial, dedico à uma pessoa que não se encontra mais aqui, minha Tia Rita de Cássia Albônico de Bovi (*in memoriam*), por ter sido uma das minhas maiores inspirações.

## AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte desta importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre estas palavras, mas que podem estar certas de que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço:

Primeiramente, à Deus;

À minha orientadora, Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Elizandra Sehn, pela amizade, incentivo e sabedoria com que me guiou nesta trajetória e por todo conhecimento compartilhado.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Gustavo Vinicius Bassi Lukasiewicz, por todo conhecimento compartilhado na construção dos experimentos e do produto educacional desenvolvido.

Aos acadêmicos, Leandro Amorim Salles e Tarlon Puhl Gomes por todo apoio, troca de ideias e auxílio no desenvolvimento do sistema de aquisição de dados.

Ao corpo docente do Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, Polo UTFPR, Campus Medianeira, pelos ensinamentos e cooperação.

Aos meus colegas de mestrado, pela sabedoria compartilhada e aos valorosos momentos que passamos juntos, em especial às colegas Alda Rossetto, Caroline Piccin e Silvia Correa.

Ao meu primo Renan, minha cunhada Natasha e aos meus amigos Jonas e Patrícia, que sempre me auxiliaram nos testes do sistema de aquisição de dados.

À minha tia Maristela e a minha nona Marta, que sempre me apoiaram em todas as minhas decisões.

À Secretaria do Curso, pela cooperação.

À CAPES, pelo apoio financeiro prestado ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, Polo UTFPR, Campus Medianeira.

Gostaria de deixar registrado também o meu reconhecimento à minha família e amigos, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer este desafio.

"Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo.  
Todos nós sabemos alguma coisa. Todos  
nós ignoramos alguma coisa. Por isso  
aprendemos sempre."

(Paulo Freire)

## RESUMO

Este trabalho traz uma proposta de um produto educacional para o estudo do movimento de corpos a partir do uso de um sistema de aquisição de dados. O objetivo principal consiste em desenvolver uma Sequência de Ensino Investigativa composta por uma série de atividades experimentais para análise do movimento. As atividades experimentais fazem uso de um sistema de aquisição de dados que coleta valores da posição em função do tempo de um objeto utilizando sensor ultrassônico e plataforma Arduino. O sistema de aquisição de dados se mostrou uma ferramenta didática versátil, preciso, de baixo custo e de fácil construção. Além disso, possibilita o estudo do comportamento de corpos com velocidade constante (MRU), aceleração constante (MRUV) e movimento oscilatório (MHS). Uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) foi aplicada para estudantes de duas turmas do 1º ano do Ensino Médio de escolas públicas do oeste do Paraná durante o primeiro semestre de 2019. Utilizou-se um pré e pós teste para avaliação do desenvolvimento do conhecimento adquirido. Os resultados dessa análise mostram que os objetivos de aprendizagem previstos foram atingidos. Esse produto educacional tem o intuito de tornar as aulas mais atrativas e diferenciadas, fazendo com que ocorra uma assimilação de conhecimentos prévios e científicos, a partir da aplicação da metodologia da Aprendizagem Significativa. A teoria e a prática juntas, facilitam e oportunizam uma compreensão facilitada dos conceitos físicos, por isso, espera-se que este produto educacional, seja uma ferramenta importante para o Ensino da Física.

Palavras-chave: Sistema de aquisição de dados, estudo do movimento retilíneo, sequência de ensino investigativa.



## ABSTRACT

This work proposes an educational product for the study of the movement of an object using a data acquisition system. The main objective is to develop an Investigative Teaching Sequence composed of a series of experimental activities for movement analysis. The experimental activities use a data acquisition system that collects position values as a function of time of an object using ultrasonic sensor and Arduino platform. The data acquisition system proved to be a versatile, accurate, low cost and easy to build learning tool. In addition, it enables the study of the objects with constant velocity, constant acceleration and oscillatory motion. An Investigative Teaching Sequence was applied to students from two classes of the 1st year of public high schools in western Paraná during the first semester of 2019. A pre and post test was used to evaluate the development of the acquired knowledge. The results of this analysis show that the learning objectives have been achieved. This educational product aims to make the classes more attractive and differentiated, leading to an assimilation of prior and scientific knowledge through the application of the Meaningful Learning methodology. Theory and practice together facilitate an easier understanding of physical concepts, so it is expected that this educational product will be an important tool for the teaching of physics.

Keywords: Data acquisition system, motion study, investigative teaching sequence.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representa o fluxograma básico de uma SEI .....	22
Figura 2: Movimento unidimensional .....	26
Figura 3: Cilindro rolando em um plano horizontal .....	27
Figura 4: Gráfico da Posição em Função do Tempo para um MRU .....	28
Figura 5: Cilindro rolando em um plano inclinado .....	29
Figura 6: Gráfico da Posição em Função do Tempo para um MRUV.....	31
Figura 7: Representa uma Placa do Arduino Uno .....	33
Figura 8: Representação esquemática do sistema de aquisição dos dados ....	36
Figura 9: Representação da montagem inicial do sistema de aquisição de dados.....	37
Figura 10: Representa o Sistema de Aquisição de Dados montado e em funcionamento.....	38
Figura 11: Fluxograma da função principal do programa. ....	39
Figura 12: Montagem experimental para validação do sistema de aquisição de dados. Comparação entre sensor ultrassônico e sensores fotoelétricos. ....	40
Figura 13: Representação da medida experimental no experimento massa-mola.....	41
Figura 14: Representação da medida experimental do rolamento de um cilindro em um plano inclinado.....	42
Figura 15: Representação da medida experimental no experimento massa-mola.....	43
Figura 16: Representação da montagem experimental de um cilindro rolando em um plano horizontal.....	45
Figura 17: Teste comparativo entre o sistema de aquisição de dados com sensor ultrassônico e os sensores fotoelétricos para o movimento do cavaleiro em um trilho de ar na horizontal. ....	50
Figura 18: Teste comparativo entre o sistema de aquisição de dados com sensor ultrassônico e os sensores fotoelétricos para o movimento do cavaleiro em um plano inclinado.....	51
Figura 19: Comparação da posição em função do tempo ao quadrado para os dados obtidos do sensor ultrassônico e dos sensores fotoelétricos para o movimento do cavaleiro em um plano inclinado.....	52
Figura 20: Posição em função do tempo para o rolamento de um cilindro em um plano horizontal.....	53
Figura 21: Posição em função do tempo para o rolamento de um cilindro em um plano inclinado ( $\theta = 5,5^\circ$ ). ....	54
Figura 22: Movimento oscilatório em um sistema massa-mola.....	54

Figura 23: Apresentação do sistema de aquisição de dados aos alunos .....	57
Figura 24: Representa os valores das medidas realizadas no experimento de MRU .....	58
Figura 25: Gráfico da posição em função do tempo durante o movimento do cilindro.....	59
Figura 26: Respostas referentes ao experimento de MRU.....	61
Figura 27: Representa as respostas referentes ao experimento do MRU.....	63
Figura 28: Representa o gráfico da posição em função do tempo para o cilindro rolando em um plano inclinado.....	65
Figura 29: Respostas referentes ao experimento do MRUV .....	66
Figura 30: Representa a velocidade média para três intervalos de tempo distintos. ....	66
Figura 31: Representa o gráfico da posição em função do tempo quadrado para o movimento do cilindro em um plano inclinado.....	68
Figura 32: Respostas referentes ao experimento do MRUV .....	69
Figura 33: Desafio de conhecimento relacionado ao movimento de rolamento de cilindros em plano inclinado e horizontal.....	70
Figura 34: Representa os dados obtidos da atividade experimental 3 .....	71
Figura 35: Representa os gráficos obtidos a partir das medidas do experimento 3. ....	72
Figura 36: Respostas referentes ao experimento das latas rolando o plano inclinado. Amostras A e B .....	73

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Representa o número de alunos que responderam corretamente cada questão do pré-teste.....	56
Tabela 2: Perguntas referentes ao experimento do MRU .....	60
Tabela 3: Perguntas referentes ao experimento do MRU .....	62
Tabela 4: Perguntas referentes ao experimento do MRU .....	63
Tabela 5: Representa o número de alunos que responderam corretamente cada questão do pós- teste. ....	74
Tabela 6: Apresenta algumas respostas do questionário de satisfação .....	75

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>17</b>
2.1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA .....	17
2.2 SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA .....	20
2.3 A IMPORTÂNCIA DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA .....	22
2.4 CINEMÁTICA: ANÁLISE DO MOVIMENTO RETILÍNEO .....	25
2.5 USO DE SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS NO ENSINO DE FÍSICA .....	31
2.5.1 Plataforma Arduino .....	32
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>35</b>
3.1 CONSTRUÇÃO DO SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS .....	35
3.2 VALIDAÇÃO DO SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS .....	40
3.3 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL .....	43
3.3.1 Atividade 1 – Movimento Retilíneo Uniforme .....	44
3.3.2 Atividade 2 – Movimento Retilíneo Uniformemente Variado .....	46
3.3.3 Atividade 3 – Latas cilíndricas em movimento .....	47
3.4 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO .....	48
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>49</b>
4.1 RESULTADOS DA VALIDAÇÃO DO SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS .....	49
4.2 RESULTADOS DE APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL .....	55
4.2.1 Aplicação do pré-teste .....	55
4.2.2 Atividade 1 .....	57
4.2.3 Atividade 2 .....	64
4.2.4 Atividade 3 .....	69
4.2.5 Aplicação do pós-teste .....	74
4.3. Aplicação do Questionário de Satisfação .....	75
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>77</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>78</b>
<b>ANEXO 1 – CÓDIGO COMPUTACIONAL</b> .....	<b>83</b>

<b>APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO DE PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE.....</b>	<b>98</b>
<b>APÊNDICE 2 – ATIVIDADE EXPERIMENTAL 1.....</b>	<b>105</b>
<b>APÊNDICE 3 – ATIVIDADE EXPERIMENTAL 2.....</b>	<b>110</b>
<b>APÊNDICE 4 – ATIVIDADE EXPERIMENTAL 3.....</b>	<b>116</b>
<b>APÊNDICE 5 – QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO .....</b>	<b>121</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O ato de experimentar no ensino de ciências tem sido enfatizado por muitos, pois, pode facilitar a compreensão de conceitos físicos, motivar, despertar o interesse, desenvolver o raciocínio lógico, encorajar a aprendizagem ativa, estimular a capacidade de iniciativa e de trabalho em grupo [PEREIRA, 2017].

A física tem grande ligação aos procedimentos e práticas experimentais, dessa forma, deve-se procurar desenvolver um trabalho envolvendo experimentos de física ligados ao cotidiano. Procurar experimentos que despertem o interesse e a atenção dos alunos para um dado fenômeno físico, juntamente com uma explanação elucidativa do professor, para minimizar os problemas enfrentados nas escolas, tem se mostrado sobremaneira eficiente no processo ensino-aprendizagem. As aulas práticas aumentam a percepção do mundo e instigam a curiosidade do aluno. Diante disto, a elaboração de experimentos é justificada no ensino de Física como ferramenta auxiliar ao processo ensino-aprendizagem [ALVES, 2005].

A importância e a presença, das tecnologias e das informações no cotidiano da maioria das pessoas é indiscutível. Os alunos já não se satisfazem apenas com aulas expositivas de Física, aquelas em que são realizadas apenas cálculos matemáticos, eles necessitam de mais informações, as quais façam com que os alunos consigam construir e interpretar conceitos físicos. O uso de tecnologias computacionais é uma forma de motivar os alunos tornando as aulas mais atrativas e interessante, contribuindo para o processo de ensino aprendizagem (SILVA, 1998). Para Rosa (1995) a coleta e análise de dados em tempo real, criando simulação de fenômenos físicos (estática ou dinâmica), entre outros, é de suma importância para o Ensino da Física.

Os experimentos de análise de movimento podem ser realizados de diversas maneiras. Em caso de velocidades pequenas, é possível utilizar trena e cronômetro para tomada de dados. No entanto, existem tecnologias computacionais que permitem a aquisição de dados de uma forma mais precisa, por exemplo: a utilização de sensores em smartphone (VIEIRA, 2016), videoanálise (OLIVEIRA, 2011 e BEZZERRA, 2013) e microcontrolador Arduino

com sensor ultrassônico (MARTINAZZO, 2014). Cada um destes métodos possui vantagens e desvantagens e cuidados a serem tomados durante a realização de medidas.

Com a falta de infraestrutura das escolas, os professores devem criar estratégias para o ensino de Física e, com isso, melhorar o aprendizado dos alunos, pensando nisso, pode-se afirmar que o uso de tecnologias de baixo custo na construção de experimentos é fundamental.

O uso de atividade experimental com tecnologia de aquisição de dados é um método diferenciado para ser usado no ensino de física. Neste sentido, a plataforma Arduino permite uma ampla flexibilidade nas montagens experimentais (F. FILHO, 2015, p. 27), e isso, permite diferentes práticas educacionais sejam utilizadas pelos professores.

O sistema de aquisição de dados apresentado neste trabalho é ferramenta didática versátil, precisa, de baixo custo e de fácil construção. Além disso, possibilita o estudo do comportamento de corpos com velocidade constante (MRU), aceleração constante (MRUV) e movimento oscilatório (MHS).

É importante que a atividade experimental tenha o objetivo de levar os alunos a pensar, debater, justificar suas ideias e aplicar seus conhecimentos em novas situações de aprendizagem (AZEVEDO, 2009, P 20). A forma com que o experimento é realizado deve instigar os alunos a buscarem e relacionarem o conteúdo aprendido com o experimento que está sendo realizado.

Neste sentido, a Sequência de Ensino Investigativa é um exemplo de metodologia de ensino que tem como principal objetivo a aprendizagem baseada em levantamento de hipóteses a partir de um problema a ser investigado pelos alunos.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é desenvolver um Produto Educacional, composto por uma Sequência de Ensino Investigativa de três atividades experimentais para o estudo e análise do movimento retilíneo uniforme e uniformemente variado. Para isto, utilizou-se o sistema de aquisição de dados com utiliza um sensor ultrassônico e um display LCD para medir e apresentar os dados da posição e tempo de um objeto em movimento.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Adquirir conhecimento e modificar o perfil conceitual dos alunos têm sido uma ação muito discutida e difícil de lidar nos últimos tempos, pois a tecnologia do mundo atual, apresenta-se muito mais atrativa do que as aulas. Com toda essa dificuldade, essa questão encontra-se sendo discutida em muitos setores que envolvem educação, e a partir desses estudos chega-se à conclusão que é necessário obter de ensino, novas estratégias ou até mesmo aplicar novas ações que até hoje não haviam sido levadas em considerações. Sendo assim, após algumas análises de salas de aulas atuais, chega-se a uma nova linha de ação, aonde deve ser levado em conta os conhecimentos prévios que os alunos apresentam e, a partir disso inserir a aprendizagem significativa no método de ensino para esses.

Essa aprendizagem é baseada nos conhecimentos prévios do aluno, e caracteriza-se pela relação entre o novo conhecimento e o conhecimento que ele já possuía, ou seja, seu conhecimento prévio. Fornecendo então, subsídios para o desenvolvimento de uma nova prática de ensino será embasada no processo da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, que foi desenvolvida em meados da década de 60 do século passado. Como sua preocupação sempre foi com o processo de aprendizagem humana, ele desenvolveu a Teoria da Aprendizagem Significativa, que até hoje auxilia os professores nos seus processos de ensino e aprendizagem. Para Ausubel, um dos principais conceitos desta teoria pode ser definida como:

A aprendizagem significativa é o mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento (AUSUBEL, 1963, p.58)

Assim, Ausubel defendia a valorização dos conhecimentos, os quais poderiam ser adquiridos e armazenados, possibilitando que os alunos efetuassem uma verdadeira estruturação de conhecimentos por meios de conhecimentos já obtidos e também por conhecimentos que ele viria a obter.

Para Ausubel (1988), os alunos precisam estar predispostos para que aconteça uma aprendizagem significativa. Desta maneira, os professores devem despertar nos alunos, a vontade de aprender mais, de investigar, correr atrás de novos conhecimentos, para que assim eles absorvam com mais facilidade e prazer os conhecimentos transmitidos, fazendo então uma ponte entre os conhecimentos que eles já tinham, com os conhecimentos então adquiridos a partir de um novo método.

Para todas as finalidades práticas, a aquisição de conhecimento na matéria de ensino depende da aprendizagem verbal e de outras formas de aprendizagem simbólica. De fato, é em grande parte à linguagem e à simbolização que a maioria das formas complexas de funcionamento cognitivo se torna possível. (AUSUBEL, 1968, p. 79)

É importante destacar que a linguagem e a simbolização, na aprendizagem significativa segundo Ausubel, apresentam uma grande importância, pois os alunos podem levar em consideração outros fatores para sua aprendizagem, fazendo com que a absorção de conhecimentos seja facilmente observada. A aprendizagem que um indivíduo adquire, provoca grandes mudanças até mesmo em seu comportamento pessoal.

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 subsunçor" ou, simplesmente "subsunçor", existente na estrutura cognitiva de quem aprende (MOREIRA, 2009, p. 8).

Sua teoria de aprendizagem era conhecida como Teoria da Assimilação, pois esta transmitia uma reflexão sobre a diferença de ensinar e de aprender, fazendo com que o aprendiz interagisse com a aprendizagem levando em

consideração seus conhecimentos prévios como ações, chamadas também de subsunçores de uma aprendizagem significativa. A relação existente entre conteúdo explanado e o conhecimento que o aluno possui, demonstra que esse tipo de aprendizagem é caracterizada como sendo significativa, pois ela busca constantemente compreender e melhorar os processos ensino-aprendizagem, que surgem nas teorias da aprendizagem.

Para que a aprendizagem significativa se efetive, o indivíduo deve fazer uso de seus conhecimentos prévios, ou seja, conhecimentos que já estão incorporados, de maneira fundamental e não arbitrária, podendo assim buscar todos os significados dos materiais utilizados, para o ensino educativo.

Para Moreira (2012):

Quando o aluno não possui estes conhecimentos prévios sugere-se a utilização de organizadores prévios que são um “recurso instrucional apresentado em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao material de aprendizagem.” (MOREIRA, 2012, p. 11).

Para Moreira (2010), os organizadores prévios são materiais utilizados para a introdução de materiais de aprendizagem que priorizam um nível mais alto de abstração, de generalização e até mesmo inclusividade. Já para Ausubel, o conhecimento prévio era a variável mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Esse processo, serve como um mediador entre o que o aprendiz já sabe, e o que ele deve saber para que esse material apresente um potencial significativo, neste caso o importante seria que o indivíduo demonstrasse a relação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio, através de uma assimilação de conceitos.

“Para que ocorra realmente aprendizagem significativa não é suficiente que o novo material seja intencional e que se relacione substancialmente com as ideias correspondentes abstractamente [...]. É também necessário que esse conteúdo idealmente pertinente exista na estrutura cognitiva do aluno em particular”. (AUSUBEL, 1976, p.215).

Ausubel, em suas descrições articula que a aprendizagem significativa não depende de um único processo utilizado, ela pode ser descrita a partir de assimilações, descobertas, recepções, ou seja de qualquer maneira que a aprendizagem ocorrer. Para ele, o importante é que aconteça uma aprendizagem com novas informações que foram trabalhadas e estas estejam ligadas ao conhecimento prévio que o indivíduo possui.

Assim pode-se chegar à conclusão que, um dos fatores mais importantes no processo da aprendizagem significativa, está ligada diretamente ao fato de que o aprendiz deve ter uma pré disposição de aprender, mesmo com o professor proporcionando vários métodos diferenciados para que a construção dessa nova aprendizagem ocorra de uma maneira em que o aluno desperte o prazer por aprender.

## 2.2 SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA

O objetivo principal das Sequências de Ensino Investigativas – SEIs (CARVALHO, 2012) é possibilitar o uso de investigação nas aulas, para que elas possam contribuir na compreensão de conteúdo de Ciências. Consiste em uma forma de desenvolver o conhecimento científico dos alunos a partir de diferentes atividades, como por exemplo, experimentos, textos diversos, aula de campo entre outras.

[...] as sequências de ensino investigativas (SEIs), isto é, sequências de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada atividade é planejada, do ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, ter ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas passando do conhecimento espontâneo para o conhecimento científico e adquirirem condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores (CARVALHO, 2013, p. 9)

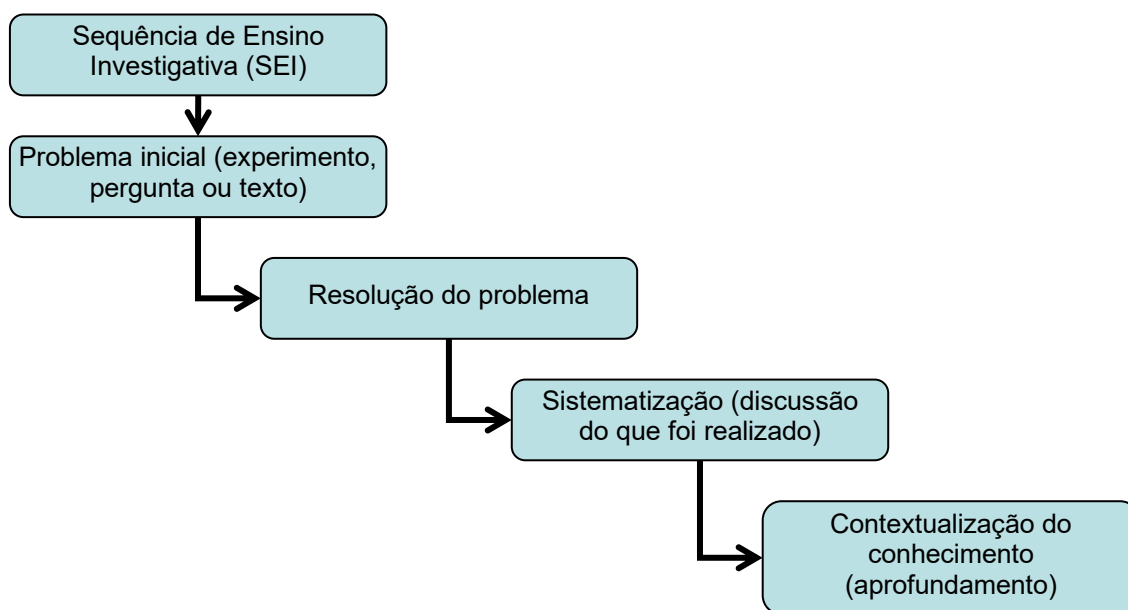
O ponto principal de uma SEI é o levantamento de hipóteses a partir de um problema a ser investigado pelos alunos. De acordo com Carvalho (2011, p 255) para que seja possível a construção do conhecimento científico é importante iniciar a sequência com uma situação problema, possibilitando que o aluno construa novas hipóteses que o levarão a uma ação mais manipulativa. É importante que o aluno tenha tomada de consciência de seus atos para construir seu conhecimento. O professor precisa levar as discussões com os alunos até a etapa das explicações dos fenômenos que estão sendo estudados.

De acordo com Sasseron e Carvalho (2008),

[...] o ensino de Ciências em todos os níveis escolares deve fazer uso de atividades e propostas instigantes, nesse sentido, é necessário, pois, desenvolver atividades que, em sala de aula, permitam as argumentações entre alunos e professor em diferentes momentos da investigação e do trabalho envolvido. Com problemas investigativos e questões reflexivas, esperamos que os alunos façam hipóteses e planos que auxiliem na resolução, bem como discutam sobre as ideias levantadas e outras questões controversas que possam surgir (SASSERON e CARVALHO, 2008, p. 7).

A estrutura básica para a construção de uma SEI pode ser observada na Figura 1. A atividade inicia com o professor apresentando uma situação problema, que pode ser um experimento, uma pergunta, texto ou outra atividade que desperte a atenção do aluno e contextualize com o tema que será abordado. Em seguida, os alunos resolvem o problema a partir do levantando hipóteses. Na sequência, o professor apresenta uma atividade (um texto, análise de gráficos, perguntas, entre outras) com o objetivo de sistematizar e discutir o que foi realizado. Por fim, será realizado a contextualização do conhecimento com o dia a dia do aluno e ainda neste momento pode-se fazer o aprofundamento do conteúdo abordado.

Figura 1: Representa o fluxograma básico de uma SEI



Fonte: Elaborada pela autora.

É importante que as atividades sejam desenvolvidas e discutidas em pequenos grupos, pois permite um maior aproveitamento, considerando que a linguagem adotada entre os alunos é a mesma.

Carvalho (2013), destaca ainda, a importância do uso de outras formas de linguagem, não somente a verbal no ensino de Ciências. Este ponto é muito importante a ser observado nas aulas de Física, pois ela é uma Ciência Exata que necessita da linguagem matemática, gráfica, figurativa para descrição de suas leis. Fazendo assim, com que o aluno passe da linguagem cotidiana para à científica.

Neste contexto, o uso de uma SEI no ensino de Física no Ensino Médio pode ser uma ferramenta importante para que os alunos possam construir seus conceitos científicos.

### 2.3 A IMPORTÂNCIA DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA

A experimentação no ensino da Física é uma ferramenta pouco utilizada, mas é uma das maneiras mais eficazes para despertar o interesse dos alunos

neste ensino. As aulas se tornam mais atrativas e fazem com que os alunos fiquem mais próximos da realidade que é ensinada há eles, tirando o formalismo matemático de cena, que é mais aplicado nos dias atuais. Segundo Araújo e Adib,

[...] de modo convergente a esse âmbito de preocupações, o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente (ARAUJO e ADIB, 2003, p. 02).

Além de fazer uso de atividades experimentais, deve-se se ter o cuidado no processo de realização das mesmas, pois muitas vezes, são realizadas usando-se roteiros engessados sem espaço para discussão e análise dos efeitos observados.

De acordo com Ausubel (2003), as atividades experimentais desenvolvidas em sala ou até mesmo em laboratórios, seguem regras que muitas vezes os alunos não conseguem compreender o mínimo necessário para garantir uma qualificação necessária para o método científico. Ele ainda diz que, não basta somente ter laboratórios cheios de materiais e equipamentos para experimentação se as atividades propostas pelos professores não proporcionarem uma aprendizagem significativa.

Ao tornar atividades experimentais em processos de aprendizagem significativa para os alunos, deve-se desenvolver questionamentos as quais irão servir de orientação para esses alunos, no processo em que a experimentação estará ocorrendo. Assim, o professor irá saber qual é o conhecimento que esses alunos apresentam sobre este determinado assunto que será desenvolvido. A partir disso, pode-se analisar quais são os conhecimentos prévios que o aluno apresenta e fazer então a ligação com os conhecimentos científicos que ele irá absorver, através dos experimentos propostos.

O fator mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe. Descubra isso e ensine-o de acordo. (AUSUBEL apud MOREIRA, 1999; p. 163).

Para Ausubel (2003), as atividades experimentais sempre devem levar em consideração os conhecimentos existentes na estrutura cognitiva do aluno, desta maneira, o conhecimento científico deve se desenvolver por meio de trabalhos relacionados aos conceitos, que fazem com que os alunos consigam aumentar a sua capacidade de raciocínio, deixando de lado o objetivo de decorar conceitos e fórmulas que sempre são explanados em sala. Se a capacidade de raciocínio se desenvolver a partir da disponibilização de materiais diferenciados, pode-se dizer que a nova metodologia de ensino aplicada, fez relação a estrutura cognitiva do aluno de uma maneira não literal e não arbitrária.

Os docentes encontram grandes desafios nesse processo de ensino, pois todo o contexto cultural dos alunos e da escola, devem ser levados em consideração, visto que na maioria das vezes as escolas não possuem laboratórios de Física, e muitas vezes, quando possuem, os mesmos encontram-se em situações precárias. Por esta razão, uma das soluções alternativas para o desenvolvimento dessas aulas, é a utilização de materiais alternativos para a execução de experimentos, pois nos dias atuais, inúmeros materiais, principalmente de baixo custo, podem ser utilizados para a realização de experimento nas aulas de Física.

O desenvolvimento das atividades experimentais para Ausubel (2003), devem ter uma interligação com o conteúdo, pois para ele, para que haja aprendizagem significativa no processo de ensino com experimentação, o aluno deve ter um enfoque principal sobre o conhecimento do conteúdo que será desenvolvido, para assim poder um bom rendimento nas atividades práticas.

Para Amaral (1997), as atividades experimentais desenvolvidas com outras práticas metodológicas, desempenham um papel muito importante para o aprimoramento dos conceitos científicos, ocasionando assim uma melhor compreensão dessa ciência.



As atividades experimentais, contribuem para a abertura ao diálogo entre professores e alunos, e até mesmo permite uma interação social entre os próprios alunos, fazendo com que, estas práticas se tornem componentes importantes para o desenvolvimento do ensino desses alunos, fazendo com que ideias sejam trocadas e novos conhecimentos sejam adquiridos, assim a aprendizagem deixa de ser mecânica e passa a ser uma aprendizagem significativa. O mais importante é que a experimentação ocorra frequentemente, e assim ela se torna um processo eficaz para a aprendizagem do aluno, estimulando ainda mais a busca do conhecimento.

## 2.4 CINEMÁTICA: ANÁLISE DO MOVIMENTO RETILÍNEO

Inicialmente o estudo do movimento era tratado mais filosoficamente, algo que era imaginado e não observado quantitativamente, conforme foi proposto por Aristóteles. As primeiras análises empíricas foram realizadas por Galileu Galilei. Um dos experimentos realizados por ele foi rolar uma esfera em um plano inclinado, observando o seu movimento, medindo a distância e o tempo de rolamento. Assim, Galileu observou para unidades de tempo 1, 2, 3, 4, ... a distância correspondida era 1, 4, 9, 16, ... ou seja, a distância é proporcional ao quadrado do tempo, atualmente escrita como  $D \propto t^2$ .

Antes de iniciar a descrição do movimento, será observada algumas propriedades gerais, as quais são:

- O movimento de um corpo será considerado somente em linha reta, ou seja, retilíneo. A direção pode ser variada, vertical, horizontal ou inclinada.

- Na cinemática será estudada apenas o movimento por si só sem se preocupar com as causas do movimento.

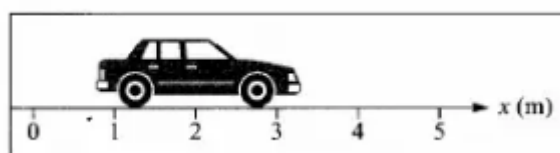
- O objeto em movimento será uma partícula (objeto puntiforme) ou será um corpo que se move como uma partícula, na qual todos os pontos do corpo se movem na mesma direção e velocidade (HALLIDAY, 1993, p. 13).

O movimento de um corpo pode ser descrito como a mudança de sua posição com o tempo. Pode-se considerar um corpo sólido com uma marcação pontual, a qual pode ser observada. A análise do movimento leva em consideração a mudança de posição deste ponto ao longo do tempo. Este

ponto pode ser considerado o centro de gravidade (um ponto específico de um corpo onde pode ser aplicada a força de gravidade) de um objeto sólido.

Para determinar a localização de um objeto é necessário um ponto de referência, que pode ser um ponto zero (origem), em um eixo fixo, como o eixo  $x$  indicando o sentido positivo para direita e negativo para a esquerda. A posição deste objeto em movimento no instante  $t$  é descrita pela coordenada  $x(t)$ . A Figura 2 ilustra um carro que se move no sentido positivo do eixo  $x$ . Por diferentes métodos pode-se obter a posição  $x(t)$  que o carro ocupa no instante de tempo  $t$ . Por exemplo, filmando ou realizando sucessivas imagens do movimento descrito pelo carro.

Figura 2: Movimento unidimensional

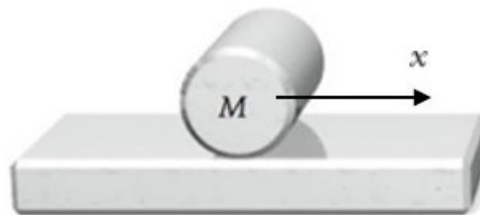


Fonte: Nussenzveig (2002).

O movimento que ocorre ao longo de uma reta com velocidade constante é denominado de Movimento Retilíneo e Uniforme (MRU). Um movimento com velocidade constante implica que a aceleração do objeto é zero e, conseqüentemente, a somatória de todas as forças atuando sobre o corpo também é zero.

Por exemplo, ao analisar o movimento de um cilindro maciço rolando em um plano horizontal, o centro de massa do cilindro se move com velocidade constante ( $v$ ). Isto é, descreve percursos,  $\Delta x$ , iguais em intervalos de tempos  $\Delta t$  iguais.

Figura 3: Cilindro rolando em um plano horizontal



Fonte: Adaptado de Tipler (2002)

A velocidade média com que o corpo descreve seu movimento é dada pela razão do deslocamento pelo intervalo de tempo correspondente, conforme Equação 1. A mesma pode assumir valores positivos ou negativos, por exemplo, se  $\Delta t > 0$  e o sentido do movimento for no sentido negativo da orientação do eixo fixo, a velocidade será negativa. A unidade de velocidade no SI é metros por segundo (m/s).

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \quad (1)$$

Se considerar que o objeto inicia o movimento no instante inicial  $t_0$  localizado em  $x(t_0) = x_0$  e considerando uma instante de tempo  $t$  qualquer, a velocidade com que o objeto se desloca é dada por

$$v = \frac{x(t) - x_0}{t - t_0} \quad (2)$$

A Equação 2 pode ser reescrita como

$$vt - vt_0 = x(t) - x_0 \quad (3)$$

$$x(t) = x_0 + vt - vt_0 \quad (4)$$

Se a análise do movimento iniciar a partir do instante de tempo zero, ou seja,  $t_0 = 0$ , obtém-se

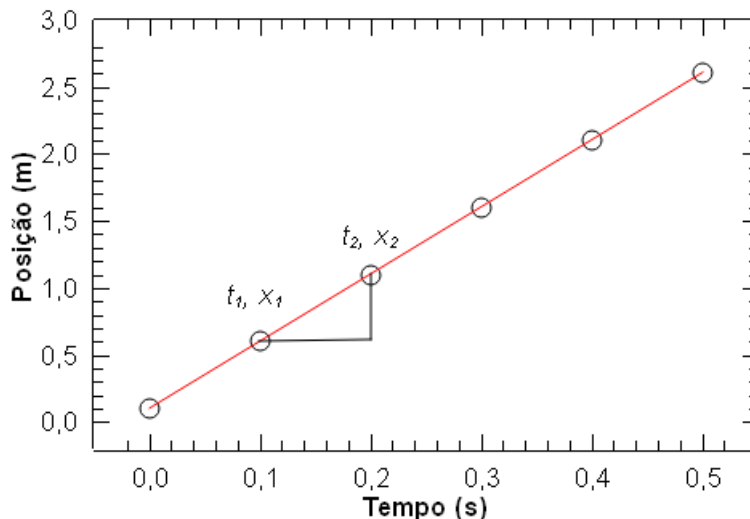
$$x(t) = x_0 + vt \quad (5)$$

A Equação 5 é chamada de equação horária da posição para o movimento retilíneo e uniforme.

Em um gráfico da posição em função do tempo, a curva possui um comportamento linear e a inclinação da curva está relacionada com a

velocidade do corpo (com o valor da velocidade igual ao coeficiente angular da reta), como ilustrado na Figura 4.

Figura 4: Gráfico da Posição em Função do Tempo para um MRU



Fonte: Elaborada pela autora

No caso do movimento retilíneo não uniforme, isto é, acelerado, a velocidade varia ao longo do tempo. A velocidade para qualquer instante de tempo é denominada de velocidade instantânea. Pode-se obter a velocidade instantânea a partir da Equação 1, fazendo  $\Delta t \rightarrow 0$ . Neste caso, a velocidade média aproxima-se cada vez mais de um valor limite, que é a velocidade instantânea, conforme mostra a Equação 6.

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} \quad (6)$$

A aceleração média ( $\bar{a}$ ) pode ser escrita de acordo com a Equação 7, em que  $v_1$  corresponde a velocidade no instante  $t_1$  e  $v_2$  corresponde a velocidade no instante  $t_2$ .

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} \quad (7)$$

A aceleração instantânea ou simplesmente a aceleração em um dado instante é taxa de variação da velocidade neste instante de tempo, conforme Equação 8. Em um gráfico de  $a(t)$  por  $t$ , a velocidade em qualquer ponto é a inclinação da reta neste ponto.

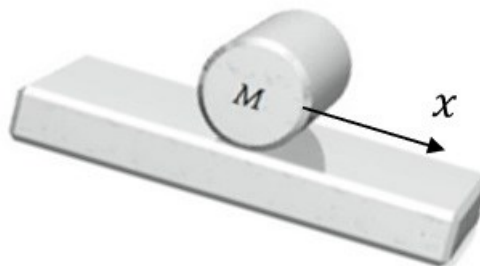
$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} \quad (8)$$

Pode-se escrever ainda a equação da aceleração combinando as equações (6) e (8). Assim, a aceleração em um dado instante corresponde a derivada segunda de  $x(t)$  em relação ao tempo neste instante, conforme Equação 9. A unidade de aceleração no SI é metros por segundo ao quadrado ( $\text{m/s}^2$ ).

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt} \frac{dx}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} \quad (9)$$

No caso de a aceleração do objeto ser constante, a aceleração média é igual a aceleração instantânea e o movimento é denominado uniformemente variado (MRUV). Por exemplo, o movimento de um cilindro rolando em um plano inclinado, o seu centro de massa realiza um MRUV.

Figura 5: Cilindro rolando em um plano inclinado



Fonte: Adaptado de Tipler (2002)

As equações que descrevem a velocidade e a posição em função do tempo podem ser obtidas por integração das equações 6 e 9. A partir da Equação 9, pode-se escrever

$$dv = a dt \quad (10)$$

$$\int_{v_0}^v dv = \int_{t_0}^t a dt \quad (11)$$

$$v - v_0 = a(t - t_0) \quad (12)$$

Supondo  $t_0 = 0$ , temos

$$v = v_0 + at \quad (13)$$

A Eq. 13 fornece a relação entre velocidade e o tempo para o objeto que se move sob a ação de uma aceleração constante. Dada a velocidade inicial  $v_0$  e o valor da aceleração  $a$ , pode-se prever a velocidade do objeto para qualquer instante de tempo.

A partir da Equação 6, pode-se escrever

$$dx = v dt \quad (14)$$

$$\int_{x_0}^x dx = \int_{t_0}^t v dt \quad (15)$$

Substituindo a Equação 13 em 15, têm-se

$$\int_{x_0}^x dx = \int_{t_0=0}^t (v_0 + at) dt \quad (16)$$

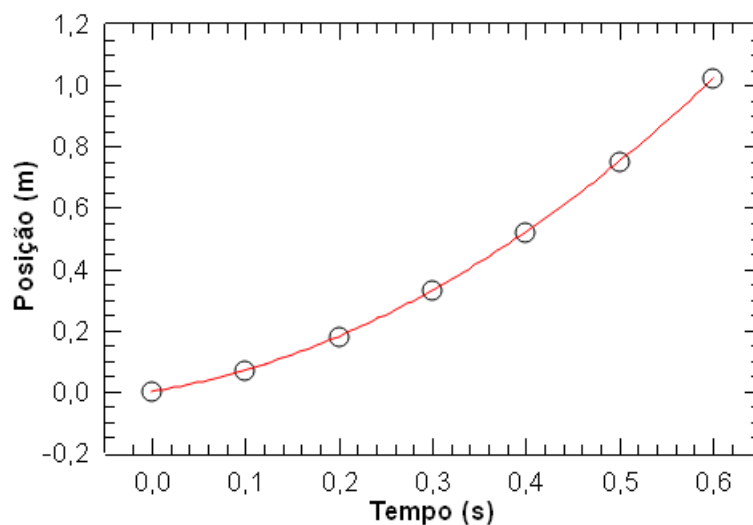
$$x - x_0 = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad (17)$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad (18)$$

A Eq. 18 é denominada equação horária do MRUV. Dado a posição  $x_0$ , a velocidade inicial  $v_0$  e a aceleração  $a$ , pode-se prever a posição do objeto para qualquer instante de tempo.

Observe que, a equação que descreve a posição do objeto em função do tempo é uma função de 2º grau e o gráfico da posição versus tempo é representado por uma parábola, conforme Figura 6.

Figura 6: Gráfico da Posição em Função do Tempo para um MRUV



Fonte: Elaborada pela autora

Observe que, ao derivar a Equação 18 em relação ao tempo ( $dx/dt$ ) obtém-se novamente a velocidade instantânea, conforme Equação 13. O gráfico de  $v(t)$  por  $t$  corresponde a uma reta. E ao derivar a Equação 13, obtém-se o valor da aceleração.

## 2.5 USO DE SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS NO ENSINO DE FÍSICA

No Ensino da Física, é muito significativo realizar atividades experimentais, para que os alunos demonstrem seu interesse investigativo, sendo que estas atividades apresentam um papel muito importante, ainda mais quando essas são desenvolvidas com materiais de baixo custo, possibilitando que a construção seja realizada de maneira prática e fácil pelo professor ou pelos alunos, assim não há necessidade de que as aulas práticas sejam realizadas no laboratório de Física especificamente.

Silva (1998) destaca a importância da tecnologia computacional para motivar os alunos e modificarem seu comportamento no processo de aprendizagem. Com esses recursos, o professor tende a proporcionar aulas

mais atrativas e interessantes para os alunos dos dias atuais, esses processos ajudam ainda na melhor aplicação e compreensão do conteúdo ministrado.

Para Rosa (1995) a aplicação de componentes eletrônicos no ensino da física para coleta e análise de dados em tempo real, criando simulação de fenômenos físicos (estática ou dinâmica), entre outros, é de suma importância para o Ensino da Física, já que a utilização de recursos tecnológicos, estão se tornando cada dia mais presente no ambiente escolar.

Pensando nos métodos diferenciados de ensino e aplicações de conteúdos, um sistema de aquisição de dados pode ser desenvolvido a partir de um microcontrolador Arduino. Permitindo assim, que os alunos relacionem com maior facilidade os conteúdos que relacionam movimento, já que o mesmo é capaz de obter e armazenar os dados de posição e tempo, de qualquer objeto que se encontre em seu campo de funcionamento, e ainda ele é um equipamento simples de ser desenvolvido e prático de ser manuseado.

### **2.5.1 Plataforma Arduino**

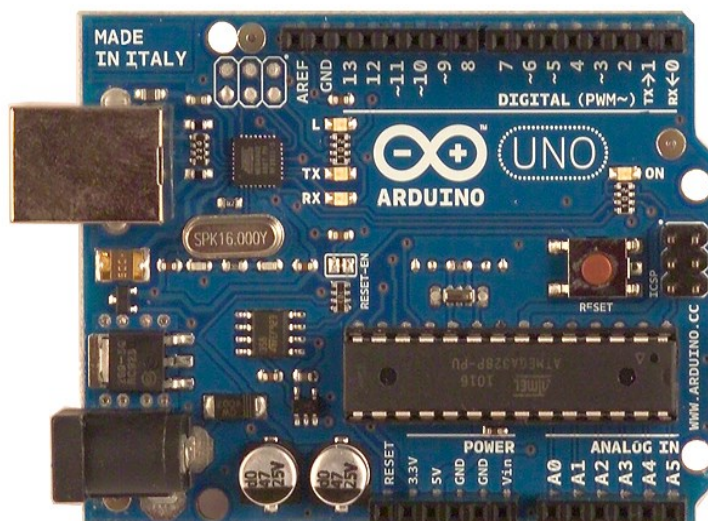
A Plataforma Arduino permite uma ampla flexibilidade nas montagens experimentais, e isso, permite diferentes práticas educacionais sejam usadas pelos professores.

Sendo um conceito que surgiu na Itália, o Arduino, apresenta como seu principal objetivo, criar um dispositivo para controlar projetos e protótipos construídos de uma forma mais acessível do que outros sistemas disponíveis no mercado. Ainda pode-se dizer que esta placa, foi construída para promover uma interação física a partir da visualização, manuseio e da participação efetiva dos alunos no desenvolvimento das atividades práticas, criando assim ilimitadas possibilidades de experimentos. Esta placa consiste em uma plataforma *Open-source* baseada em hardware e software, ela baseia-se em um microcontrolador versátil, que potencializa suas funções de uma maneira simples, de modo que ela possa operar sozinha no controle dos dispositivos, sendo então, aplicadas em experimentos. Ela também apresenta a função de receber e entregar o fluxo de informações de maneira controlada por uso de



software. Na Figura 7, podemos observar um modelo do Arduino Uno, o mesmo foi utilizado para o desenvolvimento do produto educacional.

Figura 7: Representa uma Placa do Arduino Uno



Fonte: Reprodução/webweavertech.com

Essa plataforma se mostra interessante, sempre que se encontra relacionada ao Ensino de Física, pois ela apresenta grande aplicabilidade, através de leituras que podem ser realizadas, por meio de um sistema de sinais elétricos. Muitos são os experimentos que podem ser realizados utilizando-se a plataforma. MARTINAZZO, 2014 afirma 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 ( MARTINAZZO, 2014, p.47)

É importante ressaltar neste caso, que esta plataforma é uma grande contribuinte nos avanços que se dizem respeito a práticas experimentais no ensino da Física. São surpreendentes os números de experimentos que podem ser realizados com essa simples placa. Segundo F. Filho ( 2015 ):

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. (F. FILHO, 2015, p. 27)

A utilização do Arduino no ensino da Física tem a intenção de melhorar o ensino, incentivando ao aluno um maior aproveitamento em suas atividades, fazendo com que ele se torne um grande investigador em seu cotidiano, tornando então o ambiente escolar, em uma comunidade de ensino, a qual ela pode ser aplicada não somente na área da Física e sim pode ocorrer uma interdisciplinaridade.

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 CONSTRUÇÃO DO SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS

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

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

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

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

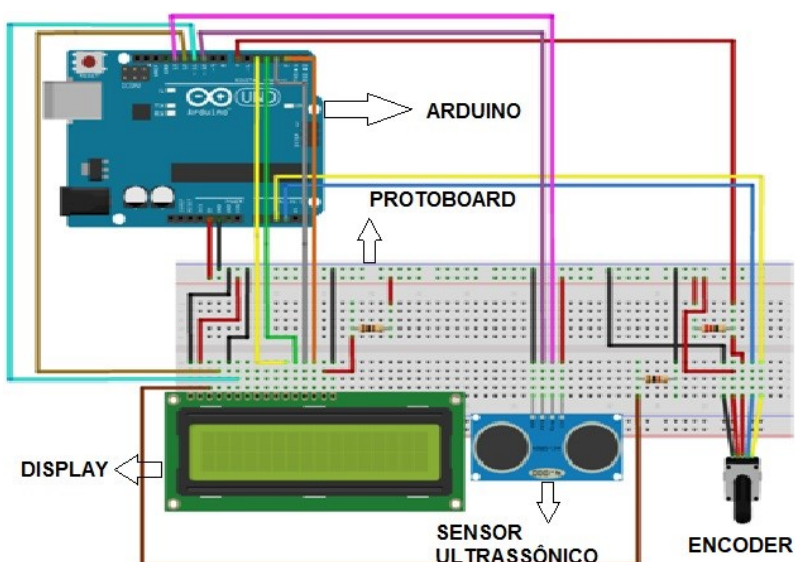
O Encoder é um dispositivo eletrônico, também chamado de sensor eletromecânico, cuja funcionalidade é transformar movimentos rotativos em sinal elétrico que pode ser lido por um microcontrolador, neste caso o Arduino UNO. Possui a funcionalidade de controlar velocidades, medir ângulos, número de rotações, quantizar distâncias, realizar posicionamentos, entre outras funções. Nesta aplicação, o encoder utilizado possui rotação

contínua e um botão que ao ser pressionado seleciona uma das opções do “menu” no display.

Os resistores têm a função de limitar a quantidade de corrente elétrica em um circuito, ou seja, oferece resistência à passagem de elétrons. Os fios estabelecem uma conexão elétrica entre os componentes eletrônicos. A fonte de 12 volts é utilizada para alimentar o sistema.

A montagem inicial do Sistema Embarcado foi realizada em uma placa de ensaio (protoboard) para realização dos testes, como podemos observar na Figuras 8 e 9. O sensor ultrassônico é usado para a medida da distância e o encoder rotativo é utilizado para controlar e selecionar as opções que serão mostradas no display.

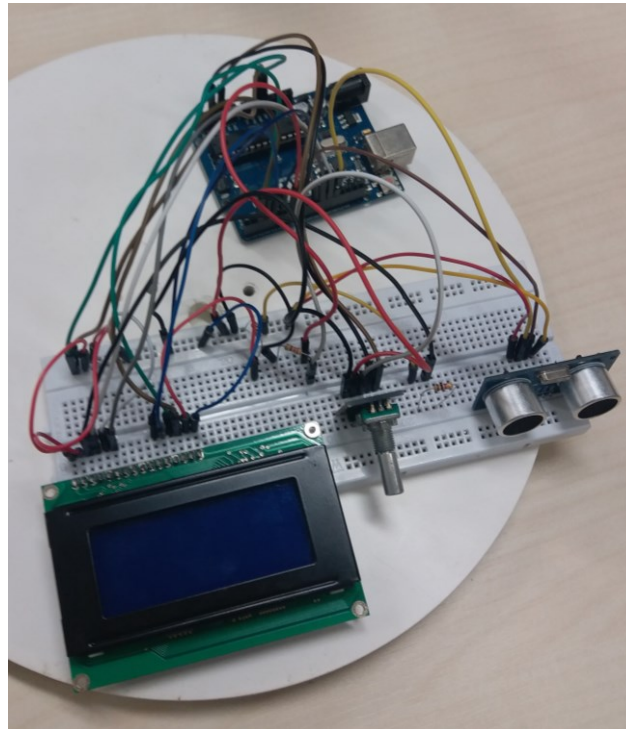
Figura 8: Representação esquemática do sistema de aquisição dos dados



Fonte: Adaptado de Gomes (2018).

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

Figura 9: Representação da montagem inicial do sistema de aquisição de dados



Fonte: Elaborada pela autora

Após finalização do protótipo, os componentes eletrônicos foram inseridos em uma caixa plástica conforme pode ser observado na Figura 10. O sensor ultrassônico foi inserido em um suporte e foi utilizado um fio com quatro vias de um metro de comprimento para facilitar o manuseio do sistema na realização dos experimentos. O valor total estimado do protótipo é de aproximadamente R\$ 150,00. Na Figura 10, pode-se notar no display LCD o menu principal, com quatro opções para o usuário: Nova Medida (inicia a medição), Alterar Valores (configura o limite máximo da distância que o sensor irá salvar e mostrar os dados), Ver Tabela (mostra os dados da última medição realizada) e Distância Atual (verifica a distância do objeto antes de iniciar a medida).

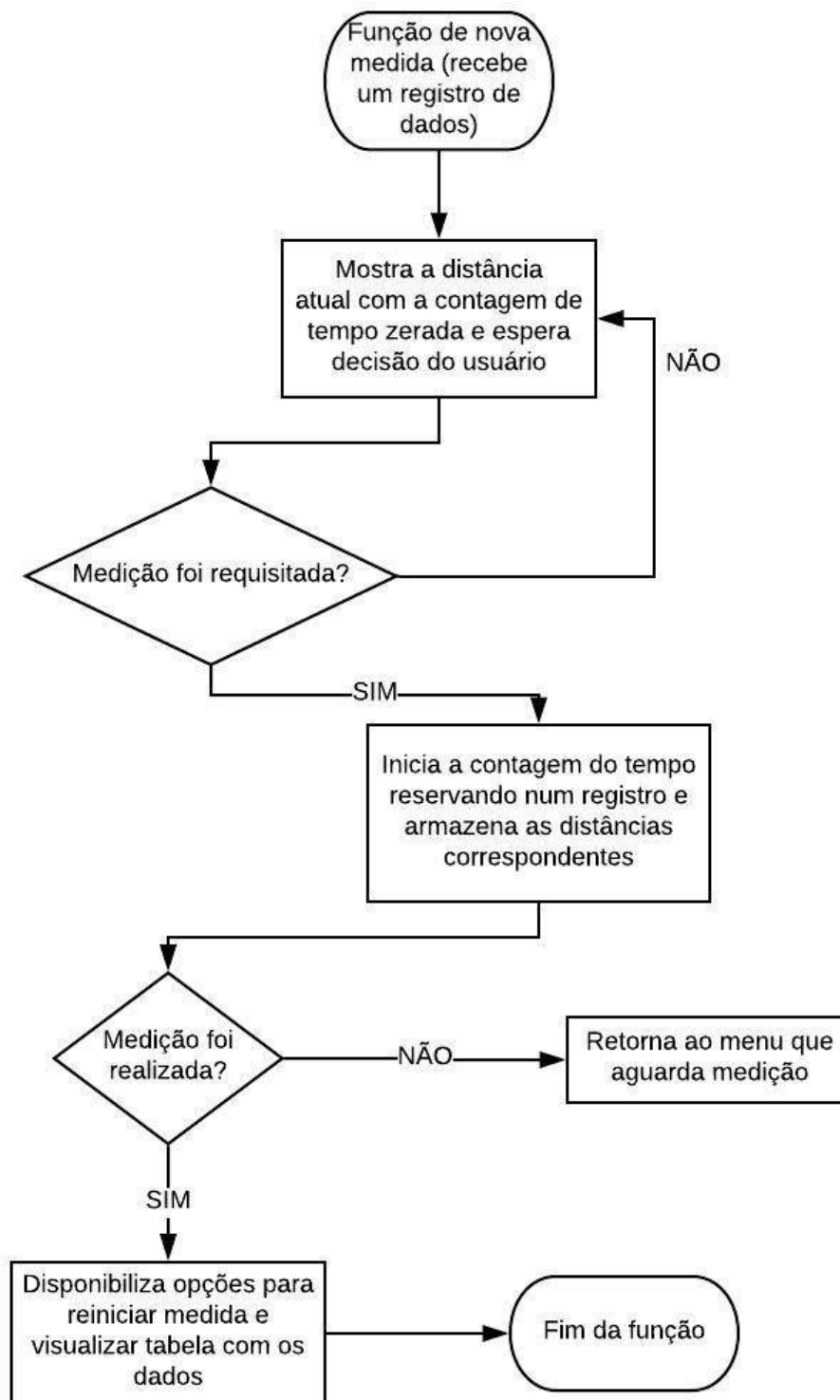
Figura 10: Representa o Sistema de Aquisição de Dados montado e em funcionamento



Fonte: Elaborada pela autora

Na figura 11 é apresentado o fluxograma da função principal do sistema de aquisição de dados, a função de medição, responsável por verificar o momento exato que a medida se inicia, calcular a distância do objeto ao sensor ultrassônico (baseado no tempo de propagação da onda sonora e na velocidade do som) e, por último, salvar os dados adquiridos em um registro para apresentação no menu Ver Tabela. O código de controle do sistema de aquisição de dados é apresentado no Anexo 1.

Figura 11: Fluxograma da função principal do programa.



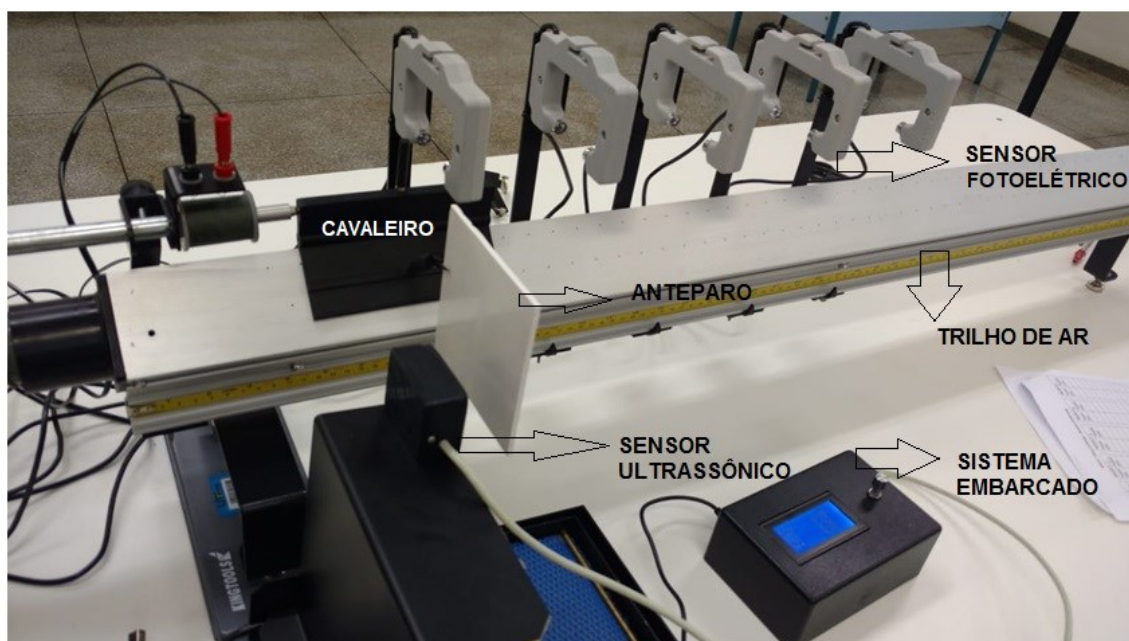
Fonte: Gomes (2018).



### 3.2 VALIDAÇÃO DO SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS

Para validação do sistema de aquisição de dados foi realizado cinco experimentos, sendo dois deles experimentos comparativos com sensores fotoelétricos em um trilho de ar. Os dados foram adquiridos simultaneamente pelos sensores fotoelétricos de um trilho de ar comercial e comparados com os dados obtidos pelo sistema de aquisição de dados utilizando o sensor ultrassônico. Os experimentos foram realizados em um laboratório didático de física. A montagem é apresentada na Figura 12.

Figura 12: Montagem experimental para validação do sistema de aquisição de dados. Comparação entre sensor ultrassônico e sensores fotoelétricos.



Fonte: Elaborada pela autora

O trilho de ar tem como principal função remover o atrito entre o objeto que se move (cavaleiro) e a superfície (trilho). Para análise do movimento, precisamos de um referencial, que, neste caso, foi definido como sendo a posição do sensor ultrassônico. No trilho de ar são colocados sensores fotoelétricos conectados a um cronômetro. O cavaleiro, ao passar pelos sensores, dispara o cronômetro e o intervalo de tempo que o cavaleiro leva para percorrer as distâncias entre cada sensor é registrado.



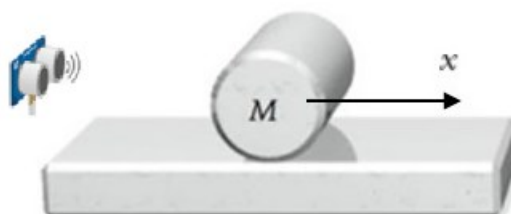
Um suporte foi instalado ao lado do trilho de ar contendo o sensor ultrassônico. Um anteparo foi conectado ao cavaleiro com o objetivo de possibilitar a medida da distância pelo sensor ultrassônico simultaneamente à medida realizada pelos sensores fotoelétricos.

Para o primeiro experimento, foi regulado o trilho de ar para que o mesmo ficasse na posição horizontal. Um impulso inicial foi dado ao cavaleiro, de tal forma que ele se move-se com velocidade constante ao longo do trilho de ar.

O segundo experimento de validação comparou o movimento do cavaleiro em plano inclinado. O trilho de ar foi regulado para que tivesse uma inclinação  $\theta$  em relação a horizontal. Foram realizados cinco medidas para as inclinações entre  $1^\circ$  a  $6^\circ$ . O cavaleiro foi solto a partir do repouso por um eletroímã. Os cronômetros de ambos os sistemas de aquisição foram ligados simultaneamente.

O terceiro experimento consiste do estudo do movimento de um cilindro oco rolando em um plano horizontal. O cilindro possui diâmetro externo de  $(50,75 \pm 0,05)$  mm e o diâmetro interno de  $(40,00 \pm 0,05)$  mm. Foram realizadas quatro medidas, em cada uma delas foi fornecido impulsos distintos impondo velocidades diferentes ao cilindro. O cilindro inicia o movimento próximo ao sensor e se afasta com o passar do tempo. Neste experimento não foi realizada a comparação com sensores fotoelétricos. O objetivo foi observar se o sistema de aquisição de dados com sensor ultrassônico conseguiria obter as características de um MRU descrito pelo cilindro. Uma representação da configuração experimental pode ser observada na Figura 13.

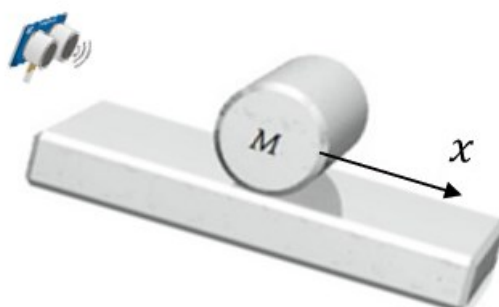
Figura 13: Representação da medida experimental no experimento massa-mola.



Fonte: Adaptado de (Tipler, 2011).

O quarto experimento consiste do rolamento de um cilindro em um plano inclinado. Para este experimento foi utilizado o mesmo cilindro oco do terceiro experimento, uma rampa de madeira, e pedaços de madeira para aumentar a inclinação da rampa. Na Figura 14 pode ser observado a representação da montagem experimental.

Figura 14: Representação da medida experimental do rolamento de um cilindro em um plano inclinado.



Fonte: Adaptado de (Tipler, 2011).

Como último teste de validação do sistema de aquisição de dados, o mesmo foi utilizado para análise do comportamento oscilatório de um sistema massa-mola. O experimento consiste em um bloco de massa  $m = (105,7 \pm 0,1)g$  suspenso por uma mola com constante elástica  $k = (3,80 \pm 0,02)N/m$  (medido pelo método estático) presa a um suporte. O sistema massa-mola oscila em torno de uma posição de equilíbrio na vertical. O sensor é colocado na parte inferior do bloco para realizar a medida da distância do bloco ao sensor, conforme indicado na Figura 15.

Figura 15: Representação da medida experimental no experimento massa-mola.



Fonte: Adaptado de (Tipler, 2011).

### 3.3 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional consiste em uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), composta por três atividades experimentais que faz uso do sistema de aquisição de dados para o estudo do movimento.

A SEI foi aplicada para 24 alunos de duas turmas do 1º ano do Ensino Médio de escolas públicas do oeste do Paraná, em grupos de três alunos. As atividades foram realizadas no primeiro semestre de 2019.

Antes da aplicação das atividades experimentais, realizou-se um pré-teste (Apêndice 1), composto por perguntas objetivas e discursivas para avaliação dos conhecimentos prévios dos estudantes. Após a realização das atividades experimentais, foi aplicado o mesmo questionário com o objetivo de avaliar o desenvolvimento do conhecimento adquirido.

A SEI foi desenvolvida com as seguintes etapas de atividades:

- i. Apresentação do sistema de aquisição de dados, rampa e cilindro de rolamento;

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

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

### **3.3.1 Atividade 1 – Movimento Retilíneo Uniforme**

Esta atividade tem como objetivos de aprendizagem:

- i. Realizar a transformação de unidade das variáveis tempo e posição;
- ii. Relacionar o deslocamento de uma partícula e as posições inicial e final da partícula em um determinado intervalo de tempo;
- iii. Representar graficamente e obter a relação entre posição e o tempo para o movimento de rolamento de um cilindro em um plano horizontal;
- iv. Observar que em um movimento retilíneo uniforme a aceleração é nula.

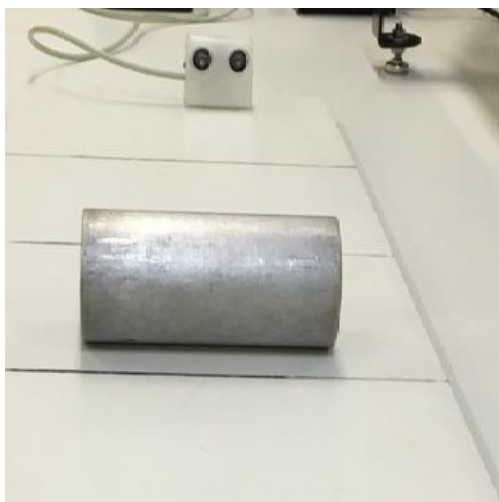
- v. Dado um gráfico da posição de uma partícula em função do tempo, determinar a velocidade média da partícula entre dois instantes de tempo;

Inicialmente é apresentado aos alunos o sistema de aquisição de dados, uma rampa de MDF e um cilindro maciço. O professor explica em que consiste e como funciona o sistema de aquisição de dados. Antes da realização do experimento, os alunos irão manusear o aparato experimental, e sem nenhum auxílio eles serão instigados a responder os seguintes questionamentos:

1. Que tipo de experimento pode ser realizado com esse material?
2. Quais as grandezas físicas que poderão ser percebidas neste experimento?
3. Se o cilindro for colocado sobre a placa, e o mesmo for colocado em movimento, o que irá ocorrer com a posição no decorrer do tempo?
4. Enquanto o cilindro se encontra em movimento, o que acontece com a velocidade dele, na medida em que ele se afasta do início da rampa?

Na Figura 16, pode-se observar o sensor ultrassônico do sistema de aquisição de dados, placa MDF e o cilindro de rolamento. Os alunos começam a se familiarizar com o experimento. Para não ocorrer o risco de impacto do cilindro com o sensor ultrassônico, as medidas são realizadas com o cilindro se afastando do sensor.

Figura 16: Representação da montagem experimental de um cilindro rolando em um plano horizontal.



Fonte: Elaborada pela autora

Após a discussão nos grupos, os alunos irão receber uma proposta (Apêndice 2) de um experimento para o estudo do movimento retilíneo uniforme, contendo os procedimentos e perguntas para análise dos dados observados. O objetivo desse experimento é verificar a relação entre a posição do cilindro ao longo do tempo ao se mover em um plano horizontal. Esta atividade experimental tem como foco a proatividade do aluno ao realizar o experimento. Embora a atividade seja realizada em grupo, cada um dos integrantes deve realizar o experimento do cilindro ao menos uma vez, rolando o cilindro no plano horizontal, coletando os valores de posição e tempo apresentados no sistema de aquisição de dados e preenchendo uma tabela.

Na sequência cada grupo irá realizar a interpretação dos dados obtidos a partir da construção de gráficos da posição *versus* tempo e respondendo perguntas direcionadas ao movimento observado. Para finalizar, os alunos usam a linguagem matemática para descrever a relação entre as grandezas físicas observada, no caso posição, tempo e velocidade (Apêndice 2).

### **3.3.2 Atividade 2 – Movimento Retilíneo Uniformemente Variado**

Os objetivos de aprendizagem desta atividade são:

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

Inicialmente, os alunos são questionados à levantar hipóteses com a seguinte pergunta: “O que acontece agora, com o movimento do cilindro, se posicionarmos o cilindro sobre a placa com uma inclinação? O movimento pode ser considerado Retilíneo Uniforme? Por quê?” Observa-se que neste momento os alunos já têm conhecimento sobre o sistema de aquisição de dados e o movimento do cilindro no plano horizontal.

Após discussão entre os integrantes do grupo, o professor entrega um roteiro de uma atividade experimental, que consiste de um cilindro rolando em um plano inclinado, com questões para discussão dos resultados. Novamente, cada integrante do grupo realiza o experimento do cilindro rolando no plano inclinado e coleta os valores de posição e tempo utilizando o sistema de aquisição de dados. Os procedimentos e análise dos resultados, composto por perguntas investigativas e análise gráfica podem ser observados no Apêndice 3.

### **3.3.3 Atividade 3 – Latas cilíndricas em movimento**

Os objetivos de aprendizagem desta atividade são:

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

Novamente os alunos são questionados a levantar hipóteses sobre as seguintes questões:

1. Se duas latas de refrigerante, uma congelada e outra líquida, forem soltas do repouso, simultaneamente, em um plano inclinado, qual chegará primeiro a base?
2. Qual das latas apresenta a maior aceleração? Por quê?

Cada grupo, receberá um Roteiro Experimental (Apêndice 4) e nele deverão anotar os dados que forem coletados pelo sistema de aquisição de dados. Esta atividade consiste em largar no topo de um plano inclinado duas latas de refrigerante, sendo uma congelada e outra líquida e, coletar os dados de posição e tempo para posterior análise do movimento. Novamente, cada integrante do grupo realiza a atividade experimental. Após a realização dessa prática eles irão responder as perguntas iniciais, agora com os resultados adquirido pelo experimento. Os alunos irão fazer um gráfico da posição em função do tempo no papel milimetrado para as duas medidas (refrigerante em estado líquido e sólido) e ainda o professor fará a demonstração gráfica para os alunos em um software para que eles observem uma segunda possibilidade de construção de gráfico.

### 3.4 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO

Ao término da aplicação da SEI, os alunos receberam um questionário, o qual apresentava 8 questões, as mesmas têm como objetivo a contribuição dos alunos sobre a maneira em que essas atividades foram trabalhadas. Esse questionário é uma maneira prática e acessível de verificar os pontos positivos e os negativos dessa sequência.



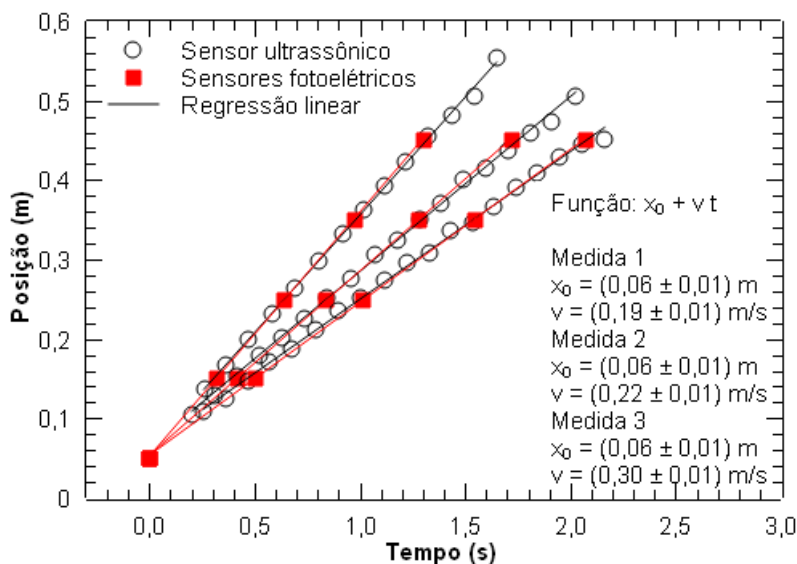
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente serão apresentados os resultados de validação do sistema de aquisição de dados e, posteriormente, os resultados da aplicação do produto educacional com a utilização da Sequência de Ensino Investigativa.

### 4.1 RESULTADOS DA VALIDAÇÃO DO SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS

Para validação do sistema de aquisição de dados foram realizados experimentos simultaneamente com os sensores fotoelétricos de barreira (*photogates*), no trilho de ar e o sensor ultrassônico. No primeiro experimento (movimento do cavaleiro em um trilho de ar horizontal), um impulso inicial foi dado ao cavaleiro, de tal forma que ele se move-se pelo trilho de ar. Os dados foram capturados por ambos os sensores e os resultados de três medidas distintas (movimento com velocidades diferentes) podem ser visualizados na Figura 17. Observa-se uma excelente concordância dos dados obtidos pelos dois métodos. O gráfico da posição em função do tempo apresentou um comportamento linear, característica de um movimento com velocidade constante (MRU). Os dados obtidos pelos sensores fotoelétricos estão representados por quadrados vermelhos e os dados obtidos por meio do sensor ultrassônico estão representados por círculos pretos. Nota-se que o sistema desenvolvido permite a obtenção de uma maior quantidade de pontos experimentais utilizando um único sensor. O valor da velocidade é numericamente igual ao coeficiente angular do gráfico, que apresentou resultado distinto para cada impulso fornecido. Para todas as regressões lineares, o parâmetro  $R^2$  foi superior a 0,998.

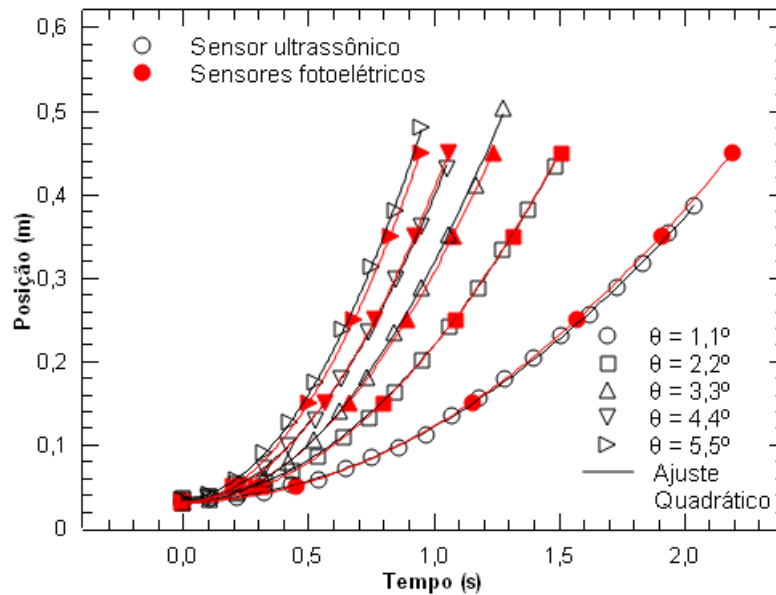
Figura 17: Teste comparativo entre o sistema de aquisição de dados com sensor ultrassônico e os sensores fotoelétricos para o movimento do cavaleiro em um trilho de ar na horizontal.



Fonte: Elaborada pela autora

Os dados obtidos do deslizamento do cavaleiro no plano inclinado, experimento 2, podem ser observados na Figura 18. Os dados obtidos pelos sensores fotoelétricos estão representados por símbolos vermelhos preenchidos e os dados obtidos por meio do sensor ultrassônico estão representados por símbolos pretos. A Figura 18 apresenta os dados da posição em função do tempo para cinco inclinações distintas. Como esperado, observa-se um comportamento descrito por uma equação de segundo grau, característico de um movimento com aceleração constante (MRUV). Os dados obtidos pelo sensor ultrassônico apresentaram ótima concordância quando comparados com o equipamento comercial (sensores fotoelétricos). Para uma determinada inclinação, os valores obtidos para a aceleração do cavaleiro por meio do ajuste teórico por ambos os métodos diferem em menos de 5% entre si e entre o valor esperado pela teoria ( $a = g \text{ Sen} \theta$ ). Observa-se ainda que a quantidade de pontos obtidas pelo sensor ultrassônico é muito superior a quantidade de sensores disponíveis comercialmente para ser utilizado no trilho de ar.

Figura 18: Teste comparativo entre o sistema de aquisição de dados com sensor ultrassônico e os sensores fotoelétricos para o movimento do cavaleiro em um plano inclinado.



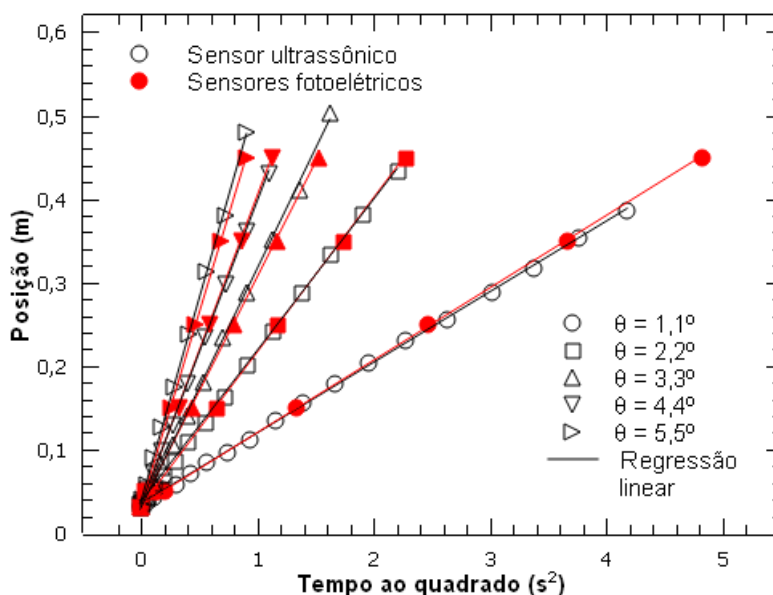
Fonte: Elaborada pela autora

Os dados obtidos do deslizamento do cavaleiro no plano inclinado também podem ser analisados em um gráfico da posição em função do tempo elevado ao quadrado, como apresentado na Figura 19. A equação horária do MRUV, equação 18, no caso de movimento com velocidade inicial nula, pode ser escrita como

$$x = x_0 + \frac{1}{2}at^2 \quad (19)$$

Assim, o coeficiente angular da curva, neste caso, está relacionado com a aceleração do objeto. Observa-se excelente concordância dos dados obtidos pelos dois métodos.

Figura 19: Comparação da posição em função do tempo ao quadrado para os dados obtidos do sensor ultrassônico e dos sensores fotoelétricos para o movimento do cavaleiro em um plano inclinado.

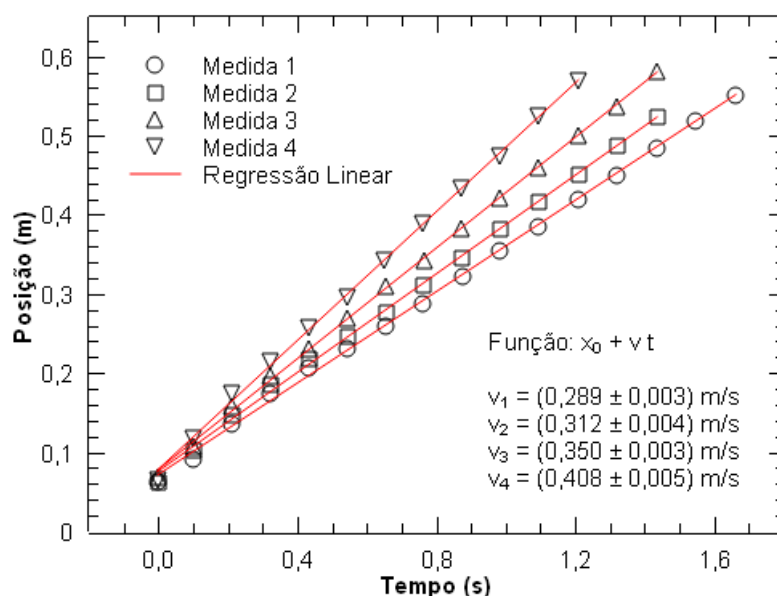


Fonte: Elaborada pela autora

O terceiro experimento consiste do estudo do movimento de um cilindro rolando em um plano horizontal. O cilindro possui diâmetro externo de  $(50,75 \pm 0,05)$  mm e o diâmetro interno de  $(40,00 \pm 0,05)$  mm. Foram realizadas quatro medidas, em cada uma delas foi fornecido impulsos distintos impondo velocidades diferentes ao cilindro. O cilindro inicia o movimento próximo ao sensor e se afasta com o passar do tempo. Neste experimento não foi realizada a comparação com sensores fotoelétricos. O objetivo foi observar se o sistema de aquisição de dados com sensor ultrassônico conseguiria obter as características de um MRU descrito pelo cilindro. Uma representação da configuração experimental pode ser observada na Figura 13.

Na Figura 20 pode ser observado os resultados obtidos no terceiro experimento (cilindro rolando em um plano horizontal). Observa-se o comportamento linear para todas as medidas. O sistema desenvolvido permite a aquisição da posição do objeto em intervalos de tempo de 100 ms, possibilitando a análise do movimento com ótima precisão. Para todas as regressões lineares, o parâmetro  $R^2$  foi superior a 0,998.

Figura 20: Posição em função do tempo para o rolamento de um cilindro em um plano horizontal.

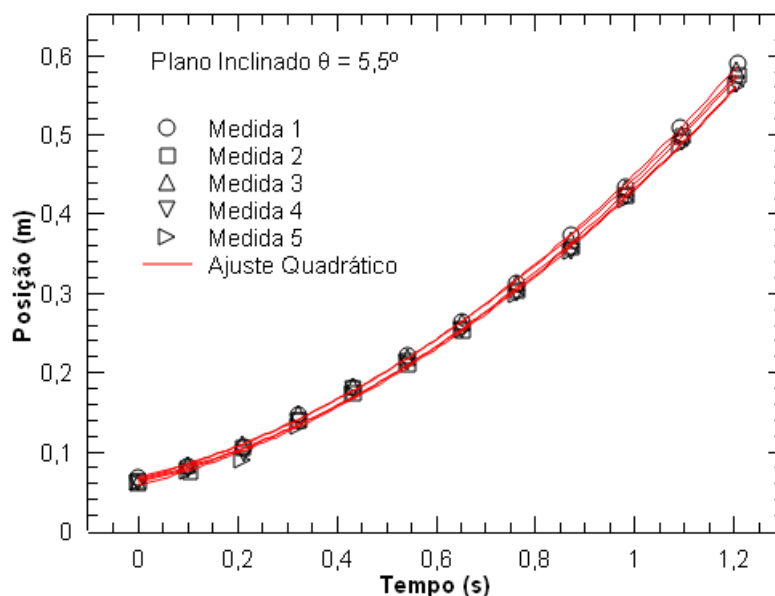


Fonte: Elaborada pela autora

A posição do cilindro em função do tempo para o rolamento em um plano inclinado (Experimento 4) pode ser observado na Figura 21. O cilindro descreve um movimento com aceleração constante. Os dados obtidos pelo sensor ultrassônicos são reprodutíveis. Como pode ser observado, as cinco medidas realizadas apresentaram o mesmo comportamento e valores de posições muito próximos.

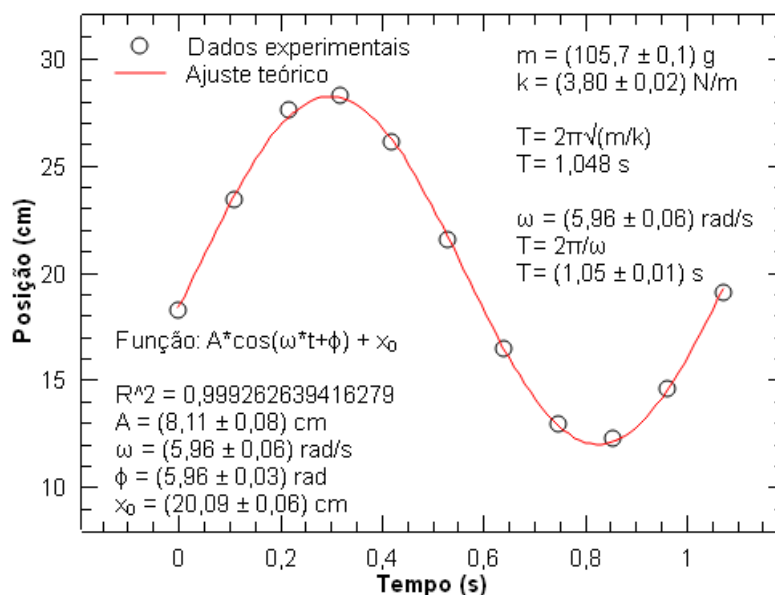
Os dados do movimento oscilatório do sistema massa-mola pode ser observado na Figura 22. O sistema de aquisição de dados é capaz de adquirir os dados experimentais com tempo de resposta suficiente para o estudo experimental do movimento harmônico do sistema massa-mola. O ajuste dos dados experimentais com uma função senoide fornece os parâmetros: amplitude do movimento, velocidade angular, fase e distância do sensor à posição de equilíbrio. Com essas informações pode-se obter o período da oscilação  $T = (1,05 \pm 0,01) \text{ s}$ , que está de acordo com o resultado obtido teoricamente utilizando a equação  $T = 2\pi\sqrt{m/k} = 1,048 \text{ s}$ . Além disso, o período do movimento está de acordo com o valor medido com o cronômetro.

Figura 21: Posição em função do tempo para o rolamento de um cilindro em um plano inclinado ( $\theta = 5,5^\circ$ ).



Fonte: Elaborada pela autora

Figura 22: Movimento oscilatório em um sistema massa-mola.



Fonte: Elaborada pela autora

Os resultados encontrados, a partir da realização desses experimentos, foram de grande relevância e mostraram a eficiência do sensor ultrassônico para o desenvolvimento de experimentos relacionados ao movimento dos corpos. Além dos experimentos citados, o sistema de aquisição de dados

também possibilita a realização de medidas experimentais de um pêndulo físico (por exemplo, uma esfera de tamanho razoável preza por um fio à um suporte). Neste caso, o resultado esperado é semelhante ao apresentado na Figura 22, um Movimento Harmônico Simples.

O sistema de aquisição de dados (composto pela plataforma Arduino e sensor ultrassônico) se mostrou eficaz na realização de experimentos de cinemática. O sistema pode ser aplicado em diversos experimentos. Os resultados obtidos apresentaram ótima concordância com o dados obtidos por sensores fotoelétricos e com a literatura, sendo possível estudar o comportamento de corpos com velocidade constante (MRU), aceleração constante (MRUV) e movimento oscilatório (MHS). O conjunto é versátil e de baixo custo comparado aos equipamentos comerciais. Apresenta vantagens por obter uma quantidade maior de dados experimentais utilizando um único sensor. Sendo assim, o protótipo pode ser utilizado em sala de aula como ferramenta didática, para auxiliar o professor e os alunos no estudo do movimento dos corpos.

## 4.2 RESULTADOS DE APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Os resultados da aplicação do produto educacional, se deram a partir de um pré-teste, seguida por uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) e finalizado com o pós-teste, os quais são apresentados nesta ordem.

### 4.2.1 Aplicação do pré-teste

Para a obtenção dos resultados, inicialmente a coleta de dados se iniciou com a aplicação de um questionário prévio, este questionário foi elaborado com questões que envolviam conceitos básicos de cinemática, Movimento Retilíneo Uniforme e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado, e encontra-se no Apêndice 1. A partir dele foi notável observar a dificuldade de

interpretação de questões teóricas e gráficas dos alunos. Na Tabela 1 pode-se observar o percentual de acertos da aplicação do pré-teste, realizado por 24 estudantes.

Tabela 1: Representa o número de alunos que responderam corretamente cada questão do pré-teste.

<b>Número da questão</b>	<b>Percentual de acerto</b>
1	54,2 %
2	54,2%
3	29,2 %
4	20,8 %
5	54,2 %
6	45,8 %
7	54,2%
8	16,7 %
9	12,5 %
10	29,2 %

Fonte: Elaborada pela autora

As questões 1, 2, 5 e 7 foram as que apresentaram o maior número de acertos, elas descrevem a situação de corpos em movimento retilíneo uniforme e uma questão simples sobre movimento retilíneo uniformemente acelerado, em situações ligadas ao cotidiano dos alunos, facilitando então o entendimento. As questões 4, 6 e 9 estão relacionadas a representação gráfica de algumas situações de movimento. Essas questões apresentaram uma percentagem baixa de acertos, reflexo da dificuldade que os alunos apresentam em interpretação gráfica, e compreensão de conceitos como velocidade, aceleração, referenciais, entre outros conceitos físicos.



### 4.2.2 Atividade 1

Inicialmente foi apresentado aos alunos o sistema de aquisição de dados, seguida por uma breve explicação do sistema pela professora. Na Figura 23 a professora mostra aos alunos o funcionamento do sistema e como ocorre o procedimento de realização do experimento, em seguida, é mostrado para os alunos como deve ser o distanciamento do cilindro para que o sensor capte as informações com o sensor ultrassônico, para então apresentá-las no display LCD. Após esse processo, também é mostrado para os alunos, que é possível realizar uma tabulação dos valores encontrados e ainda montar os gráficos no software *SciDAVis*<sup>2</sup>.

Figura 23: Apresentação do sistema de aquisição de dados aos alunos



Fonte: Elaborada pela autora

Essa atividade foi desenvolvida pelos alunos na forma de um roteiro experimental, o qual se encontra no Apêndice 2. O procedimento foi realizado

---

<sup>2</sup> SciDAVis, acrônimo de *Scientific Data Analysis and Visualization*, é um programa de computador gratuito, de código aberto e multiplataforma para a plotagem de gráficos e análise de dados.

da seguinte maneira: Inicialmente os alunos foram divididos em grupos, receberam seus roteiros e em seguida realizaram a montagem da configuração experimental inserindo o sensor ultrassônico em um plano horizontal. Os alunos foram instigados a responder uma pergunta simples: Qual o outro experimento que pode ser realizado com esse sistema? As respostas foram variadas, as quais medir velocidade, tempo, distância e aceleração. Após esse procedimento, eles realizaram o experimento e as anotações necessárias, para então realizar as atividades pedidas. O experimento foi repetido por 3 vezes, para possibilitar a comparação dos resultados. A Figura 24 é um exemplo de tabela montada por um dos grupos.

Figura 24: Representa os valores das medidas realizadas no experimento de MRU

Medida 1		Medida 2		Medida 3	
Posição (m) Y	Tempo (s) X	Posição (m)	Tempo (s) X	Posição (m)	Tempo (s)
12.67	0	4.40	0	3.91	0
17.39	101	14.64	100	4.25	104
19.30	207	15.91	205	3.89	213
22.08	316	17.65	312	3.89	323
23.58	424	18.97	419	4.45	433
25.89	534	20.67	527	3.89	543
27.66	646	21.95	635	4.40	653
30.58	757	24.14	744	5.88	763
32.06	857	25.26	854	11.61	863
34.37	970	26.50	965	16.63	968

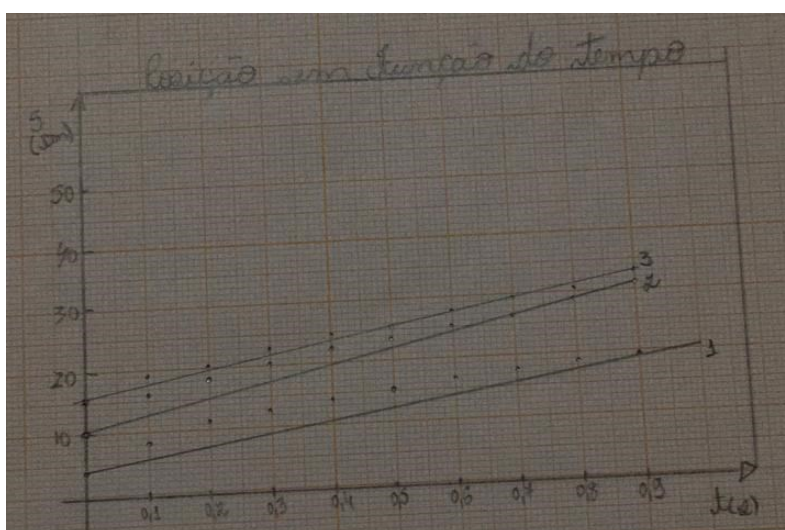
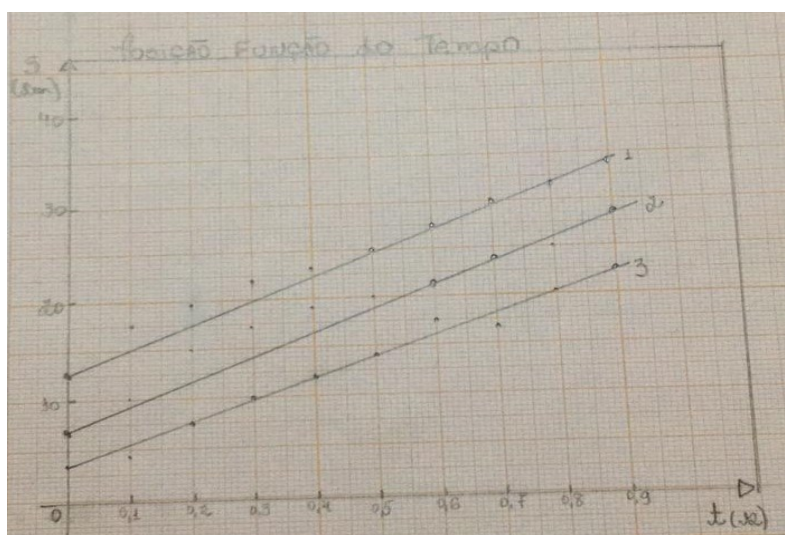
Fonte: Respostas registradas no roteiro experimental 1

(Elaborada pela autora)

Pode-se observar na coluna do tempo que a unidade está em segundos e o display fornece os valores de tempo em milissegundos (ms). A coluna da posição deve estar em metros e o display fornece as medidas em centímetros. Neste instante os alunos foram orientados a realizar a transformação de unidades.

Na sequência, cada grupo recebeu uma folha de papel milimetrado para a construção gráfica da Posição versus Tempo. Os alunos apresentaram dificuldades em verificar em qual eixo eles colocariam cada uma das grandezas, além de apresentarem dificuldade em marcar os pontos, assim como traçar as retas. Na Figura 25 pode-se observar dois exemplos de gráficos realizados por dois grupos. Apesar dos grupos terem observado que a curva gerada pelos pontos corresponde uma reta, a maioria teve dificuldade em como fazer esta reta, em quais pontos a reta deveria passar. A maioria fez a reta ligando o primeiro com o segundo ponto da medida e não traçando a reta pegando o maior número de pontos possível.

Figura 25: Gráfico da posição em função do tempo durante o movimento do cilindro.



Fonte: Respostas registradas no roteiro experimental 1  
(Elaborada pela autora)

Em seguida, os alunos responderam algumas questões referentes aos conceitos do Movimento Retilíneo Uniforme, as quais se encontram no roteiro experimental 1. A Tabela 2, apresenta as perguntas as quais os alunos foram orientados a responder, e a Figura 26, representa dois exemplos de respostas dadas pelos alunos.

Tabela 2: Perguntas referentes ao experimento do MRU

- b) Qual a curva que melhor representa os dados experimentais no gráfico posição em função do tempo?
- c) Qual a relação entre posição e tempo adquiridos pelo cilindro ao longo de sua trajetória?
- d) O que representa fisicamente a inclinação das curvas obtidas?
- e) Realize o ajuste linear das curvas para obter a velocidade do cilindro. Qual o valor obtido?
- f) O que podemos concluir sobre o tipo de movimento realizado pelo cilindro?
- g) Se ao invés do cilindro estar se afastando do sensor, estivesse se aproximando, qual seria o comportamento observado no gráfico de posição *versus* tempo?
- h) Como pode ser determinada a velocidade escalar média de cada medida realizada? Escreva uma equação.

Fonte: Atividade Experimental 1- Roteiro para realização do experimento de MRU

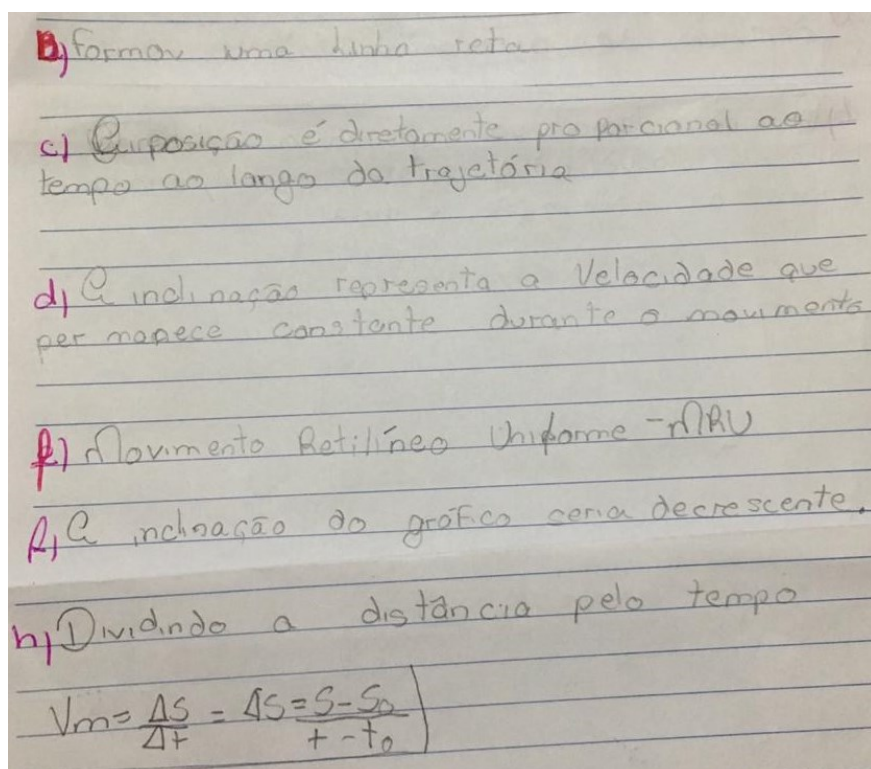
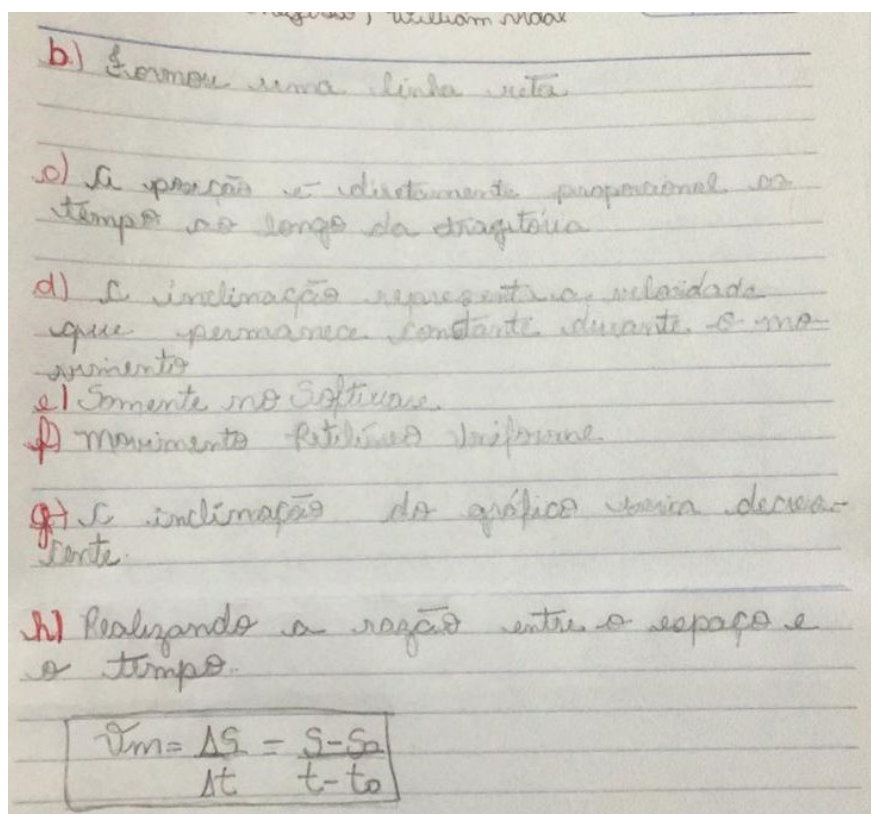
(Elaborada pela autora)

Por meio da análise das respostas dadas pelos alunos, pode-se observar que, após a realização dos experimentos e a construção gráfica, os alunos apresentaram uma facilidade maior para responder o questionário. No caso das questões “b”, “c” e “d”, os mesmos fizeram associação com a forma da curva realizado no gráfico deste movimento, a qual relaciona a posição e o tempo de forma proporcional direta.

Na questão “e” os alunos foram orientados pela professora para a construção do gráfico no software *SciDAVis*. Esta atividade foi realizada em um computador em conjunto. Neste momento os alunos puderam observar e compreender a forma de realizar o ajuste linear, o qual corresponde uma reta que passa ou se aproxima do maior número de pontos possíveis.



Figura 26: Respostas referentes ao experimento de MRU



Fonte: Respostas registradas no roteiro experimental 1

(Elaborada pela autora)

Com relação a questão “g”, os alunos fizeram a demonstração usando o sistema de aquisição de dados, tomando o cuidado para não atingir o sensor ultrassônico, e puderam observar as medidas de posição diminuído com o decorrer do tempo, constatando que o movimento no sentido contrário implica em uma inclinação da reta decrescente no gráfico posição versus tempo. Esta foi uma das vantagens de se utilizar um experimento simples, mas acompanhado de um sistema de aquisição de dados, no qual os alunos puderam realizar os testes e levantar hipóteses para responder esta questão.

A partir das análises das questões e do gráfico, os grupos obtiveram a equação matemática que mostra a relação direta entre posição e tempo, obtendo assim a equação da velocidade média.

Para finalizar a atividade experimental 1, os alunos responderam as questões presentes na Tabela 3. Eles fizeram a escolha de um determinado intervalo de tempo no gráfico e por sua vez determinaram as variações da posição e de tempo, e assim calcularam a velocidade escalar média para três intervalos de tempo distintos. Dessa forma, é verificado que a velocidade escalar média para diferentes intervalos de tempo não varia significativamente, confirmando assim a característica de velocidade constante de um MRU.

Tabela 3: Perguntas referentes ao experimento do MRU

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

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

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

Fonte: Atividade Experimental 1 - Roteiro para realização do experimento de MRU

(Elaborada pela autora)

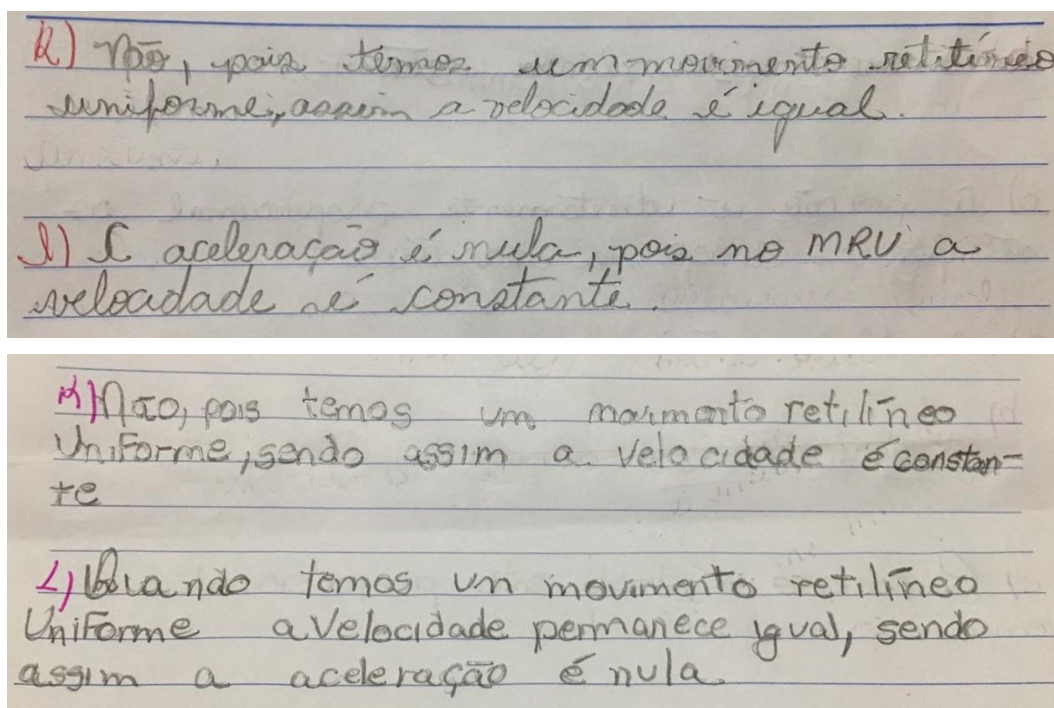
Na Tabela 4 encontram-se as questões referentes a velocidade escalar média e a aceleração em um Movimento Retilíneo Uniforme. Em seguida, a Figura 27 apresenta as respostas dadas por dois grupos, para ambas as situações.

Tabela 4: Perguntas referentes ao experimento do MRU

- k) A velocidade média depende do intervalo escolhido para calculá-la?  
l) Qual a aceleração observada neste experimento para as três medidas?

Fonte: Atividade Experimental 1- Roteiro para realização do experimento de MRU  
(Elaborada pela autora)

Figura 27: Representa as respostas referentes ao experimento do MRU



Fonte: Respostas registradas no roteiro experimental 1  
(Elaborada pela autora)

A partir desses dois exemplos, pode-se observar que os alunos relacionaram os conceitos estudados como velocidade média e aceleração de forma correta.

Em todo o processo de realização da atividade I os alunos interagiram entre os pares de seu grupo e entre os grupos. As principais dificuldades observadas estavam relacionadas com a construção do gráfico, mas os

próprios alunos se ajudaram e conseguiram realizar grande parte da atividade. A professora só interferiu após a discussão entre os membros do grupo, quando a dúvida ainda permanecia. Com isto, pode observar que os grupos atingiram grande parte dos objetivos de aprendizagem estabelecidos inicialmente.

### **4.2.3 Atividade 2**

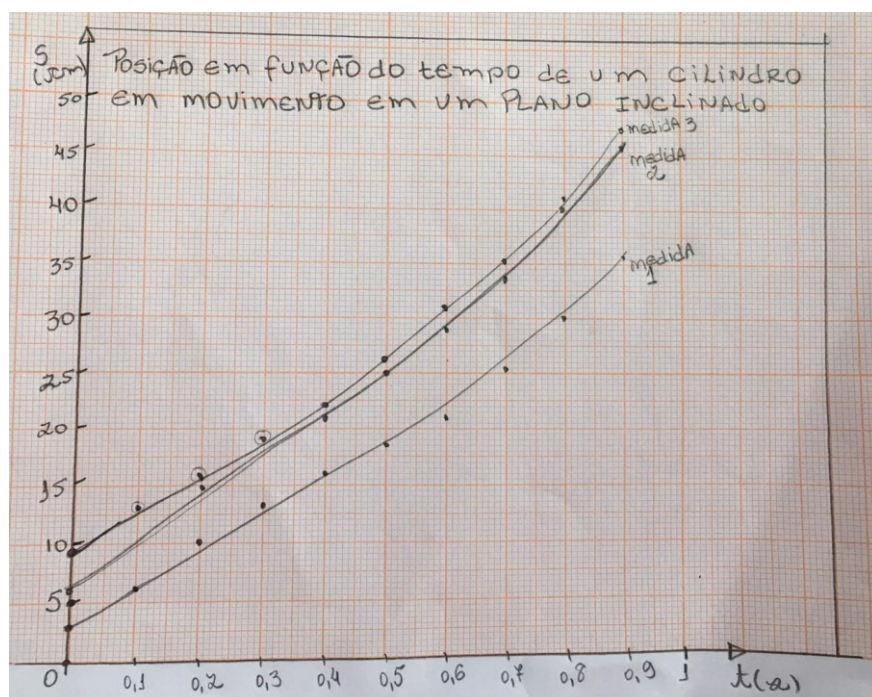
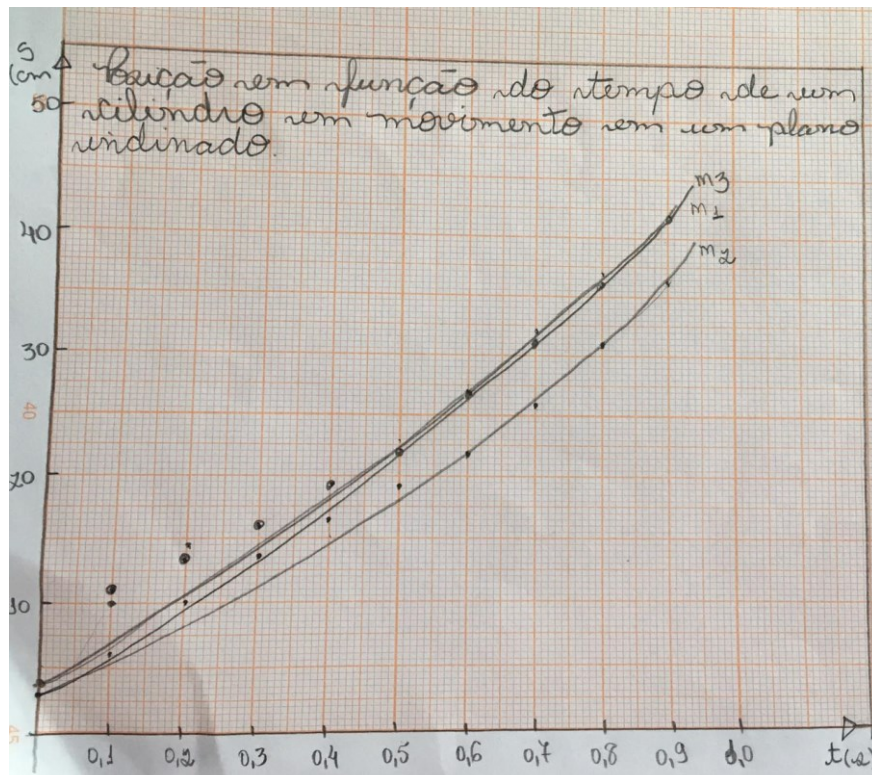
Inicialmente os alunos receberam seus roteiros e em seguida realizaram a montagem do experimento utilizando o sistema de aquisição de dados (Apêndice 3). Antes de realizar o experimento os alunos são questionados sobre a relação da posição do cilindro rolando em um plano inclinado ao longo do tempo. Após uma breve discussão entre os grupos, eles realizaram o experimento e as anotações necessárias, para então responder as questões solicitadas na atividade. Cada grupo realizou o experimento por 3 vezes, anotou os dados na tabela e construiu o gráfico da Posição versus Tempo. Os alunos já haviam realizado uma construção gráfica, no entanto, mesmo assim apresentaram muita dificuldade em realizar as curvas, onde era necessário realizar uma curva média, a qual corresponde a uma parábola. Uma amostra dos gráficos realizados pelos alunos, encontra-se representado na Figura 28.

Em seguida os alunos responderam algumas questões referentes aos conceitos do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado, as quais se encontram no roteiro, sendo que algumas das respostas obtidas estão presentes na Figura 29.

Ao responder a essas perguntas, os grupos observaram que a curva representada era não linear, pois ao realizar a construção dos gráficos eles puderam observar que os pontos não se encontravam mais em linha reta, como ocorria no MRU. No caso da curva, os grupos não realizaram o esboço correto do gráfico. Essa dificuldade apresentada pelos alunos, reflete que eles ainda apresentam dificuldade de diferenciar, posição e velocidade.

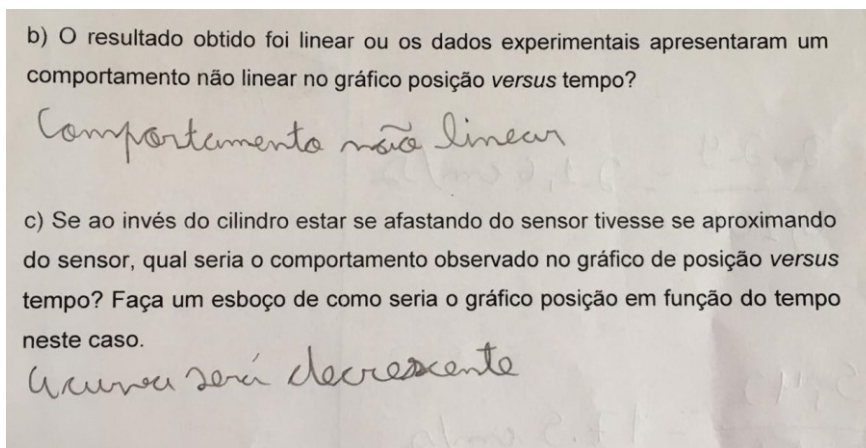


Figura 28: Representa o gráfico da posição em função do tempo para o cilindro rolando em um plano inclinado.



Fonte: Respostas registradas no roteiro experimental 2  
(Elaborada pela autora)

Figura 29: Respostas referentes ao experimento do MRUV



Fonte: Respostas registradas no roteiro experimental 2  
(Elaborada pela autora)

Após essa etapa, os alunos deram continuidade ao roteiro experimental, efetuando então cálculos para a demonstração em que a velocidade escalar média estava variando no decorrer do tempo assim realizaram cálculos e anotações de seus valores na Tabela 2 do roteiro experimental 2 (Apêndice 3), uma amostra dessa situação encontra-se representado na Figuras 30. Ao calcular a velocidade média para três intervalos de tempo distintos, os alunos conseguiram observar que em um MRUV, a velocidade varia no decorrer do tempo.

Figura 30: Representa a velocidade média para três intervalos de tempo distintos.

	Tempo (t) (s)				Posição (s) (cm)			Velocidade Escalar Média $v_m$ (cm/s)
	Final	Inicial	$\Delta t = t_f - t_0$		Final	Inicial	$\Delta s = s_f - s_0$	
$t_2 - t_1$	0,1	0	0,1	$s_2 - s_1$	5,1	5	0,1	1 cm/s
$t_5 - t_4$	0,41	0,3	0,11	$s_5 - s_4$	14	12	2	18,18 cm/s
$t_{10} - t_9$	0,96	0,84	0,12	$s_{10} - s_9$	37	31	6	50 cm/s

Fonte: Respostas registradas no roteiro experimental 2  
(Elaborada pela autora)

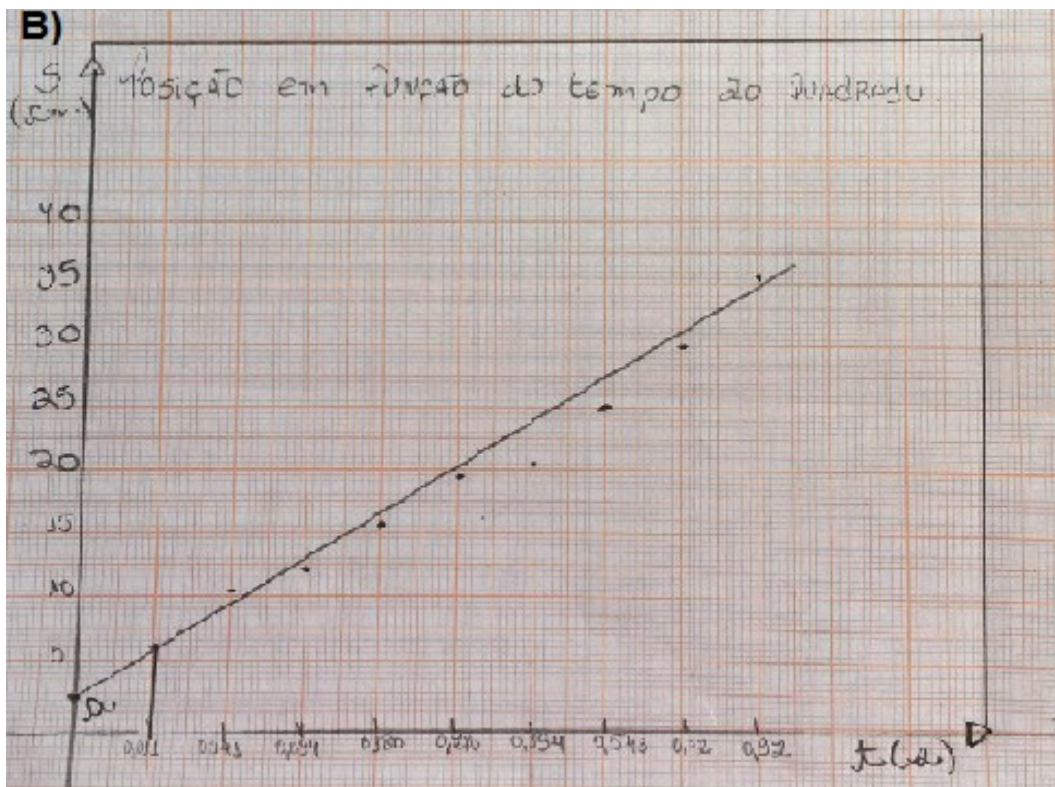
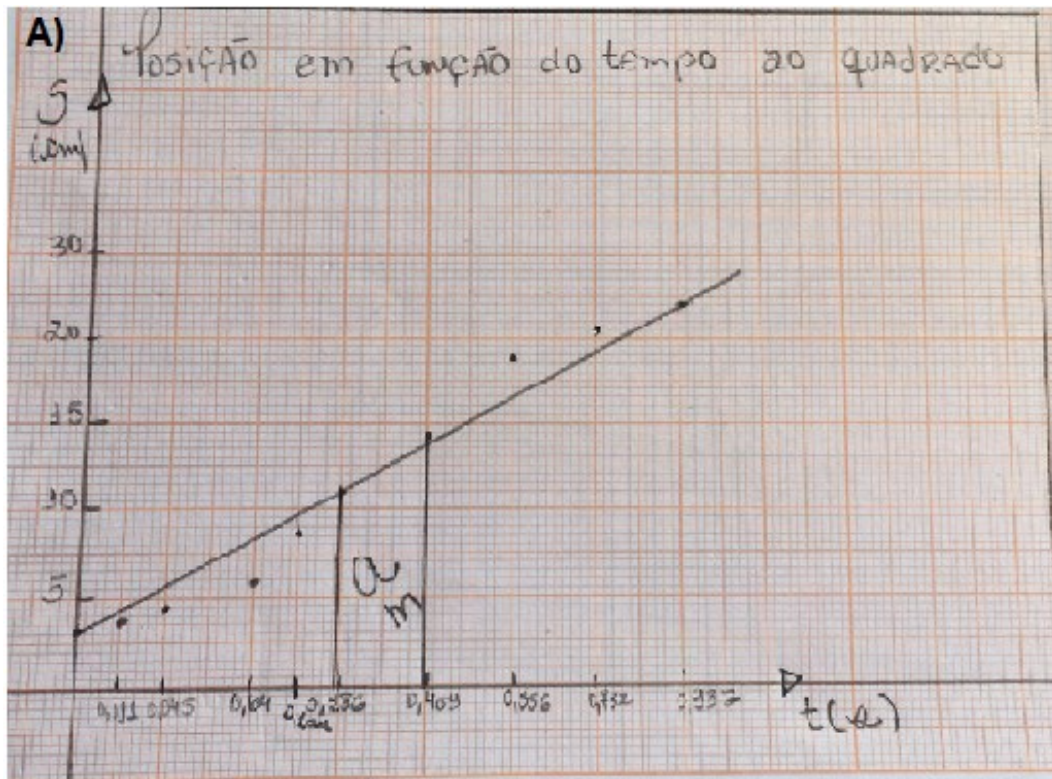
Para finalizar o roteiro experimental, os alunos realizaram a linearização dos dados experimentais. Para isto, calcularam os valores do tempo ao quadrado ( $t^2$ ) e preencheram a Tabela 3, do Roterio Experimental 2, e em seguida construíram o gráfico da posição em função do tempo ao quadrado (amostra na Figura 31).

Os cálculos para preenchimento da Tabela e a construção dos gráficos, permitiu que os alunos observassem que a relação da posição e tempo ao quadrado, como também encontrar a aceleração do cilindro a partir do coeficiente angular da reta. Ainda devemos ressaltar que para que haja linearização é necessário que a velocidade inicial seja igual a 0 m/s, caso contrário essa linearização não pode ser realizada. Na sequência os alunos responderam algumas questões para interpretação e análise do experimento. Nas Figuras 32 e 33 são apresentados as respostas de dois grupos.

Apesar das dificuldades na construção dos gráficos e cálculo da velocidade média e da aceleração, os alunos conseguem fazer associação do movimento no plano inclinado com o movimento uniformemente acelerado. Mas pode-se observar no decorrer das atividades que os alunos apresentaram dificuldades ao relacionar corretamente os conceitos estudados com velocidade e aceleração. A maior dificuldade apresentada entre eles é em observar que em um MRUV somente a velocidade varia com o decorrer do tempo e não a aceleração. Eles ainda apresentaram algumas dificuldades na construção dos gráficos não lineares, mas mesmo assim, eles conseguiram reconhecer a forma das curvas representadas graficamente.



Figura 31: Representa o gráfico da posição em função do tempo quadrado para o movimento do cilindro em um plano inclinado.



Fonte: Grupos 1 e 2 - Respostas registradas no roteiro experimental 2  
(Elaborada pela autora)

Figura 32: Respostas referentes ao experimento do MRUV

g) Qual a curva que melhor representa os dados experimentais no gráfico posição em função do tempo ao quadrado?  
*Será uma reta.*

h) Realize o ajuste linear da curva para obter o coeficiente angular. Por meio do coeficiente angular obtenha a aceleração com que o cilindro desce a rampa.  

$$a = \frac{37,59 - 32,52}{0,733 - 0,570} \Rightarrow a = \frac{5,07}{0,163} \quad a = 31,49 \text{ cm/s}^2$$

i) O que podemos concluir sobre o tipo de movimento realizado pelo cilindro?  
*Movimento Retilíneo Uniformemente Variado.*

g) Qual a curva que melhor representa os dados experimentais no gráfico posição em função do tempo ao quadrado?  
*Será uma reta.*

h) Realize o ajuste linear da curva para obter o coeficiente angular. Por meio do coeficiente angular obtenha a aceleração com que o cilindro desce a rampa.  

$$a = \frac{6,65 - 3,79}{0,033 - 0} = \frac{2,86}{0,033} \quad a = 260 \text{ cm/s}^2$$

i) O que podemos concluir sobre o tipo de movimento realizado pelo cilindro?  
*Movimento Retilíneo Uniformemente Variado.*

Fonte: Grupos 1 e 2 - Respostas registradas no roteiro experimental 2

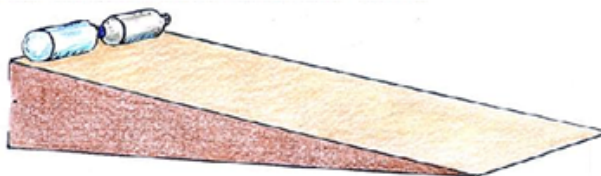
(Elaborada pela autora)

#### 4.2.4 Atividade 3

No início da aula, antes de iniciar a atividade experimental, foi apresentado aos alunos um desafio relacionado ao movimento de rolamento de cilindros com diferentes momentos de inércia em um plano inclinado e em um plano horizontal, conforme apresentado na Figura 33.

Figura 33: Desafio de conhecimento relacionado ao movimento de rolamento de cilindros em plano inclinado e horizontal.

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



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

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

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



Fonte: Traduzido da página do Facebook: *The Physics Teacher*

Os alunos foram instigados a responder oralmente as duas questões. Esse questionamento gerou uma grande discussão em sala, pois alguns acreditavam que a lata com a substância congelada chegava primeiro e outros achavam que era a lata com a substância líquida.

Após as discussões, formaram-se os mesmos grupos da aula anterior e as equipes realizaram a atividade experimental 3, a qual se encontra no Apêndice 4. Os alunos realizaram a medida da posição em função do tempo de duas latas de refrigerantes (uma com refrigerante congelado e a outra no estado líquido) rolando em um plano inclinado. Os dados foram preenchidos em uma tabela para posterior comparação dos resultados. Pode-se observar na Figura 34 dois exemplos de tabelas preenchidas por dois grupos distintos.

Na Figura 35 pode-se observar a construção dos gráficos relacionando a posição da lata de refrigerante com a substância no estado líquido e sólido.



Nesta atividade foi perceptível que os alunos apresentaram menor dificuldade, tanto na anotação dos dados, quanto na construção dos gráficos.

Figura 34: Representa os dados obtidos da atividade experimental 3

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

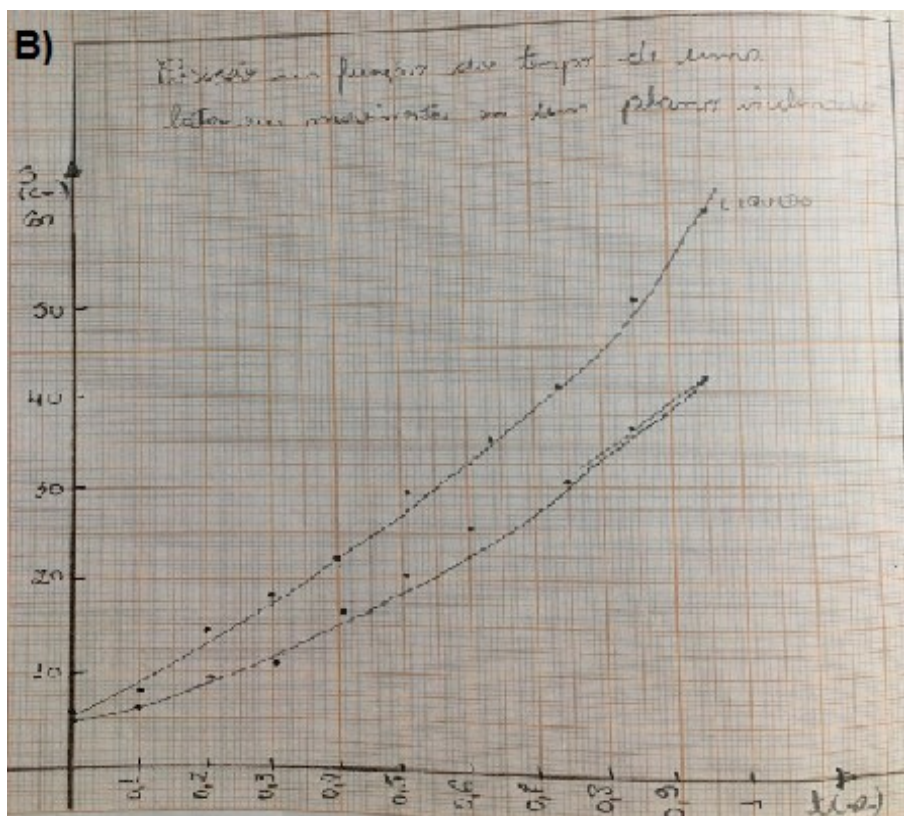
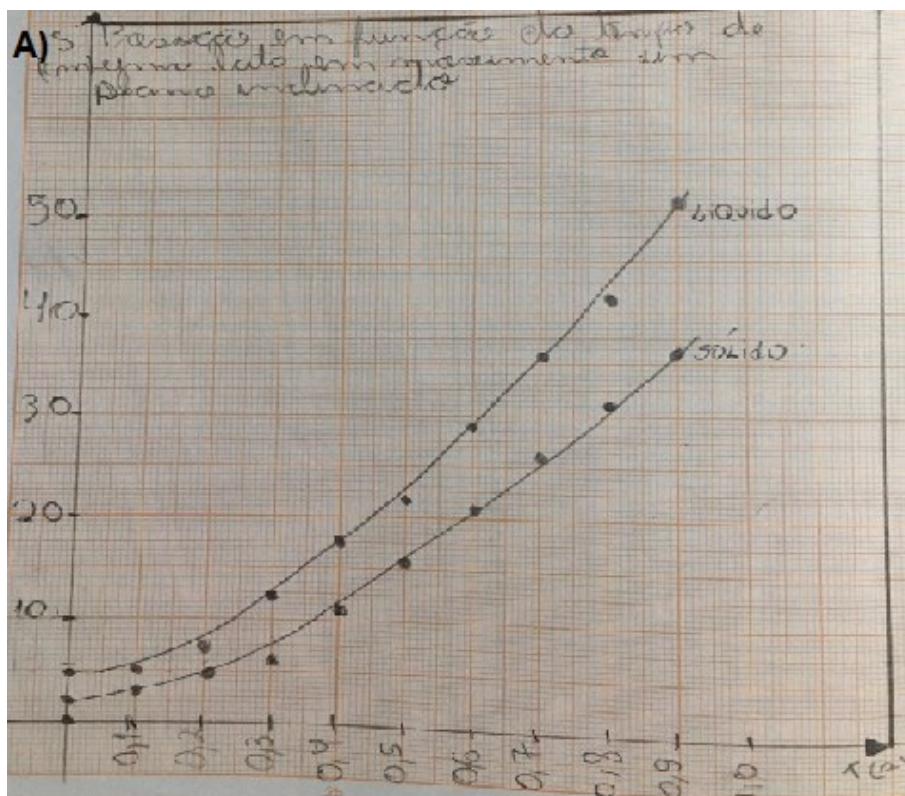
A) Refrigerante Líquido		Refrigerante Congelado	
Tempo (s)	Posição (cm)	Tempo (s)	Posição (cm)
0	5,52	0	5,53
108	14,32	111	14,96
212	17,46	217	19,97
320	22,24	326	25,30
431	27,05	438	29,8
543	33,92	551	36,11
644	40,00	634	42,30
748	47,43	738	50,44
856	55,95	867	58,63

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

B) Refrigerante Líquido		Refrigerante Congelado	
Tempo (s)	Posição (cm)	Tempo (s)	Posição (cm)
0	3,47	0	3,37
104	5,12	102	4,10
215	7,43	202	5,54
315	12,24	312	6,82
421	18,60	413	11,12
529	23,60	517	16,54
640	29,65	625	21,71
754	36,12	734	26,37
856	43,83	846	32,15
963	52,28	936	36,96

Fonte: Grupos 1 e 2 - Respostas registradas no roteiro experimental 3  
(Elaborada pela autora)

Figura 35: Representa os gráficos obtidos a partir das medidas do experimento 3.

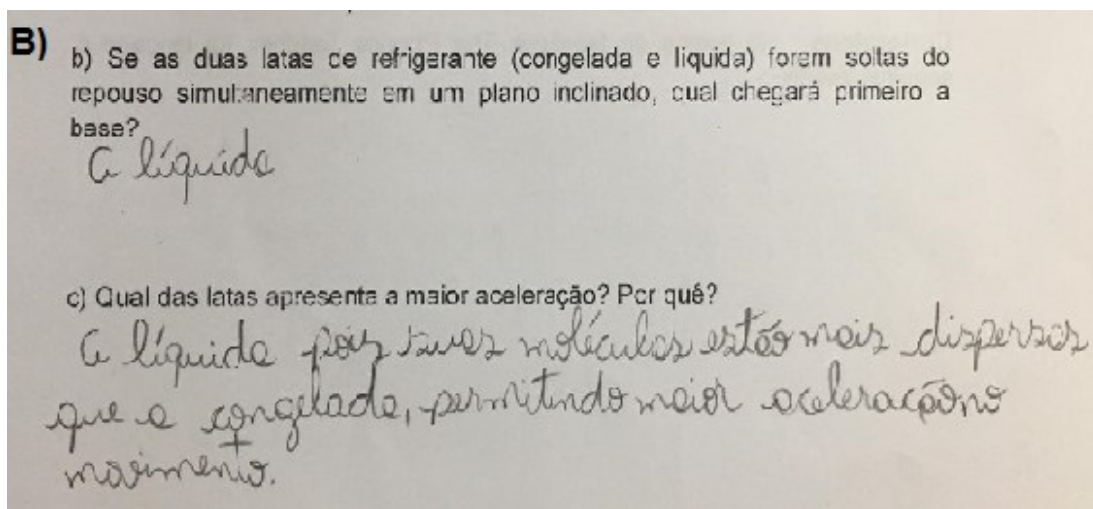
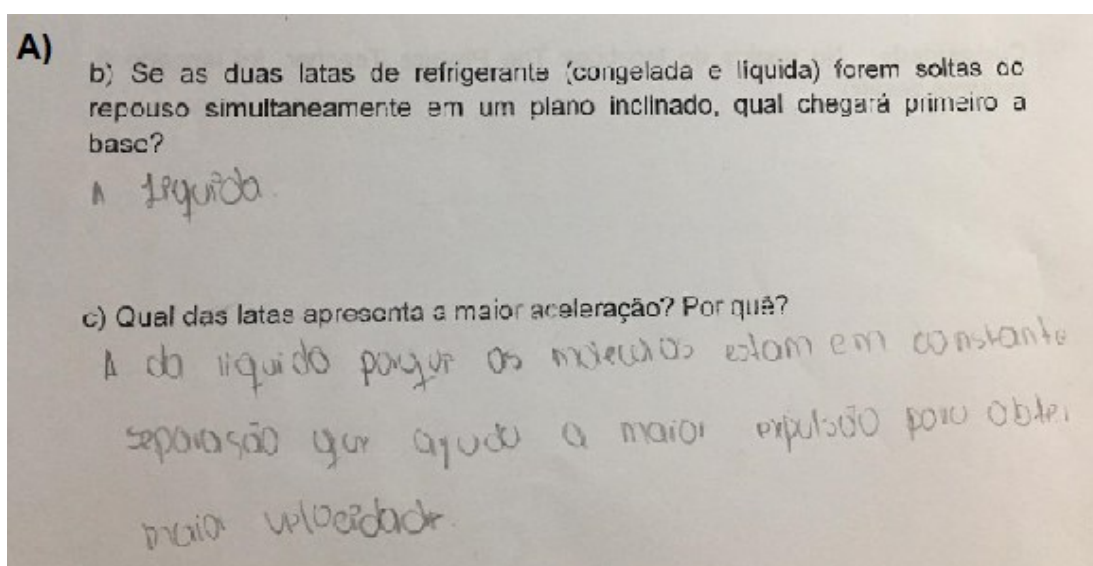


Fonte: Grupos 1 e 2 - Gráficos registradas no roteiro experimental 3  
(Elaborada pela autora)



Em seguida, os alunos responderam duas questões relacionadas ao movimento das latas. Todos os grupos verificaram que a lata com refrigerante no estado líquido chegou primeiro a base da rampa. Os alunos formularam hipóteses sobre o motivo disso ocorrer. Embora as respostas não estejam completas, isso despertou a curiosidade dos alunos, que ficaram confusos e intrigados do porquê da diferença ocorrente entre o movimento quando se trata de uma substância no estado sólido e outro líquido no interior da lata. Pode-se observar também que alguns alunos despertaram o desejo de pesquisa.

Figura 36: Respostas referentes ao experimento das latas rolando o plano inclinado.  
Amostras A e B



Fonte: Respostas registradas no roteiro experimental 3  
(Elaborada pela autora)

#### 4.2.5 Aplicação do pós-teste

Após a realização dos três roteiros experimentais e com as construções de gráficos quando necessário, os alunos receberam novamente o questionário de conhecimentos prévios, para então relacionarem seus conhecimentos iniciais, com os finais. Este foi elaborado com questões que envolviam conceitos básicos de cinemática, Movimento Retilíneo Uniforme e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado, e encontra-se no Apêndice 1. A partir dele foi perceptível observar que muitos dos alunos conseguiram sanar suas dúvidas, sendo que as construções gráficas ajudaram para a melhoria no número de acertos foi considerável em algumas questões.

A Tabela 5 apresenta a percentagem de acertos de cada questão nos pré e pós-teste. Esses resultados demonstram que houve um aumento significativo no número de acertos após a aplicação do produto educacional. Porém, ainda ocorreram dificuldades na interpretação textual e principalmente gráfica. Nas questões 3, 4 e 5, os termos de movimento e repouso com dependência do referencial, fazem com que os alunos ainda apresentem uma grande dificuldade no momento da interpretação.

Tabela 5: Representa o número de alunos que responderam corretamente cada questão do pós- teste.

Número da questão	Pré-teste	Pós-teste
1	54,2 %	81,25 %
2	54,2%	71,9%
3	29,2 %	44,8 %
4	20,8 %	37,5%
5	54,2 %	46,9 %
6	45,8 %	59,4 %
7	54,2%	62,5%
8	16,7 %	50,0 %
9	12,5 %	53,1%
10	29,2 %	65,6 %

Fonte: Elaborada pela autora

### 4.3. Aplicação do Questionário de Satisfação

Um questionário de satisfação (Apêndice 5) foi entregue aos alunos após o término da aplicação da sequência de ensino investigativa para que expressassem suas opiniões sobre a metodologia de ensino aplicada. Algumas respostas encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6: Apresenta algumas respostas do questionário de satisfação

<b>Respostas do questionário de satisfação</b>	
<b>Questão</b>	<b>Resposta</b>
1	<p>“As atividades desenvolvidas com o sensor ultrassônico foram bem importante para compreender o conteúdo, sendo que o que mais chamou atenção foi a capacidade do aparelho de verificar a distância e o tempo.”</p> <p>“O sensor ultrassônico, que estava ligado com um Arduino, realizando assim uma aquisição de dados.”</p>
2	<p>“Auxiliou na compreensão do conteúdo, principalmente na elaboração dos gráficos.”</p> <p>“Ajudou na explicação da matéria, na parte de velocidades.”</p>
3	<p>“Pouco tempo de desenvolvimento”</p> <p>“Dificuldade em fazer os gráficos”</p>
4	<p>“A atividade com as latas de refrigerante congelada e líquida, pois foi possível perceber que a líquida era mais rápida.”</p> <p>“Todas as atividades, pois havia a presença do sensor ultrassônico.”</p>
5	<p>“De passar o resultado do Sensor Ultrassônico para o gráfico.”</p> <p>“Desenvolver as atividades dos gráficos no computador, do que no papel.”</p>
6	<p>“Sim, foi mais fácil para compreender o conteúdo.”</p> <p>“Sim, me fez compreender como funciona um sensor ultrassônico.”</p>
7	<p>“Sim, fica mais fácil de aprender realizando experimentos.”</p>

	“Sim, os experimentos facilitaram a compreensão do conteúdo.”
8	“Realizar as atividades com mais tempo e ajustar o equipamento para que o alcance seja maior do que 60 cm.” “Na minha opinião está bom assim”

Fonte: Elaborada pela autora

Os dados da Tabela 6 mostram algumas respostas dos alunos quando questionados sobre “O que mais chamou sua atenção nas aulas de Física, em que foram desenvolvidas através da sequência ensino?”. Pode-se verificar que o uso do sensor ultrassônico e o sistema de aquisição de dados chama a atenção dos alunos, despertando assim o interesse para a experimentação.

Os exemplos apresentados no questionário de satisfação, representam um parecer geral dos alunos que realizaram a sequência de ensino investigativa, com eles foi possível observar que os alunos gostaram dessa metodologia de ensino, pois as atividades práticas auxiliaram na compreensão do conteúdo. A partir desses dados, também foi possível observar a grande dificuldade que os alunos possuem em construções gráficas, as quais envolvem um conhecimento adquirido em anos anteriores.

As respostas obtidas na questão 7 deixaram claro que a aplicação de experimentos em sala de aula aumenta o interesse e compreensão dos alunos pelo conteúdo. Já a questão 8, demonstra que os alunos têm necessidade de aulas práticas, as quais diversificam a maneira do ensino aprendizagem e ajudam a alcançar os objetivos de aprendizagem, que muitas vezes não são alcançados.

Com base nessas amostras, foi perceptível observar que os alunos acharam importante essa metodologia de ensino, pois ela auxiliou no processo de ensino aprendizagem, com essas aulas experimentais o conteúdo foi aprofundado de uma maneira diferenciada, fazendo com que seus conhecimentos fossem adquiridos de uma maneira mais clara e objetiva. Ainda, lembrando os dados do pós-teste, foi notável o crescimento do desempenho dos alunos com o desenvolvimento dessas atividades as quais demonstraram alguns pontos do cotidiano desses alunos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

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

A Sequência de Ensino Investigativa (SEI) foi aplicada para estudantes de duas turmas do 1º ano do Ensino Médio de escolas públicas do oeste do Paraná. A SEI propõe algumas atividades experimentais que auxiliam o professor no desenvolvimento de uma aula atrativa e estimulante, despertando o interesse e auxiliando os alunos no processo de ensino e aprendizagem. A SEI proposta possibilita aos alunos o desenvolvimento de habilidades como questionamento, investigação, organização, manipulação e comunicação.

A teoria e a prática trabalhadas em conjunto, facilitam e oportunizam uma compreensão facilitada dos conceitos físicos, por isso, espera-se que este produto educacional, seja uma ferramenta importante para o Ensino da Física.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, V. C.; STACHAK, M. A Importância de Aulas Experimentais no Processo Ensino-Aprendizagem em Física: “Eletricidade”. In: XVI Simpósio Nacional De Ensino De Física. Rio de Janeiro, 2005.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. 1ª ed., Plátano Edições Técnicas, 1963.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, n. 2, jun. 2003.

AUSUBEL, D. P. **Educational psychology: a cognitive view**. New York, Holt, Rinehart and Winston. 1968

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

AMARAL, I. A. Conhecimento formal, experimentação e estudo ambiental. **Ciência & Ensino**, n. 3, dez. 1997.

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

BEZERRA Jr, A. G.; GARCIA, V. G.; FLORCZAK, M.; SAAVEDRA, N.; LENZ, J. A. Videoanálise no ensino de Física: um exemplo de aplicação em modelagem científica. In: XX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF, São Paulo, SP, 2013.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino e aprendizagem de ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativo (SEI)**.

In: Longhini, M. D. (org). O uno e o diverso na educação. Uberlândia, MG: EDUFU, 2011, cap. 18, p. 253-266.

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

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

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

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

HELOU, R.; GUALTER, B.; NEWTON, V. B. **Livro didático física "mecânica" - ensino médio**. Volume 1, Editora Saraiva, 2016.

LIMA, K. C.; TEIXEIRA, F. M. **"A epistemologia e a história do conceito experimento/experimentação e seu uso em artigos científicos sobre o ensino de Ciências"**. In: Apresentação de Trabalho/Comunicação, 2005.

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

MENESTRINA, T. C.; BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade e formação do engenheiro: análise da legislação vigente. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 1, n. 1, p. 1-18, 2008.

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

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

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa Crítica**. III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, 2010. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/>>. Acesso em: 05 mai. 2019.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo. Editora livraria da Física, 2011.

NUSSENZVEIG, H. M.. **Curso de Física básica 1: Mecânica**. 4ª edição. São Paulo: Edgard Blucher, 2002.

OLIVEIRA, L. P.; LENZ, J. A.; SAAVEDRA FILHO, N. C.; BEZERRA Jr, A. G.. Divulgando e ensinando análise de vídeo em sala de aula: experimentos de mecânica com o software Tracker. In: XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física SNEF 2011, 2011, Manaus. **Anais do XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física SNEF 2011**, 2011.

PAIS, L. C. Transposição Didática. MACHADO, S. D. A. (Org.) **Educação Matemática Uma (nova) introdução**. 3 ed. revisada, 3 reimp. – São Paulo: EDUC, 2015. p. 11-48, 2015.

PEREIRA, M. V.; MOREIRA, M. C. A. Atividades prático-experimentais no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 265-277, abr. 2017.

ROSA, L. M. **Comunicação apresentada no painel “Centro de recursos: um espaço de aprendizagens múltiplas”**. 1999. Disponível em: [http://www.univab.pt/~porto/textos/Leonel/Pessoal/tic\\_cre.htm](http://www.univab.pt/~porto/textos/Leonel/Pessoal/tic_cre.htm). Acesso em: 05 mai. 2019



SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Almejando a Alfabetização Científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.13, n.3, p.333-352, 2008.

Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. **Pacto nacional pela alfabetização na idade certa: alfabetização em foco: projetos didáticos e sequências didáticas em diálogo com os diferentes componentes curriculares**: ano 03, unidade 06 / Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. - Brasília: MEC, SEB, 2012. 47 p.

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.

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

VIEIRA, L. P. AGUIAR, C. E. Mecânica com o acelerômetro de *smartphones* e *tablets*. *Física na Escola*, v. 14, n. 1, 2016

WOLF, Wayne. **Computers as Components**. Nova Iorque: McGraw-Hill, 2001.

XAVIER, C.; BARRETO, B. **Física aula por aula**. Editora FTD, 1ª edição. São Paulo, 2010.

XAVIER, C.; BARRETO, B. **Física aula por aula**. Editora FTD, 1ª edição. São Paulo, 2016.

YAMAMOTO, K.; FUKU, L. F. **Física para o ensino médio**. Ed. Saraiva; 1ª edição, São Paulo, 2010.

YAGHMOUR, K. *Building Embedded Linux Systems*. Califórnia: O'Reilly, 2003.

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

## ANEXO 1

### CÓDIGO COMPUTACIONAL

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

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

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

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

const int trigPin = 13;
const int echoPin = 10;
float distMax = 60.0;
byte seta[8] = {0b00000, 0b01000, 0b01100, 0b01110, 0b01111, 0b01110, 0b01100, 0b01000};
//Desenha a seta
int cont = 1;
int contD = 0;
unsigned int tempo;
long duration;
float distCM;
```

```

long int tInicial, tFinal;
long int somaMillis = 0;
float difMillis;
int contMillis = 0;
int gat = 0;

RotaryEncoder encoder(A2, A3);

int contLinha = 1;
int valor = 0;
int passo = 100;
int passo2 = 0;

static int pos = 1;
int novaPos = 0;
int menuAtual = 7;
int menuAntigo = 0;

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

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

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

```

```

}
}

//////////////////////////////////PRINTA A SETA//////////////////////////////////
void printaSeta(int posicao){
    lcd.setCursor(0,posicao);
    lcd.write((uint8_t)0);
}

//////////////////////////////////LIMITADOR DO MENU//////////////////////////////////
void limitadorMenu(int limMin, int limMax){
    encoder.tick();//Le as instruções do encoder
    novaPos = encoder.getPosition();//Leitura da próxima posição do encoder
    if(menuAtual != menuAntigo){//Define a posição da seta para o início do MENU
        encoder.setPosition(limMin);//Define a posição desejada para o encoder
        pos = limMin + 1;
        novaPos = limMin;
    }
    if(pos != novaPos){
        //Limite máximo do MENU
        if(novaPos > limMax){
            encoder.setPosition(limMax);
            novaPos = limMax;
        }
        //Limite mínimo do MENU
        if(novaPos < limMin){
            encoder.setPosition(limMin);
            novaPos = limMin;
        }
    }
    movimentaSeta(novaPos);
    pos = novaPos;
}

```

```

}
}

```

```

//////////////////ZERA STRUCT//////////////////

```

```

//Limpa os dados recebidos pelo registro

```

```

void zeraStruct(struct Registro *d){

```

```

    gat = 0;

```

```

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

```

```

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

```

```

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

```

```

    }

```

```

    somaMillis = 0;

```

```

    cont = 0;

```

```

}

```

```

//////////////////MENUS//////////////////
//////////////////

```

```

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

```

```

void menuInicial(){

```

```

    menuAntigo = menuAtual;

```

```

    menuAtual = 0;

```

```

    limitadorMenu(0,3);

```

```

    lcd.setCursor(1,0);

```

```

    lcd.print("Nova Medida ");

```

```

    lcd.setCursor(1,1);

```

```

    lcd.print("Alterar Valores");

```

```

    lcd.setCursor(1,2);

```

```

    lcd.print("Ver Tabela");

```

```

    lcd.setCursor(1,3);

```

```

    lcd.print("Distancia Atual");

```

```

}

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

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

```

```

(*d).vetorTempo[cont-1] = 0;

tInicial = tFinal;

cont += 1;
}

difMillis = tFinal - tInicial;

if(gat == 1 && distCM <= distMax && difMillis >= passo && cont <= 21 && cont > 1){
    somaMillis += difMillis;

    (*d).vetorDistancia[cont-1] = distCM;

    (*d).vetorTempo[cont-1] = somaMillis;

    tInicial = tFinal;
}

lcd.setCursor(0,0);

lcd.print("t(ms): ");

lcd.print(somaMillis);

lcd.print(" ");

lcd.setCursor(0,1);

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

lcd.print(distCM);

lcd.print(" ");

lcd.setCursor(1,2);

lcd.print("Iniciar");

//Quando todos os dados do registro forem preenchidos, atribuir os valores à STRUCT
//Serial.println(tFinal);

}

```

```

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

    menuAtual = 5;

    limitadorMenu(2,3);

    lcd.setCursor(0,0);

```



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

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

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

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

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

```

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

```

```

void menuDistancia(){
  menuAntigo = menuAtual;
  menuAtual = 6;
  digitalWrite(trigPin, HIGH);//Ativa o envio de onda pelo sensor
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin, LOW); //Recebe o sinal enviado pelo sensor no HIGH
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);//Gera o pulso do sensor para a variável que realiza a
  conversão da distância
  distCM = duration*0.034/2;
  if((contD%10) == 0){
    lcd.setCursor(1,1);
    lcd.print("x(cm): ");
    lcd.print(distCM);
    lcd.print(" ");
  }
  contD++;
  delay(50);
}

```

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

```

void alteraDistMax(){
  menuAntigo = menuAtual;
  menuAtual = 4;
  encoder.tick();
  passo2 = encoder.getPosition() * 5;
  //Tratamento de erro para que o mínimo escolhido pela distMax seja sempre maior que o
  máximo escolhido para a distMin
  if(passo2 >= -50.0 && distMax <= 200.0){
    distMax = 60.0 + passo2;
  }else{

```

```

if(distMax >= 200.0){
    distMax -= 5.0;
    encoder.setPosition(28);
}
}
lcd.setCursor(1,1);
lcd.print("PF(cm): ");
lcd.print(distMax);
lcd.print(" ");
}

//////////////////////////////////SETUP & LOOP//////////////////////////////////
void setup() {
    Serial.begin(9600);
    lcd.begin(16,4);
    pinMode(trigPin, OUTPUT);
    pinMode(echoPin, INPUT);
    pinMode(7, INPUT);
    lcd.createChar(0, seta);
}
void loop() {
    //Seleciona qual MENU é escolhido pelo usuário e o mostra no display
    switch (menuAtual){
        case 0:
            menuInicial();
            valor = digitalRead(7); //Lê o click do encoder
            /* Como em todos os casos abaixo, verifica em qual posição do MENU
            o encoder se encontra para determinar qual MENU será acessado pelo CLICK
            No padrão do encoder, 0 o CLICK é ativado */
            if(menuAtual == 0 && pos == 0 && valor != 1){

```

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

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

```
break;
```

```
case 3:
```

```
    visualizarTabela(&dados);  
    valor = digitalRead(7);  
    if(menuAtual == 3 && valor != 1){  
        contLinha = 1;  
        lcd.clear();  
        menuInicial();  
        delay(500);  
    }
```

```
break;
```

```
case 4:
```

```
    alteraDistMax();  
    valor = digitalRead(7);  
    if(menuAtual == 4 && valor != 1){  
        lcd.clear();  
        alterarValores();  
        delay(500);  
    }
```

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

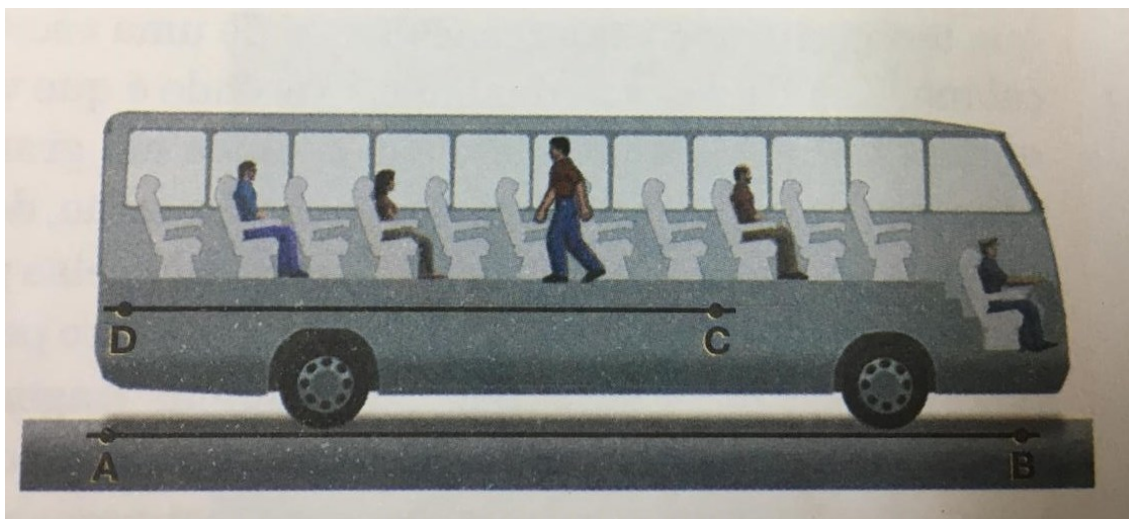


```
lcd.print("Experimentos");  
lcd.setCursor(7,2);  
lcd.print("de");  
lcd.setCursor(3,3);  
lcd.print("Cinematica");  
  
delay(3000);  
menuAtual = 0;  
break;  
}  
}
```

## APÊNDICE 1

### QUESTIONÁRIO DE PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE

Figura 1: Representação de ônibus em movimento de A para B e passageiro se deslocando do ponto C para D

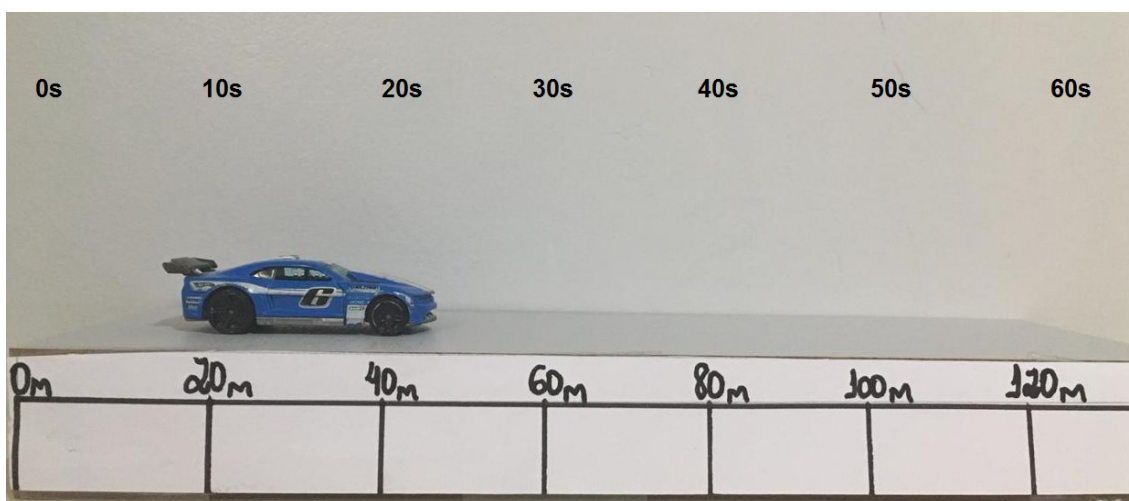


Fonte: Disponível no livro: Física aula por aula; p 133, Editora FTD, 1ª edição; 2010

Questão 1: A figura 1, descreve um ônibus que se encontra em movimento e conseqüentemente o passageiro que se encontra em pé, está indo para seu lugar que é a última poltrona. A partir da observação e da situação descrita, assinale a única alternativa que é verdadeira:

- a) Os passageiros que se encontram sentados, estão em movimento, em relação ao ônibus.
- b) O motorista, se encontra em movimento constante, em relação ao ônibus.
- c) O passageiro que se encontra em pé, está em movimento em relação ao motorista.
- d) O motorista, se encontra em movimento em relação aos passageiros que estão sentados.

Figura 2: Representação do carrinho em movimento retilíneo uniforme, e em cada instante de tempo, o mesmo ocupa uma determinada posição



Fonte: Elaborada pela autora

**A figura 2, servirá de suporte para responder as questões 2 e 3.**

Questão 2: Analisando as posições e os intervalos de tempo representados na imagem, podemos afirmar que a única resposta correta, sobre esta situação é:

- A aceleração do carro é a mesma, em todos os intervalos de posição.
- O carro está em repouso, portanto não houve movimento em relação à origem.
- O carro, encontra-se em movimento retilíneo uniforme.
- O carro possui um movimento acelerado, no decorrer do tempo.

Questão 3: Enquanto carro, está se movimentando, para um observador que se encontra parado ao lado da estrada, a única descrição correta que o observador pode fazer é:

- O motorista encontra-se em movimento, em relação ao carro, pois ele encontra-se dentro do carro.
- O observador pode afirmar que ele encontra-se em repouso, em relação ao carro, pois o mesmo encontra-se parado.
- O carro encontra-se em repouso, em relação ao motorista, pois ambos encontram-se em posições iguais em intervalos de tempos iguais.
- O motorista encontra-se em repouso, em relação ao observador, pois quem está se movimentando é o carro.

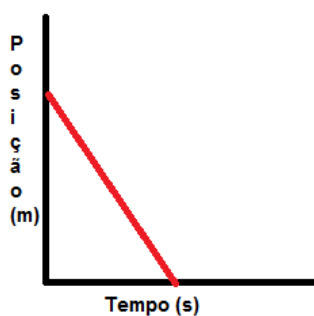
Figura 3: Representa um casal em um passeio ciclístico, onde ambos encontram-se no mesmo intervalo de tempo, mas em posições diferentes



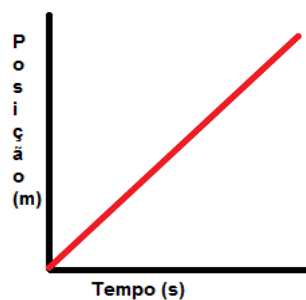
Fonte: Disponível no livro, Física aula por aula; Editora FTD; 2016

Questão 4: Um casal de férias, saiu do hotel onde estavam hospedados, para realizar um passeio ciclístico em um ciclovia, ambos encontram-se a uma mesma velocidade, e esta permaneceu constante em todo trajeto. Sobre esta situação descrita e levando em consideração o movimento, desde a saída do hotel, assinale o único gráfico que representa o movimento do homem:

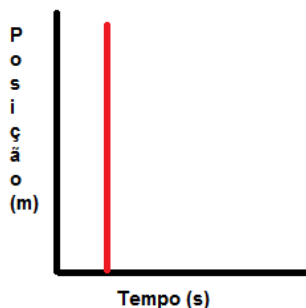
a)



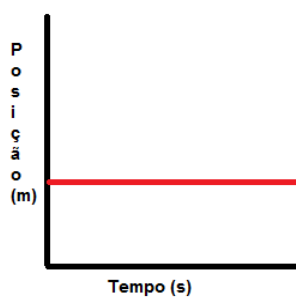
b)



c)



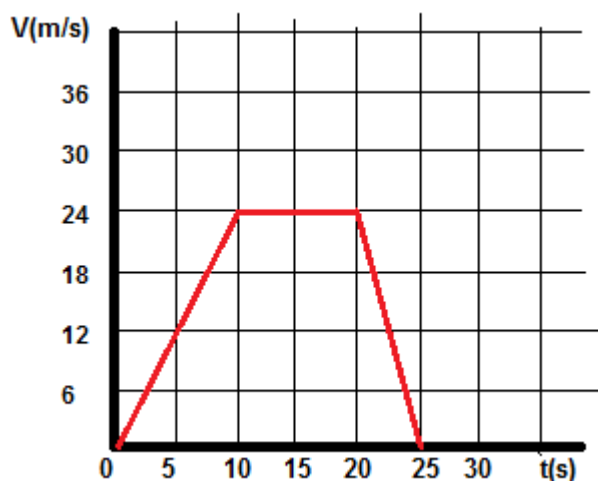
d)



Questão 5: Utilizando o texto introdutório da questão 4, e observando a imagem, a única situação correta é:

- a) Para as posições de cada ciclista, pode-se dizer que eles estão em movimento um em relação ao outro.
- b) Para as posições de cada ciclista e sendo que suas velocidades são iguais, pode-se dizer que eles estão em repouso um em relação ao outro.
- c) Para dizer que ambos estão em repouso, somente estaria correto, se eles estivessem ocupando a mesma posição.
- d) Como eles apresentam velocidades iguais e constantes, podemos dizer que eles tem um movimento acelerado.

Questão 6: O gráfico a seguir, representa as velocidades, em função do tempo, desenvolvidas pelo ciclista da figura 3.



Sobre este movimento realizado pelo ciclista, a única alternativa correta é que:

- a) Nos intervalos de tempo, 0 s e 10 s, a velocidade do ciclista manteve-se constante.
- b) O movimento do ciclista foi retrógrado entre os intervalos de tempo 0 s e 10 s, e sua velocidade permaneceu constante entre os intervalos de tempo 10 s e 20 s.
- c) O movimento do ciclista foi progressivo entre os intervalos de tempo 20 s e 25 s, e sua velocidade permaneceu constante entre os intervalos de tempo 10 s e 20 s.
- d) O movimento do ciclista foi progressivo entre os intervalos de tempo 0 s e 10 s, e sua velocidade permaneceu constante entre os intervalos de tempo 10 s e 20 s.

Figura 4: Representa o carrinho em movimento, partindo do repouso, em uma rampa inclinada.



Fonte: Elaborada pelo autora

**A figura 4, servirá de suporte para responder as questões 7 e 8.**

Questão 7: A partir do movimento, que está ocorrendo no plano inclinado, é correto afirmar que, a única alternativa que descreve esse movimento é:

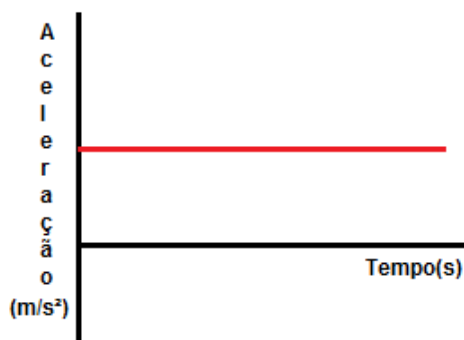
- a) O carrinho se encontra em movimento retilíneo uniforme, pois sua velocidade varia no decorrer do tempo.
- b) O movimento descrito acima é chamado de movimento retilíneo acelerado.
- c) Em um plano inclinado, por se tratar de uma rampa linear, temos a representação de um movimento retilíneo uniforme.
- d) Pela informação descrita acima, podemos dizer que o movimento retilíneo uniforme.

Questão 8: Ao se tratar de um plano inclinado, várias questões devem ser levadas em consideração, sendo uma delas o ângulo de inclinação da rampa. Sobre esta situação, a única alternativa que se encontra correta é:

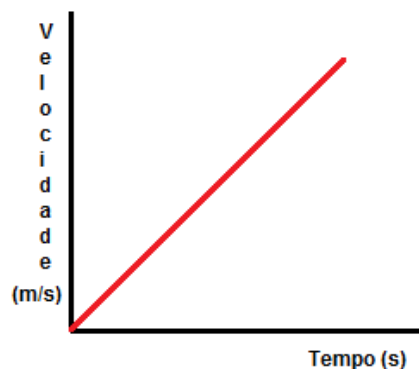
- a) Quanto menor o ângulo de inclinação, menor será o tempo para que ocorra o deslocamento.
- b) Quanto maior o ângulo de inclinação, a velocidade do carro irá diminuir.
- c) A velocidade do carro, no plano inclinado, não depende do ângulo de inclinação da rampa.
- d) Se o ângulo de inclinação da rampa, for aumentado, a velocidade e o intervalo de tempo para realizar o movimento irão aumentar na mesma proporção.

Questão 9: Considere o carrinho, da figura 4 deslocando-se numa trajetória horizontal e descrevendo um movimento retilíneo uniformemente acelerado e progressivo. A alternativa que contém o gráfico que melhor representam movimento descrito pelo carrinho é:

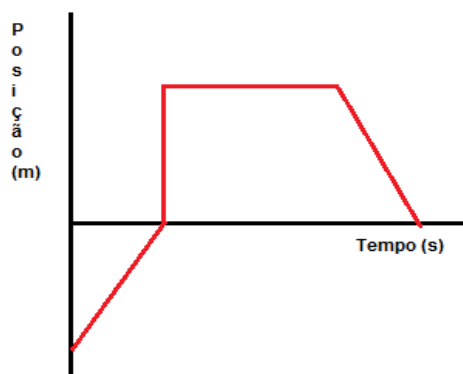
a)



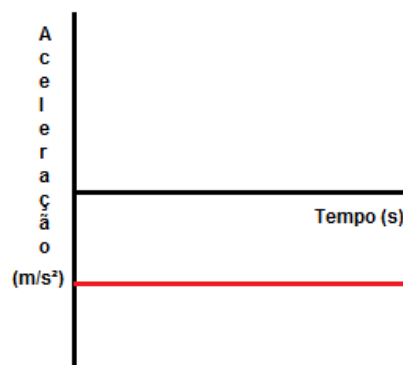
b)



c)



d)



### Texto introdutório para responder a questão 10:

Uma professora lançou o seguinte desafio para seus alunos:

*“Uma pessoa realizou vários movimentos em linha reta, sempre com velocidade constante, saindo da mesma origem e tendo um ponto de referência como sendo sua posição final.”*

Para concluir o desafio, a professora fez a seguinte pergunta: Como é chamado o movimento que esta pessoa realizou? Como podemos representar essa situação?

Das respostas dadas pelos alunos, a única que se encontra correta é:

a) MRU – Movimento Retilíneo Uniforme, que pode ser representado a partir de um gráfico linear, relacionando velocidade e tempo.

- b) MRUV – Movimento Retilíneo Uniformemente Variado, que pode ser representado por um gráfico linear, relacionando posição e tempo.
- c) MRU – Movimento Retilíneo Uniforme, que pode ser representado a partir de um gráfico linear, relacionando posição e tempo.
- d) MRUV – Movimento Retilíneo Uniformemente Variado, que pode ser representado por um gráfico Parabólico, relacionando posição e tempo.

**GABARITO: Pré-teste e Pós-teste**

Número da Questão	Resposta Correta
1	C
2	C
3	C
4	B
5	B
6	D
7	B
8	C
9	A
10	C



## APÊNDICE 2

### ATIVIDADE EXPERIMENTAL 1

#### Roteiro para realização do experimento de MRU

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

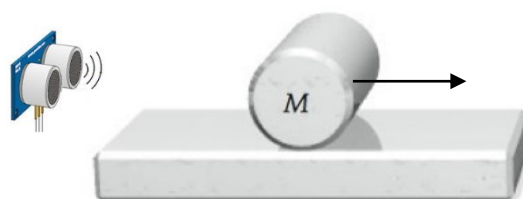
#### 1. Material necessário:

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

#### 2. Procedimento Experimental:

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

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



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

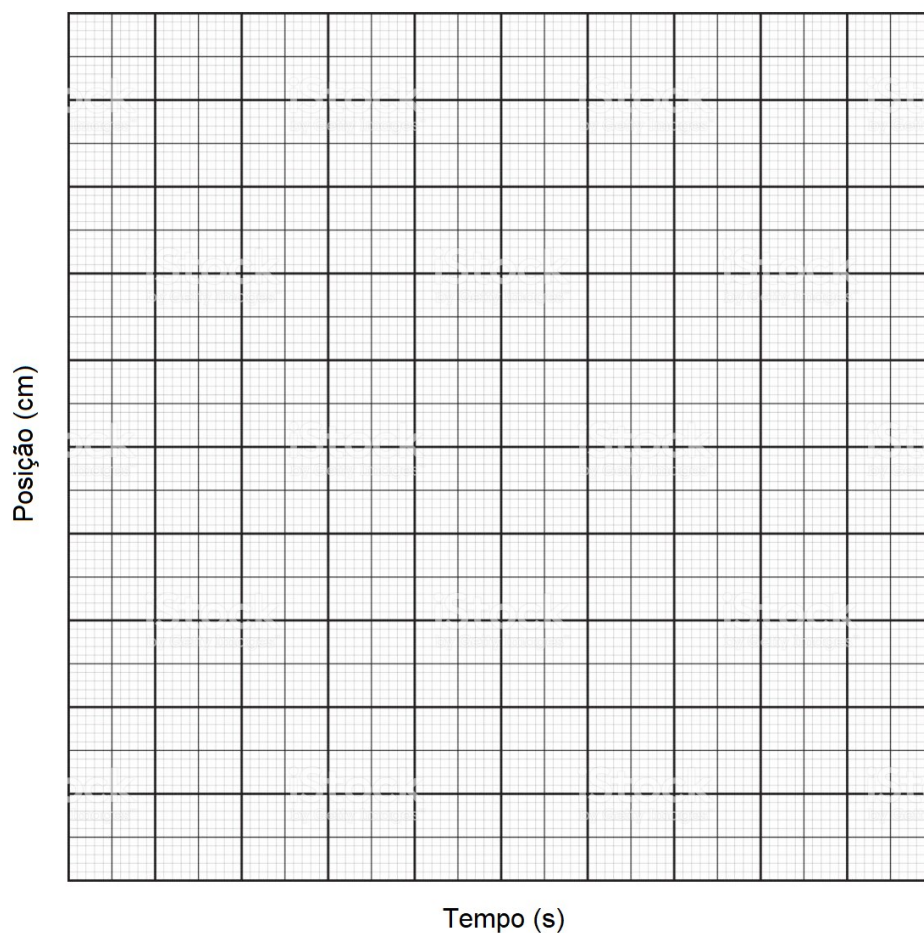
Após a realização do movimento, anotar as medidas que foram armazenadas no display do sistema de aquisição de dados na Tabela 1. Cada aluno do grupo deve realizar uma medida e preencher a Tabela 1. Tentar lançar o cilindro com velocidades diferentes.



### 3. Questões

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

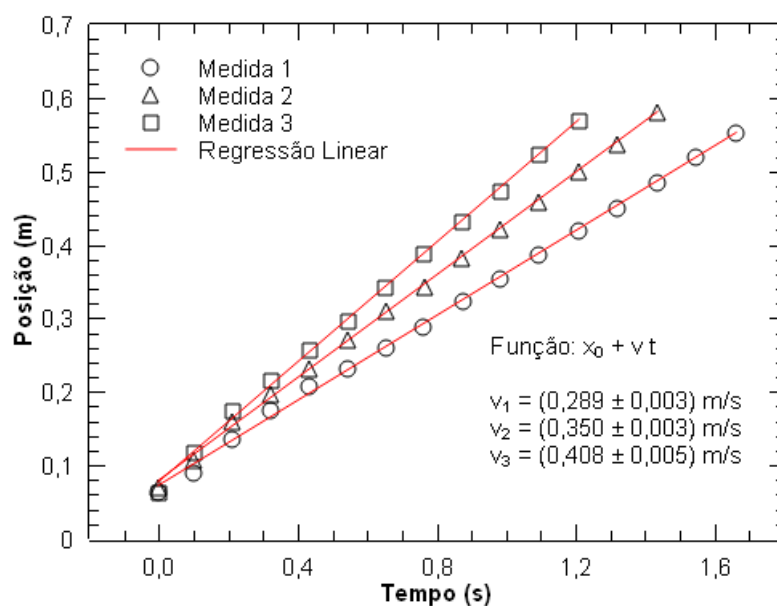
k) O valor da velocidade adquirido pelo gráfico está de acordo com o calculado na Tabela 2?

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

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

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

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



## APÊNDICE 3

### ATIVIDADE EXPERIMENTAL 2

#### Roteiro para realização do experimento de MRUV

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

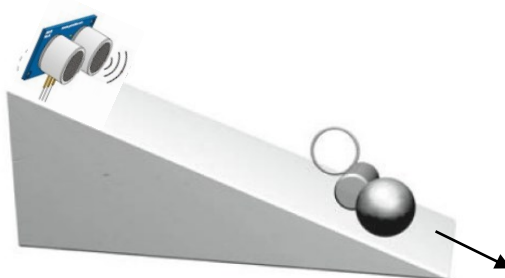
#### 1. Material necessário:

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

#### 2. Procedimento:

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

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



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

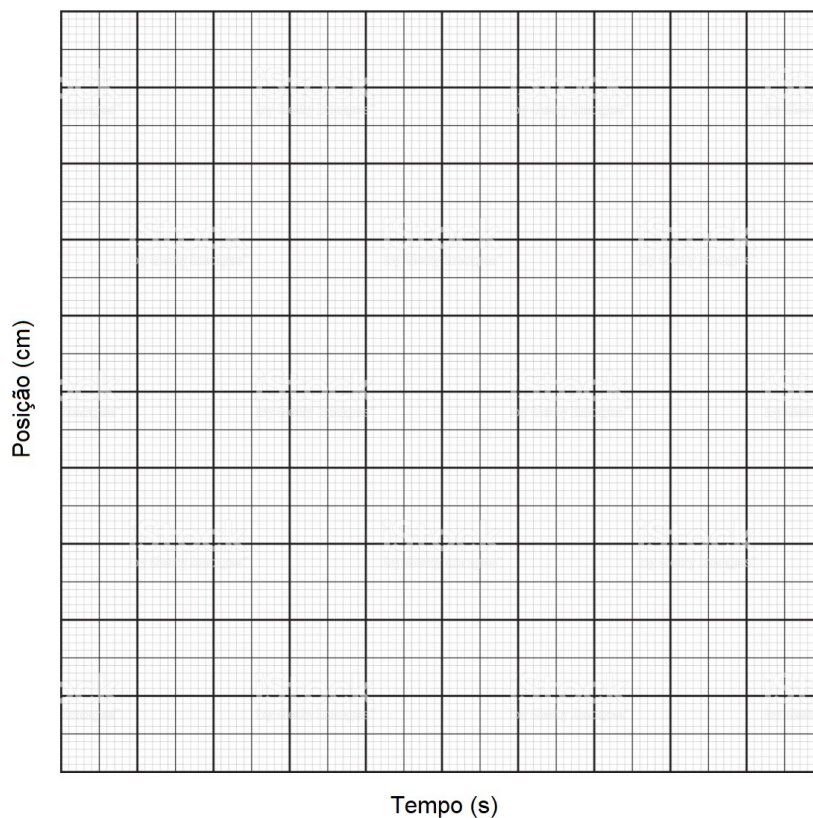
Após a realização do movimento, anotar na Tabela 1 as medidas que foram armazenadas e são apresentadas no *display* do sistema de aquisição de dados. Repetir o procedimento por mais 2 vezes.



### 3. Questões

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

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



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

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



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

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

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

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

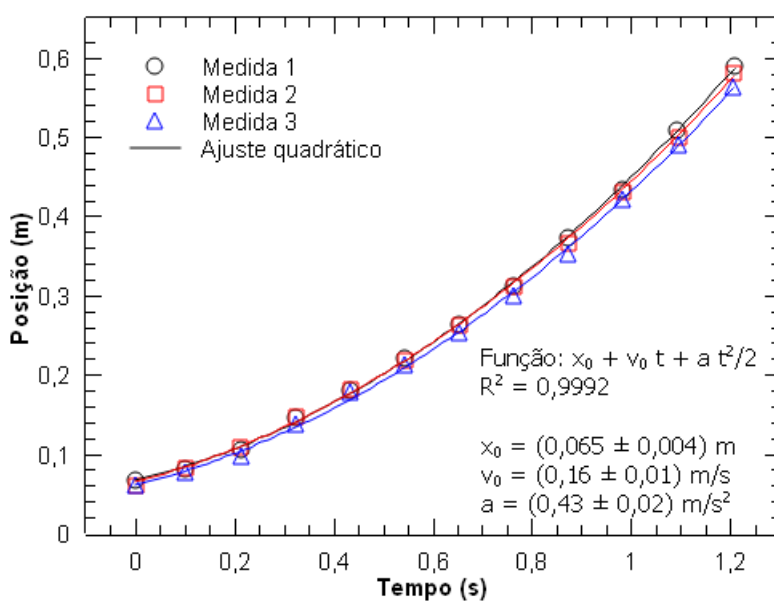
f) Vamos linearizar o gráfico. Inicialmente, preencha a Tabela abaixo com as grandezas  $t$ ,  $t^2$  e  $x$  (escolha uma das medidas). Em seguida, construa o gráfico da posição em função do tempo ao quadrado ( $t^2$ ) no papel milimetrado.



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

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

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



## APÊNDICE 4

### ATIVIDADE EXPERIMENTAL 3

#### Latas cilíndricas em movimento

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

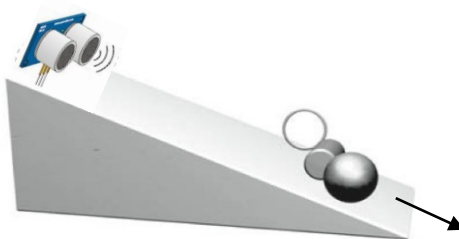
#### 1. Material necessário:

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

#### 2. Procedimento:

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

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



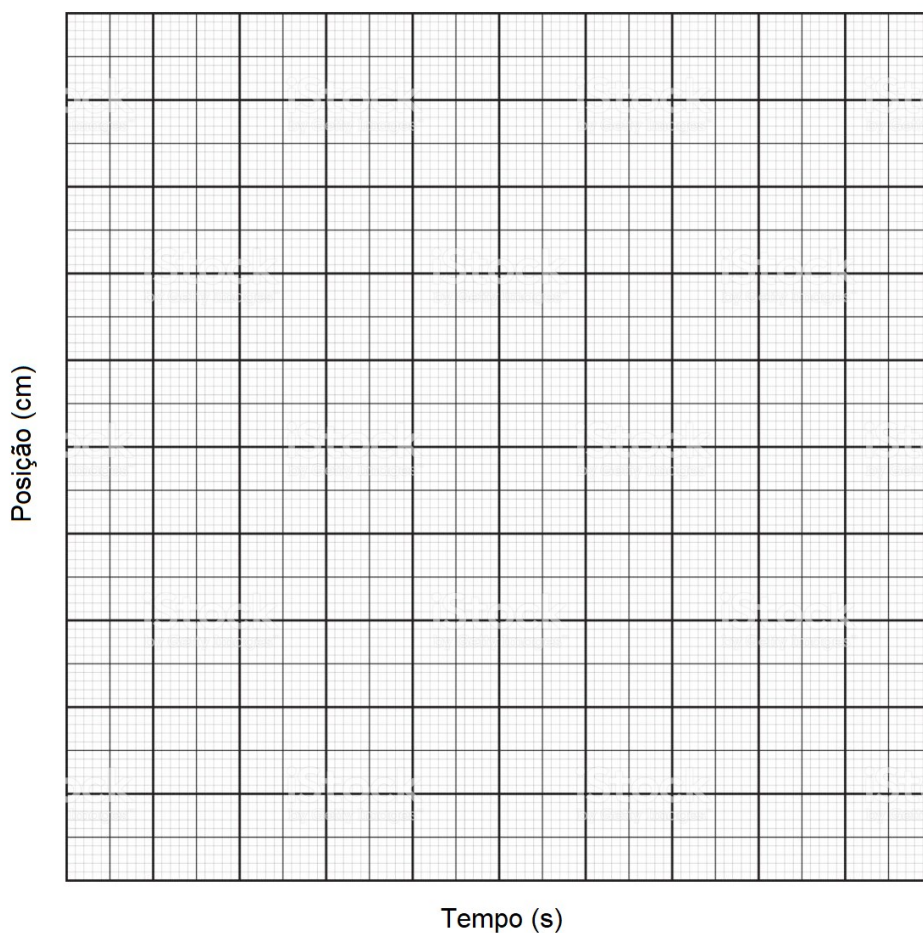
Fonte: Adaptado de P. A. Tipler. Física para cientistas e engenheiros. Vol. 1: Mecânica, Oscilações e Ondas, Termodinâmica. 6ª Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.



### 3. Questões

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

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



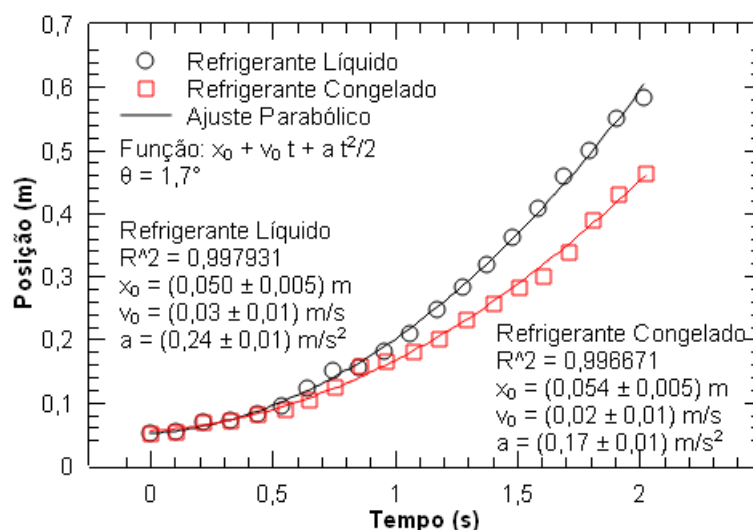
b) Se as duas latas de refrigerante (congelada e líquida) forem soltas do repouso simultaneamente em um plano inclinado, qual chegará primeiro a base?

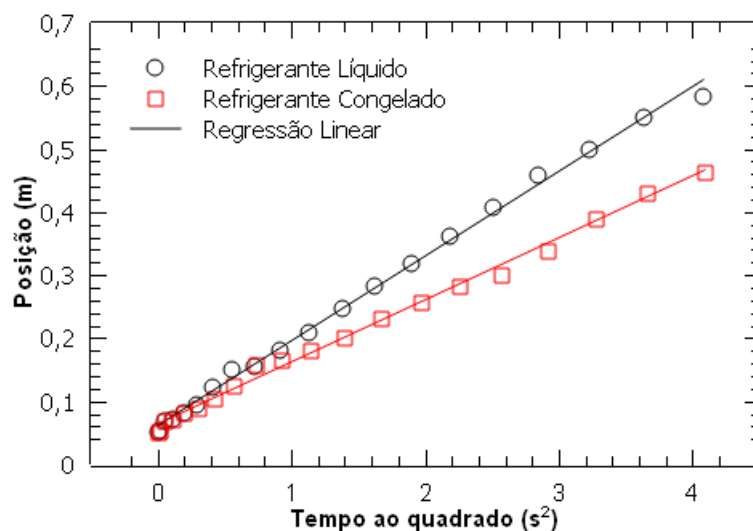
c) Qual das latas apresenta a maior aceleração? Por quê?

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

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

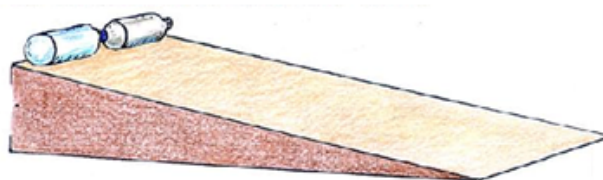
Gráfico 2 – Posição em função do tempo de latas em movimento em um plano inclinado.





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

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



- Congelada
- Líquida
- Ambas chegam juntas

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

- Congelada
- Líquida
- Ambas chegam juntas





## APÊNDICE 5

### QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO

Pesquisa relacionada as atividades desenvolvidas na Sequência de Ensino Investigativa aplicada na disciplina de física, para a Primeira Série do Ensino Médio, sendo coletados dados para pesquisa e análise de produto educacional a nível de mestrado. As questões devem ser respondidas com sinceridade, pois assim você estará contribuindo para a qualificação do meu trabalho.

Leia com atenção as instruções abaixo antes de responder o questionário.

#### Instruções :

- 1- Utilize caneta preta ou azul para preencher o questionário.
- 2- Não coloque seu nome ou qualquer tipo de identificação no questionário.
- 3- Não deixe de marcar, ou preencher, as identificações de data, sexo, idade e turma.
- 4- Não há respostas certas ou erradas.

Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Sexo : ( ) Masculino / ( ) Feminino

Idade: \_\_\_\_\_

Turma: \_\_\_\_\_

1- O que mais chamou sua atenção nas aulas de Física, em que foram desenvolvidas através da sequência de ensino investigativa?

---

---

---

2- Quais foram os pontos positivos apresentados na sequência de ensino investigativa, sobre cinemática desenvolvida nas aulas de física?

---

---

---

3 - Quais foram os pontos negativos apresentados na sequência de ensino investigativa, sobre cinemática desenvolvida nas aulas de física?

---

---

---

4 – Qual atividade mais chamou sua atenção? E qual foi o motivo pelo qual ela chamou sua atenção?

---

---

---

5 – Qual atividade você não gostou de desenvolver? Por quê?

---

---

---

6 – Essas atividades diferenciadas que foram propostas, através sequência de ensino investigativa, influenciaram em algo diferente na sua aprendizagem?

---

---

---

7- A compreensão do conteúdo proposto, ficou mais fácil com a aplicação de experimentos? Descreva o motivo.

---

---

---

8- Na sua opinião, o que poderia ser feito para melhorar esse método de ensino.

---

---

---

MUITO OBRIGADA.

Professora: Daniela Marcelino