

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



## O USO DO *ARDUINO* COMO UMA FERRAMENTA AVALIATIVA NO ENSINO DE CINEMÁTICA

Gabriel Borges Guedes

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da UNIRIO no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:  
Prof. Dr. Felipe Mondaini

Rio de Janeiro  
Janeiro de 2019

O USO DO *ARDUINO* COMO UMA FERRAMENTA AVALIATIVA NO ENSINO DE  
CINEMÁTICA

Gabriel Borges Guedes

Orientador:  
Prof. Dr. Felipe Mondaini

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da UNIRIO no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

---

Prof. Dr. Felipe Mondaini  
(Orientador)  
MNPEF UNIRIO / CEFET-RJ Campus Petrópolis

---

Prof. Dr. José Abdalla Helayel Neto  
(Membro Interno)  
MNPEF UNIRIO / CBPF

---

Prof. Dr. Bruno Lazarotto Lago  
(Membro Externo)  
CEFET-RJ Campus Nova Friburgo

---

Prof. Dr. Leonardo Mondaini  
(Membro Interno - Suplente)  
MNPEF UNIRIO

---

Prof. Dr. Leonardo Machado de Moraes  
(Membro Externo - Suplente)  
CEFET-RJ Campus Nova Friburgo

Rio de Janeiro  
Janeiro de 2019

Catálogo informatizado pelo(a) autor(a)

G924	<p>Guedes, Gabriel Borges</p> <p>O uso do Arduino como uma ferramenta avaliativa no ensino de Cinemática / Gabriel Borges Guedes. -- Rio de Janeiro, 2019. 76 p.</p> <p>Orientador: Felipe Mondaini. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2019.</p> <p>1. Ensino de Física. 2. Experimentação com Arduino. 3. Cinemática e Arduino. I. Mondaini, Felipe, orient. II. Título.</p>
------	---

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por todas as maravilhas realizadas na minha vida e por me dar forças sempre que as situações aparentam ser o mais difícil possível.

## RESUMO

### O USO DO ARDUINO COMO FERRAMENTA AVALIATIVA NO ENSINO DE CINEMÁTICA

Gabriel Borges Guedes

Orientador:  
Professor Dr. Felipe Mondaini

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física no Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física da UNIRIO (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

A utilização de tecnologias no ensino de ciências tem despertado a atenção dos alunos e professores do ensino médio. No meio de tantas inovações e possibilidades surge a dúvida do que seria mais funcional para instigar e envolver o aluno. O produto deste trabalho visa a utilização aberta do Arduino como uma ferramenta avaliativa que possibilita o professor a entender e auxiliar o aluno em suas construções pessoais e no despertar de seu interesse pela ciência mostrando-a como uma ferramenta dinâmica e não puramente observacional. A Cinemática foi o assunto utilizado para elaboração do estudo devido a seu grande destaque como primeiro assunto e sua ampla abordagem no ensino médio. O Arduino foi utilizado junto a experimentação e por meio da utilização de sensores específicos foi possível explorar e demonstrar a fenomenologia fugindo do abstrativismo. Foram utilizados os pensamentos metodológicos de David Ausubel, que promove um maior desenvolvimento do aluno devido a exploração de suas concepções prévias. Por fim, os alunos foram apresentados a um questionário avaliativo e pessoal a respeito dos assuntos abordados durante o desenvolver da aula, onde foi possível pontuar sua satisfação com a metodologia e trabalhar dentro de suas respostas possibilitando a construção de uma aprendizagem significativa.

**Palavras-Chave:** Ensino de Física, Experimentação com Arduino, Cinemática e Arduino.

Rio de Janeiro  
Janeiro de 2019

## **ABSTRACT**

### **USE OF ARDUINO AS AN EVALUATION TOOL IN THE KINEMATIC TEACHING**

Gabriel Borges Guedes

Supervisor:  
Professor Dr. Felipe Mondaini

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da UNIRIO no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

The use of technology in science education has attracted the attention of high school students and teachers. With so many innovations and possibilities comes the doubt of what would be most functional to instigate and engage the student. The product of this work aims at the open use of the Arduino as an evaluation tool that enables the teacher to understand and assist the student in his personal constructions and the awakening of his interest in science by showing it as a dynamic tool and not purely observational. Kinematics was chosen as the subject of the study due to its great prominence as a first subject and its broad approach in high school. The Arduino was used together with experimentation and through the use of specific sensors it was possible to explore and demonstrate phenomenology by evading abstractivism. We used the methodological thoughts of David Ausubel, which promotes a greater development of the student due to the exploration of his previous conceptions. Finally, the students were presented with an evaluative and personal questionnaire about the subjects addressed during the course development, where it was possible to assess their satisfaction with the methodology and to work within their answers, enabling the construction of meaningful learning.

**Keywords:** Teaching Physics, Experimenting with Arduino, Kinematics and Arduino.

Rio de Janeiro  
Janeiro de 2019

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Especificações do Arduino .....	11
Tabela 2 – Medida de alcance (A) realizadas através da verificação das marcas feitas no papel A4.....	24
Tabela 3 – Alcance médio ( $A_m \pm \sigma$ ).....	25
Tabela 4 – Velocidade média ( $V_m$ ).....	25
Tabela 5 – Velocidades registradas pela utilização do Arduino com um e dois ímãs.....	29
Tabela 6 – Médias dos valores de velocidades obtidos pelo Arduino.....	29
Tabela 7 – Perguntas de cunho pessoal, retiradas do questionário e apresentadas aos alunos.....	50

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Identificação dos componentes da placa Arduino .....	10
Figura 2 – Entradas de Energia (Power) e analógicas da placa Arduino .....	11
Figura 3 – Interface Arduino .....	12
Figura 4 – Seleção da placa na interface do Arduino .....	13
Figura 5 – Pedra magnetizada atraindo cliques de papel .....	17
Figura 6 – Ímã em formato de ferradura atraindo pregos de material ferromagnético .....	18
Figura 7 – Identificação da estrutura básica de polos de um ímã e representação do campo magnético .....	18
Figura 8 – Representação da interação de três materiais quando submetidos a ação de um campo magnético externo: (a) ferromagnético; (b) paramagnético; (c) diamagnético .....	19
Figura 9 – Representação do lançamento oblíquo .....	20
Figura 10 – Ilustração do canhão magnético .....	22
Figura 11 – Representação do disparo e da trajetória do projétil .....	24
Figura 12 – Canhão Magnético disposto ao lado da protoboard e da placa Arduino .....	26
Figura 13 – Associação do Canhão Magnético aos sensores .....	26
Figura 14 – Representação dos conectores do Arduino aos fotoresistores .....	27
Figura 15 – Sketch, programa utilizado para controlar a placa Arduino .....	28
Figura 16 – Fluxo magnético em equilíbrio .....	33
Figura 17 – Fluxo magnético fora do equilíbrio .....	34
Figura 18 – Representação dos conectores do Arduino ao sensor HC-SR04 .....	35
Figura 19 – Materiais utilizados para a execução do experimento .....	35
Figura 20 – (a) Base de PVC utilizada para estabilização dos tubos; (b) Base de PVC com pedaço de papelão para suporte de segurança do sensor .....	36
Figura 21 – Ímãs de neodímio separados por camadas de papelão .....	36
Figura 22 – Sketch, programa utilizado para controlar a placa Arduino .....	37



Figura 23 – Representação da queda do ímã no interior dos dois canos utilizados: (1 <sup>o</sup> ) PVC e cobre (2 <sup>o</sup> ).....	38
Figura 24 – Representação do abandono dos ímãs em duas situações, possibilitadas pelas diferentes naturezas dos tubos: (a) PVC; (b) cobre.....	39
Figura 25 – Gráfico de posição em função do tempo, em uma escala arbitrária, obtido pelo sensor HC-SR04 para o tubo de PVC.....	39
Figura 26 – Gráfico de posição em função do tempo, em uma escala arbitrária, obtido pelo sensor HC-SR04 para o tubo de cobre.....	40
Figura 27 – Gráficos de respostas analisadas referentes as perguntas 1, 2 e 3 abordadas no questionário (Apêndice).....	52
Figura 28 – Gráfico da análise de respostas da questão 4. Pergunta: O movimento da esfera sobre o trilho do canhão magnético é considerado Uniforme ou Variado? .....	52
Figura 29 – Gráfico da análise de respostas da questão 5. Pergunta: Quando a esfera abandona o trilho do canhão, inicia um lançamento horizontal. Se aumentarmos a altura do lançamento, o que acontece com o alcance?.....	53
Figura 30 – Gráfico da análise de respostas da questão 6. Pergunta: Por que a esfera acelera sobre o trilho do canhão?.....	53
Figura 31 – Gráfico da análise de respostas da questão 7. Pergunta: Observando somente os gráficos, é possível identificar os tipos de movimentos observados?.....	54
Figura 31 - Gráfico da análise de respostas da questão 8. Pergunta: Utilizando os conceitos da Cinemática e Dinâmica explique porque o movimento dos ímãs sofre alterações ao percorrer o interior do tubo de cobre quando comparado ao cano de PVC?.....	54

# SUMÁRIO

<b>1. Introdução.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Arduino .....</b>	<b>7</b>
2.1. <i>Uma Breve História do Arduino.....</i>	7
2.2. <i>O Arduino .....</i>	9
2.3. <i>O Arduino UNO.....</i>	10
2.4. <i>Programação.....</i>	12
<b>3. Canhão Magnético (Canhão de Gauss) .....</b>	<b>15</b>
3.1. <i>Motivação e Aplicações.....</i>	16
3.2. <i>Abordagem Utilizada.....</i>	17
3.2.1. <i>Magnetismo .....</i>	17
3.2.2. <i>Lançamento Oblíquo .....</i>	20
3.3. <i>Cálculo da Velocidade do Projétil .....</i>	22
<b>4. Freio Magnético.....</b>	<b>31</b>
4.1. <i>Motivação e Aplicações.....</i>	31
4.2. <i>Abordagem Utilizada.....</i>	33
4.3. <i>Experimento.....</i>	34
<b>5. Metodologia.....</b>	<b>41</b>
5.1. <i>Campo da Pesquisa .....</i>	41
5.2. <i>Procedimento Metodológicos.....</i>	42
<b>6. Descrição da Coleta de Dados .....</b>	<b>44</b>
6.1. <i>Etapa 1.....</i>	44
6.2. <i>Etapa 2.....</i>	45
6.3. <i>Etapa 3.....</i>	46
<b>7. Análise de Dados .....</b>	<b>48</b>
7.1. <i>Questionário .....</i>	48
7.2. <i>Análise das Respostas.....</i>	50
7.3. <i>O Arduino Como Ferramenta Auxiliadora no Ensino .....</i>	55
7.4. <i>O Arduino Como Ferramenta Motivacional .....</i>	55
<b>8. Considerações Finais.....</b>	<b>57</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>59</b>
<b>Apêndice.....</b>	<b>62</b>
A.1. <i>MANUAL DE APLICAÇÃO DO PRODUTO .....</i>	62
A.2. <i>QUESTIONÁRIO APLICADO E PADRÕES DE RESPOSTA.....</i>	64

O Ensino de Física no Brasil é um assunto que origina inúmeros temas de pesquisa, apresentando como objetivos o desenvolvimento e/ou o aprimoramento de sua abordagem. Em um mundo globalizado o ser humano é constantemente direcionado, mesmo que inconscientemente, a adequação ao que é novo, possibilitando-o um momento de reflexão e conseqüentemente um aprimoramento. Esse processo de atualização pode ser observado em diversos aspectos no dia a dia, porém diante de todas essas evoluções está a sala de aula.

Contrariando o processo de atualização natural, o Ensino de Física de metodologia “tradicional” perdura por décadas, mesmo perante a conscientização das modificações sofridas por um dos principais agentes nesse processo, o aluno. Ser aluno no século vinte e um é uma tarefa muito diferente desse mesmo papel desempenhado no século passado, pois hoje o acesso à informação é algo mais presente no cotidiano, uma das facilidades e desafios trazidos pela internet.

O cérebro humano funciona como um computador de memória infinita, mas diferente das máquinas eletrônicas utilizadas das mais diversas formas pelo mundo que podem armazenar qualquer informação selecionada, o cérebro possui um caráter seletivo mais rigoroso, optando por armazenar a informação associada à sua carga emocional (PIAZZI, 2014). Durante o sono o cérebro organiza a enorme quantidade de informações adquiridas durante o dia e tudo aquilo que não houver despertado sua atenção ou for revisitado adquirindo um destaque de importância é “descartado” e esquecido.

Se você, ao receber aquela informação durante o dia, o fez de maneira prazerosa ou até muito triste, trágica, a emoção a ela associada fará com que, durante o sonho noturno, ela será gravada de forma permanente. Entretanto, se a informação foi recebida com indiferença, tédio, de maneira a não abalá-lo (a) nem positiva nem negativamente, com certeza ela será descartada durante a noite (PIAZZI, 2014.).

Se seu professor de geografia, por exemplo, der uma matéria importantíssima e, no meio da aula, contar uma piada, o que você vai lembrar da aula depois de algumas semanas? Da piada! (PIAZZI, 2014 pg.39,40).

Com o passar do tempo, novas tecnologias são descobertas e é cada vez mais perceptível a inquietação dos alunos com a forma como as aulas são ministradas, pois aquele assunto, ou pelo menos, da maneira como é abordado, na maioria das vezes, não gera nenhum

tipo de incentivo e imerso na realidade onde se espera que sejam feitas perguntas, o jovem carrega consigo o silêncio ou a mais clássica das perguntas “Para que eu preciso aprender isso?”. Há uma real necessidade de deixar de lado a vaidade de esperar que o aluno deva querer aprender e se colocar em seu lugar para responder a pergunta mais importante “Como eu consigo despertar o interesse dos meus alunos, para que haja uma aprendizagem realmente significativa? ”, em outras palavras, é preciso fazer o aluno querer aprender.

Na metodologia tradicional de ensino, o aluno é um indivíduo passivo que será exposto ao conhecimento apresentado pelo professor com pouca ou nenhuma interação, o que ocasiona o questionamento desse tipo de abordagem. Aprender significa perceber algo irregular e de acordo com os artifícios fornecidos, por condições ou terceiros, buscar uma interpretação coerente para o fato (BORGES; RODRIGUES, 2005). Segundo David Ausubel, psicólogo americano, as novas interpretações são mantidas em seu cérebro na forma de experiência e podemos a ela recorrer futuramente, atribuindo o nome de concepções prévias, de acordo com a necessidade de futuras interpretações (MOREIRA, 2011).

Durante o processo de aprendizagem, indivíduos buscam mecanismos que possibilitem a compreensão de novos conceitos. Esses mecanismos são desenvolvidos por meio de analogias, estando de acordo com conceitos já familiarizados pelo estudante através de sua observação e contato com experiências passadas. A aprendizagem significativa está relacionada à forma como o aluno administra as informações assimiladas estabelecendo conexões coerentes, ressignificando seus conceitos e adquirindo maior estabilidade, isso deve ser conquistado por meio de uma metodologia incorporável à sua realidade social e estrutura cognitiva (MOREIRA, 2011). Suas concepções prévias serão mecanismos facilitadores para seu desenvolvimento, pois propicia um momento de revisitação junto a aprendizagem, favorecendo a “fixação” simultaneamente ao que lhe é apresentado.

O uso da metodologia ativa tem como objetivo propiciar o auxílio para o desenvolvimento de subsídios e gerar um crescimento intelectual e social do aluno e por meio de suas próprias análises, mediadas pelo professor, esse aluno será instigado a aprender a aprender. O professor tradicional possui a figura de transmissor do conhecimento enquanto o aluno de receptor passivo e possível futuro (MITRE et al, 2008). A postura passiva mediante ao seu desenvolvimento intelectual pode ocasionar a dependência de um mediador presente estabelecendo as conexões necessárias para o aluno, que na atualidade pode ser observado pelo aumento da busca de alunos por vídeo aulas, onde são pesquisados os mesmos assuntos abordados em sala de aula. O aluno perdeu a iniciativa de buscar um maior esclarecimento em

livros ou textos, até mesmo na internet, e tornou-se necessário alguém que repita os mesmos tópicos diversas vezes até que ele entenda ou decore. O aluno deve ser estimulado a desenvolver raciocínio crítico e responsabilidade, capacitando-o para lidar com situações mais complexas.

A mecanização do Ensino de Física, entre outras disciplinas, será responsável por gerar alunos robôs que aplicam fórmulas, sem saber o que elas representam, alunos que resolvem exercícios de transformações gasosas, mas não conseguem explicar o que são variáveis de estado ou o que é um gás ideal ou que resolvem diversos problemas de cinemática, mas não sabem o que é a resistência do ar e a descartam, pois o enunciado do problema assim os orienta.

No ambiente da sala de aula, o aluno fica sujeito a uma gama de informações diariamente e se o assunto não lhe despertar interesse, dificilmente ele sentirá vontade de realmente aprender. Dentro desse contexto, esse mesmo aluno decorará o máximo de informação possível para realizar a próxima prova e depois esquecerá tudo. Segundo (SILVA, 2013) o rendimento da aprendizagem pode sofrer variações de acordo com a forma que essa síntese é realizada, leitura 10%, audição 20%, visão 30%, audição e visão 50% e o conjunto audição, visão e realização de uma atividade 80%. A partir da observação desses dados, fica claro que a realização das atividades pelos alunos aumenta sua participação em sala de aula o que melhora sua atuação.

Em 1890, a tecnologia de informação ganhou espaço mundial e hoje em dia está presente, mesmo que não plenamente utilizada, em quase todas as salas de aula. O uso da tecnologia promove uma flexibilidade, dinamização e estimula a criatividade, porém deve ser aplicada da maneira correta para não gerar o resultado oposto, que comumente pode ser observado nas salas de aula de todo o Brasil (SILVA, 2013). Nos dias de hoje, é muito comum o uso de projetores de multimídia em sala. A implantação desse artifício tem como objetivo renovar a maneira como a aula é ministrada criando adaptações que podem tornar a aula mais visual e atrativa. Por exemplo, ao ministrar uma aula de usinas geradoras de energia elétrica, mostrar fotos dos componentes, vídeos ou até criar simulações animadas que facilitam o entendimento dos processos envolvidos constituem elementos agregadores a aula. Há casos em que essas utilizações ganham um aspecto negativo, que devido ao mal preparo das projeções e elaboração da aula transformam a aula em um ambiente exaustivo, esses fatos pontuais mostram que a tecnologia não substitui o papel do professor, mas devem ser utilizadas de maneira a dinamizar a interação professor-turma, caso contrário seu mau uso padece do mesmo problema apresentado em uma aula tradicional, a passividade do aluno.

Os recursos audiovisuais podem auxiliar a aprendizagem e gerar estímulos intelectuais, uma evolução educacional com textos, imagens e até sons. Nesse novo contexto, ao professor é agregado o papel de estimulador tecnológico, um papel que necessita de preparo, mas a realidade é bem diferente (CASCARELLI, 2002). Segundo o IBOP de 2009, até aquele ano 98% das escolas possuíam computadores à disposição das práticas escolares, mas 72% dos professores não possuíam preparo para tal (AZEVEDO et al 2014). Porém, existe uma tendência natural de que o contato com aparatos tecnológicos seja solidificado no dia a dia tanto do professor, quanto do aluno trazendo maior naturalidade e conseqüentemente produzindo uma transposição didática mais fluida que possa, desta forma, explorar mais profundamente a gama de possibilidades trazidas pelo uso desse método.

Cientes das diversas formas de inovações tecnológicas e com o intuito de propiciar uma melhor aceitação dos alunos à disciplina de Física, o presente trabalho consiste na utilização de novas abordagens didáticas baseadas na utilização de tecnologias de “fácil” acesso. Essas abordagens em suas inúmeras aplicações, podem favorecer ao enriquecimento da transposição dos conteúdos por promover uma interpretação diferenciada da tradicional, onde o aluno, por meio de simulações ou experimentação, acaba por apresentar uma melhor visualização em relação ao método tradicional de observação de figuras. Porém, a utilização da tecnologia como transposição didática será associada ao modelo de ensino tradicional devido a problematização da interpretação do aluno. A aplicação tradicional será abordada na forma de uma pré-leitura, que possibilitará uma discussão entre professor e aluno, onde serão antecipados conceitos favorecendo a transposição de ideias e concepções prévias que criam um importante elo responsável pelo desenvolvimento direcionado do assunto (MATURANO, 2016).

A ideia de proporcionar algum tipo de inovação nas aulas de Física não é recente, mas o que causa dúvidas durante a implementação é “como” e “o que” utilizar. Sendo assim, a utilização do Arduino, um microcontrolador eletrônico de baixo custo, complementar a experimentação e será submetido a uma análise de aceitação dos próprios alunos.

As formas de tecnologias, aqui abordadas são, o computador conectado a um projetor de multimídia (data show) e o Arduino, que auxiliarão na resposta da pergunta “o que pode ser utilizado dentro da sala de forma mais significativa? ”. O computador pode ser aplicado como um mecanismo de representação fenomenológica que por meio de simulações venha a facilitar a observação e a fuga do abstrativismo que é empregada pelas limitações da lousa. O celular (smartphone) possui um papel importante devido ao grande número de aplicativos disponíveis para utilização em sala de aula. Em um dos experimentos no tópico de cinemática a ser

abordado, faremos uso da função “câmera lenta”, uma ferramenta audiovisual que permite a captura de vários quadros por segundo (registra um maior número de informações que a ferramenta de vídeo tradicional). Em especial faremos uso da plataforma Arduino devido a vasta gama de aplicações e baixo custo envolvido.

O Arduino é uma placa de prototipagem eletrônica italiana projetada em 2005 com cunho voltado para a educação, mas devido a sua diversidade de aplicações e popularização foi disseminado pelo mundo propiciando uma maior acessibilidade à área da robótica. O software funciona como microcontrolador com interface Java, linguagem de programação C/C++ e possui um sistema de código aberto, ou seja, é possível alterar suas configurações, os “sketchs”, resultando em uma alteração no experimento. Durante a execução de um processo qualquer, o sistema do Arduino realiza a leitura simultânea de diversos sensores, digitais e analógicos funcionando também como administrador de dados, possibilitando a visualização e a análise em tempo real (Martinazzo, 2014).

É possível observar em bibliografias a grande atuação do Arduino como elemento de inovação tecnológica em cursos de graduação em Ciências da Natureza, onde há a apresentação de conclusões positivas na análise de estudos específicos.

Com a utilização da plataforma Arduino revela-se que mesmo os conceitos estudados separadamente nas disciplinas do curso de Engenharia Elétrica, podem ser incorporados em um único projeto. Isso se mostrou de significativa importância, pois as habilidades e competências acrescidas com este projeto, permitem que os alunos compreendam melhor as disciplinas do curso e em decorrência desse fato, obtenham um melhor desempenho nas mesmas além de contribuir para aumentar o interesse dos alunos à graduação de Engenharia Elétrica (BRIDI, 2013).

A positividade decorrente da utilização do Arduino é uma ferramenta motivadora do presente trabalho, buscando adquirir o mesmo retorno favorável à sua utilização e aceitação dos alunos, estimulando sua curiosidade e auxiliando na observação fenomenológica que será associada ao estudo do movimento dos corpos, a Cinemática.

A Cinemática é o assunto inicial em um curso de Física no ensino médio e por vezes é o mais abordado. Esse tópico da Física é responsável pelo estudo do movimento dos corpos e o seu entendimento servirá de alicerce para um bom desenvolvimento de outros assuntos mais complexos.

Serão utilizados no presente trabalho, dois experimentos: “Canhão Magnético” e “Freio Magnético”. O primeiro experimento, o Canhão Magnético, é também conhecido como

“Canhão de Gauss”, nome dado em referência a Carl Friedrich Gauss, que foi o primeiro cientista a realizar estudos sobre aceleradores de projéteis através da utilização do magnetismo. O experimento utilizado por Gauss consistia em um tubo que serve de trajetória e seria percorrido por projéteis, ao longo do tubo havia trechos com fios externamente enrolados como bobinas e quando percorridas por correntes elétricas produziram um campo magnético. Ao serem aproximados dessas bobinas, os projéteis são acelerados devido à força magnética até alcançar o limite do tubo e serem lançados. O procedimento experimental proposto será realizado por meio da utilização de uma simplificação do canhão magnético de Gauss, pois ao invés das bobinas, serão utilizados ímãs de neodímio e esferas metálicas que após um conjunto de colisões serão lançadas com grande velocidade. Durante a execução dos processos experimentais serão explorados os assuntos: velocidade, aceleração e lançamento oblíquo.

O segundo experimento, o Freio Magnético, é um sistema de frenagem que consiste na utilização das correntes induzidas na desaceleração de um corpo, mas sem que haja a necessidade do contato entre estes durante esse processo. Para a compreensão desse sistema, torna-se necessário entender o funcionamento de um sistema de freios “convencional”, tomando como exemplo os que são utilizados em automóveis, que consiste em interferir na movimentação do corpo por meio do contato físico, provocando uma desaceleração devido ao atrito. O sistema magnético pode ser encontrado em diversos equipamentos, como trens, brinquedos em parques de diversão, guinchos grandes, e aparelhos de pesca. A construção do equipamento a ser apresentado em sala de aula consistirá na utilização de um cano de cobre ou alumínio (ambos materiais metálicos), orientado verticalmente, onde em seu interior será abandonado um ímã que iniciará o movimento de queda. Neste experimento, o Arduino proporcionará o gráfico de movimento em tempo real, o que se apresenta como uma excelente forma de discutir os movimentos MU e MUV.

Com a conclusão de parte do projeto em sala de aula, o aluno será submetido a um questionário comparativo e objetivo com o tema “mecanismos tecnológicos utilizados vs metodologia tradicional”. A partir da análise estatística dos dados coletados será realizado um levantamento quantitativo a respeito da influência das alternativas apresentadas ao aluno e sua significância para o entendimento que terá como objetivo, servir de referência para professores que pretendam implementar/aprimorar suas aulas.



O Arduino já possui uma relevante aplicação em pesquisas de Ensino de Física. Suas aplicações, das mais variadas possíveis, são utilizadas singularmente na sala de aula do ensino médio, ou seja, existem milhares de experimentos educacionais, mas na maioria das vezes, são utilizados somente para a produção científica. Dentre essas diversas aplicações do Arduino, estão os trabalhos desenvolvidos pelo programa de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF) na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pelo autor Gilberto Fetzner Filho, que aborda o assunto da cinemática a partir da utilização de sensores que permitem a visualização em tempo real dos dados coletados. E o trabalho desenvolvido na Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro pelo autor Luiz Henrique Monteiro de Castro que em seu trabalho, cujo título é “O Uso do Arduino e do Processing no Ensino de Física” desenvolveu uma estação meteorológica de baixo custo, que permite acompanhar ao longo de dado intervalo de tempo informações de temperatura, umidade e pressão local.

A inserção do Arduino no ambiente escolar, nas aulas de Física, possui o objetivo de despertar o interesse do aluno, como uma ferramenta motivacional. O processo de aprendizagem e construção de conhecimento é facilmente influenciado por agentes externos e possui diversos obstáculos sendo um deles o imaginário coletivo. Isso significa que o compartilhamento de experiências com terceiros acaba influenciando na forma da aceitação do aluno em relação ao assunto estudado, ou seja, quando o aluno ouve de várias fontes que a Física é um assunto difícil, mesmo sem ter tido contato algum com a disciplina.

O Arduino pode ser utilizado como ferramenta auxiliadora na interpretação e visualização de conceitos, sendo assim o aluno será estimulado a poder observar os fenômenos físicos do dia a dia com maior propriedade e permitir a correção e desenvolvimento de suas concepções prévias, como exposto na teoria de Ausbel.

### 2.1. Uma Breve História do Arduino

O projeto Arduino teve sua origem em 2005, desenvolvido no Interaction Design Institute na cidade de Ivrea na Itália, onde os pesquisadores Massimo Benzi, David Cuartielles,

Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis, possuíam como objetivo a criação de um dispositivo que possibilitasse o controle e a elaboração de projetos de maneira mais simples e acessível que as disponíveis, pois os produtos existentes no mercado eram caros e relativamente difíceis de usar. Banzi e Cuartielles tinha como propósito desenvolver um microcontrolador que pudesse ser utilizado por estudantes de arte e design em seus projetos. A única exigência era que o preço fosse acessível de forma que fosse viável para o estudante pagar e de fácil compreensão e manejo. David Cuartielles foi o responsável pelo desenho da placa e seu aluno David Mellis por programar o software para executar a placa. Um engenheiro local foi contratado a fim de auxiliar os estudantes a desenvolverem seus projetos e assim foi produzida uma tiragem inicial de duzentas placas. Tal placa foi chamada de Arduino. O nome da placa faz referência a um bar local frequentado na época por membros do corpo docente e alunos do instituto (EVANS; NOBLE; HOCHENBAUM, 2013).

No início as placas eram vendidas em forma de kit para que os estudantes construíssem seu próprio projeto. As primeiras placas criadas foram rapidamente vendidas, design e artistas de outras áreas começaram a demonstrar interesse no Arduino para a produção de seus projetos e a sua popularização se deu devido a facilitação de adaptações experimentais que provocou uma aproximação significativa na área da robótica (CASTRO 2016).

Desde que o Arduino teve início, mais de 150.000 placas foram vendidas em todo o mundo. Entre placas- clones não oficiais e placas oficiais, é estimado que mais de 500 mil placas Arduino tenham sido vendidas, o que demonstra seu nível de popularidade e potencial ao tratar-se de uma fonte aberta para a criação de projetos de forma rápida e fácil, contando com uma curva de aprendizagem relativamente pequena. (MCROBERTS, 2011)

Uma das vantagens do Arduino sobre outras plataformas de desenvolvimento de microcontroladores é a sua facilidade de utilização; possibilitando que integrantes de diferentes áreas técnicas consigam criar seus próprios projetos em um intervalo de tempo curto, sem o conhecimento especializado em eletrônica. (MCROBERTS, 2011)

O uso do Arduino no ensino de ciências, mais especificamente nas áreas de Física e Química, tem sido disseminado devido à facilidade de aprendizagem e utilização em projetos simples com preparo em curto intervalo de tempo (MCROBERTS, 2011). Existem diversas comunidades de desenvolvedores de projetos que disponibilizam seus códigos para o auxílio de novos desenvolvedores ou para serem modificados e reutilizados em outros projetos. Esses mecanismos de suporte promovem uma maior

aproximação e fornece os subsídios necessários para a construção de novos programadores tornando possível, cada vez mais, a evolução experimental em âmbito escolar.

## 2.2. Conhecendo o Arduino

O Arduino é uma plataforma *open source*, isso significa que seu código fonte é disponibilizado com uma licença de código aberto, um sistema que fornece o direito de estudar, modificar e distribuir desenvolvendo softwares de maneira colaborativa. O Arduino pode ser conectado ao computador através de uma porta USB<sup>1</sup>, pelo qual é realizada a transmissão de comandos e recuperação de dados por meio do software de programação disponível sob a licença Attribution-ShareAlike 2.5 da empresa Creative Commons.

A placa Arduino é composta por um microprocessador atmel AVR que possui um cristal oscilador de 16MHz (relógio simples) que permite enviar pulsos em uma frequência específica para regular a velocidade de operação. O sistema também envolve um ambiente de desenvolvimento integrado ao hardware (IDE – Integrated Development Environment) para geração dos programas, denominados de sketches, que serão enviados para a placa eletrônica. O IDE do Arduino foi desenvolvido em linguagem JAVA baseado no projeto Processing<sup>4</sup>, na biblioteca AVR-gcc (para microcontroladores da família AVR e em outros softwares livres (ALVES et al, 2012).

O hardware do Arduino pode ser adaptado por meio de extensões desta forma, torna-se possível a aferição de dados de qualquer fenômeno detectável, por sensores expostos ao ambiente que interpretam sinais elétricos a partir de suas portas digitais e analógicas (MCROBERTS, 2011).

Em termos práticos, um Arduino é um pequeno computador que você pode programar para processar entradas e saídas entre o dispositivo e componentes externos conectados a ele. O Arduino é o que chamamos de plataforma de computação física ou embarcada, o seja, um sistema que pode interagir com seu ambiente por meio de softwares e hardwares (MCROBERTS, 2011 pg. 22).

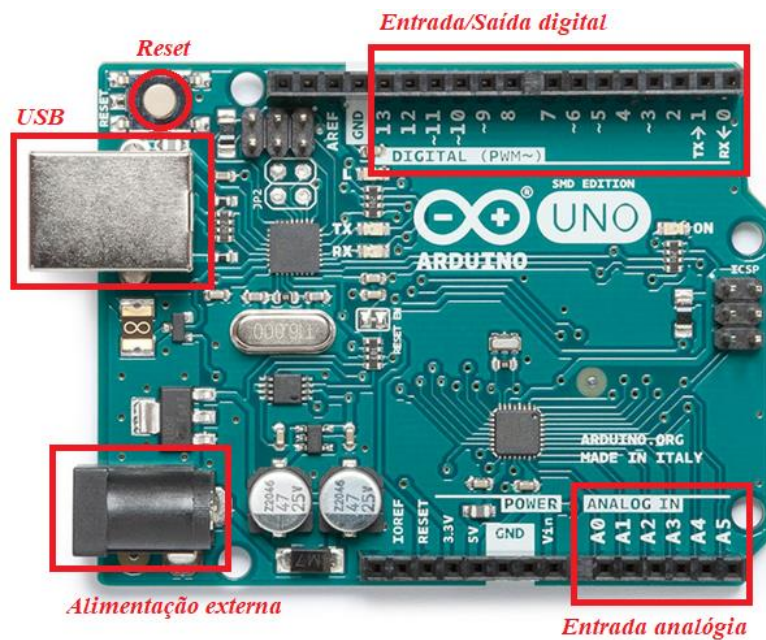
Atualmente existe uma série de versões da plataforma Arduino no mercado, todas apresentam um microprocessador de 8 bits Armel AVR reduced instruction set computer (RISC). A primeira placa foi baseada no ATmega8 rodando a uma velocidade de clock de 16MHz com memória flash de 8 kB; com o desenvolvimento do projeto, as placas Arduino NG plus e a Diecimila passaram a usar o Atmega 168 com memória flash de 16kB. As versões mais

recentes do Arduino, Duemilanove e Uno, usam o ATmega328 com memória flash de 32kB possibilitando uma alternância automática entre USB e corrente contínua (DC). Para projetos que exigem mais Entrada/Saída e memória, há o Arduino Mega 1280, com memória de 128 kB, ou o mais recente Arduino Mega2560, com memória de 256 kB (EVANS; NOBLE, 2013).

### 2.3. O Arduino UNO

O Arduino Uno, indicado na Figura 1, é uma placa que possui memória de 32 kB, 14 pinos de entrada/saída digital e seis entradas analógicas. Além disso, seis dos pinos digitais podem ser programados para fornecem uma saída de modulação por largura de pulso (PWM) que consiste em uma técnica para obtenção de resultados analógicos por meios de análises digitais. Estão disponíveis diversos protocolos para comunicação com a placa, incluindo serial, bus serial de interface periférica (SPI) e 12C/TWI. Incluídos em cada placa como recurso padrão estão um condutor de programação serial in-circuit (ICSP) e um botão de reset. Ele contém todos os componentes necessários para suportar o microcontrolador, sua alimentação será realizada pela conexão via USB ou Bateria.

*Figura 1: Identificação dos componentes da placa Arduino.*



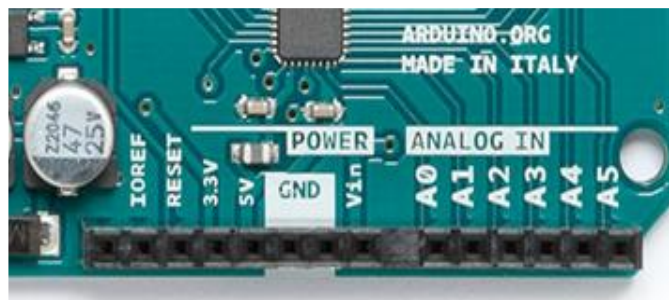
*Fonte: Gabriel Guedes (2018).*

O Arduino Uno é diferenciado de todas as placas antecessoras pois não utiliza o chip FTDI para realizar conversão do sinal serial, utilizando um Atmega8U2 programado como conversor de USB para serial. Como medida de praticidade, o dispositivo possui um botão de Reset, o que possibilita reiniciar a tomada de dados sempre que preciso sem ter que realizar a compilação mais de uma vez.

### - Entrada e Saída

O Arduino Uno possui 6 entradas analógicas, como observado na Figura 2, representadas pelas marcações de A0 a A5, cada uma tem 10 bits de resolução que medem tensões de 0 a 5V. O Arduino Uno possui um polyfuso (fusível) resetável como mecanismo de proteção da porta USB do computador contra sobre-corrente e curtos circuitos. Embora muitos computadores já possuam proteção interna própria, esse mecanismo foi desenvolvido com o intuito de intensificar a proteção a placa estabelecendo um limite de 500mA, caso a intensidade da corrente elétrica exceder esse valor na porta USB, ele automaticamente interromperá a conexão até que o curto ou a sobrecarga sejam resolvidos.

*Figura 2: Entradas de Energia (Power) e analógicas da placa Arduino.*



*Fonte: Gabriel Guedes (2018).*

A tabela 1 descreve a função de cada uma das portas referentes a entrada/saída de conexões da placa.

*Tabela 1: Especificações do Arduino.*

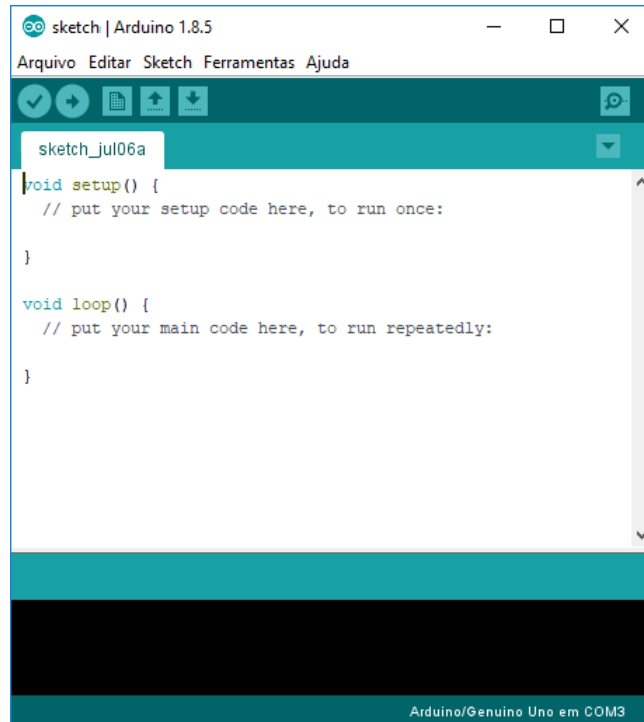
<b>Porta</b>	<b>Função</b>
VIN	Entrada utilizada para conexões fonte de alimentação externa. (em oposição à conexão USB ou outra fonte de alimentação regulada).

5V	A fonte de alimentação regulada usada para o microcontrolador e para outros componentes na placa. A transmissão da tensão poderá ser enviada a partir do VIN através do regulador embarcado ou da conexão USB ou outra fonte regulada em 5V.
3,3V	Uma fonte de 3,3V gerada pelo regulador embarcado. A corrente máxima suportada é de 50mA.
GND	Pinos terra.

## 2.4. Programação

Para programar o Arduino é necessário a utilização do aplicativo IDE que pode ser encontrado no site <http://arduino.cc/en/Main/Software>, onde também é possível encontrar materiais de apoio dentre outras informações, inclusive sobre outros modelos de placas. A programação é realizada através de uma linguagem própria, baseada em Wiring que assemelha-se à linguagem C/C++. A interface do programa, observada na figura 3, é simples e possui tradução para o português.

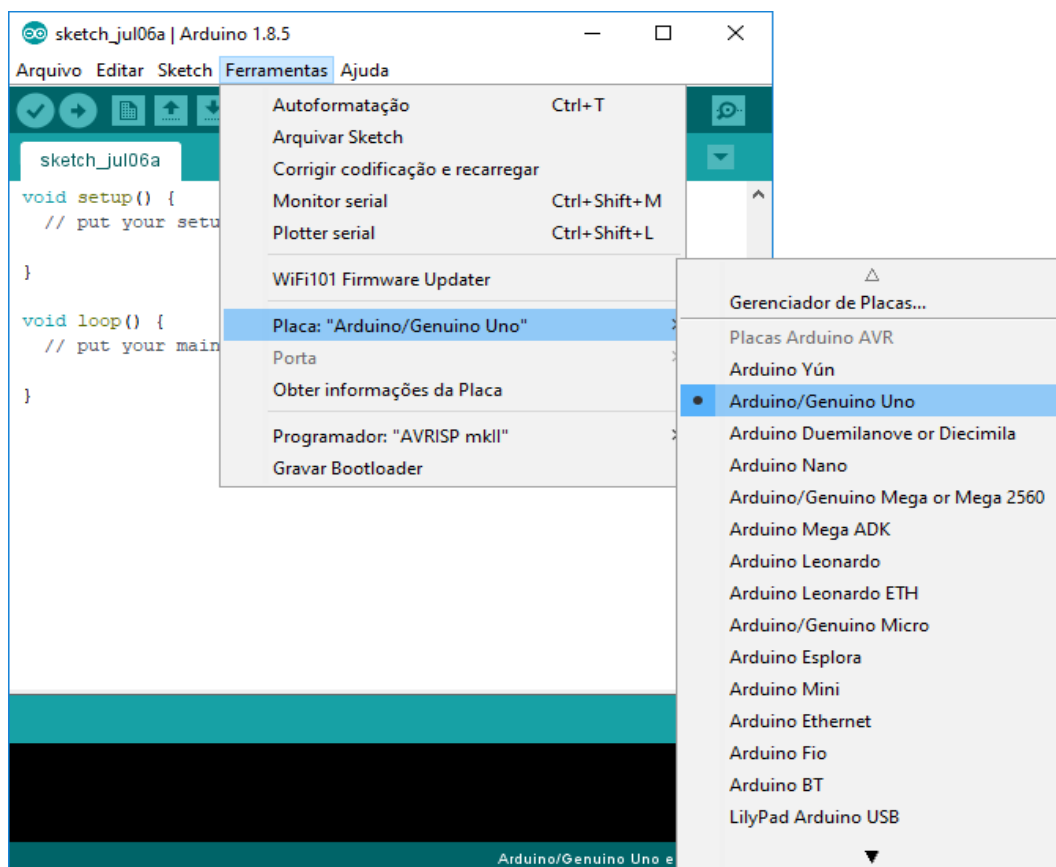
*Figura 3: Interface Arduino.*



*Fonte: Gabriel Guedes (2018).*

Antes de iniciar a programação é preciso configurar o IDE de acordo com o modelo da placa a ser utilizada, como observado na figura 4, evitando assim, qualquer problema de compatibilidade. Feito isso, resta escrever o algoritmo de controle do programa e selecionar a opção Upload onde será realizada a checagem e por fim, o programa será compilado (enviado para placa) no Arduino (RODRIGUES; CUNHA 2014).

*Figura 4: Seleção da placa na interface do Arduino.*



*Fonte: Gabriel Guedes (2018).*

Na Física é comum o uso de experimentos de baixo custo em sala de aula, pois a presença de laboratórios didáticos e bem aparelhados é fato raro nas escolas pelo país. Dito isto fica clara a importância de tais recursos em sala de aula como elementos motivadores, porém vale ressaltar que em geral tais experimentos apresentam apenas o âmbito qualitativo e não quantitativo. O Arduino apresenta uma excelente solução para esta questão, pois é de baixo custo e os sensores a ele acoplados podem medir diversas grandezas com excelente precisão, entre eles: pressão, umidade, luminosidade, monóxido de carbono, temperatura, campo magnético e muitas outras. Por envolver conhecimentos de eletrônica e programação seu uso pode sofrer uma rejeição inicial, mas as diversas iniciativas de seu uso no campo da Física e o compartilhamento de projetos na rede tem feito o número de usuários crescer vertiginosamente e as resistências caírem. Em uma sociedade cada vez mais voltada e até mesmo dependente da tecnologia, a busca por elementos integradores de conhecimento se faz necessária e é nesse campo que o Arduino se destaca. Vale lembrar que os projetos não se limitam aos sensores existentes (são muitos!) e os tópicos a serem abordados vão desde o nível médio ao superior.

Nos próximos capítulos apresentaremos algumas propostas de inserção do Arduino no Ensino de Física, mais especificamente no estudo da Cinemática utilizando como elemento



motivador o fascínio causado pelos ímãs de neodímio nos alunos. É evidente que os experimentos a serem explorados não são os únicos no tópico, mas fornecem excelentes exemplos de como explorar as potencialidades da plataforma.

### **3. CANHÃO MAGNÉTICO (CANHÃO DE GAUSS)**

---

Um canhão eletromagnético consiste em um acelerador linear de projéteis que utilizava, originalmente, uma esfera de material ferromagnético que era impulsionada pelo campo magnético gerado por algumas bobinas dispostas em série que são percorridas por correntes elétricas geradas por uma bateria. Existem algumas adaptações desse experimento que permitem a transposição do mesmo fenômeno pela substituição das espiras por ímãs comuns, essa alteração acresce outros conceitos físicos necessários para que haja a possibilidade da interpretação clara, mas o princípio do experimento é mantido, acelerar projéteis por meio de campos magnéticos.

Karl Friedrich Gauss, nasceu em 30 de abril de 1777 em Brunswick, na Alemanha. Gauss, entre outras contribuições foi o inventor e pioneiro no estudo e formulação matemática do canhão magnético e sua funcionalidade e por isso esse aparato é também conhecido como Canhão de Gauss.

Desde pequeno, Gauss sempre apresentou um talento incomum para o trabalho com números, tanto que ficou conhecido, ainda jovem, como o “Príncipe da Matemática”. Gauss elaborou grandes teorias que promoveram grandes avanços na Matemática, Astronomia e Física. Quando jovem, descobriu a propriedade de simetria das progressões aritméticas, em uma atividade escolar. Durante sua formação universitária, foi o primeiro a desenhar o heptadecágono, um polígono com 17 lados que era um mistério desde os Romanos. Publicou “Disquisitiones Arithmeticae”, um dos livros mais importantes da história da matemática, nessa obra ainda é apresentada a lei de reciprocidade quadrática.

No início do século XIX mudou seu foco de estudo da aritmética para a Astronomia, onde foi diretor e lecionou (apesar de não gostar de dar aulas) no Observatório de Gottingen durante 40 anos. Gauss desenvolveu um método de acompanhamento de satélites que é utilizado até hoje.

Na Física, foi responsável pela elaboração de um método utilizado para calcular o campo elétrico de corpos eletrizados por meio do fluxo em superfícies fechadas, conhecido como “Lei de Gauss”. Devido a aplicação dessa lei para corpos magnetizados foi possível observar que o fluxo magnético através de uma superfície de contorno é nulo, indicando assim a inexistência de monopolos magnéticos. Essa aplicação é conhecida como uma das equações de Maxwell, sendo uma das relações mais importantes de toda a Física.

### 3.1. Motivação e Aplicações

Atualmente a Marinha Norte Americana investe no desenvolvimento do canhão *Railgun*, o canhão eletromagnético mais potente do mundo. Esse canhão utiliza correntes elétricas de alta intensidade, conseqüentemente um campo magnético também muito intenso, para disparar projéteis em grandes velocidades, que até então possui um limite de sete vezes a velocidade do som, possuindo um alcance aproximado de 400 km. O objetivo do projeto é instalar o canhão eletromagnético em navios para prestar ajuda em operações costeiras, onde a força aérea estivesse inviabilizada de atuar. Economicamente a progressão e incentivo desse projeto baseia-se na construção de armas de destruição em massa de alta eficácia e “baixo custo” levando em conta que o projétil utilizado possui 1% do custo de um míssil.

Explorando as abordagens tecnológicas que preenchem espaços visíveis na atualidade é possível auxiliar o aluno a estabelecer associações com o que é abordado dentro da sala e apesar da clara discrepância tecnológica entre os experimentos, essas analogias atuam como ferramentas encorajadoras. Pensando nisso, o canhão magnético foi escolhido como ferramenta motivacional promovendo o engajamento do aluno no projeto. Esta analogia promoverá seu interesse científico durante a elaboração e apresentação do experimento, onde serão abordados os conceitos da cinemática usando como pano de fundo o fascínio causado pelos poderosos ímãs de neodímio.

O estudo do movimento dos corpos é o primeiro assunto que o aluno tem contato com a Física em âmbito escolar e essa abordagem, para turmas regulares, dura pelo menos a metade do primeiro ano letivo. O tópico da cinemática está baseado na análise do problema, classificação dos movimentos e na resolução matemática por meio das equações de movimento abordadas previamente.

Serão utilizados conceitos do Movimento Uniforme (MU), Movimento Uniformemente Variado (MUV), Lançamento Horizontal e Queda livre, que se fazem presentes na elaboração do procedimento experimental. Dentro desse contexto o aluno entenderá a relação entre altura, tempo de queda, velocidade e alcance de um lançamento.

## 3.2. Abordagem Utilizada

### 3.2.1. Magnetismo

Não é nosso intuito neste trabalho focar no tópico magnetismo, porém como o mesmo será mencionado nos experimentos a serem utilizados, convém construir uma breve introdução acerca. Os fenômenos magnéticos foram percebidos pela primeira vez há mais de 2000 anos e até hoje são capazes de despertar a curiosidade das pessoas devido a sua simplicidade observacional e suas inúmeras aplicabilidades. O nome “magnetismo” foi originado devido a primeira observação do fenômeno na cidade de Magnésia, na Grécia antiga, onde foi percebido que algumas pedras eram atraídas por estruturas de ferro, essas pedras foram batizadas como “magnetita”, que são mais comumente conhecidas como “ímãs”.

Os ímãs são definidos como estruturas capazes de gerar campos magnéticos a sua volta, esses podem ser classificados como ímãs naturais e artificiais. Os ímãs naturais são constituídos de magnetita, material que apresenta um comportamento magnético intrínseco, já os ímãs artificiais são materiais que não apresentam nenhum caráter magnético, mas devido a fatores externos podem adquirir essa característica momentânea ou permanentemente.

*Figura 5: Pedra magnetizada atraindo cliques de papel.*



*Fonte:* <http://aprenderelétrica.com/imas-naturais/>

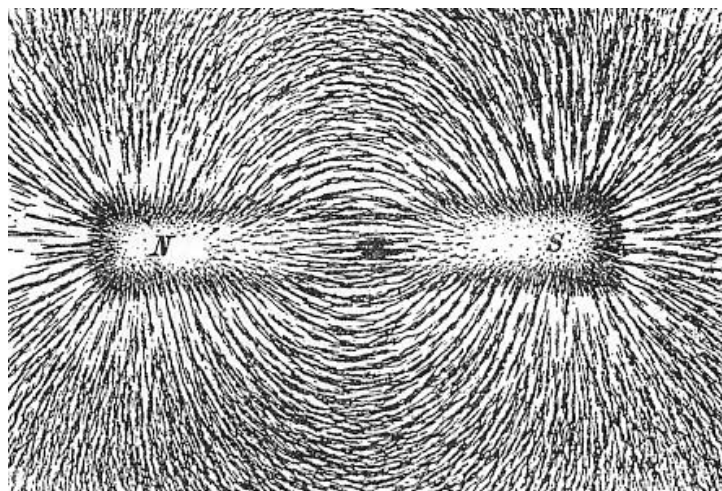
**Figura 6:** Ímã em formato de ferradura atraindo pregos de material ferromagnético.



**Fonte:** <http://alunosonline.uol.com.br/fisica/imas.html>

A princípio, o magnetismo pode apresentar algumas características que o assemelham a eletrostática, mas essa semelhança acaba sendo restrita apenas a característica de serem dois fenômenos que utilizam interações de campo como linguagem para sua interpretação. Todo ímã, em sua estrutura, apresenta duas regiões onde os fenômenos magnéticos são mais intensos e a essas regiões foram atribuídos o nome de polos magnéticos, Norte e Sul.

**Figura 7:** Identificação da estrutura básica de polos de um ímã e representação do campo magnético.

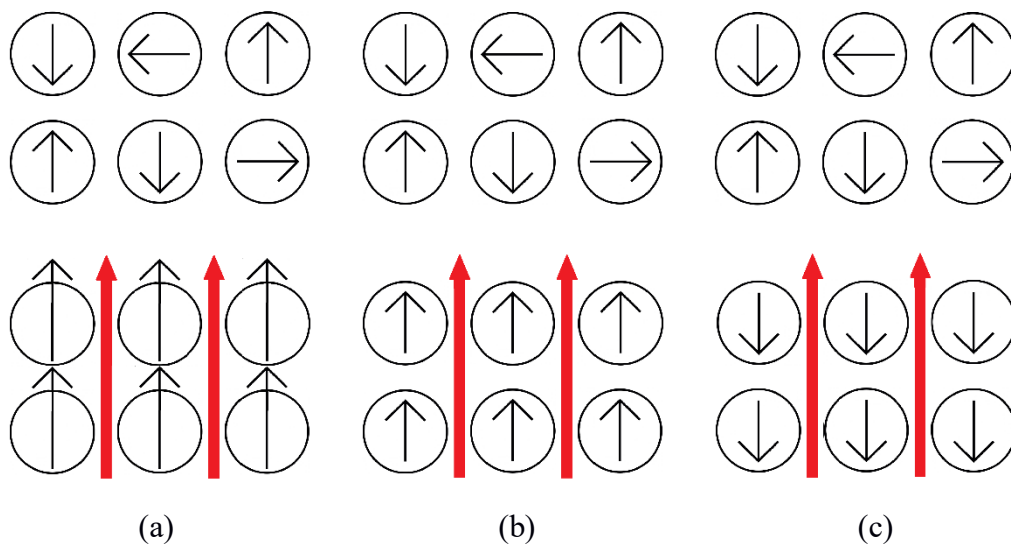


**Fonte:** [https://pt.wikipedia.org/wiki/Campo\\_magn%C3%A9tico#/media/File:Magnet0873.png](https://pt.wikipedia.org/wiki/Campo_magn%C3%A9tico#/media/File:Magnet0873.png)

Embora as cargas elétricas e os polos magnéticos sejam similares em vários aspectos, existe uma importante diferença: os polos magnéticos sempre ocorrem em pares. Quando um ímã é dividido ao meio, polos iguais e opostos aparecem em cada lado do ponto de quebra. Isso resulta em dois ímãs, cada um com um polo norte e um polo sul. (HALLIDAY, RESNICK, p.190, 2006)

Além da fenomenologia dos ímãs, também se faz necessário falar a respeito dos tipos de materiais cuja interação pode apresentar diferentes características observáveis e necessárias para o progresso e interpretação do presente trabalho. Quanto a seus comportamentos magnéticos, são possíveis as classificações como: Ferromagnético, quando o material ao ser exposto a um campo magnético externo apresenta uma orientação magnética igual à que lhe foi submetida intensificando o campo magnético externo e mesmo após seu afastamento ele mantém essa configuração, como uma memória magnética. Esse tipo de material é fortemente atraído por ímãs; Paramagnético, quando o material apresenta uma orientação magnética igual à que lhe foi submetida, mas ao ser afastado desse campo volta a sua configuração inicial. Esse tipo de material apresenta uma magnetização fraca; Diamagnético, material que ao ser exposto a um campo apresenta uma orientação magnética oposta ao campo externo, mas ao ser afastado, assim como os materiais paramagnéticos, volta a sua configuração inicial. Esse tipo de material sofre repulsão ao ser aproximado de ímãs.

**Figura 8:** Representação da interação de três materiais quando submetidos a ação de um campo magnético externo: (a) Ferromagnético; (b) Paramagnético; (c) Diamagnético.



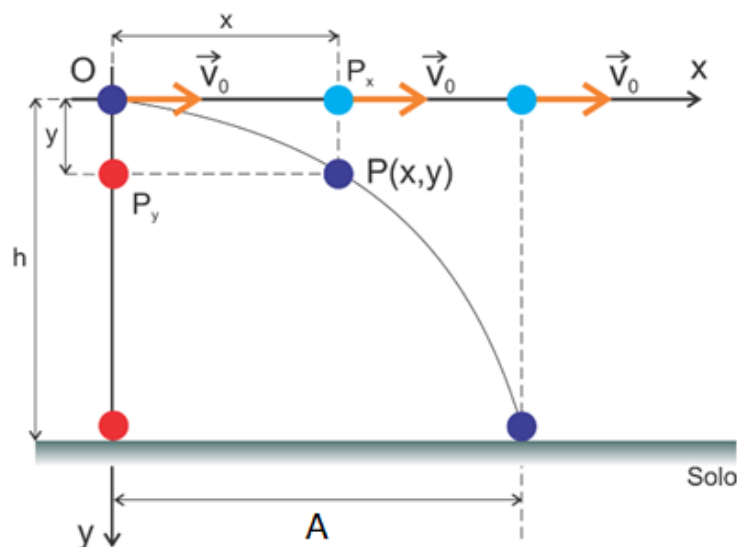
Fonte: Gabriel Guedes (2018).

Nos dias de hoje, os ímãs podem ser facilmente encontrados para diversas finalidades, porém dificilmente são percebidos. Estão presentes em: computadores, telefones fixos, celulares, alto-falantes, automóveis e também utilizados com a finalidade de decoração, como o ímã de geladeira, dentre outras utilidades domésticas. No ambiente escolar, os fenômenos magnéticos, por muitas das vezes, são negligenciados e restritos a aplicações puramente visuais. A realização do presente trabalho também terá como objetivo expor a alunos suas diversas aplicabilidades na forma de experimentos demonstrativos com o uso de tecnologias e desta forma relacionar com outros conteúdos estimulando seu raciocínio lógico e crítico.

### 3.2.2. Lançamento Oblíquo

Um caso específico desse tipo de lançamento consiste em imprimir uma velocidade horizontal a um corpo que alcançará um desnível vertical e conseqüentemente, a partir desse ponto iniciará um movimento de queda resultando em um movimento parabólico, como pode ser observado na Figura 9. Durante o movimento de queda simultaneamente ao movimento de progressão horizontal, o objeto descreverá dois deslocamentos correspondentes às suas direções de movimento. O deslocamento vertical é chamado de Altura ( $h$ ) enquanto o horizontal de Alcance do lançamento ( $A$ ).

*Figura 9: Representação do lançamento oblíquo.*



*Fonte:* <https://www.tes.com/lessons/YO73R9rLO8wZ3A/movimento-circular-uniforme>

Por ser um movimento bidimensional, é necessário a abordagem de duas classificações de movimento: Movimento Uniforme, que consiste em um mesmo deslocamento para intervalos de tempo iguais, ou seja, possui velocidade constante; Movimento Uniformemente Variado, que se baseia na existência de um agente externo que provoca alterações na velocidade do corpo durante o movimento, a aceleração.

Galileu Galilei expressou que movimentos compostos, ou seja, que possuem mais de uma direção de atuação, podem ser representados pela associação de diversos movimentos independentes (unidimensionais) e isolados. A partir desse raciocínio é possível realizar a seguinte análise.

### **- Movimento Vertical: Queda Livre**

O movimento vertical terá como aceleração a própria aceleração da gravidade (Campo Gravitacional) cujo valor aproximado é igual a  $9,8\text{m/s}^2$ . Com base na equação da posição de um corpo abandonado de uma altura  $h$  qualquer, tem-se.

$$h = \frac{gt^2}{2} \quad (1)$$

Logo, o tempo de em que o corpo permanece suspenso em um movimento de queda livre pode ser encontrado por meio da expressão.

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (2)$$

### **- Movimento Horizontal: Movimento Uniforme**

Por ser um movimento com velocidade constante é possível escrever a sua velocidade a partir da equação.

$$V = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad (3)$$

Logo, o deslocamento ( $\Delta S$ ) será representado como alcance ( $A$ ) do movimento e o intervalo de tempo ( $\Delta t$ ) será o próprio tempo de queda.

$$A = V \cdot t \quad (4)$$



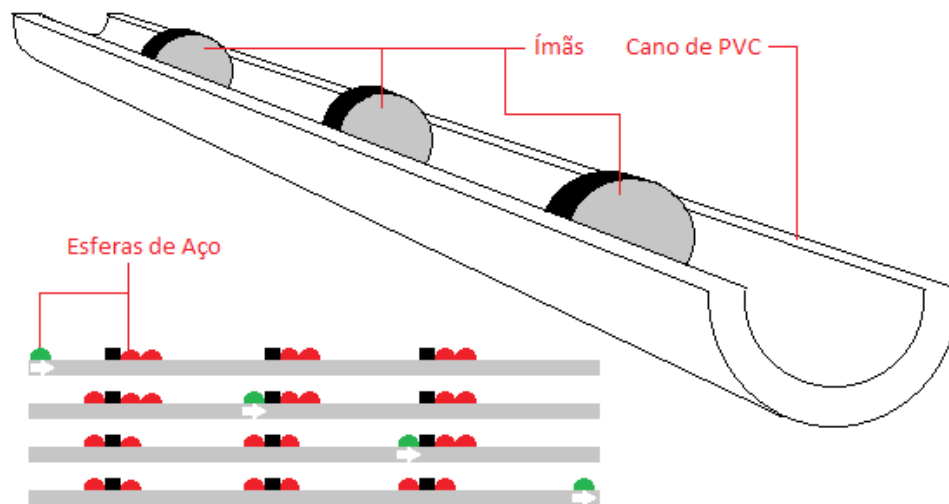
Sendo assim, a associação dos movimentos permite reescrever as equações (2) e (4) como:

$$A = V \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (5)$$

### 3.3. Cálculo da Velocidade do Projétil

No presente trabalho, será utilizado uma adaptação do canhão eletromagnético composto de ímãs de neodímio que serão responsáveis pelo processo de aceleração das esferas de aço. A representação do canhão magnético pode ser observada na figura 10.

*Figura 10: Ilustração do canhão magnético.*



*Fonte: Gabriel Guedes (2018).*

A montagem será realizada por meio da utilização de três seções, que serão compostas, cada uma, por: um ímã e três esferas unidas e alinhadas. O número de seções é variável e permite imprimir diferentes velocidades ao projétil. Ao liberar a primeira esfera, atraída pelo primeiro ímã presente na calha, dá-se a primeira colisão, onde ocorre uma transferência de momento linear entre as esferas ocasionando, por meio de um efeito em cadeia, a liberação da

última esfera da primeira seção e esse processo se repete até a terceira seção, onde a última esfera da calha será lançada.

O aparato experimental apresenta a utilização de ímãs de neodímio, materiais que apresentam um baixo custo e a utilização de bilhas, retiradas de rolamentos que seriam descartados em oficinas de automóveis, o que demonstra sua reprodução em sala de aula. É importante salientar que os elementos citados irão atuar em conjunto com sistemas de aquisição de dados cujo custo o torne acessível para escolas que não possuam condições de atender a seus alunos com laboratórios didáticos adequados.

#### **- Experimento: Cálculo da velocidade por meio do canhão de Gauss.**

A abordagem da cinemática será feita por meio da utilização de um outro fenômeno, o magnetismo, que será trabalhado de maneira coadjuvante, pois ao contrário do “estudo do movimento”, é um dos últimos assuntos a serem abordados no ensino médio. A superficialidade da exploração do assunto consiste em conceitualizar e explicar somente o necessário para a realização do experimento, como a funcionalidade dos ímãs, a existência de polos magnéticos e associado a isso a relação de atração e repulsão entre os mesmos.

O objetivo específico desse experimento é a obtenção da medição da velocidade de um projétil e para isso serão utilizados dois métodos: Teórico tradicional e Arduino.

Durante a aquisição de dados são analisados quatro tipos de lançamentos diferentes, relacionados ao número de ímãs utilizados, totalizando quatro unidades. Essa medida foi tomada devido a criação de um novo questionamento “O número de ímãs influenciaria na velocidade de lançamento do projétil? ”.

Para cada classificação de lançamento foram realizados quatro disparos e tomando a média dos mesmos a fim de diminuir erros associados ao manuseio e a própria verificação de medidas.

#### **- 1ª Análise: Método Teórico**

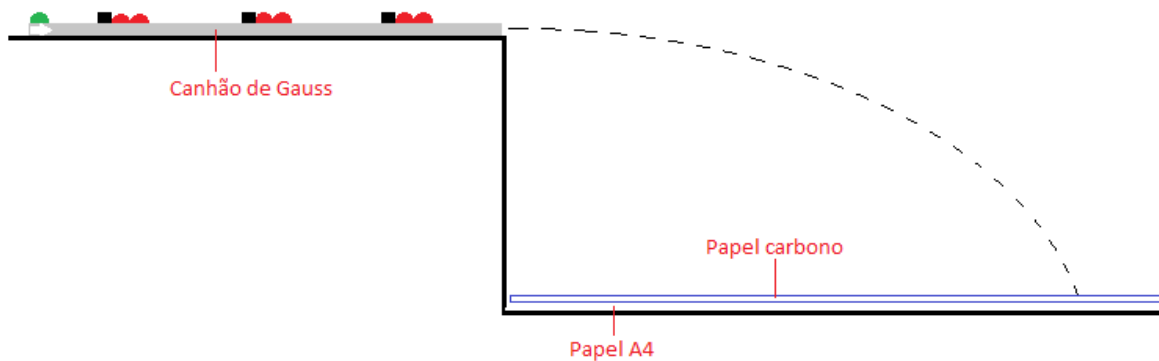
Sendo o primeiro tipo de análise um método mecanicista tradicional são necessários materiais complementares para realização do experimento e posterior aquisição de dados.

#### **Materiais utilizados:**

- Canhão de Gauss;
- Desnível (mesa, cadeiras, etc...);
- Folhas de papel A4;
- Folhas de papel carbono.

**Representação do esquema de montagem:**

*Figura 11: Representação do disparo e da trajetória do projétil.*



*Fonte: Gabriel Guedes (2018)*

Ao ser lançado, o projétil descreverá um lançamento horizontal e ao entrar em contato pela primeira vez com o solo será feita uma marcação na folha de papel A4 que está em contato com o carbono, indicando assim o alcance obtido.

**Coleta de Dados:**

Altura do lançamento (h) = 0,76 metros.

**Tabela 2:** Medida de alcance (A) realizadas através da verificação das marcas feitas no papel A4.

A <sub>1</sub> ímã (m)	A <sub>2</sub> ímãs (m)	A <sub>3</sub> ímãs (m)	A <sub>4</sub> ímãs (m)
1,14±0,01	1,65±0,01	1,82±0,01	1,97±0,01
1,15±0,01	1,65±0,01	1,84±0,01	1,99±0,01
1,15±0,01	1,65±0,01	1,89±0,01	2,02±0,01
1,18±0,01	1,67±0,01	1,90±0,01	2,02±0,01

*Tabela 3: Alcance Médio ( $A_m \pm \sigma$ ).*

$A_{m1}$ (m)	$A_{m2}$ (m)	$A_{m3}$ (m)	$A_{m4}$ (m)
$1,16 \pm 0,02$	$1,66 \pm 0,01$	$1,87 \pm 0,04$	$2,00 \pm 0,03$

Utilizando a Equação (5), é possível obter os seguintes valores para a velocidade referente aos alcances médios obtidos.

*Tabela 4: Velocidade média ( $V_m$ ).*

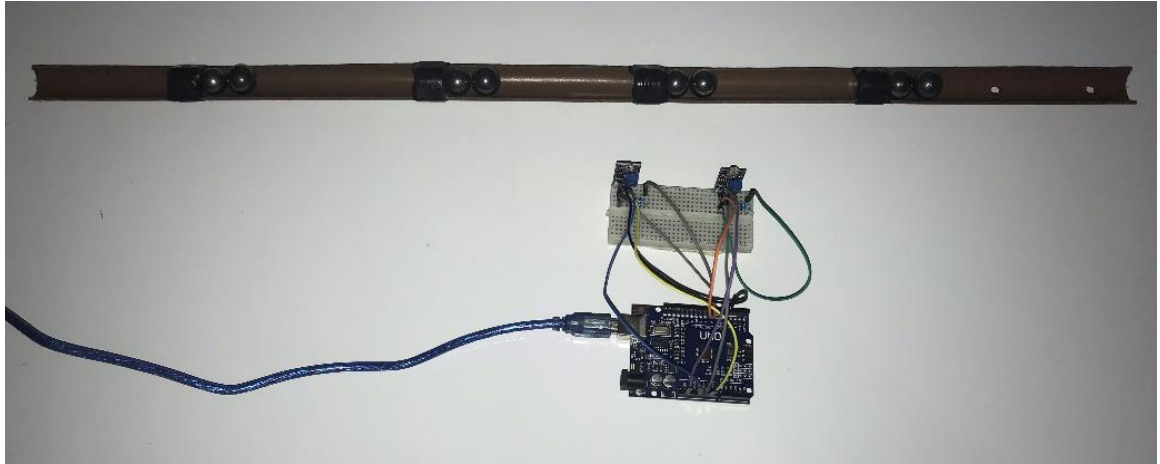
$V_{m1}$ (m/s)	$V_{m2}$ (m/s)	$V_{m3}$ (m/s)	$V_{m4}$ (m/s)
$2,94 \pm 0,02$	$4,22 \pm 0,01$	$4,75 \pm 0,03$	$5,09 \pm 0,02$

## - 2ª Análise: Cálculo da velocidade por meio do Arduino

A seguinte análise do movimento do projétil teve a utilização do Arduino como capturador de dados. Foram utilizados sensores específicos para a obtenção das medidas, os fotoresistores LDR (resistores dependentes de luz) que emitem impulsos elétricos de acordo com a variação da intensidade luminosa que sobre eles incide.

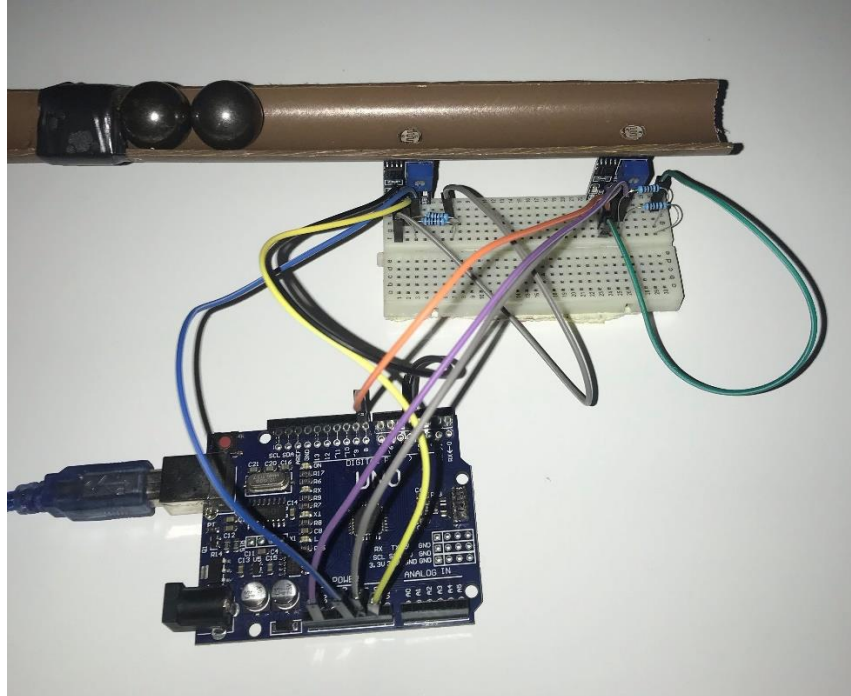
Para a realização da aquisição de dados foi necessário dispor os sensores sobre a protoboard separados 6 cm um do outro e sobre eles incidir a radiação luminosa. O Canhão de Gauss sofreu uma pequena alteração para se adequar a análise de medidas, onde foi necessário efetuar dois furos sobre o mesmo para o ajuste de posicionamento dos sensores. Assim, quando a esfera passa sobre os sensores, inicia e encerra a contagem de tempo e automaticamente o Arduino efetua a divisão entre a distância que foram dispostos pelo tempo decorrido, ou seja, calculando assim a velocidade média no trecho. O ideal para esta medida seria que os sensores ficassem o mais próximo entre si para um cálculo de velocidade instantânea, porém um mesmo feixe de luz poderia incidir sobre os dois sensores ao mesmo tempo prejudicando a tomada de dados.

*Figura 12: Canhão Magnético disposto ao lado da protoboard e placa Arduino.*



*Fonte: Gabriel Guedes (2018).*

*Figura 13: Associação do Canhão Magnético aos sensores.*

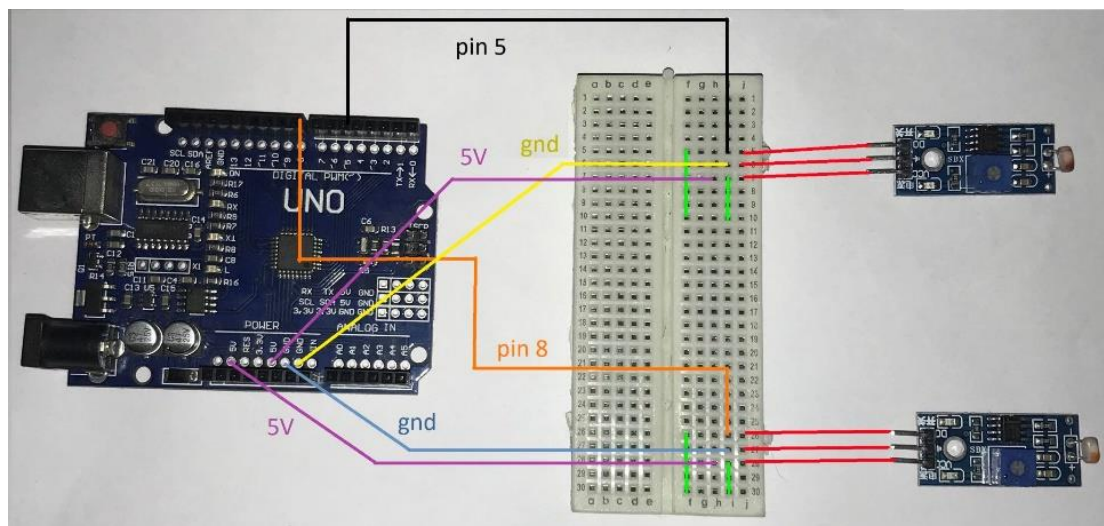


*Fonte: Gabriel Guedes (2018).*

**Materiais utilizados:**

- Placa Arduino;
- Computador;
- Conector USB;
- 1 protoboard;
- 7 jumpers;
- 2 fotoresistores ldr;
- 2 lampadas led;
- 4 resistores.

*Figura 14: Representação dos conectores do Arduino aos fotoresistores.*



*Fonte: Gabriel Guedes (2018).*

### **Programação Utilizada:**

O programa utilizado foi obtido por meio de um fórum de desenvolvedores, o que facilitou a execução do trabalho, mas o mesmo sofreu as devidas alterações necessárias para se adequar a montagem realizada. Para a realização das medidas o programa utilizado na IDE Arduino foi o seguinte:

**Figura 15:** Sketch, programa utilizado para controlar a placa Arduino.

```

sketch_nov18a$
// Medindo Velocidade de Projéteis

unsigned long Inicio=0; // variavel inteira positiva para guardar o inicio da medida
unsigned long finish=0; // variavel inteira positiva para guardar o fim da medida
float distance=0.6; // variavel floatpoint para informar a distancia para medida
// informar aqui a distancia entre os sensores em m

float interval; // variavel floatpoint para guardar o calculo ente inicio e fim
float velocity; // variavel floatpoint para guardar guardar o calculo da velocidade

int done=1; // Flag para informar que foi feita a medida

int FlagInicio = 0; // Flag para informar que foi medido o tempo inicial
int FlagFinal = 0; // Flag para informar que foi medido o tempo final

int startPin = 4; // pino de entrada para sensor de inicio
int finishPin = 8; // pino de entrada para sensor de inicio
// -----
void setup()
{
  Serial.begin(9600); // Inicialização da serial
  pinMode(startPin, INPUT_PULLUP); // definição do pino startPin como entrada e pull-up resistor
  pinMode(finishPin, INPUT_PULLUP); // definição do pino finishPin como entrada e pull-up resistor

  Serial.println("Medida de velocidad de proyectil "); // Msg inicial
}
// -----
void loop()
{
  while(digitalRead(startPin) == LOW) // Faça se pino startPin esta obstruido
  {
    if (FlagInicio == 0) // Faça se ainda não tem medida inicial
    {
      Inicio = millis(); // Salva medida inicial em miliseg
      Serial.println("Inicio "); // Informa que tem medida inicial
      // Serial.println(Inicio); // informa valor da medida inicial
      FlagInicio = 1; // informa que já tem medida inicial
    }
  }

  while(digitalRead(finishPin) == LOW) // Faça se pino finishPin esta obstruido
  {
    if (FlagInicio == 1) // Faça se tem medida inicial
    {
      if (FlagFinal == 0) // Faça se ainda não tem medida final
      {
        finish = millis(); // Salva medida final em miliseg
        Serial.print("Final "); // Informa que tem medida final
        // Serial.println(finish); // informa valor da medida final
        // Serial.println(" "); // new line
        done = 0; // informa que tudo foi medido
        FlagFinal = 1; // informa que já tem medida final
      }
    }
  }
  while(!done) // fa;ca se tudo foi medido
  {
    interval = float(finish-Inicio); // calcula a diferenca entre o inicio e o final em miliseg
    velocity = (distance/interval)/1000;
    Serial.println("Velocidade do proyectil "); // Msg
    Serial.print(velocity,4); // Imprime velocidade em cm/min com 4 casas decimais
    Serial.println("m/s"); // msg sufixo
    Serial.println("-----"); // separador de msg
    done = 1; // prepara para nova medida
    FlagInicio = 0; // prepara para nova medida
    FlagFinal = 0; // prepara para nova medida
    finish = 0; // prepara para nova medida
    Inicio = 0; // prepara para nova medida
  }
}

```

**Fonte:** Gabriel Guedes (2018).

Ao utilizar o Arduino como forma de aquisição dos dados de velocidade das esferas foi possível observar discrepâncias nos valores obtidos em relação ao método tradicional. Uma das possíveis causas para as disparidades encontradas pode estar associada a montagem e

posicionamento dos sensores, pois da maneira como foram colocados gerou trepidações na esfera quando a mesma passava por cima. A outra razão, como já havia sido dito, é a distância entre os sensores que implica em um cálculo de velocidade média ao invés de uma velocidade instantânea. Para corrigir ou melhorar os resultados obtidos valeria a pena isolar os sensores de qualquer luminosidade externa, para isso seria necessário fechar o tubo, o que faria com que perdêssemos o efeito visual do experimento. Na tabela 5, são encontrados os valores de velocidades medidos para um e dois ímãs no canhão magnético.

**- Valores obtidos por meio da utilização do Arduino:**

*Tabela 5: Velocidades registrados pela utilização do Arduino com um e dois ímãs.*

$V_{a1}$ (m/s)	$V_{a2}$ (m/s)
3,76	5,16
2,59	4,19
3,17	4,78
3,36	5,98
3,80	4,60

Valores médios encontrados para as medidas de velocidade referentes aos dois primeiros ímãs.

*Tabela 6: Média dos valores de velocidades obtidos pelo Arduino.*

$V_{ma1}$ (m/s)	$V_{ma2}$ (m/s)
3,34	4,94

Ao término da aquisição de dados é possível comparar os resultados obtidos entre os dois métodos utilizados, sendo possível observar uma discrepância entre os valores.

Por serem métodos diferentes, os alunos podem vivenciar e se envolver com a execução dos mesmos, isto proporcionará uma imersão no conteúdo físico de uma maneira leve, que lhes trará um sentimento de protagonismo essencial para o bom aprendizado. Vale ressaltar que o Arduino possui uma realidade muito próxima a da interatividade de um aplicativo para o



celular, inclusive o uso deste último pode ser estimulado na atividade por meio do recurso da câmera lenta, presente em grande parte dos celulares mais modernos.

## 4. FREIO MAGNÉTICO

---

O Sistema de freio magnético consiste na utilização de uma força magnética que se opõe ao movimento de um corpo, resultando assim em uma desaceleração e finalmente, a entrada no estado de repouso. A realização desse fenômeno se estende além da utilização de ímãs naturais. Desde tempos antigos, se suspeitava de um possível relacionamento entre fenômenos elétricos e magnéticos, pois em regiões atingidas por raios é possível encontrar indícios de materiais magnetizados.

Em 1820, o cientista dinamarquês, Christian Oersted (1777-1851) percebeu que ao trabalhar com circuitos elétricos, sobre sua mesa havia uma bússola e ao ser acionado o interruptor a agulha da bússola sofria deflexão (RAMALHO, 2007), dessa forma foi estabelecida a primeira relação entre eletricidade e magnetismo, onde correntes elétricas geram campos magnéticos.

Posteriormente foi possível observar que uma relação contrária também poderia ser estabelecida, onde um campo magnético variável é capaz de produzir uma corrente elétrica. Esse fenômeno é chamado de indução eletromagnética e pode ser observada no dia a dia em usinas, transformadores de tensão, parques de diversão e carregadores de celular sem fio.

### 4.1. Motivação e Aplicações

O objetivo do presente trabalho é utilizar de uma abordagem diferente da tradicional para gerar uma maior motivação do aluno ao ensino da Cinemática. Quando abordados os movimentos dos corpos, é intuitivo pensar em um corpo que parte do repouso e adquire uma determinada velocidade observável. No experimento em questão, o objetivo é analisar fatores responsáveis por desacelerar o corpo que em algum momento adquiriu uma velocidade qualquer e possibilitar a visualização prática das análises gráficas abordadas em sala de aula, onde o aluno é convidado a entender e diferenciar os tipos de movimento experimentalmente por meio da utilização do Arduino.

Um sistema de freio, possui como princípio de funcionamento reduzir a velocidade de um corpo, aplicando sobre ele uma força externa no sentido oposto ao movimento. Essa força tem a função de dissipar a energia cinética que o corpo apresenta até que este atinja o estado de

repouso. Normalmente, esse papel de força dissipativa é atribuído a força de atrito, presente no contato entre diferentes corpos.

Atualmente, os sistemas de freio utilizados em automóveis, trens e caminhões são tambor, disco, vácuo e ar. No sistema de freio a tambor, ao acionar o pedal, lonas são empurradas pelo cilindro contido nas rodas traseiras, e empurram sapatas contra o tambor. Durante esse contato, o atrito causa a frenagem do automóvel. Esse tipo de sistema de freio pode ser encontrado na maioria dos automóveis de pequeno porte, mas por ser um sistema antigo é cada vez mais aconselhável sua substituição por sistemas mais eficientes; O freio a disco, consiste em utilizar pastilhas que pinçam os discos da roda, dissipando a energia cinética em energia térmica por atrito e por ser um sistema aberto, ocorre a liberação dessa energia para o meio externo na forma de calor. Durante a frenagem, o peso do automóvel é projetado sobre o eixo dianteiro, sendo o freio a disco instalado nas rodas dianteiras, é possível experimentar uma frenagem com maior estabilidade. Esse sistema é encontrado em automóveis e aviões; O freio a vácuo funciona com um sistema de fluidos que proporciona uma diferença de pressão acionando o sistema e suplementando a força aplicada para acionar o pedal; O freio a ar, utilizados em ônibus e caminhões, utilizam o um compressor que realiza a captação do ar que é utilizado para o arrefecimento do motor. O compressor mantém o ar comprimido e é enviado para um regulador, que controla a pressão do sistema.

No presente capítulo, será abordado de maneira experimental e simplificada o sistema de freio magnético. Esse sistema tem seu funcionamento baseado na variação do fluxo magnético sobre um condutor, gerando assim correntes induzidas (correntes de Foucault), responsáveis pela desaceleração dos corpos. Esse sistema pode ser encontrado em trens, guinchos, aparelhos de pesca e em parques de diversão.

Será realizada uma abordagem observacional e posterior análise de movimentos durante a frenagem do presente sistema de freio magnético. Serão abordados conceitos de queda livre, e análise gráfica dos movimentos. Dentro desse contexto, o aluno entenderá as relações de deslocamento e tempo de duração de um determinado movimento.

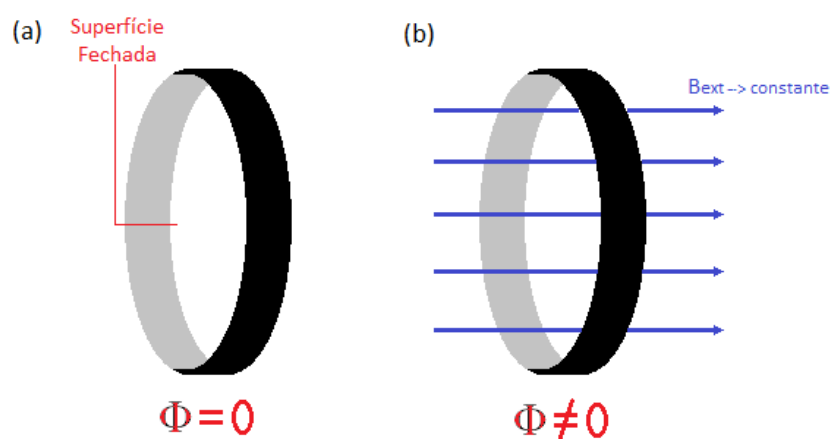
## 4.2. Abordagem Utilizada

### - Indução Eletromagnética

O sistema de freio magnético tem seu princípio de funcionamento baseado na variação do fluxo magnético sobre uma superfície ou “circuito” (caminho fechado). A natureza tende a manter o seu estado de equilíbrio natural, caso este sofra algum tipo de perturbação incessante a própria tentará restabelecer sua configuração inicial e isso continuará até que o sistema volte a ser como antes ou adquira uma nova configuração de equilíbrio. Para descrever o processo de frenagem é necessária a interpretação de uma grandeza chamada de “fluxo magnético”, que é um tipo de “contagem” do campo magnético que atravessa uma superfície fechada.

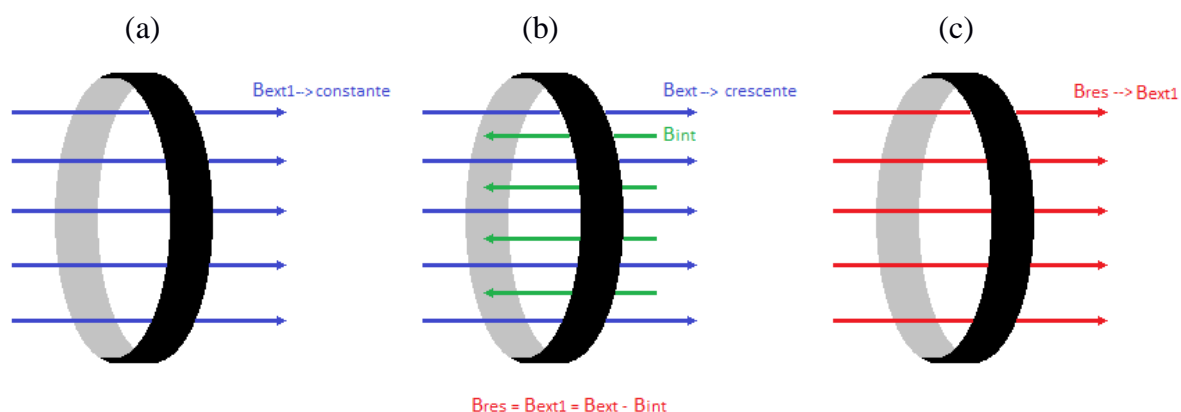
Se o valor de fluxo for nulo ou constante, podemos dizer que o sistema está em equilíbrio, mas se houver qualquer tipo de variação dessa quantidade o próprio sistema (a natureza) tentará restabelecer a última configuração de equilíbrio. Esse processo ocorre por meio da geração de uma fem (força eletromotriz) induzida que provoca o aparecimento de uma corrente elétrica (corrente induzida) que por sua vez gera um campo magnético interno que se opõe à variação do campo externo, essa oposição que pode acarretar uma repulsão é responsável pelo processo de frenagem.

*Figura 16: Fluxo magnético em equilíbrio.*



*Fonte: Gabriel Guedes (2018).*

*Figura 17: Fluxo magnético fora de equilíbrio.*



*Fonte: Gabriel Guedes (2018).*

### 4.3. Experimento

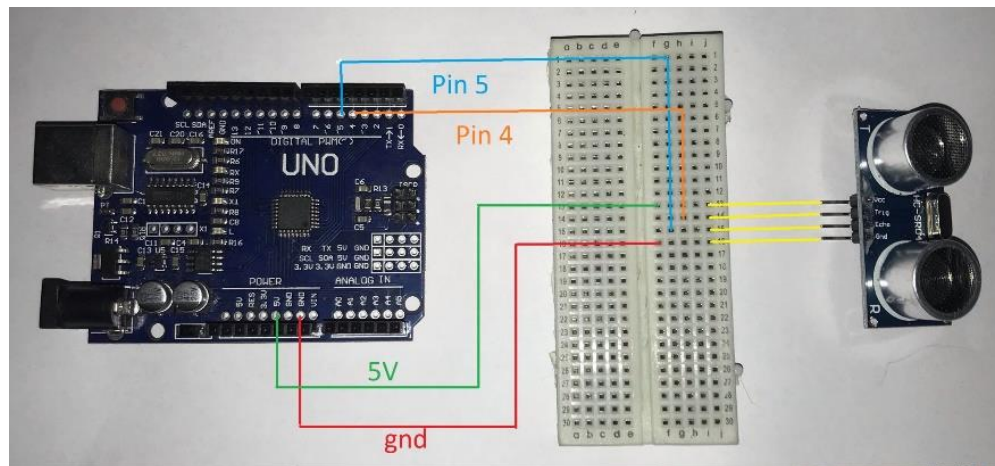
O experimento em questão consiste em uma análise quantitativa do movimento de um corpo em queda “livre”. O ímã que será abandonado da extremidade superior do cano iniciará o movimento de queda, a princípio sob a ação puramente gravitacional, e esse procedimento será realizado utilizando dois canos, um de PVC e outro de cobre. Na extremidade inferior de cada um dos canos estará um sensor ultrassônico HC-SR04, esse tipo de sensor registra a posição de um corpo através da ecolocalização. Ao emitir a onda sonora, esta se propaga no interior dos tubos apresentados e atingirá o ímã a ser abandonado que reflete a informação para o receptor, contido no próprio sensor. Desta forma, é possível para o Arduino identificar a posição do corpo em movimento unidimensional e registrá-lo de forma gráfica simultaneamente ao progresso do movimento.

#### **Materiais utilizados:**

- Placa Arduino;
- Computador;
- Conector USB;
- 1 protoboard;
- 4 jumpers;

- 1 HC-SR04;
- 2 ímãs de neodímio;
- 1 tubo de pvc 92x5cm (comprimento x diâmetro);
- 1 tubo de cobre 92x5cm (comprimento x diâmetro).

**Figura 18:** Representação dos conectores do Arduino ao sensor HC-SR04.



**Fonte:** Gabriel Guedes (2018).

**Figura 19:** Materiais utilizados para a execução do experimento.

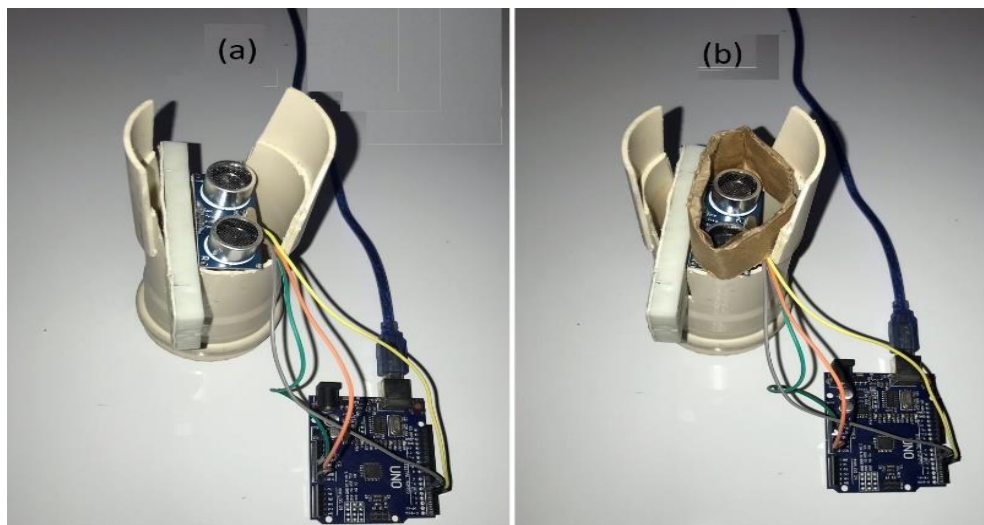


**Fonte:** Gabriel Guedes (2018).

Para a realização da aquisição das medidas de forma mais precisa possível foi necessário a elaboração de um suporte vertical que comportaria os tubos, facilitando assim a execução do

experimento. Durante o abandono do ímã no interior dos tubos, para evitar que o sensor fosse atingido pelo mesmo ocasionando assim sua quebra, foi colocado como mostra na Figura 20(b) um pedaço simples de papelão que passou a definir uma altura mínima de contato entre o sensor e o ímã.

**Figura 20:** (a) Base de PVC utilizada para estabilização dos tubos; (b) Base de PVC com pedaço de papelão para suporte de segurança do sensor.



*Fonte: Gabriel Guedes (2018).*

Foram utilizados dois ímãs de neodímio para o abandono no interior dos tubos ao mesmo tempo, o motivo foi a falta de estabilidade de cada um durante a queda. Os ímãs utilizados foram mantidos separados durante a experimentação por quatro camadas de papelão, pois a interação entre os mesmos era muito intensa e tornava seu manuseio perigoso.

**Figura 21:** Ímãs de Neodímio separados por camadas e papelão.



*Fonte: Gabriel Guedes (2018).*

### **Programa Utilizado:**

O programa utilizado para realização da coleta de dados do referido experimento foi baseado em um programa também disponibilizado em um fórum de programadores de domínio aberto.

*Figura 22: Sketch, programa utilizado para controlar a placa Arduino.*



```
sensor_sem_lcd §
//Programa: Conectando Sensor Ultrassonico HC-SR04 ao Arduino
//Autor:

//Carrega a biblioteca do sensor ultrassonico
#include <Ultrasonic.h>

//Define os pinos para o trigger e echo
#define pino_trigger 4
#define pino_echo 5

//Inicializa o sensor nos pinos definidos acima
Ultrasonic ultrasonic(pino_trigger, pino_echo);

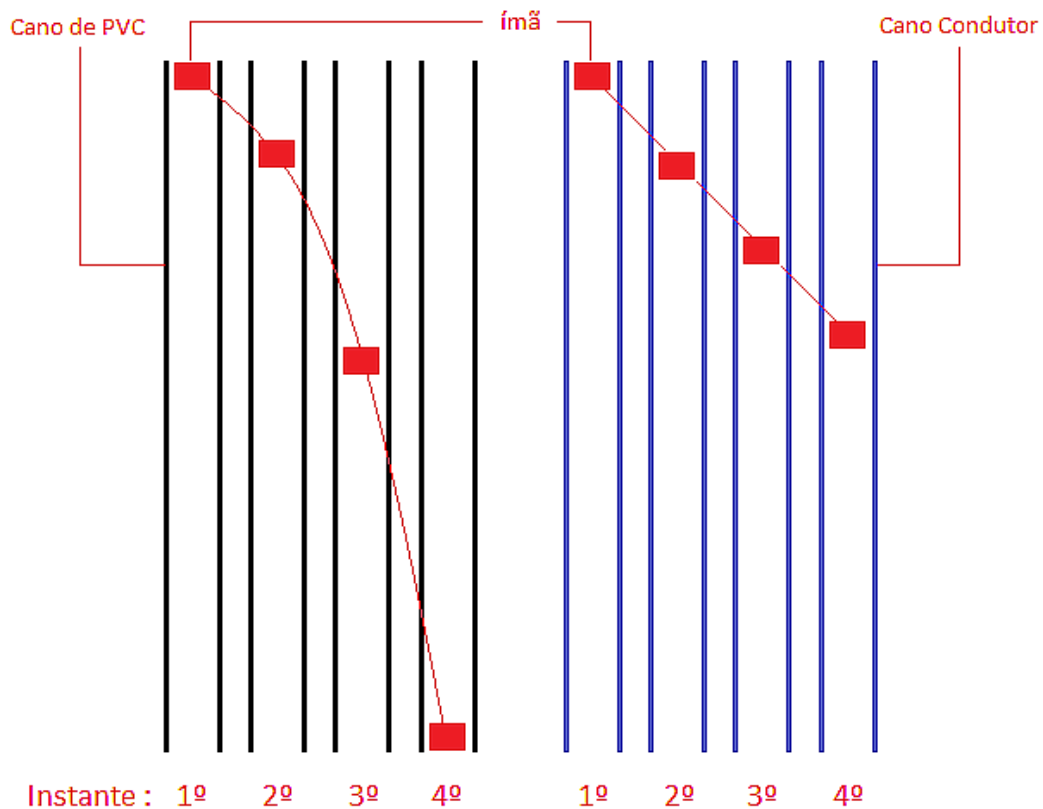
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Lendo dados do sensor...");
}
//contador de quantidade de medidas tomadas
int i = 0;

void loop()
{
  if (i < 500) {
    //Le as informacoes do senso, em cm
    float cmMsec;
    long microsec = ultrasonic.timing();
    cmMsec = ultrasonic.convert(microsec, Ultrasonic::CM);
    Serial.print(" ");
    Serial.println(cmMsec);
    delay(10);
    i = i+1;
  }
}
```

*Fonte: Gabriel Guedes (2018).*

Para realização do experimento foram utilizados dois canos de mesma área de seção transversal e comprimento, contudo de materiais diferentes, um de PVC e outro de cobre (ou alumínio). A figura 23, é uma ilustração que representa o movimento desenvolvido pelo ímã no interior dos dois canos utilizados (PVC e cobre), onde foi possível identificar os tipos de movimentos expostos.

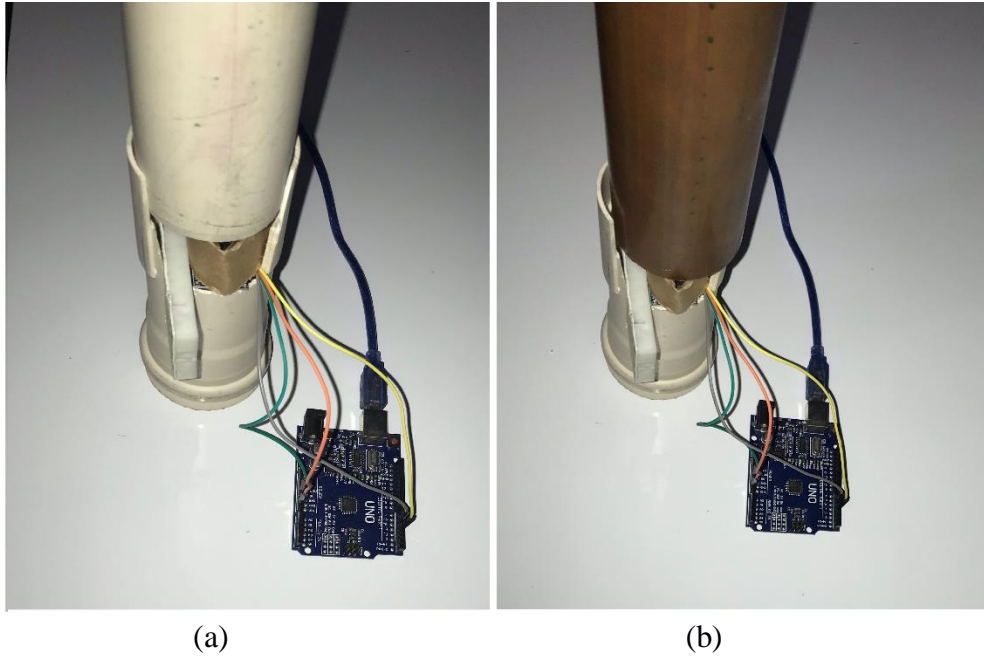
*Figura 23: Representação da queda do ímã no interior dos dois canos utilizados PVC (1º) e Cobre (2º).*



*Fonte: Gabriel Guedes (2018).*

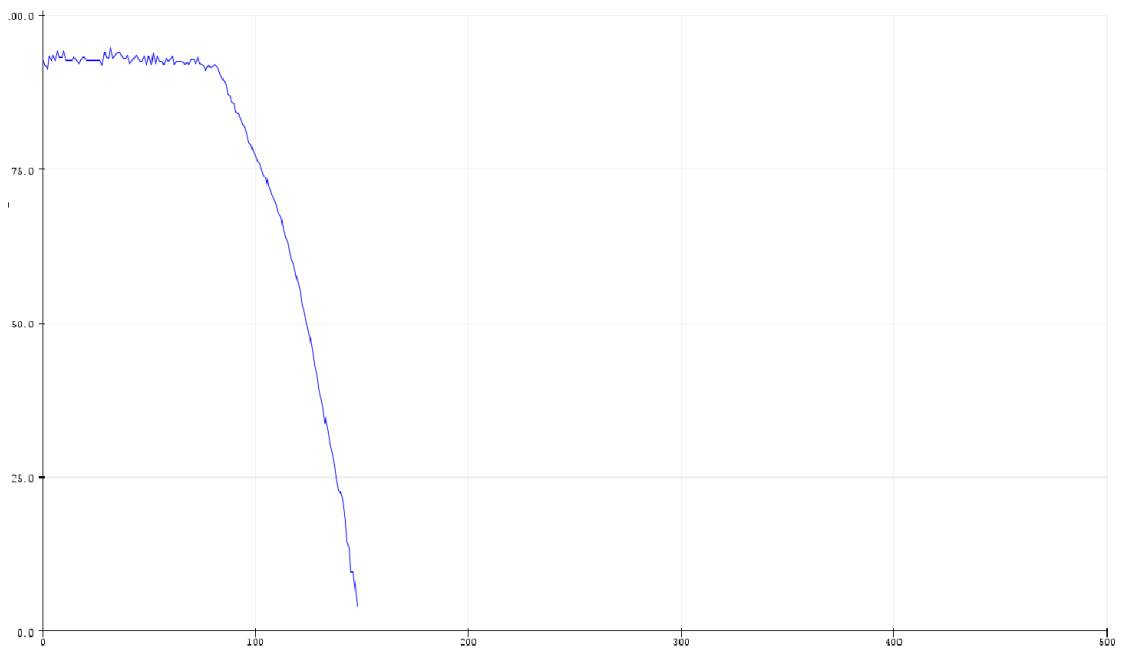
Ao iniciar o movimento de queda, o ímã não sofre interferências no cano de PVC, logo o gráfico que representa seu movimento será descrito pelo Movimento Uniformemente Variado, ou seja, uma parábola, como pode ser observado na figura 25. Quando o ímã é abandonado a partir da extremidade do cano de cobre este será submetido a repulsão magnética devido a variação de fluxo gerada, sendo assim o gráfico de sua posição sofre alterações, como na figura 26, descrito como um Movimento Uniforme.

**Figura 24:** Representação do abandono dos ímãs em duas situações possibilitadas pelas diferentes naturezas dos tubos: (a) tubo de pvc; (b) tudo de cobre.



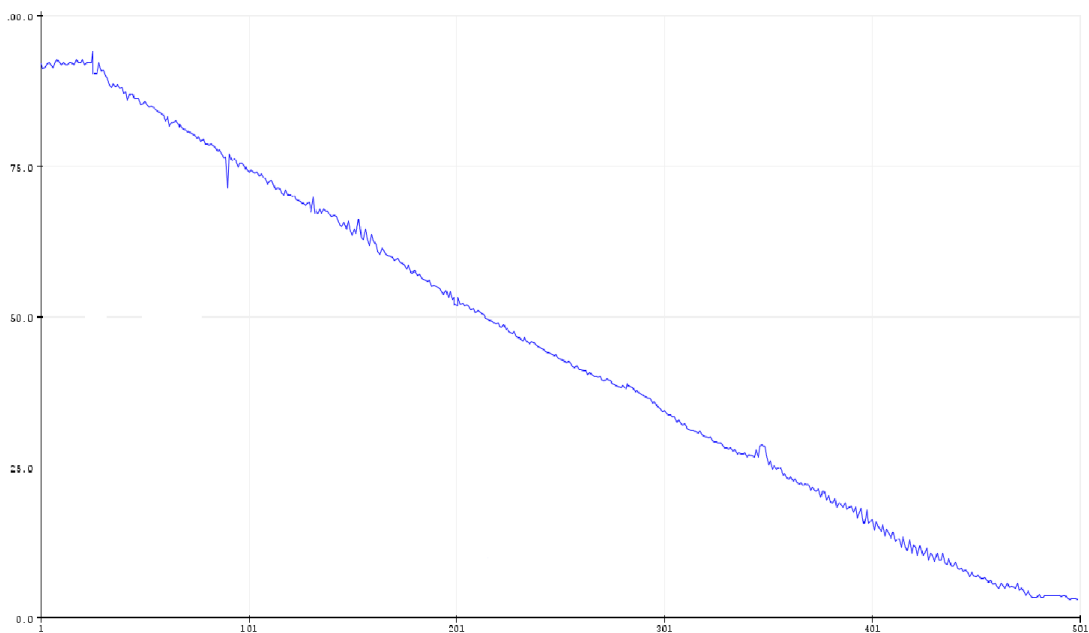
*Fonte: Gabriel Guedes (2018).*

*Figura 25: Gráfico de posição em função do tempo, em uma escala arbitrária, obtido pelo sensor HC-SR04 para o tubo de PVC.*



*Fonte: Gabriel Guedes (2018).*

*Figura 26: Gráfico de posição em função do tempo, em uma escala arbitrária, obtido pelo sensor HC-SR04 para o tubo de Cobre.*



*Fonte: Gabriel Guedes (2018)*

No segundo gráfico, é possível observar a aproximação da curva de posição como função do tempo como uma reta decrescente, ou seja, uma função de 1º grau, que na Cinemática é condizente ao Movimento Uniforme. No primeiro gráfico, é possível observar que a mesma relação descrita anteriormente entre posição e velocidade apresenta um comportamento diferente, a curva do gráfico apresenta um comportamento parabólico, descrevendo uma função de 2º grau, que na Cinemática condiz com o Movimento Uniformemente Variado.

A realização do experimento junto ao Arduino com a função Plot, possibilitou a montagem dos gráficos representados na figura 25, acima. É possível, para o aluno, perceber de maneira mais clara, a diferença entre as duas situações expostas nos gráficos acima, uma vez que os gráficos são construídos automaticamente conforme o experimento progride. Além disso fica claro para o aluno que uma força externa foi a responsável pelo freamento do ímã e com isto acarretou a uma velocidade de queda constante, o que abre espaço para uma futura discussão sobre as Leis de Newton. Vale ressaltar também que apesar do gráfico em tempo real estar em unidades arbitrárias, é possível armazenar os dados em unidades reais e com isto, por meio da utilização de um software como Origin, Excel ou SciDavis construir o gráfico de movimento e por meio de regressões lineares ou de polinômios de ordem dois obter o valor da velocidade e da aceleração da gravidade com excelente precisão.

O trabalho em questão trata-se de um estudo quantitativo e qualitativo, de natureza descritiva e exploratória. Segundo Minayo (2003, p.21), na pesquisa qualitativa, o pesquisador social se propõe a estudar o próprio ser humano trabalhando com seu universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, relações. No estudo quantitativo, os objetos de estudo são classificados como “contáveis”, onde é possível classificar números, seres, fenômenos, entre outros. Baseado nesse contexto é possível expressar que a utilização das duas metodologias no âmbito educacional é expressa de maneira complementar, sem se prender puramente a um desenvolvimento e visando a solução do problema da pesquisa (Gunther, 2006).

A abordagem qualitativa, além de permitir a implantação de uma teoria ou a sua reformulação, refocalizar ou clarificar abordagens já consolidadas, é de grande importância para a construção do conhecimento (MINAYO, 2007)

A forma qualitativa se justifica pela natureza do objeto uma vez que este permite a apresentação de variadas narrativas dos alunos acerca de seu processo de aprendizagem. Visando o melhor aproveitamento possível do processo, serão utilizados dados que possibilitaram uma amostragem concreta do desenvolvimento do projeto em meio a interação dos alunos com os objetos de estudo.

A pesquisa descritiva preocupa-se em observar, analisar, classificar e interpretar os fatos sem que haja interferência do pesquisador. Já as pesquisas exploratórias têm a finalidade principal de facilitar a delimitação do tema de pesquisa; orientar a fixação dos objetivos e a formulação de hipóteses ou proporcionar maiores informações sobre o objeto a ser investigado na pesquisa (ANDRADE, 2002).

### 5.1. Campo da Pesquisa

A pesquisa foi realizada em duas escolas particulares localizadas no município do Rio de Janeiro, onde foi possível abordar alunos com diferentes realidades socioeconômicas.

A pesquisa abrangeu três turmas, uma sendo do ensino fundamental II (9º ano) e as outras duas turmas do ensino médio (1ª série regular e 1ª série militar), com o intuito de incluir na pesquisa, alunos em diferentes níveis de aprendizagem.

**- Participantes da Pesquisa:**

Alunos das turmas de 9º ano, 1º série regular e 1ª série militar de escolas particulares do estado do RJ.

**- Critérios de Inclusão:**

Ser aluno do ensino fundamental e ensino médio e ter na grade curricular a disciplina de Física.

**- Critérios de Exclusão:**

Não possuir na grade curricular o ensino de Física.

## **5.2. Procedimento Metodológicos**

Foi utilizado para a coleta de dados um questionário com perguntas abertas, possibilitando discorrer sobre o tema sem se prender as questões formuladas, referentes a realização dos experimentos observacionais durante as aulas envolvendo a plataforma Arduino e o processo de aprendizagem.

A análise realizada no presente trabalho foi influenciada pela metodologia ativa norte-americana, predizer, observar e explicar (POE). Metodologia que incentiva a aprendizagem por meio da realização de experimentos e análises qualitativas, possuindo um retorno positivo atualmente com suas aplicações nas aulas de física e química (SCHWAHN; SILVA; MARTINS, 2007). A aplicação da metodologia baseia-se nas três referidas etapas:

1. Predizer (ou prever) os acontecimentos ao decorrer do experimento preferencialmente em grupo, favorecendo a comunicação e o compartilhamento de ideias e conhecimentos dos alunos, e por meio de suas concepções e conhecimento a respeito do assunto.

2. Observar o que acontece durante a realização do experimento.
3. Explicar todos os ocorridos e realizar comparações com as previsões preestabelecidas.

Esse tipo de abordagem é uma quebra do paradigma onde os alunos são levados dos conceitos aos exercícios e finalmente à prova. Existem alunos que apresentam maior facilidade de desenvolvimento na área das ciências exatas, sendo assim conseguem se adaptar ou até preferem essa metodologia, mas há casos onde o aluno apresenta dificuldades de desenvolvimento, onde essas três etapas não necessariamente são capazes de avaliar o quanto o aluno sabe a respeito de determinado assunto.

As respostas do questionário foram analisadas através da análise temática. Para Minayo (2003), existem três fases a serem seguidas no decorrer do processo da análise temática. A primeira delas é a pré-análise, que tem como objetivo realizar uma leitura flutuante através do contato exaustivo com o material utilizado e a construção do corpus pelo arranjo do material com a finalidade de obtenção de validade do estudo. Já a segunda etapa consiste na exploração do material, que se inicia na delimitação de unidades temáticas por meio de recortes no texto. E a terceira etapa é a interpretação dos resultados obtidos. É nessa etapa que o pesquisador expressa suas conclusões.

## **6. DESCRIÇÃO DA COLETA DE DADOS**

---

No presente capítulo serão apresentados os resultados provenientes da apresentação da aula ministrada, onde foram realizados experimentos sobre Cinemática. Será tecida uma discussão, sendo expostas as dificuldades e opiniões relatadas pelos alunos a respeito da disciplina e da abordagem utilizada, extraída a partir da aplicação de um questionário discursivo preenchido por cada um dos integrantes das turmas.

Durante o desenvolvimento da aula foram realizadas perguntas sobre a funcionalidade dos ímãs, porém, o assunto em questão foi abordado superficialmente pois o objetivo dos experimentos foi o desenvolvimento da cinemática.

As aulas foram realizadas em uma turma de nono ano do ensino fundamental e duas turmas de primeira série do ensino médio. Todas as aulas tiveram duração de 100 minutos. O questionário foi aplicado a 101 alunos.

Por questões organizacionais a aula foi dividida em três etapas, as duas primeiras com uma duração de 40 minutos cada, onde foram apresentados os conteúdos necessários junto aos experimentos competentes e a terceira etapa, com duração de 20 minutos onde foi realizada a aplicação do questionário.

### **6.1. Etapa 1**

Durante a realização da primeira parte da aula, foram abordados os conceitos introdutórios de Cinemática. Aqui os alunos foram apresentados, ou revisitaram, os conceitos básicos necessários para o desenvolvimento do conteúdo programático. Os conceitos abordados foram: Referencial, trajetória, posição, velocidade, aceleração, tipos de movimentos (Movimento Uniforme e Uniformemente Variado) e suas classificações.

Ao término da parte introdutória foi realizada uma apresentação do Arduino e os alunos puderam observar o processo de montagem. Nessa parte foi-lhes explicado a funcionalidade dos fotosensores LDR.

#### **- 1º Experimento: Canhão Magnético**



Os alunos foram apresentados ao canhão magnético. A princípio demonstraram atenção durante a descrição do experimento, apresentando entusiasmo conforme a realização de tal, como por exemplo no momento do primeiro disparo. O canhão magnético possibilita observar três tipos de movimento. O movimento de aceleração linear dos projéteis devido a atração sofrida pelos ímãs, durante a passagem pelo trilho de pvc, um movimento linear unidimensional com aproximação dos expostos em problemas quando posto sobre uma superfície lisa (chão, por exemplo) e um movimento bidimensional de lançamento horizontal ao lançar um objeto a partir de um desnível.

Os alunos foram convidados a realizar o cálculo da velocidade do projétil pelo canhão a partir do lançamento horizontal. Para tal, os mesmos utilizaram folhas de papel dispostas sobre o chão e pintaram o projétil do disparo que quando atingia a folha deixava uma marca indicando a distância percorrida durante o movimento de queda.

Ao ser disparada, a última esfera do trilho, que é lançada, passa pela protoboard interrompendo a contagem de sinal luminoso de duas fotoresistências LDR dispostas 6 cm uma da outra. Devido a primeira interrupção, o Arduino inicia uma contagem de tempo que termina com a passagem do projétil pelo segundo sensor gerando a segunda interrupção. Automaticamente o Arduino executa os cálculos e envia para a tela serial da plataforma o valor da velocidade média.

## **6.2. Etapa 2**

Para a realização da segunda etapa experimental os alunos foram apresentados a análise gráfica dos movimentos onde foi trabalhado a interpretação dos conceitos previamente estabelecidos. Para o prosseguimento dessa etapa foi necessária uma distinção clara dos tipos de movimento (MU e MUV).

Os conceitos Abordados nesta etapa foram: Análise gráfica do Movimento Uniforme e Uniformemente Variado: Posição x Tempo; Velocidade x Tempo; Aceleração x Tempo. Também foram estabelecidos conceitos de forças e sua relação com a aceleração.

Ao término da introdução da segunda parte os alunos foram apresentados a nova montagem experimental do Arduino e ao sensor de ecolocalização HC-SR04.

### **- 2º Experimento: Freamento Magnético**

São apresentados aos alunos os dois tipos de cano: PVC e cobre, que identificam a análise dos sistemas de freio. Os alunos não tiveram contato com os ímãs apresentados nesse experimento por motivos de segurança (cada um era capaz de suspender 5 kg de massa).

A princípio, este experimento não despertou o interesse dos alunos, e essa falta de expectativa se estabelece quando o ímã é abandonado no interior do cano de pvc, mas ao ser lançado no interior do cano de cobre foi possível perceber uma curiosidade maior do que a apresentada no experimento anterior.

Os canos são então acoplados na protoboard, junto ao sensor de ultrassom que se localiza dentro dos canos e quando o ímã é abandonado, o Arduino envia as medidas de posição para a tela de serial, onde utilizando a função gráfica (*Plotter Serial*) na plataforma, é possível visualizar a construção do gráfico que descreve o movimento do corpo de queda em tempo real.

Os alunos então são questionados a respeito da classificação dos tipos de movimento e seu porquê. Sendo assim, sem entrar em muitos detalhes do magnetismo, é possível concluir que surge uma força contrária a movimentação do ímã quando este se encontra no interior do tubo de cobre que anula a aceleração do movimento fazendo com que o corpo caia com velocidade constante. É evidente que uma maior discussão envolveria as Leis de Newton e o próprio conceito de Lei de Faraday, porém dado o fato de que os alunos são de séries iniciais, tais discussões estariam fora de contexto.

### **6.3. Etapa 3**

Ao término das apresentações, nos 20 minutos restantes, os alunos foram submetidos a um questionário discursivo de respostas abertas. O objetivo do questionário foi realizar uma coleta de dados a respeito do que os alunos aprenderam conceitualmente em sala assim como a aluna ministrada e também como se deu o seu envolvimento com a disciplina, manifestando sua opinião sobre a utilização do Arduino como tecnologia facilitadora.

A ideia inicial consistiu em aplicar um questionário online, onde cada aluno responderia as perguntas pelo seu próprio celular ou pelo computador utilizado, mas devido à ausência de sinal de internet nas salas de aula, as perguntas foram escritas no quadro e os alunos responderam em folhas de papel individualmente e suas respostas coletadas são analisadas no próximo capítulo.



No presente capítulo será realizada uma análise a respeito das respostas de onze perguntas apresentadas aos alunos na forma de questionário (Apêndice 1). O capítulo será seccionado em três partes referentes aos assuntos abordados em grupos de perguntas, onde são abordados definições e conceitos físicos, conceitos relacionados aos experimentos e perguntas pessoais a respeito do relacionamento do aluno com a disciplina e o ponto de vista do aluno com relação ao Arduino como ferramenta educacional na sala de aula.

O uso de questionários como método avaliativo foi estabelecido devido à possibilidade da construção de uma análise quantitativa, onde por meio das respostas dos alunos seria possível avaliar mais concretamente os conceitos abordados aplicando-os um tratamento estatístico proporcionando maior visão e compreensão do contexto do problema (Malhotra, 2006). Porém a utilização desse tipo de análise é melhor empregada quando abordada juntamente a análise qualitativa, onde é possível entender o contexto da situação apresentada.

A utilização do questionário pensado para a aquisição de dados foi escolhida pela possibilidade de direcionamento do assunto abordado e liberdade para elaboração de respostas, sendo assim o indivíduo consegue responder suas perguntas no momento desejado, e o anonimato cria um ambiente mais confortável ao aluno que o responderá. O principal objetivo é que através de seus conhecimentos passados e presentes o aluno se sinta, também, responsável por seu desenvolvimento abandonando a postura de espectador e adotando o protagonismo da criação de conhecimento e desenvolvimento da aula (CHAER; DINIZ; RIBEIRO, 2011).

### 7.1 Questionário

#### **1ª Parte da Análise do Questionário: Levantamento de dados a respeito das perguntas referentes a conceitos e aplicações experimentais**

As perguntas de números 1 a 3 possuem o contexto avaliativo dos conceitos trabalhados com os alunos. A utilização dessas perguntas remete ao aluno a importância de entender o significado do objeto trabalhado em sala e auxiliar na interpretação do mundo

adequando e reestabelecendo conceitos solidificados ou mal empregados previamente, em suas próprias experiências e concepções.

As perguntas de números 4 a 8 foram selecionadas de maneira avaliativa a respeito dos conceitos envolvidos nos dois experimentos apresentados, dentre estas, foram desenvolvidas três perguntas para o primeiro experimento e duas perguntas para o segundo. Essa divisão se baseou no maior número de conceitos cinemáticos abordados no canhão magnético. Em suas respostas, o aluno deverá aplicar os conceitos abordados previamente onde lhe será observado e instigado a sua capacidade de administração do conhecimento adquirido. Essa abordagem se baseia na exploração dos conceitos prévios, evitando assim que o aluno tenha a ilusão de entendimento de conteúdo, porém não consegue exemplificar ou aplicar esses conceitos, deixando claro que tudo foi decorado e não devidamente aprendido.

Os gráficos subsequentes trarão, referente a cada questão, o número de acertos, erros e abstenções para cada uma das questões abordadas no questionário de estudo. Por serem respostas discursivas e livres, ocorre a possibilidade do desenvolver de um raciocínio coerente, porém haver a transcrição de maneira equivocada e exagerada, ocasionando um erro imediato ou um acerto indevido. Com o intuito de evitar o descrédito da tomada de dados em questão foi acrescido uma nova classificação, respostas “parcialmente corretas”, evitando assim a inflexibilidade na administração das respostas.

## **2ª Parte da Análise do Questionário: Perguntas de Cunho Pessoal aos Alunos**

Na segunda parte, as perguntas avaliadas foram as de número 9 a 11. Nessa última etapa, diferente das anteriores, o objetivo é conhecer não o quanto sabem, mas sim o próprio indivíduo “aluno”, se a disciplina lhe traz alguma motivação, se lhe desperta interesse e o porquê. Por meio do questionário o aluno é convidado a expressar qual é a sua visão e relação referente à disciplina e se houve algum tipo de impacto positivo, ou não, devido a utilização do Arduino. Por serem questões discursivas, o aluno possui maior liberdade para expressar suas opiniões e o fato de ser um questionário anônimo facilita o seu posicionamento perante o medo de qualquer repressão imaginada pelo mesmo.

A tabela 7 mostra o número de cada uma das questões e suas respectivas perguntas:

*Tabela 7: Perguntas de cunho pessoal, retiradas do questionário e apresentadas aos alunos.*

<b>Questão</b>	<b>Pergunta</b>
<b>9</b>	Você possui dificuldade na disciplina de Física?
<b>10</b>	Você acha que a utilização do Arduino facilitou o entendimento e interpretação dos conceitos abordados em sala?
<b>11</b>	A utilização dos experimentos junto ao Arduino tornou a aula mais interessante?

## **7.2. Análise das Respostas**

As questões 9, 10 e 11 foram abordadas nessa seção, como pontos principais do desenvolvimento do projeto, pois expressam o aluno e sua relação com a disciplina e o instrumento de estudo, o Arduino. Os alunos tiveram um tempo de 20 min para o desenvolvimento das onze respostas. Esse tempo foi estabelecido de acordo com a disponibilidade vigente referente a duração da aula, mas poderia ser readequado doravante as necessidades ou a realidade de cada instituição. As respostas foram analisadas de forma geral, mas foram seccionadas em análise somente o tema referente as três últimas perguntas, pois retratam o real objetivo do presente trabalho. A partir da evolução da discussão foi possível abordar as questões anteriores de acordo com sua relevância a fim de estabelecer de maneira mais completa as informações extraídas.

A seção foi dividida em três tópicos que abordam as principais informações a serem exploradas que são: as dificuldades apresentadas pelos alunos a respeito da disciplina como um todo, a utilização de ferramentas auxiliaadoras, como o Arduino, no ensino da disciplina expondo o motivo dessa abordagem ser positiva, ou não, e o quesito motivacional, onde o aluno expõe se o Arduino gerou algum tipo de incentivo durante a realização da aula. A exposição desses posicionamentos é feita em seguida.

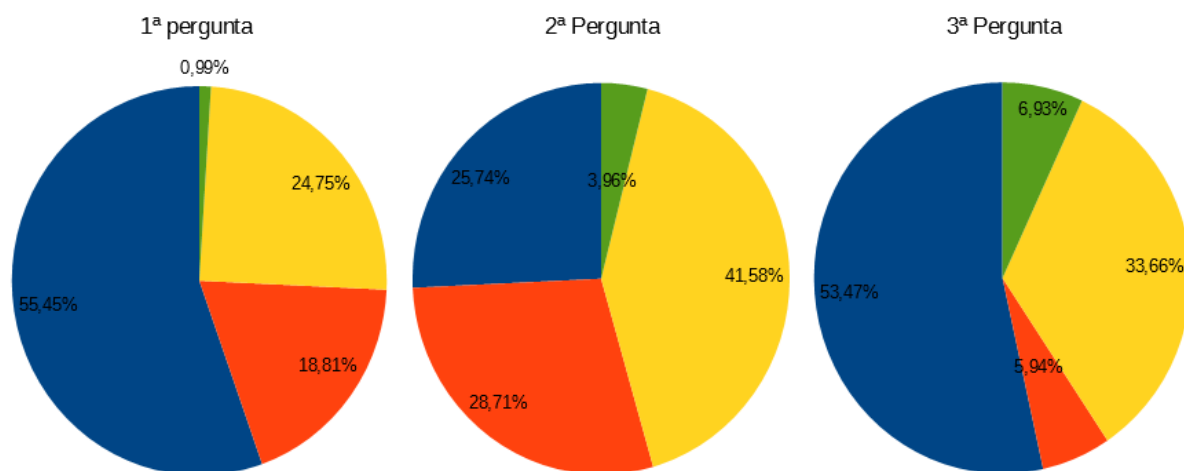
## - Dificuldade

A questão número nove convida o aluno a expressar sua relação com a disciplina justificando sua resposta. Dentre as 101 respostas analisadas, 86% apresentaram um aspecto negativo, onde o aluno expressou sua dificuldade no entendimento da Física. Dentre as respostas mais comuns estão, o problema com o desenvolvimento matemático dos conceitos e aplicações em problemas, o número exaustivo de fórmulas a que são apresentados e convidados a “decorar” e a complexidade de entendimento de alguns conceitos. Alguns alunos citam assuntos como Eletrodinâmica e Dinâmica como os mais complexos. É possível observar essas ponderações durante a análise das respostas das primeiras perguntas.

As três primeiras perguntas servem de processo introdutório para as questões aplicadas, aqui são abordados conceitos iniciais da cinemática, e foi possível observar dificuldades de conceitualização dos alunos. Ao perguntar “o que é velocidade? ”, muitos alunos escreviam a fórmula matemática referente, o mesmo aconteceu quando lhes foi perguntado sobre a aceleração (segunda pergunta). Foi possível perceber que o conceito de velocidade é algo mais intuitivo para o aluno, onde houve 56% de acertos, o maior número entre as três perguntas iniciais. Quando analisada a pergunta de número dois, os alunos apresentaram maiores dificuldades, muitas vezes expressando a ação e não seu significado, obtendo um percentual de acerto de 26%. Um fator que chama a atenção no estudo, no que se refere a terceira questão, é que os alunos tiveram maior facilidade em diferenciar os tipos de movimentos abordados, indicando quando há ou não a presença de aceleração e conseqüentemente a mudança de velocidade do corpo, mas possuíram dificuldade em definir o mesmo conceito na questão anterior. Isso é um indicativo de mecanização do estudo, onde os alunos se prepararam para resolução de problemas e sem perceber, por uma metodologia totalmente behaviorista (MOREIRA, 2011), onde há repetição do comportamento até a sua assimilação, guardando uma deficiência do saber seu porquê.

Dentre essas três primeiras perguntas, também é possível perceber que a quantidade de abstenções é menor nas questões 1 e 2, o que pode revelar que por mais que o conteúdo apresente maior dificuldade, como o caso da segunda questão, o aluno sente maior conforto ao tentar responder a questões abordadas em seu cotidiano. A figura 26, mostra a taxa percentual das respostas apresentadas pelos alunos. Por serem respostas discursivas, estas foram classificadas como: Correta (Azul); Parcialmente Correta (Laranja); Errada (Amarelo); Sem Resposta (Verde).

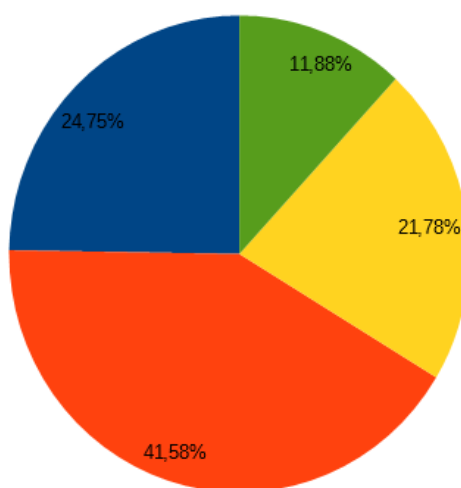
**Figura 27:** Gráficos de respostas analisadas referentes as perguntas 1,2 e 3 abordadas no questionário (Apêndice).



**Fonte:** Gabriel Guedes (2018).

As demais respostas, referentes as questões de número 4 a 8 foram analisadas baseando-se no mesmo parâmetro de classificação, sendo assim foi possível observar o desempenho dos alunos ao ser abordada a Física presente nos experimentos. A seguir estão representados os gráficos de avaliação das mesmas.

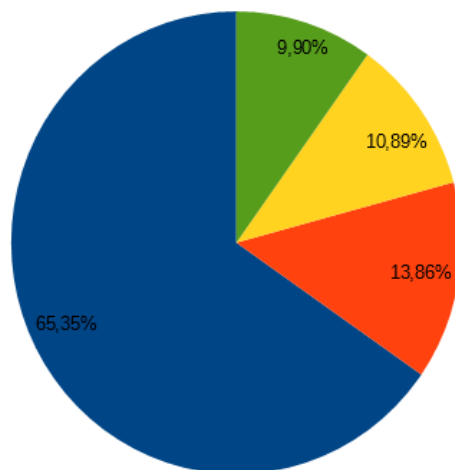
**Figura 28:** Gráfico da análise de respostas da questão 4. Pergunta: O Movimento da esfera sobre o trilho do canhão magnético é considerado Uniforme ou Variado?



**Fonte:** Gabriel Guedes (2018).

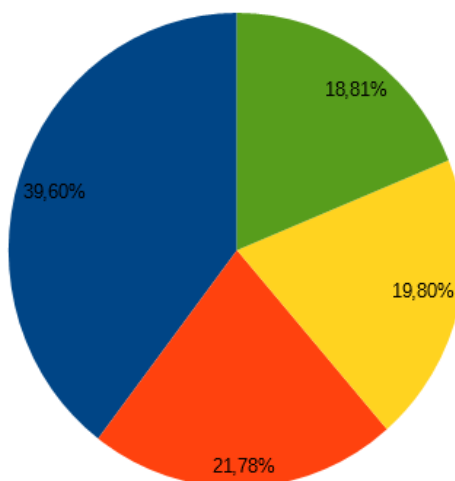


**Figura 29:** Gráfico da análise de respostas da questão 5. Pergunta: Quando a esfera abandona o trilho do canhão, inicia um lançamento horizontal. Se aumentarmos a altura do lançamento, o que acontece com o alcance?



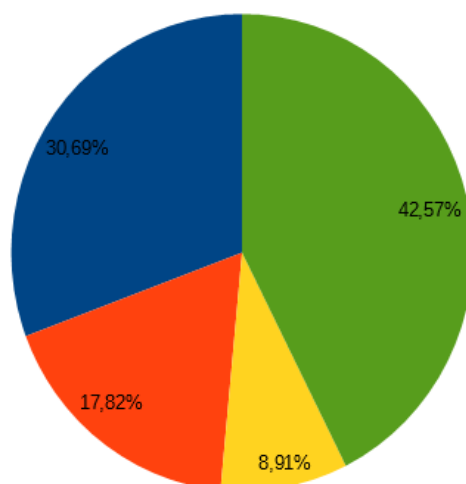
**Fonte:** Gabriel Guedes (2018)

**Figura 30:** Gráfico da análise de respostas da questão 6. Pergunta: Por que a esfera acelera sobre o trilho do canhão?



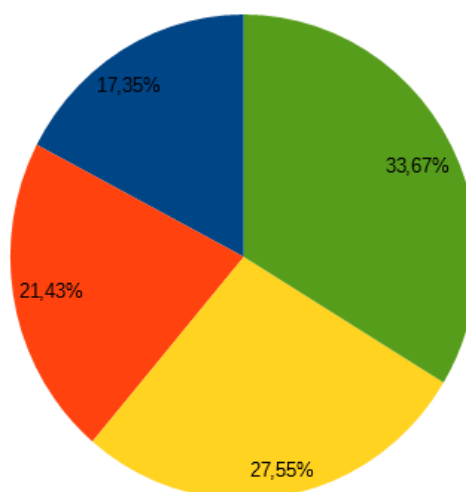
**Fonte:** Gabriel Guedes (2018)

**Figura 31:** Gráfico da análise de respostas da questão 7. Pergunta: Observando somente os gráficos, é possível identificar os tipos de movimentos observados?



**Fonte:** Gabriel Guedes (2018)

**Figura 32:** Gráfico da análise de respostas da questão 8. Pergunta: Utilizando os conceitos da Cinemática e Dinâmica explique porque o movimento dos ímãs sofre alterações ao percorrer o interior do tubo de cobre quando comparado ao cano de PVC?



**Fonte:** Gabriel Guedes (2018).

### **7.3. O Arduino Como Ferramenta Auxiliadora no Ensino**

Os alunos foram convidados a dividir como foi a comunicação entre o assunto a ser trabalhado e os experimentos. Nesse tópico, o aluno ressalta o que foi possível perceber, ou se foi possível perceber algo, quanto a utilização de uma abordagem diferenciada ao assunto da disciplina, tendo em vista que o parâmetro de comparação a ser analisado, foram as aulas de metodologia tradicional, ministradas ao longo do ano letivo.

A décima pergunta questiona o aluno sobre a utilização do Arduino como auxiliador no entendimento do assunto abordado, e em todas as respostas foi possível observar a positividade em sua utilização. Dentre as respostas dos alunos, houve comentários salientando um maior envolvimento entre a disciplina e a turma, tornando a aula mais interessante e consequentemente mais participativa. Um aluno sugeriu a utilização de mais experimentos, mas com aplicação mais próxima do cotidiano pois esse tipo de desenvolvimento o auxiliara na interpretação dos fenômenos em questão. Em uma resposta, um aluno pontuou que a utilização do Arduino foi fundamental para a realização da aferição de medidas, pois com um cronômetro comum não seria possível obter tamanha precisão e ainda cita o agravamento do problema ao tempo de reação durante o acionamento do mesmo.

### **7.4. O Arduino Como Ferramenta Motivacional**

A utilização da tecnologia em sala não se atém somente a um meio de aquisição de dados a serem trabalhados posteriormente. O Arduino foi empregado como ferramenta motivacional, sendo um meio para fugir do abstrativismo encontrado nas salas de aula, estimulando a criatividade e favorecendo aqueles que possuem menor, ou nenhuma, aptidão com as disciplinas de ciências exatas e da natureza.

Quando questionado a respeito de um possível interesse desperto na sala de aula, os alunos, mais uma vez apresentam ponderações bastante positivas, onde foi possível perceber o entusiasmo expresso pela curiosidade apresentada durante a aula. Também foram apresentadas as vantagens, como da utilização de dados reais na realização de situações problemas e a fuga da rotina do quadro preenchido. Dentre as respostas apresentadas, destacou-se a que dizia que a aula tornou-se mais interessante, sendo “melhor do que um quadro cheio de letras”. Nesse

caso é preciso lembrar aos alunos que o a utilização do Arduino atrelado a experimentação são ferramentas complementares, onde ainda são necessárias as deduções matemáticas junto aos problemas tradicionais para a apresentação da completude dos conteúdos e que o Arduino não teria o objetivo de suas substituições.

Por meio das três perguntas discutidas, é possível transpor a visão dos alunos a respeito do uso do Arduino na sala de aula. O uso da ferramenta tecnológica apresentou aspectos emocionalmente positivos despertando a atenção dos alunos mais apáticos o que ilustra um meio promissor para o fortalecimento do elo entre a disciplina e o aluno.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

Nesse trabalho foi apresentado o Arduino como uma maneira de desenvolvimento de material didático no estudo da Cinemática para aplicação no ensino médio por meio da experimentação. Os aparatos tecnológicos são cada vez mais comuns no cotidiano dos alunos, logo a plataforma de prototipagem eletrônica, pareceu ser o mais indicado, atentando-se a sua vasta aplicação no ensino superior. A Cinemática é o primeiro assunto que o aluno possui contato ao ingressar nessa etapa acadêmica e também onde são mais facilmente apresentados conceitos a serem desenvolvidos baseando-se na reconstrução de suas concepções prévias. A conclusão da apresentação foi realizada a partir da aplicação de um questionário discursivo que possibilitou a expressão do aluno como agente protagonista do seu aprendizado, apresentando suas opiniões e discorrendo a respeito do desenvolver das demais aulas. Os alunos puderam apresentar suas ideias e relacioná-las com fatos do seu dia a dia, onde os experimentos abordados os auxiliaram na observação dos fenômenos abordados de maneira diferente da metodologia tradicional possibilitando assim a fuga do abstrativismo apresentando para alguns nas aulas ministradas somente com o uso dos quadros, fato que possibilitou transformar a aplicação de trabalho em um ambiente mais produtivo.

O uso da tecnologia no desenvolvimento em questão foi baseado em sua popularização de maneira geral, frente a essa realidade conhecida pelo aluno torna-se cada vez mais intuitivo para o mesmo a procura por essa nova forma de expressão nas salas de aula, principalmente no ensino de ciências. Os experimentos abordados possuem o objetivo de despertar o interesse dos alunos, principalmente aqueles que apresentam maior resistência a disciplina, sendo essa abordagem vista como algo benéfico para todos, tanto o aluno em questão, quanto para o aluno que possui um maior interesse pela disciplina mesmo quando apresentada por meio da metodologia tradicional, onde são expressas fórmulas e o desenvolvimento de problemas.

O uso do Arduino apresenta a vantagem de ser um software de plataforma aberta e apresenta inúmeros sensores adaptáveis facilmente encontrados no mercado o que facilita sua adequação a qualquer tema a que “o professor” queira abordar. Os códigos de programação utilizados para o desenvolvimento do experimento desejado também podem ser encontrados em diversas bibliotecas virtuais e fóruns, onde são comumente apresentados à comunidade de programadores possibilitando a divulgação científica.

O uso dos experimentos abordados complementou a aula e tornaram-se ferramentas motivadoras para a mesma, sendo bem recebidos pelos alunos que expressaram esse ponto de vista por meio de suas respostas apresentadas nos questionários. A elaboração do questionário discursivo possibilitou o entendimento dos alunos a respeito dos conceitos, onde foi possível compreender e posteriormente corrigir as ideias, quando mal formuladas. Desta forma, é importante atentar ao professor que utilizar da presente abordagem a percebê-la não como uma ferramenta final de aplicação de estudo, o experimento precisa ser complementado pelo questionário e o conjunto servirá como uma avaliação paralela que o preparará para um entendimento sólido da disciplina como um agente ativo e envolvido no desenvolvimento de sua aprendizagem, junto a construção científica particular e para as possíveis avaliações disciplinares impostas pela escola.

Portanto, o produto elaborado no presente trabalho é observado como o desenvolvimento de processo avaliativo baseado na utilização da tecnologia garantindo uma maior reflexão sobre os conceitos abordados e estabelecendo uma maior significância as aulas podendo ser desenvolvido com a utilização de outros aparatos e abordando diferentes assuntos.

- ALVES, R.M et al. Uso do Hardware Livre Arduino em Ambientes de Ensino-aprendizagem. Jornada de Atualização em Informática na Educação - JAIE 2012.
- ANDRADE, G. R. B. de; VAITSMAN, J. Apoio social e redes: conectando solidariedade e saúde. Ciênc. saúde coletiva, Rio de Janeiro , v. 7, n. 4, p. 925-934, 2002 .
- AZEVEDO, N.P.G ; BERNARDINO JÚNIOR, F.M; DARÓZ, E.P. O professor e as novas tecnologias na perspectiva da análise do discurso: (des) encontros em sala de aula. Linguagem em (Dis)curso – LemD, Tubarão, SC, v. 14, n. 1, p. 15-27, jan./abr. 2014.
- BORGES, A.T; RODRIGUES, A.B. O ensino da física do som baseado em investigações. Rev. Ensaio. Belo Horizonte. v.07, n.02, p.61-84, maio-ago.2005
- BRIDI, E., GIANESINI, B. M., BIANCHI, E. C., VILERÁ, K. V. Oficina de Arduino como ferramenta interdisciplinar no curso de engenharia elétrica da UFMT: Experiência do PET-Elétrica. Rio Grande do Sul. Cobenge, XLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. 2013.
- CAVALCANTE et al. Física com Arduino para iniciantes. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 4, 4503 (2011)
- CHAER G; DINIZ, R.R.P; RIDEIRO, E.A. A técnica do questionário na pesquisa educacional. Evidencia, Araxá, v. 7, n. 7, p. 251-266, 2011.
- EVANS, M; NOBLE, J; HOCHENBAUM, J. Arduino em Ação. São Paulo: Novatec, 2013.
- FERREIRA, L; GURGUEIRA, G.P. Instrumentos didáticos como fator de sensibilização em sala de aula. Revista de Educação. v.14, n.17 , 2011 , p. 117-129.
- GÜNTHER, H. Pesquisa Qualitativa versus Pesquisa Quantitativa: Esta é a questão?. Psic.: Teor. e Pesq., Brasília, 2006, Vol. 22 n. 2, pp. 201-210.
- MALHOTRA, N. Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada. 4. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- MARTINAZZO, C.A. et al. Arduino: Uma tecnologia no ensino de física. PERSPECTIVA, Erechim. v. 38, n.143, p. 21-30, setembro/2014.
- MATURANO, C.I et al. Enseñar ciencias naturales es también ocuparse de la lectura y del uso de nuevas tecnologías. Ciencia, Docencia y Tecnología, 27 (53), noviembre de 2016. (103-117).
- MCROBERTS, M. Arduino Básico. São Paulo: Novatec, 2011. braic Equations. IEEE Transactions on Power Systems, Vol.9, No. 2.
- MINAYO, M.C.S; DESLANDES, S.F. Pesquisa Social: teoria, método e criatividade. 25 Ed. rev. Atual. Petrópolis: Vozes, 2007. 108p.
- MINAYO, M. C. S; SANCHES, O. Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementaridade?. Cad. Saúde Públ., Rio de Janeiro, 9 (3): 239-262, jul/sep, 1993.

MITRE, S.M. et al. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. *Ciência & Saúde Coletiva*, 13(Sup 2):2133-2144, 2008.

MOREIRA, M.A. Teoria da Aprendizagem. 2ª edição, 196p. 2011

PIAZZI, P. Aprendendo Inteligência: Manual de instruções do cérebro para estudantes em geral. Col. Neuro-Pedagogia. Vol. 1 - 3ª Ed. 2014

PINTO, F.C.R; RODRIGUES, E.A.N. Uma proposta inclusiva: o uso do Arduino no ensino de Física para alunos com necessidades especiais. *InFor, Inov. Form., Rev. NEaDUnesp*, São Paulo, v. 3, n. 1, p.35-48, 2017. ISSN 2525-3476.

RODRIGUES, R.F; CUNHA, S.L.C. Arduino para físicos - Uma ferramenta prática para aquisição de dados automáticos. *Textos de Apoio ao Professor de Física*, v.25 n.4, 2014.

SANTOS, R.J; SASAKI, D.G.G. Uma metodologia de aprendizagem ativa para o ensino de mecânica em educação de jovens e adultos. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 37, n. 3, 3506 .2015.

SCHWAHN, M.C; SILVA, J.; MARTINS, T.L.C. A abordagem POE (predizer, observar e explicar): uma estratégia didática na formação inicial de professores de química. In: VI ENPEC- Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação e Ciências, 2007, Florianópolis. *Anais do VI ENPEC*, 2007.

SILVA, C.D. O uso do datashow na docência do ensino superior. *Revista Texto Livre: Linguagem e Tecnologia*, vol. 6, n. 1, 2013.



## **A.1. MANUAL DE APLICAÇÃO DO PRODUTO**

O produto descrito no seguinte trabalho é uma proposta avaliativa utilizada para auxiliar a visualização do desenvolvimento do aluno em relação a disciplina, diferente da avaliação tradicional, onde o aluno recebe uma nota pelo número de questões respondidas corretamente. A partir do desenvolvimento e aplicação da “sequência didática” aqui exposta o professor poderá entender as fragilidades de seus discentes e buscar explorar maneiras de auxiliar em um melhor entendimento.

- **Nota ao Professor:** Esse produto não é uma avaliação final, é uma forma de identificar os problemas de assimilação dos alunos.

Os passos referentes a sua aplicação serão descritos brevemente, pois estão mais profundamente explicitados no texto principal. Lembrando mais uma vez que o professor pode aplicar esse roteiro abertamente e isso dependerá do assunto abordado e dos experimentos associados a tal.

### **1ª Parte: Aula de Metodologia Tradicional e Questionativa.**

Os alunos são apresentados ao assunto abordado e questionado sobre seus conhecimentos prévios. Nesse ponto o professor deve explorar o que o aluno entende sobre os conceitos e a partir desse ponto trabalhar um direcionamento para o “correto”.

### **2ª Parte: Aplicação do Experimento.**

Nessa parte da aula, o professor deverá apresentar o experimento e todos os componentes necessários para a apresentação do mesmo, o Arduino, quais sensores e suas funções, entres outros componentes, quando necessário. Após a realização da montagem do aparato experimental, o professor deve questionar o aluno a respeito do que acontecerá. Essa

etapa é baseada na metodologia POE, onde o aluno é convidado a primeiramente predizer, em seguida observa e por fim, explicar o ocorrido.

### **3ª Parte: Aplicação do Questionário.**

O aluno será apresentado a um questionário que será dividido em duas partes, a primeira a respeito dos assuntos abordados, a segunda a respeito dos assuntos envolvidos nos experimentos e a terceira se baseará em perguntas pessoais onde será possível observar o desenvolvimento do mesmo.

**- Nota ao Professor:** “Seria necessário a utilização de perguntas pessoais quando o mesmo método for utilizado mais de uma vez na mesma turma? ” Não necessariamente, mas se for aplicado, seria interessante alterar as perguntas de forma observar o desenvolvimento do aluno a respeito da disciplina, se por acaso o entendimento melhorou com o passar do tempo...

É importante lembrar que o modelo de elaboração, tanto do questionário, quanto dos experimentos, é livre, basta o professor adequar esse modelo a sua metodologia e assim produzir um trabalho o mais fluido possível para ele e o aluno.

**UMA ÓTIMA AULA!!**

## A.2. QUESTIONÁRIO APLICADO E PADRÕES DE RESPOSTA

### Questionário de Avaliação do Projeto

1. O que é velocidade?

Padrão de Resposta:

É a rapidez com que corpo varia sua posição.

2. O que é aceleração?

Padrão de Resposta:

É a rapidez com que um corpo varia sua velocidade.

3. O que caracterizam os movimentos Uniforme e Uniformemente Variado?

Padrão de Resposta:

O movimento Uniforme é o tipo de movimento que apresenta velocidade constante, já o Uniformemente Variado, apresenta uma aceleração, que altera a velocidade do corpo a todo instante.

### Perguntas específicas:

– Canhão de Gauss

4. O movimento da esfera sobre o trilho no canhão de Gauss é considerado Uniforme ou Uniformemente variado? (Justifique).

Padrão de Resposta:

MUV, pois ao ser abandonada a esfera adquire velocidade que aumenta até ser disparado, o que mostra a presença de uma aceleração envolvida no processo.

5. Quando a esfera abandona o canhão, inicia um lançamento oblíquo. Se aumentarmos a altura do lançamento, o que acontece com o alcance desse movimento? (Justifique).

Padrão de Resposta:

Ao aumentarmos a altura do lançamento, conseqüentemente aumentaremos o tempo de queda do corpo, logo o alcance também sofrerá um aumento.

6. Por que a esfera acelera sobre o trilho do canhão?

Padrão de Resposta:

A esfera é constituída de um material ferromagnético, ou seja, é atraída pelos ímãs pela ação da força magnética que promove a aceleração observada.

– Freio Magnético

7. Observado os gráficos, somente, é possível identificar os tipos de movimento apresentados? (Justifique).

Padrão de Resposta:

Sim. No gráfico de Posição em função do tempo, a representação de uma parábola(2º grau) indica a presença de aceleração no movimento, logo MUV. Quando o gráfico possui a representação de uma reta(1º grau), isso indica a ausência de aceleração, ou seja, velocidade constante.

8. Utilizando os conceitos da Cinemática e da Dinâmica, explique porquê o movimento do ímã sofre alterações ao percorrer o interior do tubo de cobre quando comparado com o cano de PVC.

Padrão de Resposta:

Devido a interações magnéticas, No interior do tubo de cobre ocorre o surgimento de uma força magnética que se opõe ao movimento do ímã, gerando uma aceleração resultante nula.

### **Perguntas pessoais:**

9. Você possui dificuldade na disciplina de física ? (Justifique).

Padrão de Resposta:

Resposta pessoal.

10. Você acha que a utilização do Arduino facilitou o entendimento e interpretação dos conceitos abordados em sala?

Padrão de Resposta:

Resposta pessoal.

11. A utilização dos experimentos junto ao Arduino tornou a aula mais interessante?

Padrão de Resposta:

Resposta pessoal.