

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

IVONEI ALMEIDA

PRODUÇÃO DE UM APARATO EXPERIMENTAL PARA MEDIÇÃO DE CAMPO  
MAGNÉTICO USANDO ARDUINO

PONTA GROSSA – PR  
2020

IVONEI ALMEIDA

PRODUÇÃO DE UM APARATO EXPERIMENTAL PARA MEDIÇÃO DE CAMPO  
MAGNÉTICO USANDO ARDUINO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual de Ponta Grossa, 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. Luiz Américo Alves Pereira

A447 Almeida, Ivonei  
Produção de um aparato experimental para medição de campo magnético usando arduino / Ivonei Almeida. Ponta Grossa, 2020.  
108 f.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física - Área de Concentração: Física na Educação Básica), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Américo Alves Pereira.

1. Eletromagnetismo. I. Pereira, Luiz Américo Alves. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Física na Educação Básica. III.T.

CDD: 530



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA  
Av. General Carlos Cavalcanti, 4748 - Bairro Uvaranas - CEP 84030-900 - Ponta Grossa - PR - <https://uepg.br>

## TERMO

### TERMO DE APROVAÇÃO

**IVONEI ALMEIDA**

“PRODUÇÃO DE UM APARATO EXPERIMENTAL PARA MEDIÇÃO DE CAMPO MAGNÉTICO USANDO ARDUINO.”

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós Graduação Profissional em Ensino de Física, Setor de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:

Ponta Grossa 19 de Novembro de 2019.

Membros da Banca:

Dr. Luiz Américo Alves Pereira - (UEPG) – Presidente

Dr. André Vitor Chaves de Andrade - (UEPG)

Dr. Clodogil Fabiano Ribeiro dos Santos - (UNICENTRO)



Documento assinado eletronicamente por **Silvio Luiz Rutz da Silva, Coordenador(a) do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Mestrado Profissional**, em 19/11/2019, às 17:01, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Andre Vitor Chaves de Andrade, Professor(a)**, em 25/11/2019, às 14:10, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Clodogil Fabiano Ribeiro dos Santos, Usuário Externo**, em 26/11/2019, às 10:06, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Luiz Americo Alves Pereira, Professor(a)**, em 29/04/2020, às 18:44, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.

A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.uepg.br/autenticidade> informando o código verificador **0109612** e o código CRC **846365F5**.

14/08/2020

SEI/UEPG - 0109612 - Termo



---

19.000022096-7

0109612v7

*“...ao mundo globalizado onde a informação e o conhecimento tornaram-se cada vez mais necessários, é imprescindível a nossa busca pelo estudo que é o que nos torna indivíduos mais sábios, da leitura do conhecimento formal bem como da vida...”*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me fazer acreditar que tudo é possível.

A minha esposa, Cleodeth Lazarin, e aos meus filhos Emanuel Almeida e minha filha Hemely Almeida, pelo amor e carinho, razão da minha vida.

Sou muito grato aos professores que me influenciaram com a sua sabedoria, principalmente ao meu orientador Prof. Doutor Luiz Américo que considero como amigo também.

Aos amigos e colegas da turma por acreditarem que a educação realmente transforma o mundo, formaram um ambiente muito produtivo e deixaram saudosas amizade.

À Universidade Estadual de Ponta Grossa, como um todo, Depto. De Física e o Programa de Mestrado que me acolheram como aluno.

E finalmente, à Sociedade Brasileira de Física – SBF e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior – Capes, que reconheceram e apoiaram este projeto.

Meu sincero e muito obrigado a todos!

*“A gravidade explica os movimentos dos planetas, mas não pode explicar quem colocou os planetas em movimento. Deus governa todas as coisas e sabe tudo que é ou que pode ser feito”.*

(Isaac Newton)



ALMEIDA, Ivonei. **Produção de um aparato experimental para medição de campo magnético usando Arduino**. 2020. 108f. Dissertação (Mestrado nacional profissional em ensino de Física) – Universidade Estadual de Ponta Grossa. 2020.

## RESUMO

Neste trabalho buscou-se analisar e trazer para nossos alunos uma aula na qual a participação deles fosse maior, uma vez que hoje a maior preocupação não está concentrada no aluno e sim em números e metas a serem atingidas. Nossos alunos já estão cansados de aulas tradicionais, pois os alunos têm um grande potencial de aprendizagem, mas precisamos despertar nele o interesse em aprender. Com isso, surgiu a ideia de fazer um aparato usando o Arduino, onde foi elaborada uma situação de aprendizagem sobre o tema eletromagnetismo e na utilização de um experimento interativo e de fácil manipulação. O estudo consistiu no desenvolvimento de um produto para medir campo magnético utilizando o sensor de Efeito Hall e a plataforma Arduino, a qual fará a interface entre o sensor e o computador. Foi elaborado um aparato com objetivo de auxiliar as aulas de eletromagnetismo para despertar o interesse do aluno e esclarecer os tópicos relativos ao assunto. Com a aplicação do projeto, conclui-se que, através das aulas realizadas, é possível estudar os conceitos de eletromagnetismo abordando o campo magnético com muita clareza do conteúdo por parte do aluno. E também a utilização do produto, permite a fácil visualização das linhas de campo magnéticos em função da distância. Atividades propostas permitem ao aluno deduzir a relação existente entre corrente elétrica e campo magnético, já que o Arduino faz a leitura em Gauss, permeando um ensino de física que promove aos alunos uma aprendizagem significativa.

**Palavras-chave:** Campo magnético, eletromagnetismo, sensor de efeito Hall, Arduino, Ensino, Aprendizagem.

ALMEIDA, Ivonei. **Production of an experimental apparatus for measuring the magnetic field using Arduino**. 2020. 108f. Dissertation (National professional master's in Physics teaching) - Universidade Estadual de Ponta Grossa. 2020.

## ABSTRACT

In this paper we focused on analyse and bring to our students a lesson where they could participate better, considering that the most aim nowadays is not a student centered work, but the achievement of numbers and goals. Our students are really tired of traditional lessons, they have a great learning potential, and we have to promote their interest in that. This led to the idea of making an apparatus using Arduino, where a learning situation was elaborated on the subject of electromagnetism and the use of an interactive and easily manipulated experiment. The study consisted on the development of a magnetic field measuring product using the Hall Effect sensor and the Arduino platform, which will interface the sensor and the computer. An apparatus was designed to assist electromagnetism classes to arouse student interest and clarify topics related to the subject. With the application of the project through the classes, it may be concluded that it is possible to study the concepts of electromagnetism, by addressing the magnetic field very clearly of the content by the student. Using the product also allows the clearly viewing of field and distance lines. Activities proposed allows the student to deduce the relationship between electric current and magnetic field, since the Arduino reads Gauss, permeating a Physics teaching that promotes students a meaningful learning.

**Keywords:** Magnetic field, electromagnetism, Hall effect sensor, Arduino, Teaching, Learning.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	-	Efeito Hall.....	22
Figura 2	-	Campo Magnético Terrestre.....	23
Figura 3	-	Fio retilíneo AB (corrente elétrica).....	25
Figura 4	-	Posicionamento da agulha.....	26
Figura 5	-	Linhas de indução.....	26
Figura 6	-	Regra da mão direita.....	27
Figura 7	-	Fio perpendicular ao plano do papel, com a corrente “saindo” desse plano.....	28
Figura 8	-	Fio estendido no plano do papel.....	28
Figura 9	-	Solenóide.....	28
Figura 10	-	Campo Magnético no interior de um solenóide.....	30
Figura 11	-	Colégio La Salle.....	32
Figura 12	-	Sensor A 1302.....	39
Figura 13	-	Placa de Arduino Mega.....	40
Figura 14	-	Aparato.....	41
Figura 15	-	Aparato (fios, paquímetro e arduino).....	41
Figura 16	-	Regulador de tensão, paquímetro, sensor, arduino e notebook.....	42
Figura 17	-	Começando a confeccionar a bússola.....	47
Figura 18	-	Processo de continuidade à confecção da bússola.....	47
Figura 19	-	Fazendo a demonstração de linhas de campo e campo magnético.....	50
Figura 20	-	Continuidade da demonstração de linhas de campo e campo magnético.....	50
Figura 21	-	Site do arduino.....	84
Figura 22	-	Software/downloads.....	84
Figura 23	-	Downloads/code online.....	85
Figura 24	-	Tabela/windows.....	85
Figura 25	-	Tabela para baixar programa.....	86
Figura 26	-	Programa.....	87
Figura 27	-	Winrar ou o inzip.....	87
Figura 28	-	Fazer o download.....	88

Figura 29	- Fazer o download para a pasta escolhida.....	88
Figura 30	- Abrir a pasta.....	89
Figura 31	- Extrair o programa para depois instalar ele no seu computador. ....	89
Figura 32	- Achar o programa e dar um clique para instalar. ....	90
Figura 33	- Permitir o acesso e deixar ele rodar.....	90
Figura 34	- Área de trabalho/ pronto .....	91
Figura 35	- Montar e organizar o sensor para depois colocar no Arduino. ....	92
Figura 36	- Arduino Mega 2560.....	92
Figura 37	- Pino, terra e leitor analógico.....	93
Figura 38	- Arduino.....	93
Figura 39	- Programa para digitar os comandos .....	95
Figura 40	- Com tudo conectado e já com o programa pronto, podemos começar a ver o que realmente o conjunto está mostrando.....	96
Figura 41	- Forma correta do sensor e dos pinos ligados. ....	97
Figura 42	- Forma correta do sensor e dos pinos ligados em outra ótica.....	97
Figura 43	- Sensor com os fios em um paquímetro.....	98
Figura 44	- Sensor com os fios em um paquímetro em outra ótica .....	98
Figura 45	- Arduino, sensor e o aparato. ....	100
Figura 46	- Regulador de tensão.....	100
Figura 47	- Aparato .....	101
Figura 48	- Conjunto completo .....	101
Figura 49	- O paquímetro .....	101
Figura 50	- Suporte dos materiais .....	102
Figura 51	- Compensado com o fio preso nele, pronto para ser conectado no conjunto.....	103
Figura 52	- Confecção de bússola e continuidade do processo.....	104
Figura 53	- Etapas demonstrativas das linhas de campo e campo magnético.....	106

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	-	Tipos de placa integrada Arduino (TABELA, 2014).....	37
Tabela 2	-	Dados Medidos no Aparato.....	43

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>CAPÍTULO 1 – ELETROMAGNETISMO</b> .....	17
1.1 ELETROMAGNETISMO.....	17
1.2 HISTÓRIA DO ELLETROMAGNETISMO .....	18
1.3 FORÇA MAGNÉTICA.....	19
1.3.1 Linhas de Campo Magnético.....	21
1.3.2.1 O Efeito Hall .....	21
1.4 CAMPO MAGNÉTICO.....	23
1.4.1 Campo Magnético terrestre .....	23
1.4.2 Campo Magnético Produzido Pela Corrente em um Fio Retilíneo Longo.....	25
1.4.3 Campo Magnético de um Solenoide.....	28
1.4.4 Campo Magnético Bobina .....	30
<b>CAPÍTULO 2 - IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO</b> .....	32
2.1 COLÉGIO .....	32
2.2 DIRETRIZES CURRIULARES DA EDUCAÇÃO BÁSICA DO PARANÁ E BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR .....	33
2.3 ELETROMAGNETISMO.....	34
2.4 TEORIA DE APRENDIZAGEM .....	34
2.4.1 Aprendizagem Significativa .....	35
<b>CAPÍTULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	37
3.1 ARDUINO.....	37
3.2 TIPOS DE ARDUINO .....	37
3.2 SENSOR LINEAR .....	38
3.2.1 Sensor A 1302.....	38
3.3 PLACA DE ARDUINO MEGA.....	39

3.4	COMPONENTES DO APARATO UTILIZADO NESSE TRABALHO .....	40
3.6	UTILIZAÇÃO DO ARDUINO E SENSOR .....	42
	<b>CAPÍTULO 4 - ATIVIDADES DESENVOLVIDAS</b> .....	<b>46</b>
4.1	OS EXPERIMENTOS .....	46
4.1.1	Roteiro Experimental I .....	46
4.1.2	Roteiro Experimental II .....	48
4.1.3	Roteiro Experimental III .....	50
4.1.3.1	Desenvolvimento: .....	51
	<b>CAPITULO 5 - RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>52</b>
	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>53</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>55</b>
	<b>APÊNDICE A - PLANOS DE AULA</b> .....	<b>57</b>
	<b>APÊNDICE B – EXPERIMENTOS</b> .....	<b>66</b>
	<b>APÊNDICE C – PROJETO EDUCACIONAL</b> .....	<b>80</b>

## INTRODUÇÃO

A educação é um processo contínuo que se desenvolve no espaço escolar e social, pois a criança já tem lugar em uma rede de troca intersubjetiva por meio dos saberes, sentimentos, emoções e significados veiculados. Sua subjetividade é forjada na coexistência, em sua maneira singular de interpretar o mundo e na identidade pessoal, que é constituída no confronto de interação e socialização humana. Por isso, é importante fazer uma análise com relação aos conteúdos trabalhados, pois essa relação de professor, aluno e conteúdo é de suma importância para a construção de uma aprendizagem significativa e possibilita um resultado satisfatório com relação ao rendimento escolar.

É comum presenciar na Educação um contexto de ensino baseado em regras tradicionais, no qual o conhecimento é repassado aos alunos preocupando-se com a teoria e não tanto com a aula prática, fato que leva ao desestímulo dos alunos.

Diante destas transformações que vem ocorrendo, o ensino é influenciado diretamente, havendo a necessidade de mudanças e busca de estratégias e ferramentas de ensino, que contribuam para um melhor aproveitamento do tempo, tornando o trabalho, a comunicação e a execução de tarefas mais fáceis, rápidas e prazerosas, pleiteia-se a reestruturação da educação como um todo.

Ressalta-se que a importância do estudo perpassa por outros pontos de extrema relevância: primeiramente, destacam-se as transições da educação como reflexo da situação social, que afetam diretamente a formação dos estudantes. As diferenças socioculturais são um exemplo de transição, ainda muito forte em nosso país, são responsáveis por inúmeras mazelas sociais ocasionando o afastamento dos adolescentes do espaço escolar.

Dessa forma, além de criar as metáforas para que o conhecimento seja mais próximo do aluno, o professor tem que cuidar para não deixar o conteúdo superficial de forma a esvaziar seus significados científicos. Por outro lado, para que se estabeleça aprendizagem significativa, há necessidade de que o professor não apenas saiba que o estudante traz um conhecimento empírico, espontâneo, das suas relações cotidianas, mas também que aguace as contradições dos alunos e localize as limitações desse conhecimento científico, com o intuito de promover uma



observação do educando sobre o conhecimento que ele já possui. É indispensável partir de alguma forma, daquilo que o aluno sabe, quer seja cientificamente correto ou não.

Assim, no campo da física, propõe-se a construção de um aparato para que o aluno tenha um entendimento melhor de campo magnético em um fio retilíneo longo. Isso porque, quando se explica sobre campo magnético, o assunto é muito distante para o entendimento do aluno, e se não tiver algo que ele consiga enxergar de nada vai adiantar a fala do conteúdo.

Com o aparato pronto em cima da mesa, o aluno é capaz de fazer uma análise inicial do que será medido ou observado. Lá estará um fio com corrente elétrica e um sensor de efeito Hall A1302, o qual detecta a presença de um campo magnético. Logo em seguida, o Arduino faz a leitura através do notebook e através do data show são projetados no quadro alguns números. Dessa forma os alunos conseguem entender que ali onde está passando uma corrente elétrica existe um campo magnético. A partir disso, o conteúdo explicado passa a fazer sentido e os alunos fazem perguntas, dessa forma o professor consegue passar para o aluno mais segurança sobre o que estão aprendendo, confirmando, de certa forma, o que ele já tinha de conhecimento do seu dia a dia. Através da observação do aparato o professor propõe a construção de gráficos e tabelas pelos alunos e responde todas as dúvidas possíveis, fazendo-os perceber que, onde existe corrente elétrica vai existir um campo magnético.

Por fim, o professor conclui com a demonstração de que quanto mais próximo ao fio, maior o campo, e conforme vai afastando o campo vai diminuindo. Pela observação do exemplo, os alunos observam que o campo é proporcional a intensidade e inversamente proporcional à distância.

Sendo assim, é possível concluir que a interação ocorre quando o sujeito participa ativamente de uma aula e ao mesmo tempo se habilita a fazer experiências, a fim de buscar o conhecimento. Nesse caso, ele naturalmente precisará de um produto que o estimule ou lhe chame a atenção, para que consiga entender melhor o que realmente está tentando descobrir.

Nesse sentido, a interação com o meio, a partir do respeito ao histórico social e cultural de cada indivíduo, proporcionando a interação deste com matérias fornecidas pelo seu universo, traz o conceito de desenvolvimento de uma zona proximal de aprendizagem, progredindo em direção ao desenvolvimento real. Ou

seja, um ambiente que valoriza o saber do indivíduo no curso da aprendizagem por intermédio do educador, faz com que progressivamente se transforme o desenvolvimento pessoal em desenvolvimento real – tal indivíduo já não precisará de auxílio, pois o conhecimento será desenvolvido conseqüentemente.

No primeiro capítulo, vamos estabelecer importantes conceitos de eletromagnetismo como: sua História, suas propriedades magnéticas, a força Magnética, as Linhas de Campo Magnético, o Efeito Hall e os campos Magnéticos (Terrestre, Espira, Solenoide, Bobina e Campo Magnético em fio retilíneo longo).

No segundo capítulo, vamos conhecer um pouco sobre o Colégio no qual foi executada a pesquisa e faremos uma abordagem referente às Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino de Física além de um estudo sobre o Eletromagnetismo. Também falaremos sobre a teoria de aprendizagem e a teoria dos campos conceituais e a aprendizagem significativa.

O terceiro capítulo apresentará o Arduino na forma de tutorial, onde veremos como deve ser aplicado o produto, o programa com os resultados obtidos, o encaminhamento sobre a Placa integrada Arduino, os tipos de Arduino e mais especificamente, a placa de Arduino Mega, o sensor A1302 e os componentes do aparato.

## CAPÍTULO 1 – ELETROMAGNETISMO

### 1.1 ELETROMAGNETISMO

O estudo de eletromagnetismo trata da relação mútua existente entre os efeitos elétricos e magnéticos.

As equações de Maxwell são constituídas pelas leis de Gauss, para a eletricidade e para o magnetismo, a lei de Ampère generalizada e a lei de Faraday para indução eletromagnética.

A Lei de Gauss para eletricidade relaciona os campos elétricos e suas fontes, as cargas elétricas. A Lei de Gauss para o magnetismo expressa a inseparabilidade dos polos magnéticos, a inexistência de polos magnéticos isolados (monopolos magnéticos). Portanto toda a linha de campo magnético é uma linha contínua e fechada, partindo do polo norte e vai ao polo sul por fora do ímã e do polo sul retorna ao polo norte por dentro do ímã. De acordo com essa lei, as linhas de campo magnético são diferentes das linhas de forças de um campo elétrico que se originam em cargas elétricas positivas e terminam em cargas elétricas negativas.

A Lei de Ampère descreve o fato de uma corrente elétrica gerar um campo magnético. Além disso, um campo elétrico variável também induz um campo magnético, adicionando um termo de corrente de deslocamento na expressão matemática da lei de Ampère, sendo assim temos a lei de Ampère-Maxwell.

A Lei de Indução de Faraday, expressa as características de um campo elétrico originado por um fluxo magnético variável no tempo. Os campos elétricos produzidos são do tipo rotacional.

Conforme Máximo et al (2017), a aplicação tecnológica dos conhecimentos dessa área é muito ampla, desde aplicações diretas na vida das pessoas (como por exemplo, na medicina, no diagnóstico de doenças através de exames de ressonância magnética e em tratamentos que utilizam técnicas de estimulação Magnética Transcraniana EMT ou TMS), até aplicações indiretas (como nos mais complexos sistemas de aceleradores de partículas e usinas hidrelétricas).

Nas ramificações da informática e telefonia móvel, o Eletromagnetismo também está presente, seja no sistema de gravação de dados no disco rígido ou na memória dos chips, bem como nas comunicações entre aparelhos via *bluetooth*, infravermelho ou *wi-fi*.

## 1.2 HISTÓRIA DO ELLETROMAGNETISMO

O Magnetismo se desenvolveu com o estudo das propriedades dos imãs. Não se suspeitava, no entanto, que pudesse existir qualquer relação entre os fenômenos magnéticos e os fenômenos elétricos. O Magnetismo e a Eletricidade eram considerados dois ramos da Física totalmente independentes e distintos um do outro.

Conforme Azenha et al (1993) “no século VI a.C., o grego Thales de Mileto descobriu uma resina fósfil, cujo nome grego é *elektron*, que adquire a propriedade de atrair corpos leves quando atritada na lã”. Esse fato ficou praticamente esquecido até 1600, quando o médico inglês William Gilbert (1544-1603), retornando as observações de Thales, inventou o pêndulo elétrico, o que tornou possível a observação de uma série de fenômenos os quais transformam-se na base da eletricidade.

Os estudos nesse campo evoluíram com Otto von Guericke (1602-1686), citado por Azenha (1993), que observou a repulsão entre objetos carregados eletricamente. Somente por volta de 1730 o pesquisador francês Charles Du Fay (1698-1739) demonstrou claramente que a força elétrica podia ser atrativa ou repulsiva. Na metade do século XVIII, Benjamim Franklin, estadista e cientista americano, admite a transferência de eletricidade de um corpo para outro, quando são atritados, imagina a eletricidade como um fluido e se refere aos estados elétricos como excesso ou uma deficiência desse fluido. Ao excesso atribui sinal positivo (+) e à falta (-).

No final do século XVIII o francês Charles Augustin de Coulomb (1736-1806), utilizando a balança de torção formulou a lei da força elétrica, conhecida como lei de Coulomb. As noções de campo elétrico, potencial elétrico e capacitância foram introduzidas através dos teoremas de Gauss, de Laplace e de Poisson.

A descoberta da corrente elétrica reativou os conhecimentos sobre fenômenos magnéticos já conhecidos muitos séculos antes da descoberta de Thales de Mileto. Estes fenômenos magnéticos observados pela primeira vez numa antiga cidade da Grécia antiga, chamada Magnésia, de onde teriam se originado os termos: magnetita, magnético, magnetismo, etc.

Sabe-se que o principal constituinte da magnetita é um óxido de ferro e que esse material tem propriedade física de atrair não somente ferro, mas também cobalto, níquel, o manganês e numerosas ligas desses metais. Apesar de tudo ter começado com a magnetita, sabemos que o poder magnético pode ser encontrado em corpos compostos de outras combinações químicas.

Em 1820, o físico dinamarquês Hans Christian Oersted (1777- 1851) verificou que uma bússola magnética sofria deflexão quando colocada nas vizinhanças de um fio conduzindo uma corrente elétrica. Tal observação, relacionando eletricidade e magnetismo, levou muitos cientistas ilustres, entre os quais Michael Faraday (1791-1867), Lorentz, Biot, Savart, Ampère, Joseph Henry, Edwin Hall, Lenz, a fazer pesquisas que conduziram à demonstração de que existe uma interligação entre eletricidade e magnetismo.

Segundo Gaspar (2011), na verdade, hoje se sabe que a eletricidade e magnetismo são aspectos do mesmo fenômeno, o eletromagnetismo.

Uma característica importante que os diferenciam: no magnetismo não existe conceito de polo magnético com propriedades parecidas com as da carga elétrica; enquanto na eletricidade existem cargas elétricas opostas, positivas e negativas, e portadoras dessas cargas. Veja-se, no magnetismo não há polos magnéticos isolados: a divisão de qualquer ímã sempre dá origem a outros ímãs por menor que eles sejam. Mas, da mesma forma que em torno de um corpo eletricamente carregado existe um campo elétrico, na região onde há um ímã há também um campo magnético. Por essa razão, o estudo dos ímãs é o ponto de partida do nosso estudo do eletromagnetismo.

### 1.3 FORÇA MAGNÉTICA

Historicamente, a definição do vetor campo magnético se baseia numa das últimas descobertas do eletromagnetismo. O primeiro relato experimental da força data de 1881 e é de J. J. Thomson, físico inglês que descobriu o elétron. Segundo Gaspar (2011), neste trabalho Thomson baseou-se na teoria de James Maxwell, o qual procurando saber de que forma partículas carregadas eletricamente seriam afetadas pela presença de ímãs. Thomson chegou a uma expressão da força magnética.

Nessa o módulo da velocidade da partícula se dá em relação ao meio através do qual ela se move. Esse valor é metade do valor aceito atualmente. Em 1889, outro físico inglês, Oliver Heaviside (1850-1925), corrigiu o trabalho de Thomson e apresentou a expressão correta:

$$\vec{F} = |q| \vec{v} \times \vec{B} \quad (1)$$

Para a carga  $q < 0$ , o sentido da força magnética é oposto ao dado pela regra da mão direita, e quando a carga for  $q > 0$  rege a regra da mão direita, sendo que o dedo indicador é colocado no sentido da velocidade e o dedo médio no sentido do campo e o polegar fornece o sentido da força magnética.

A força magnética que age sobre uma partícula carregada que se move com velocidade na presença de um campo magnético é sempre perpendicular à velocidade e ao campo. Sabendo que a força magnética não pode mudar a velocidade escalar da partícula e também não pode mudar a energia cinética da partícula.

Mais tarde, em publicação de 1892 e 1895, o físico holandês Hendrik Lorentz apresentou uma expressão mais geral, em que inclui também a ação do campo elétrico sobre a partícula carregada, chegando a uma expressão equivalente a:

$$\vec{F} = |q| \vec{E} + |q| \vec{v} \times \vec{B} \quad (2)$$

Segundo Máximo (2017) a força magnética é resultado da interação entre dois corpos dotados de propriedades magnéticas, como ímãs ou cargas elétricas em movimento.

Num fio retilíneo, de comprimento  $L$ , percorrido por uma corrente  $i$ , colocado em um campo magnético, cuja direção é perpendicular à direção da corrente, haverá a presença de uma força magnética sobre o fio. Essa força é devido à força magnética sobre as cargas elétricas em movimento ao longo do fio. Sabemos que a corrente elétrica no fio pode ser considerada, para todos os efeitos, como sendo constituída por cargas positivas em movimento.

### 1.3.1 Linhas de Campo Magnético

Segundo Kazuhito (2010), para visualizar campo magnético, podemos colocar limalhas de ferro em torno de um ímã. Os desenhos formados pelas limalhas de ferro correspondem às linhas de forças do campo magnético que envolve o ímã. As linhas que representam o campo magnético são fechadas, ou seja, não tem começo nem fim. Podem ser observadas também quando colocadas limalhas de ferro em uma folha de papel, sobre um ímã de barra: o padrão de linhas formado continua na parte que está sobre o ímã, fechando-se.

Conforme Halliday (2013) as linhas de campo magnético nas proximidades de um ímã em forma de barra, passam pelo interior do ímã e formam curvas fechadas. O campo magnético externo é mais intenso perto das extremidades do ímã, o que se reflete em um menor espaçamento das linhas. Assim, o campo magnético do ímã em forma de barra recolhe muito mais limalhas de ferro nas extremidades. A extremidade pela qual as linhas saem é chamada de polo norte do ímã, enquanto que a outra pela qual as linhas entram recebe o nome de polo sul.

#### 1.3.2.1 O Efeito Hall

Conforme Halliday (2013), em 1879 durante experiências feitas para se medir diretamente o sinal dos portadores de carga em um condutor Edwin H. Hall percebeu um fenômeno peculiar.

Na época já se sabia que quando o fio percorrido por corrente elétrica era exposto a um campo magnético as cargas presentes neste condutor eram submetidos a uma força que fazia com que seu movimento fosse alterado.

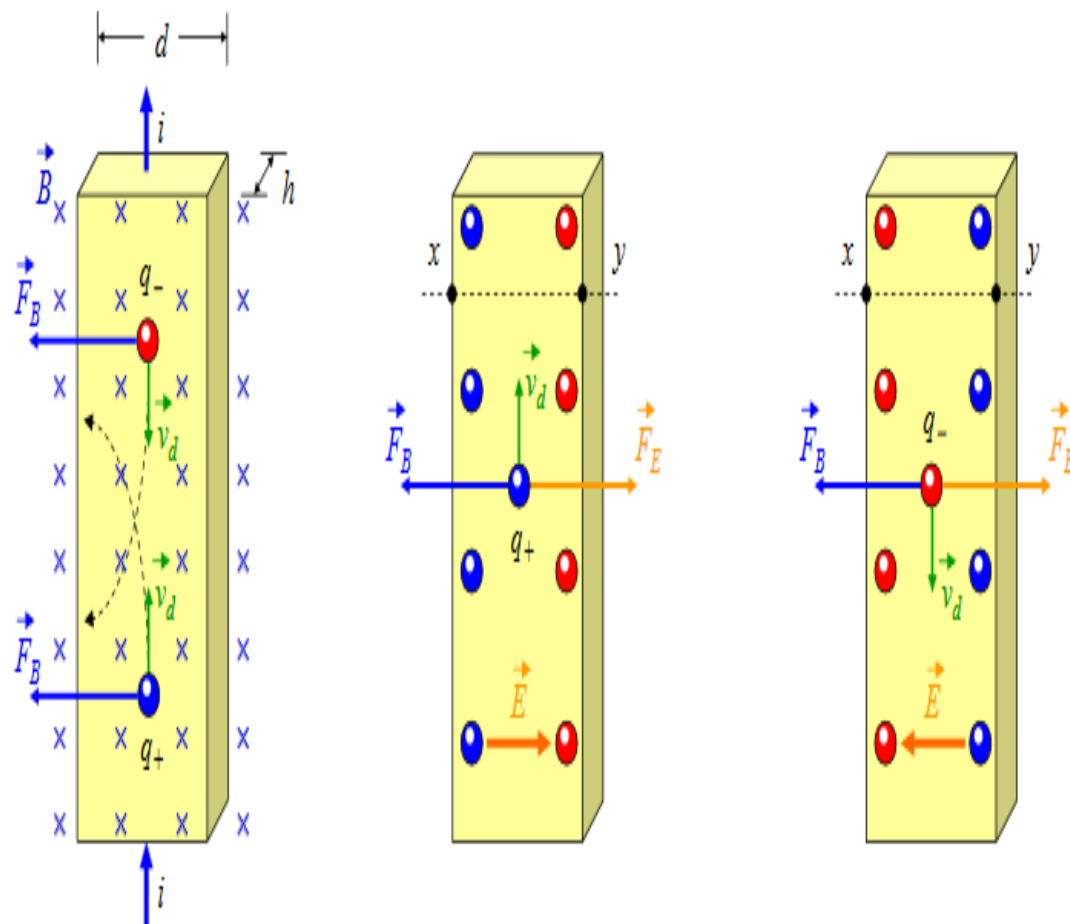
No entanto, o que Edwin Hall descreveu foi o surgimento de regiões com carga negativa e outras com carga positiva no condutor, criando um campo elétrico perpendicular ao campo gerado pela corrente principal. Em sua homenagem este efeito ficou conhecido como Efeito Hall.

O Efeito Hall é a produção de diferença de potencial através de um condutor elétrico. Essa tensão é transversal à corrente no condutor e é perpendicular ao campo magnético. Dentro de um mesmo material (por exemplo, um fio metálico que esteja conduzindo corrente e sendo afetado por um campo magnético) surgiria uma

diferença de tensão entre dois locais, pertencente a um plano perpendicular à corrente e ao campo magnético incidente ao fio, dessa mesma barra.

Na Figura 1 é representada uma fita de cobre percorrida por uma corrente e submetida a um campo magnético. Na primeira situação, logo depois que o campo magnético é aplicado mostra-se a trajetória curva de um elétron. Já na segunda situação, após o equilíbrio ser atingido (o que acontece rapidamente) as cargas negativas se acumulam do lado direito da fita, deixando as cargas positivas não compensadas do lado esquerdo. Assim, o potencial é maior do lado esquerdo. Enquanto isso, na terceira situação, para o mesmo sentido da corrente, se os portadores de carga fossem positivos, tenderiam a se acumular no lado direito, que ficaria com um potencial maior.

Figura 1 - Efeito Hall



Fonte: Rincoski (2018)



## 1.4 CAMPO MAGNÉTICO

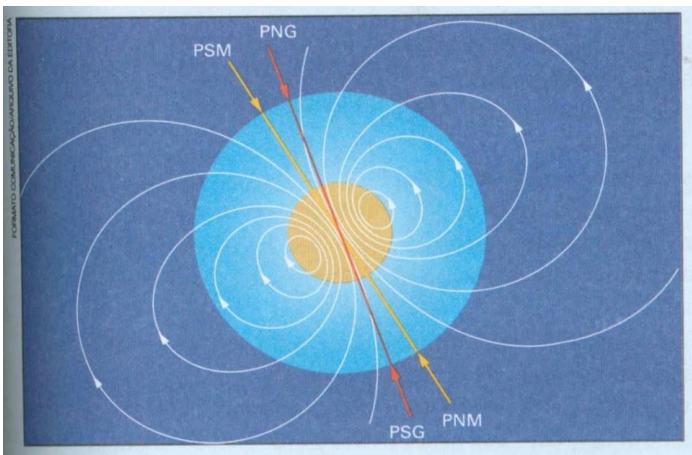
O conceito de campo magnético surgiu com a observação do efeito que um ímã produzia a seu redor, uma região que foi chamada de campo magnético.

Sabemos que até o início do século XIX a eletricidade e o magnetismo eram estudados de forma separadas, ou seja, considerava-se que não havia nenhuma ligação entre esses dois fenômenos. No ano de 1820, foi anunciado um experimento, realizado pelo físico Hans Christian Oersted, que constatou a ligação entre a eletricidade e o magnetismo. Oersted verificou que a agulha de uma bússola mudava de direção quando a corrente elétrica passava em um fio condutor que estava bem próximo dessa bússola. Dessa forma, ele conclui que além do ímã, as correntes elétricas também produzem campo magnético, cujo sentido também depende da corrente elétrica.

### 1.4.1 Campo Magnético terrestre

A primeira descrição científica do campo Magnético da terra foi a de William Gilbert, em 1600, demonstrando com auxílio da Terrella, um ímã em forma de esfera, em que a terra se comporta como um imenso ímã. Esta é, ainda hoje, a forma mais simples de descrever o magnetismo terrestre conforme figura 2 abaixo.

Figura 2 - Campo Magnético Terrestre



Fonte: Gualter (2013).

Como se vê, os polos magnéticos estão na extremidade do eixo magnético que atravessa a Terra (semirreta amarela), e os polos geográficos estão na

extremidade do eixo de rotação da Terra (semirreta vermelha), mas não há coincidência entre essas posições nem razão física para que possa haver essa coincidência. Por isso, a agulha da bússola, em geral, não aponta exatamente para o Norte geográfico. Quase sempre há um desvio, um ângulo medido em graus, em relação à posição correta do Norte geográfico, chamado de declinação magnética.

Felizmente estamos protegidos do vento solar (nome dado a esse intenso fluxo de partículas) pela ação do campo magnético terrestre, que interage com essas partículas e faz com que elas sejam freadas e desviadas de sua trajetória inicial e sigam trajetórias curvilíneas. Satélites artificiais detectam a posição dessas partículas e, por meio de computadores, possibilitam a obtenção de imagens, sendo o campo magnético e sua interação com partículas eletricamente carregadas.

Conforme Torres et al (2016), visto que um ímã suspenso por seu centro de gravidade orienta-se aproximadamente na direção norte-sul geográfica do local conclui-se que existe um campo magnético criado pela terra, na direção do qual o ímã suspenso se orienta, é o campo magnético terrestre. Assim, explicando a orientação que as bússolas adquirem, o autor afirma que “*o próprio globo terrestre é um grande ímã*” (TORRES et al, 2016). Nesse sentido, podemos associar a terra a um grande ímã, com o polo sul magnético aproximadamente no norte geográfico e o polo norte magnético aproximadamente no sul geográfico.

O campo magnético da Terra é como o campo magnético de um gigantesco ímã em forma de barra, que atravessa desde o Polo Sul até o Polo Norte do planeta. Mas é importante lembrar que os polos magnéticos da Terra têm uma inclinação de  $11,5^\circ$  em relação aos polos Geográficos. Lembremos também que o Polo Norte Geográfico também é inclinado em relação à linha perpendicular ao plano da órbita da Terra.

[...] note que o polo norte magnético é, na realidade, um polo sul do dipolo que representa o campo da Terra. O eixo magnético está aproximadamente a metade entre o eixo de rotação e a normal ao plano da órbita da Terra [...] (HALLIDAY et al, 2004, p. 268).

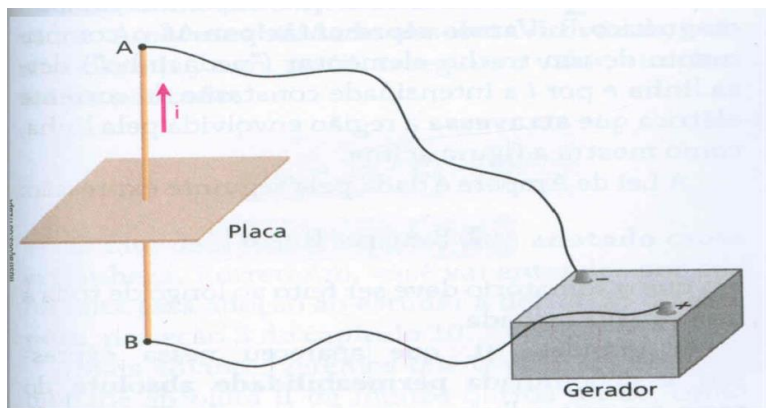
#### 1.4.2 Campo Magnético Produzido Pela Corrente em um Fio Retilíneo Longo

Quando se refere a “fio muito longo” ou “fio infinito”, estamos considerando as regiões próximas do fio e bem afastadas de suas extremidades. A figura abaixo

(figura 3) sugere um experimento em que será gerado um campo magnético supostamente intenso o suficiente para podermos ignorar o campo magnético da Terra.

Segundo nos coloca Gualter (2013) um fio retilíneo AB perfura uma placa, de papelão, madeira ou plástico, perpendicularmente. Esse fio está ligado a um gerador, capaz de produzir nele uma corrente elétrica de grande intensidade como vemos na figura 3 abaixo.

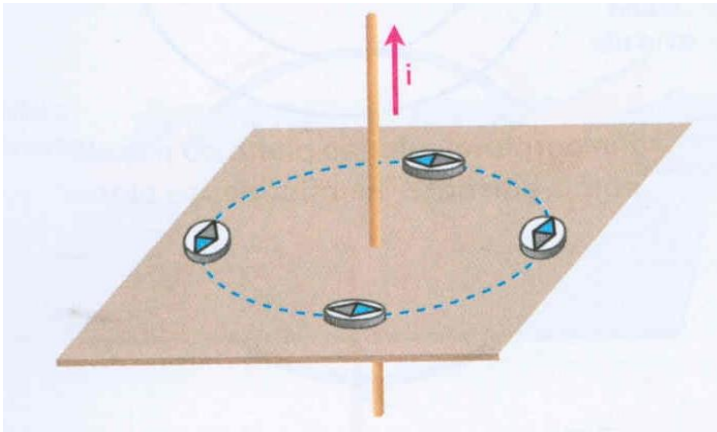
Figura 3 - Fio retilíneo AB (corrente elétrica)



Fonte: Gualter (2013).

Se pulverizarmos limalha de ferro sobre a placa, se pode observar a configuração das linhas de indução do campo magnético gerado pelo fio. Observa-se que as linhas de indução do campo são circunferências dispostas em um plano perpendicular ao fio, todas com centro nesse fio. Assim, para descobrir o sentido dessas linhas de indução, é usada uma bússola em vez de limalhas de ferro. Desloca-se a bússola sobre a placa, mantendo-a sempre à mesma distância do fio, conforme figura 4 abaixo.

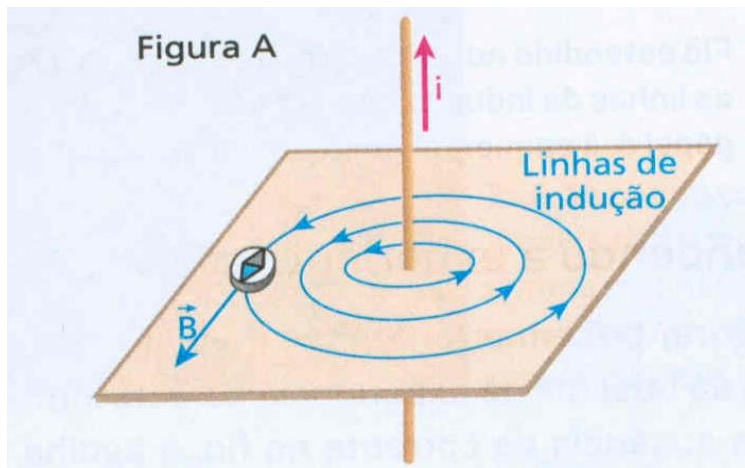
Figura 4 - Posicionamento da agulha



Fonte: Gualter (2013).

Lembrando que a agulha se alinha com o vetor  $\vec{B}$ , criado pelo fio, com seu polo norte magnético aponta no sentido de  $\vec{B}$ , sendo possível descobrir a orientação das linhas de indução indicada na figura 5:

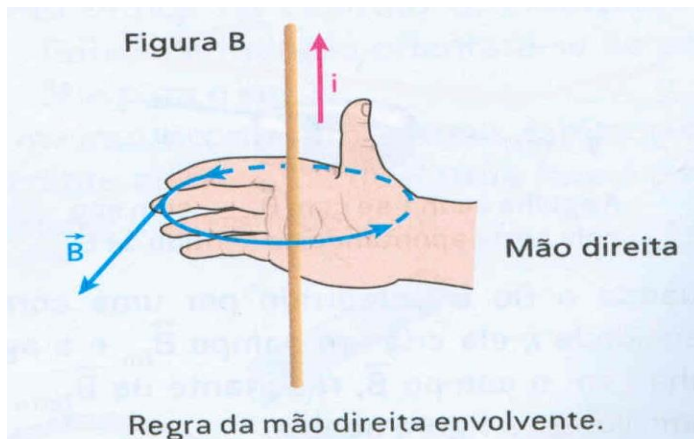
Figura 5 - Linhas de indução



Fonte: Gualter (2013).

O vetor  $\vec{B}$  é, em cada ponto, tangente a uma linha de indução e tem o sentido indicado por ela na figura 6.

Figura 6 - Regra da mão direita



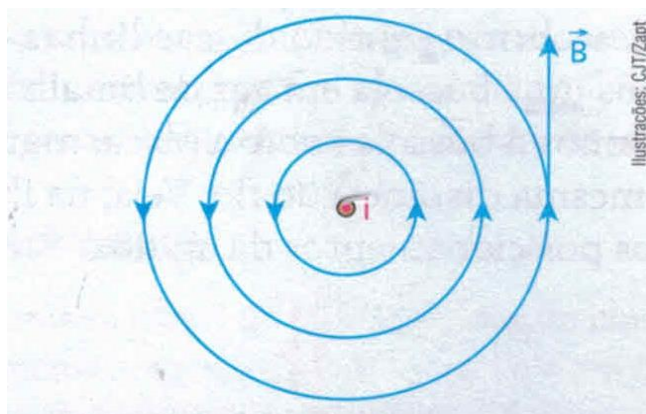
Fonte: Gualter (2013).

Na figura 7, é possível uma regra prática para orientar as linhas de indução: a regra da mão direita envolvente.

Para aplicar essa regra, segure o fio com a mão direita, de modo que seu dedo polegar aponte no sentido da corrente elétrica  $i$ , como mostra a figura. Os outros dedos darão, automaticamente, o sentido das linhas de indução.

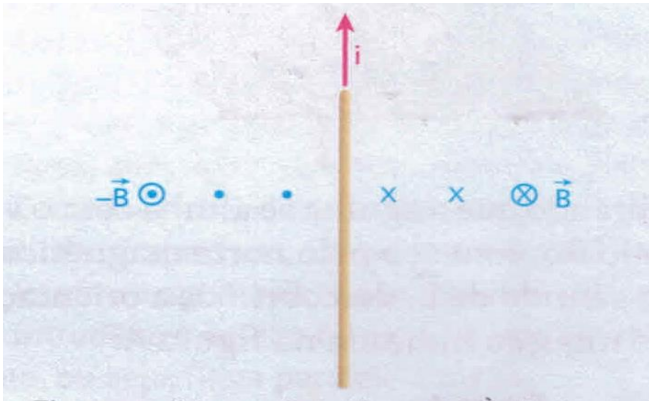
Conforme Gualter (2013) usando essa regra, confirme os sentidos indicados para as linhas de indução nas duas ilustrações seguintes:

Figura 7 - Fio perpendicular ao plano do papel, com a corrente “saindo” desse plano.



Fonte: Gualter (2013).

Figura 8 - Fio estendido no plano do papel



Fonte: Gualter (2013).

Quando observado um fio estendido no papel, é possível que identificar que à direita do fio as linhas de indução têm sentido entrando no papel e, à esquerda do fio, saindo do papel.

#### 1.4.3 Campo Magnético de um Solenoide

Segundo Gualter (2013), o solenoide, mais conhecido como bobina, é um fio condutor enrolado em forma de hélice cilíndrica, parecendo uma mola comum. Fazendo com o solenoide os mesmos experimentos sugeridos para o fio retilíneo, obteremos os resultados apresentados seguir. Na figura abaixo, um solenoide é percorrido por uma corrente elétrica de intensidade  $i$ , que entra pela sua extremidade esquerda e sai pela direita. Observe a configuração das linhas de indução do campo magnético gerado por essa corrente conforme a figura 9 abaixo.

Figura 9 - Solenoide



Fonte: Cabral (2019)

A orientação das linhas continua dada pela regra da mão direita envolvente. No interior do solenoide, em pontos não muito próximos do fio condutor ou das extremidades, as linhas de indução são representadas aproximadamente por linhas retas, paralelas, igualmente espaçadas e orientadas. Isso significa que, nessa região, o campo magnético é praticamente uniforme.

Nessas condições, em cada ponto do interior do solenoide, o vetor indução magnética tem as seguintes características:

- direção: é a do eixo do solenoide;
- sentido: é dado pela regra da mão direita;
- Intensidade: Sendo  $N$  o número de espiras existentes no comprimento  $l$ , a intensidade do vetor  $B$  é dada por:

$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot i}{l} \quad (3)$$

Onde:

$\mu$  é a constante de permeabilidade magnética do meio;

$N$  é o número de espiras do solenoide;

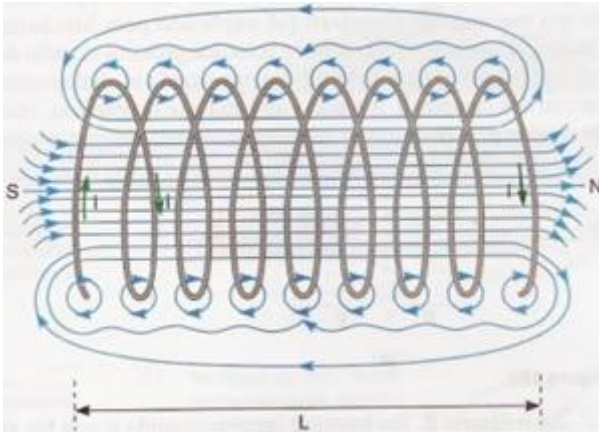
$l$  é o comprimento do solenoide;

$i$  é a intensidade de corrente elétrica.

Caso o solenoide seja longo (comprimento algumas vezes maior que o diâmetro) e suas espiras estejam bem juntas, o campo na região interna é acentuadamente mais uniforme, conforme possível observar na figura 10.



Figura 10 - Campo Magnético no interior de um solenoide.



Fonte: Cabral (2019)

Da mesma forma que a espiral, um solenoide apresenta dois polos. Portanto, de acordo com a regra da mão direita, as linhas de indução magnética são perpendiculares ao plano do centro das espiras.

#### 1.4.4 Campo Magnético Bobina

Segundo Gaspar (2011), bobina e solenoide são, a rigor, sinônimos. Ambos são agrupamentos de espiras. Na prática, porém, há algumas pequenas diferenças.

Bobina tem um significado amplo. Qualquer enrolamento de seção normal de qualquer forma, circular, quadrada ou retangular, por exemplo, é uma bobina.

Solenoide tem um significado mais restrito. Em geral, essa denominação é usada para conjuntos de espiras circulares de mesma seção, normais, enroladas uniformemente em hélice (como as espiras de um caderno). Por isso, não há solenoides planos, só bobinas planas.

Pode-se admitir ainda que o módulo do vetor campo magnético  $\vec{B}$  no centro O da bobina é a soma dos módulos dos vetores de cada espira.

Assim, se a bobina tiver  $N$  espiras, o módulo do vetor campo magnético da bobina será o módulo de cada espira. Assim, a expressão do módulo do vetor campo magnético no centro de uma bobina plana de  $N$  espiras, percorrida pela corrente elétrica de intensidade  $i$ , no vácuo ou no ar, é, portanto:



$$\mathbf{B} = \frac{\mu \cdot i}{2r} \quad (4)$$

O enrolamento com a forma de uma hélice ou espiral é chamado de solenoide. A configuração das linhas de campo do solenoide pode ser obtida da reunião das configurações das linhas de campo de cada espira. Essa configuração torna-se mais bem definida com o aumento do número de espiras, o que reduz a distância entre elas. Enquanto isso, o comprimento (**L**) do solenoide será muito maior do que o raio **r** de sua seção normal (sendo o raio de cada espira). Nesse caso, a configuração das linhas de campo magnético do solenoide equivale à configuração das linhas de campo magnético de um ímã em forma de barra.

## CAPÍTULO 2 - IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO

### 2.1 COLÉGIO

O trabalho foi desenvolvido em turmas do terceiro ano do ensino médio, no Colégio Estadual La Salle – EFM, situado na rua: Araragiboia, nº 891, CEP: 85.530 – 030, Fone: (046 – 3224 3515), [www.pbclasalle@seed.pr.gov.br](mailto:www.pbclasalle@seed.pr.gov.br), Bairro La Salle – Pato Branco – PR.

**Figura 11 - Colégio La Salle**



Fonte: O autor (2019)

O Colégio Estadual La Salle dispõe de Ensino Fundamental e Médio, tendo organização seriada e com avaliações trimestrais. Turnos e horários de funcionamento: Manhã: 7h25min às 11h45min. Tarde: 13h10min às 17h20min. O Colégio disponibiliza para os alunos como atividades complementares: Língua Estrangeira Moderna – CELEM – Espanhol, atividades de Complementação Curricular em contraturno de letramento e Raciocínio Lógico, além de Hora-Treinamento dos esportes Voleibol, Futsal e Basquetebol para ensino fundamental e médio. Ainda, há uma sala de Recurso, em forma de jornada ampliada; a sala de Altas-Habilidades, em forma de jornada ampliada; e sala de Apoio à Aprendizagem.

O Colégio Estadual La Salle possui um espaço físico que atende suas necessidades. Possui um amplo espaço para circulação, pátio agradável e acolhedor propício à aprendizagem. Possui 19 salas de aula bem ventiladas e iluminadas, equipadas com TV Pendrive. Sete destas salas de aula não possuem a medida padrão comportando no máximo 30 alunos, duas comportando apenas 25 alunos e as demais são amplas, nas medidas oficiais, podendo atender até 40 alunos.

O Ginásio de Esportes foi reformado, mas ainda se encontra com difícil acesso (sem rampas e escadarias adequadas), possuindo quatro quadras abertas para prática de esporte coletivo como: voleibol, basquetebol, handebol, futebol de salão e outros. Ainda, há um campo com gramado para futebol suíço.

A biblioteca tem 130m<sup>2</sup>, é bem arejada e possui um acervo de mais de 10 mil livros didáticos, literatura, enciclopédias. Além de Laboratório de Ciências e Física, este último, apesar de bem equipado, possui espaço apertado, de forma que para melhor trabalhar, o professor necessita dividir as turmas em dois grupos para as aulas.

O Colégio La Salle é composto por sua maioria, de alunos de classe média/baixa com renda familiar em torno de 1 a 10 salários mínimo. Uma grande parcela possui casa própria, carro e participa de grupos e atividades culturais, utilizando também, como meio de locomoção para escola, o transporte escolar particular. A média de escolaridade dos seus pais é de Ensino médio e/ou Superior.

## 2.2 DIRETRIZES CURRIULARES DA EDUCAÇÃO BÁSICA DO PARANÁ E BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR

Brasil (2000, p. 35) nos coloca que a física:

É um conhecimento que permite elaborar modelos de evolução cósmica, investigar os mistérios do mundo submicroscópico, das partículas que compõem a matéria, ao mesmo tempo em que permite desenvolver novas fontes de energia e criar novos materiais, produtos e tecnologias.

Ao propiciar esses conhecimentos, o aprendizado da Física promove a articulação de toda uma visão de mundo, de uma compreensão dinâmica do universo, mais ampla do que nosso entorno material imediato. Portanto, é capaz de

transcender nossos limites temporais e espaciais. Assim, ao lado de um caráter mais prático, a Física revela também uma dimensão filosófica, com uma beleza e importância que não devem ser subestimadas no processo educativo. Para que esses objetivos se transformem em linhas orientadoras para a organização do ensino de Física no Ensino Médio, é indispensável traduzi-los em termos de competências e habilidades, superando a prática tradicional.

### 2.3 ELETROMAGNETISMO

Conforme afirma Menezes (*apud* PARANÁ, 2008, p.37), o eletromagnetismo possui:

Função de associar as leis de conservação com as propriedades do espaço e do tempo, cogitar sobre diferentes ordens que emergem e se transformam no domínio da vida e das máquinas, compreender as qualidades dos materiais em sua intimidade quântica, acompanhar o quase mítico surgimento das forças da natureza bem como a evolução do universo. Vê-se que são atividades tão prazerosas que deveriam ser tomadas como direito universal.

Estamos imersos em ondas eletromagnéticas, como por exemplo o sol, que é um dos transmissores de luz e calor, sendo a maior e mais importante fonte de vida para os seres terrestres. São muitos os tipos de radiações eletromagnéticas, tão importantes que deram origem a uma nova ciência, que se preocupa em captar e analisar informações obtidas do espaço através de ondas.

### 2.4 TEORIA DE APRENDIZAGEM

As teorias de aprendizagem são estudos que os professores utilizam para conhecer os elementos centrais, necessários no desenvolvimento escolar, espaço de ensino e aprendizagem. Segundo Diretrizes Curriculares do Paraná, ao preparar sua aula o professor deve ter em vista que a produção científica não é uma cópia fiel do mundo ou da realidade perceptível pelo senso comum, mas uma construção racional, uma aproximação daquilo que se entende ser o comportamento da natureza. Assim, é essencial observar que:

O processo de ensino-aprendizagem, em Física, deve considerar o conhecimento trazido pelos estudantes, fruto de suas experiências de vida em suas relações sociais. Interessam, em especial, as concepções

alternativas apresentadas pelos estudantes e que influenciam a aprendizagem de conceitos do ponto de vista científico (PARANÁ, 2008, p. 56).

E ainda:

A experimentação, no ensino de Física, é importante metodologia de ensino que contribui para formular e estabelecer relações entre conceitos, proporcionando melhor interação entre professor e estudantes, e isso propicia o desenvolvimento cognitivo e social no ambiente escolar (PARANÁ, 2013, p. 4)

Nesse sentido, ressalta-se que:

Ainda que a linguagem matemática seja, por excelência, uma ferramenta para essa disciplina, saber Matemática não pode ser considerado um pré-requisito para aprender física. É preciso que os estudantes se apropriem do conhecimento físico, daí a ênfase aos aspectos conceituais sem, no entanto, descartar o formalismo matemático (PARANÁ, 2008, p. 56).

Ao levar em conta o conhecimento prévio dos estudantes, o professor deve considerar que a ciência atual rompe com o imediato, o perceptível, o que pode ser tocado e que, para adentrar ao mundo da ciência, é preciso um processo de enculturação no qual o estudante apropria-se das teorias científicas.

Esse rompimento tem que começar em relação ao real imediato. Para o senso comum, a realidade é aquilo que pode ser tocado, manejado; mas, para aprender o conhecimento científico atual é necessária a ruptura com essa realidade imediata e adentrar num mundo onde o real é uma construção e não se constitui num mundo dado (CARVALHO FILHO, 2006, p. 4).

Ao propor um currículo de física para o Ensino Médio é preciso considerar que a educação científica é indispensável à participação política e capacita os estudantes para uma atuação social e crítica, com vistas à transformação de sua vida e do meio que o cerca. Sob essa perspectiva, o ensino de física vai além da mera compreensão do funcionamento dos aparatos tecnológicos.

#### 2.4.1 Aprendizagem Significativa

Segundo Moreira (2009) a aprendizagem significativa acontece durante um processo, onde uma nova informação ou conceito se relaciona a um conceito já existente na estrutura cognitiva do estudante. Esta relação se dá de maneira não

arbitrária e substantiva, ou seja, não-litera. Ausubel (1980) chama de “subsunçor” a estrutura de conhecimento específica com a qual a nova informação interage. O subsunçor já é uma proposição existente na estrutura cognitiva, que serve de ancoradouro à nova informação. Esta nova informação interage com a estrutura cognitiva e depois de ancorada adquire novo significado para o indivíduo.

A teoria de Ausubel visa sempre o educando, tendo como pressuposto o saber carregado por ele, cabendo ao professor entender ou identificar o conhecimento para preparar o conteúdo de forma adequada. Nela, os conhecimentos prévios dos alunos devem ser valorizados, para que estes possam construir estruturas mentais que permitem descobrir e redescobrir outros conhecimentos, tornando a aprendizagem prazerosa e eficaz (PELIZZARI et. al., 2002). Mesmo que o material tenha significado, a linguística deve estar de acordo com o aluno. Inicialmente, é necessário entender a estrutura lógica da disciplina, cabe ainda ao professor, aproximar mais a teoria da prática para que o aluno tenha uma reflexão a partir de sua realidade e seus anseios, o conduzindo a imaginar como sendo parte do novo conhecimento. Assim, incentiva-se o educando em relação à frequência escolar, mostrando-lhe que o que está aprendendo é parte de suas necessidades cotidianas, é real, é palpável.

O conhecimento prévio da vida social do educando, deve estar relacionado ao novo conhecimento proposto pelo professor, de forma que, para que isso ocorra, é necessário que o profissional conheça a realidade do seu estudante e de seus conhecimentos, para então, organizar seu plano a fim de atingir os subsunçores com significados claros e estáveis. Ressalta-se aqui a necessidade de os conteúdos estarem organizados em sequência, e o material ser significativo. O saber é uma verdadeira obra de arte que o professor pode desenvolver, dialogando e orientando os estudantes para novos conhecimentos, trabalhando de forma colaborativa. O estudante é protagonista nesse processo, se torna um aprendiz, ou seja, um sujeito transformador e ativo no processo ensino aprendizagem.

Segundo Ausubel (1980) a segunda condição para que a aprendizagem significativa ocorra, é que o educando manifeste uma predisposição em aprender. É um processo no qual a nova informação se relaciona de maneira (não literal e não arbitrária) com informações preexistentes, ocorrendo uma interação entre elas (conceito subsunçor). Resultando na assimilação dos significados velhos e novos dando origem a uma estrutura mais diferenciada.

## CAPÍTULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS









### 3.1 ARDUINO

A placa integrada Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica, criada por Massimo Banzi e David Cuartielles, em 2005, para ser utilizada por artistas ou amadores. A placa é de fácil utilização, não sendo necessário conhecimento em eletrônica ou em programação, dessa forma é bastante fácil para o professor utilizá-la em laboratório. A plataforma é composta de hardware e software.

O hardware é uma placa eletrônica que possui todos os componentes necessários para a maioria dos projetos, e permite o acoplamento de circuitos externos por meios de pinos de conexão em posições padronizadas. A placa é livre e pode ser facilmente modificada ou adaptada. Além do mais, a placa é programável podendo-se escrever comandos para controlar o dispositivo ou realizar leituras de sinais analógicos e digitais, sendo possível salvar no próprio chip controlador do Arduino. Alguns projetos que existem do Arduino são livres, sendo possível baixá-los e utilizar em sala de aula.

### 3.2 TIPOS DE ARDUINO

Tabela 1 - Tipos de placa integrada Arduino (TABELA, 2014).

	Arduino Uno	Arduino Mega2560	Arduino Leonardo	Arduino Due	Arduino ADK	Arduino Nano	Arduino Pro Mini	Arduino Esplora
								
Microcontrolador	ATmega328	ATmega2560	ATmega32u4	AT91SAM3X8E	ATmega2560	ATmega168 (versão 2.x) ou ATmega328 (versão 3.x)	ATmega168	ATmega32u4
Portas digitais	14	54	20	54	54	14	14	-
Portas PWM	6	15	7	12	15	6	6	-
Portas analógicas	6	16	12	12	16	8	8	-
Memória	32 K (0,5 K usado pelo bootloader)	256 K (8 K usados pelo bootloader)	32 K (4 K usados pelo bootloader)	512 K disponível para aplicações	256 K (8 K usados pelo bootloader)	16 K (ATmega168) ou 32K (ATmega328), 2 K usados pelo bootloader	16 K (2k usados pelo bootloader)	32 K (4 K usados pelo bootloader)
Clock	16 Mhz	16 Mhz	16 Mhz	84 Mhz	16 Mhz	16 Mhz	8 Mhz (modelo 3.3v) ou 16 Mhz (modelo 5v)	16 Mhz
Conexão	USB	USB	Micro USB	Micro USB	USB	USB Mini-B	Serial / Módulo USB externo	Micro USB
Conector para alimentação externa	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não
Tensão de operação	5v	5v	5v	3.3v	5v	5v	3.3v ou 5v, dependendo do modelo	5v
Corrente máxima portas E/S	40 mA	40 mA	40 mA	130 mA	40 mA	40 mA	40 mA	-
Alimentação	7 - 12 Vdc	7 - 12 Vdc	7 - 12 Vdc	7 - 12 Vdc	7 - 12 Vdc	7 - 12 Vdc	3.35 - 12 V (modelo 3.3v), ou 5 - 12 V (modelo 5v)	5v

Fonte: Thomsen (2014).

## 3.2 SENSOR LINEAR

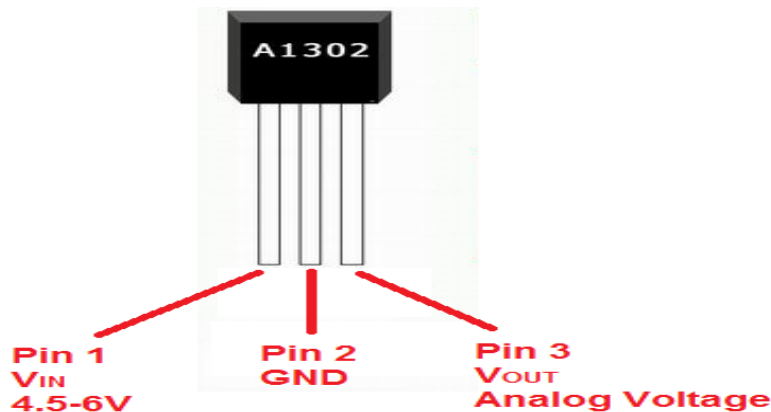
Os sensores lineares de correntes baseados no Efeito Hall são dispositivos capazes de monitorar correntes contínuas e alternadas sem a necessidade de interação física entre o circuito de monitoramento e o circuito de força a ser monitorado, denominado isolamento galvânico. Alguns destes sensores são capazes de monitorar correntes em circuitos de frequência de 0 até 100kHz, sem haver qualquer tipo de desgaste por atrito mecânico, além de ser imune a contaminantes ambientais devido ao seu isolamento galvânico, sua construção de estado sólido e seu encapsulamento, vedando-o totalmente do ambiente externo. A sua tensão de saída é proporcional ao campo magnético ao qual o sensor está exposto. Esta tensão poderá ser positiva ou negativa de acordo com o deslocamento no espaço do gerador do campo magnético ou o sentido da corrente.

### 3.2.1 Sensor A 1302

Foi escolhido para utilização no trabalho por possuir as características necessárias para o projeto e ser de baixo custo. Conforme o Datasheet, do seu fabricante, a AllegroMicro System LCC, este sensor provê uma saída de tensão em estado de repouso (sem exposição a qualquer campo magnético) de 50% da tensão de alimentação. A sensibilidade de tensão de saída é de 1,3mV/G quando exposto ao campo, e largura máxima de banda de saída de 20kHz,20. Integrado ao seu circuito estão o elemento Hall, um amplificador linear e uma estrutura de saída CMOS Classe A.



Figura 12 - Sensor A 1302



Fonte: Arduitrronics (2019)

O sensor de Efeito Hall mede o campo magnético. O A1302 é um sensor de Efeito Hall linear de tempo contínuo. Ele é construído para fornecer uma saída de tensão de precisão proporcional ao campo magnético aplicado.

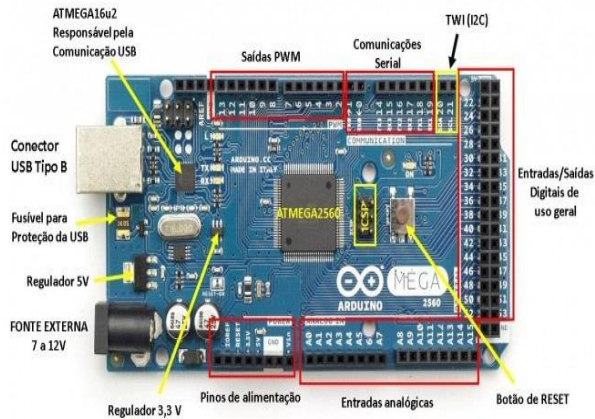
### 3.3 PLACA DE ARDUINO MEGA

O Arduino Mega 2560 Compatível é um fantástico microcontrolador capaz de executar as mais diferentes tarefas em conjunto com sensores e módulos eletrônicos, como o chip Atmel ATmega2560 que é responsável por todo gerenciamento e processamento de dados do sistema.

Por meio de programação do usuário via computador, já que a Placa Mega 2560 conta com porta USB, é possível carregar os códigos e bibliotecas mais variados, atendendo a necessidade do programador, bem como dos sensores que estiverem atuando em conjunto.

O que diferencia esse modelo dos demais é a sua ampla capacidade de processamento, com maior poder de memória e diversas portas extras para conexão com sensores, onde estão distribuídas entre saídas digitais e analógicas, mostrando-se ideal para criar projetos de robóticos e de automação residencial.

Figura 13 - Placa de Arduino Mega



Fonte: Arduino (2019).

É uma placa microcontroladora baseada no ATmega2560 (datasheet). Ele possui 54 pinos de entradas/saídas digitais, 16 entradas analógicas, 4 UARTs (portas seriais de hardware), um oscilador de cristal de 16 MHz, uma conexão USB, uma entrada de alimentação, uma conexão ICSP e um botão de reset.

### 3.4 COMPONENTES DO APARATO UTILIZADO NESSE TRABALHO

O desenvolvimento do trabalho se deu ao buscar uma atividade experimental que abordasse o eletromagnetismo, objetivando a medição de campo magnético utilizando o Arduino. Os laboratórios escolares tradicionais carecem de experimentos que possam identificar claramente muitos dos fenômenos presentes no estudo do eletromagnetismo.

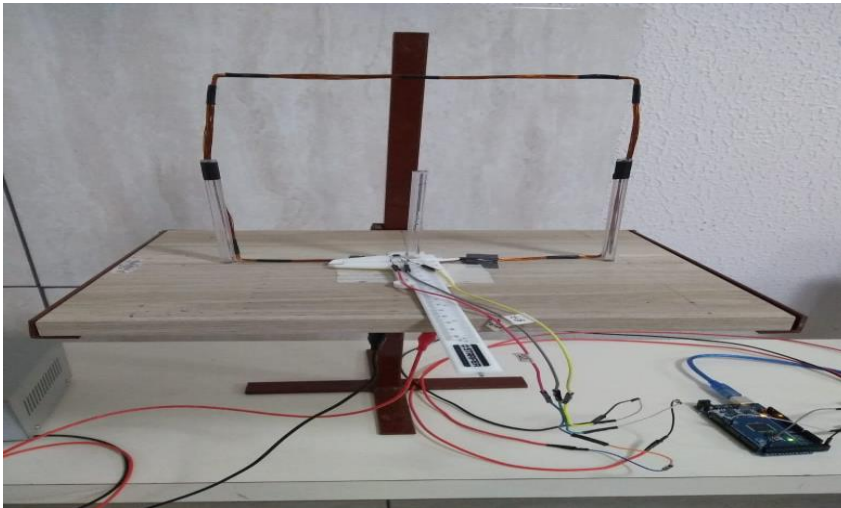
Este trabalho tem como proposta, a inserção de um novo tipo de aparato experimental simples para o ensino da física, que possibilite uma boa explicação da medição de campo magnético, usando Arduino.

O aparato produz, além da motivação, a possibilidade de reconstruir interpretações em sala de aula que fizeram parte do desenvolvimento da ciência ou, no mínimo, uma aula em que teoria e prática fundem-se num único momento investigativo.

Na elaboração e montagem de um aparato para medidas numéricas de campo magnético, utilizando Arduino e um sensor (sensor de efeito hall a 1302), teremos como componentes do aparato: a) regulador de tensão; b) suporte; c) tábua de compensado (30 x 25) com três furos; d) três tubos de canetas; e) um paquímetro; f) 16,80m de fio de cobre; g) sensor A 1302; h) Arduino mega; i) notebook; i) programa do Arduino para ler o valor do campo magnético.

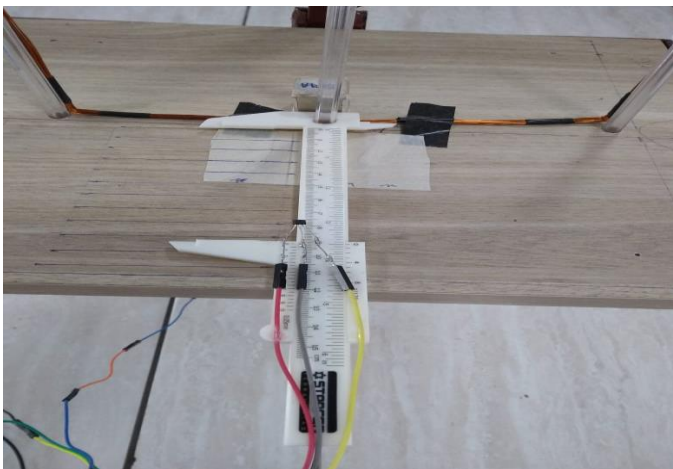
A seguir mostraremos algumas fotos de como ficará o aparato depois de pronto:

Figura 14 - Aparato



Fonte: O autor (2020)

Figura 15 - Aparato (fios, paquímetro e arduino).



Fonte: O autor (2020)

Aqui o paquímetro com o sensor pronto para usar.

Figura 16 - Regulador de tensão, paquímetro, sensor, arduino e notebook.



Fonte: O autor (2020)

Para utilização, devem estar devidamente montados: Regulador de tensão, Paquímetro, Sensor, Arduino e Notebook.

### 3.6 UTILIZAÇÃO DO ARDUINO E SENSOR

O trabalho realizado tem por finalidade apontar os principais resultados e discussões mais pertinentes durante a aplicação do produto em sala de aula. As análises estão presentes no decorrer, como um processo de ensino e aprendizagem.

Foram constatadas algumas dificuldades neste processo, onde as principais discussões levantadas pelo professor se referiam a requisitar aos alunos que diferenciassem eletricidade de eletromagnetismo.

O produto foi aplicado em salas de aulas do ensino médio, onde se notou que, as aulas executadas possibilitaram contemplar o estudo que foi de suma importância para uma melhor interação dos educandos com os conteúdos abordados, possibilitando aos mesmos fazer várias perguntas voltadas ao seu dia a dia.

Foi observado um grande interesse por parte dos alunos, em aprender simultaneamente a teoria e a prática, cuja ação possibilitou a reflexão a partir da sua realidade, além da aquisição real do conhecimento.

Alguns avanços foram observados no que se refere à elaboração e a confecção dos experimentos feitos em sala de aula. Vê-se que é possível reproduzir tal projeto por outros profissionais da educação, tanto em sala de aula ou em laboratório (desde que seja possível, pois sabemos que não são todas as escolas que tem um laboratório de física). Ressalta-se que o trabalho apresentado foi realizado em sala de aula, obtendo bons resultados sem a necessidade do uso de laboratório.

Essa proposta foi resultado de uma prática diferenciada, sendo que o professor quando chega a este conteúdo, só tem em mãos a experiência de *Oersted*. Experiência esta que é simples, e o aluno só observa a agulha se mexer quando é colocada próxima a uma corrente elétrica.

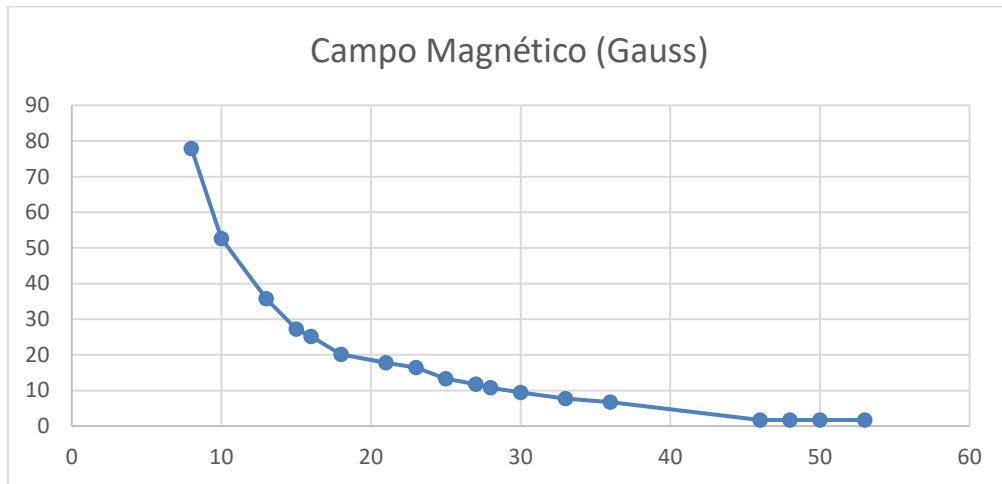
Tabela 2 - Dados Medidos no Aparato.

<b>Número de medidas</b>	<b>Distância(mm)</b>	<b>Campo Magnético (Gauss)</b>
1	8	77,9
2	10	52,6
3	13	35,7
4	15	27,2
5	16	25,1
6	18	20,1
7	21	17,8
8	23	16,4
9	25	13,3
10	27	11,8
11	28	10,8
12	30	9,4
13	33	7,7
14	36	6,7
15	46	1,7
16	48	1,7
17	50	1,7

Fonte: Dados da pesquisa do autor (2020)

Possível observar na tabela que ao fazer as medidas no aparato, se constata que enquanto a distância aumenta o campo diminui, nesse caso o aluno consegue ter uma visão clara e mais ampla do campo magnético criado por corrente em um condutor retilíneo longo.

Gráfico 1 - Campo Magnético



Fonte: Dados da pesquisa do autor (2020)

Observa-se no gráfico, na tabela e devidamente comprovado no aparato, que estamos diante de três situações claras. Caso o aluno tenha dificuldade em observar no aparato, ele pode ver na tabela e no gráfico, proporcionando várias hipóteses de compreensão distintas.

Assim, há maior facilidade para o aluno compreender o que foi proposto, possibilitando que conclua que quanto maior o campo, menor a distância. Além de poder alcançar a conclusão de que o campo magnético é proporcional a intensidade e inversamente proporcional à distância.

Com o produto elaborado acima o aluno consegue observar que existe corrente elétrica, e ao mesmo tempo campo magnético, pois com ele o professor consegue demonstrar através de números, facilitando a visualização do aluno. Assim, ao final das aulas, o aluno consegue compreender que o campo magnético é proporcional à intensidade e inversamente proporcional à distância.

Nessa perspectiva, o sensor detecta e demonstra no produto, que quanto mais se aproxima do fio (o qual está passando corrente elétrica), maior será o campo magnético; e quanto mais se afasta, menor é o campo. Desse modo, é

possível ao aluno perceber através de números o que o sensor está mostrando na aproximação. Ainda, se o professor tiver um bom conhecimento do conteúdo ele consegue compartilhar o conteúdo sem a necessidade de repassar a fórmula, pois o aluno alcançará por si conclusão de que o campo é:

## CAPÍTULO 4 - ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

### 4.1 OS EXPERIMENTOS

Na primeira aula foi realizada uma explanação para repassar conceitos essenciais e compreender o conhecimento prévio do aluno, possibilitando com tal embasamento a sequência de atividades. Nesse momento inicial restou claro que parte dos estudantes compreendia que eletricidade e magnetismo eram conceitos correspondentes a positivo e negativo, ou de polos norte e sul. Para melhor compreensão do restante do projeto, foram repassados conceitos essenciais que diferenciavam o conteúdo de eletricidade e eletromagnetismo, buscando alterar a percepção de que apenas os conceitos de polos positivos e negativos eram insuficientes para explicar o fenômeno.

#### 4.1.1 Roteiro Experimental I

Em sequência, há a aplicação do roteiro experimental. A partir deste momento, os estudantes são instruídos a realizar a montagem de uma bússola simples, utilizando como materiais um copo com água, uma agulha e uma rolha. Cada um dos grupos recebeu em cima de sua mesa os materiais anteriormente descritos, além de um estilete e um ímã. A instrução é para que, utilizando o estilete, os estudantes devem construir uma pequena canaleta na rolha (observando os cuidados necessários) a fim de possibilitar a fixação da agulha. Depois de fixada a agulha, a rolha deve ser colocada na água a fim de que, utilizando uma bússola ao lado do copo, os estudantes possam observar se há ocorrência de qualquer fenômeno com a agulha e a rolha.

Depois de realizados os passos descritos acima, o roteiro determina que os estudantes utilizem o ímã disponibilizado da seguinte forma: este deve ser friccionado sempre no mesmo sentido na ponta de agulha. Em sequência, a rolha com a agulha deve ser novamente inserida no copo a fim de que observem o resultado deste contato com a água. Concomitantemente, os alunos devem ser instruídos a aproximar uma bússola normal para facilitar tal observação, comparando a bússola confeccionada com aquela disponibilizada na bancada.



Figura 17 - Começando a confeccionar a bússola



Fonte: O autor (2020)

Figura 18 - Processo de continuidade à confecção da bússola.



Fonte: O autor (2020)

Após registro dessas informações, os seguintes questionamentos devem ser levantados em grupo:

- 1- O que acontece com a agulha após colocar ela em cima da rolha? Explique.
- 2- Qual fenômeno está relacionado com este experimento? O que você entende por tal fenômeno?
- 3- É possível utilizar uma bússola para se orientar onde possui campo elétrico? Explique.
- 4- A bússola se orienta através dos polos geográficos ou através de polos magnéticos?

Nas proximidades dos polos norte e sul do ímã, a concentração das linhas de campo (densidade de linhas) é maior e indica que nesses pontos a intensidade do campo magnético é maior. Nota-se também que as linhas de campo não se cruzam, pois se isso acontecesse haveria mais de uma orientação para o vetor  $\vec{B}$ , o que é impossível de acontecer.

#### 4.1.2 Roteiro Experimental II

Em sequência, há a aplicação do segundo roteiro experimental. A instrução para a realização de uma experiência relativamente simples deve seguir os seguintes passos: os estudantes, utilizando os ímãs e limalhas de ferro disponibilizadas, devem posicionar o ímã abaixo de uma pequena placa de vidro, com tamanho correspondente a 20cmx20cm, e a limalha logo acima. A depender do ímã utilizado, será observado um desenho possível de visualização a olho nu (sem a utilização de lupa).

A conclusão a ser obtida pelos estudantes é de que há formação de um campo, sendo este proveniente de uma ponta do ímã e alcançando a outra. E em seguida, utilizando o Arduino, será possível demonstrar quais os polos norte e sul do

ímã em questão, de forma a repassar ao estudante a compreensão de que o campo se mantém entre os dois lados. Além disso, há a demonstração de que as limalhas se orientam em sentido norte – sul.

Considerando a demonstração acima, os estudantes serão orientados a realizar toda a montagem dos ímãs, possuindo, nesse passo, o conhecimento do desenvolvimento do fenômeno, além de utilizarem marcação para definir os polos norte e sul dos ímãs. Tal atividade poderá proporcionar a compreensão de que tais fenômenos ocorrem em ímãs de barra, de ferradura e circular, além de propiciar o embasamento teórico para tanto.

Após registro dessas informações, as seguintes questões devem ser discutidas em grupo:

- 1 É o ímã que atrai o ferro ou o ferro que atrai o ímã?
- 2 O que acontece quando tiramos o ímã de perto das limalhas? Explique sua resposta.
- 3 Quando você coloca um único ímã sob o aparato o que acontece?
- 4 Quando você coloca dois ímãs com os lados iguais e depois com lados opostos o que acontece?

Figura 19 - Fazendo a demonstração de linhas de campo e campo magnético



Fonte: O autor (2020)

Figura 20 – Continuidade da demonstração de linhas de campo e campo magnético



Fonte: O autor (2020)

Após a realização de tais atividades e questionamentos, os estudantes já estarão com o conhecimento avançado acerca do campo magnético, mediante demonstração proporcionada por meio do Arduino e do sensor A1302. Além disso, deve ser introduzido, de forma básica, o conceito de sensor e Arduino. Com o repasse de tais conceitos sobre os acessórios em questão, deve ser iniciada uma nova demonstração de utilização destes instrumentos para observância do fenômeno. Quando da aplicação do roteiro ora demonstrado, os estudantes responderam aos questionamentos aplicados com bastante facilidade, demonstrando que possível a observância de que: a) ao aproximar o sensor do fio, o campo magnético expandia, bem como que a ao afastá-lo havia a diminuição até o encontro da estabilidade; b) ao circular o paquímetro era possível observar que o campo em questão era circular, pois havia manutenção do mesmo valor.

#### 4.1.3 Roteiro Experimental III

O início do terceiro roteiro experimental se dá com a demonstração do Arduino, bem como de alguns dos comandos possíveis na utilização deste. Em seguida, deve ser disponibilizado um aparato contendo um fio de energia que perpassa determinado suporte, além de haver conexão do Arduino ao notebook. Tal montagem possibilita que o conteúdo seja repassado em projetor.

Ao afastar o sensor do fio, o Arduino terá a marcação do campo magnético em Gauss. Nesse momento, será possível para o aluno observar que quando o campo magnético está próximo, ele será maior do que quando afastado do fio. Além disso, possibilita a demonstração de existência de linhas de campo circulares, de forma a constatar que a distância destas é correspondente ao raio. De forma gradativa, os estudantes alcançarão a conclusão de que o afastamento diminui o campo – informação esta que pode ser percebida e demonstrada através de gráficos.

#### 4.1.3.1 Desenvolvimento

Dando continuidade ao assunto, tais questionamentos devem ser levantados:

- 1 – O que o Arduino demonstra?
- 2 – O aparato tem alguma coisa a ver com as demais experiências realizadas?
- 3 – O que se pode observar com o que o Arduino está mostrando?
- 4– O Arduino está medindo alguma coisa? O quê?
- 5 – Plotar o Gráfico  $d \times B$  (distancia x campo magnético)

## CAPITULO 5 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo tem por finalidade apresentar os resultados obtidos no decorrer da aplicação do produto em sala de aula. O produto foi aplicado com alunos dos terceiros anos e observou-se que, em sua grande maioria, eles demonstraram bastante interesse pelo conteúdo abordado nas aulas.

Através das observações realizadas no decorrer da aplicação do produto, pôde ser notado um avanço no processo ensino-aprendizagem e as dificuldades dos estudantes. Outro fator foi observado, foi a grande dificuldade em vencer o conteúdo previsto no plano de aula, devido às poucas aulas que temos no decorrer do trimestre.

Neste trabalho foram elaborados três roteiros experimentais, conforme descrito no capítulo 4. Após a aplicação de quatro aulas, foi percebido que os alunos já possuíam um bom entendimento dos assuntos abordados. Eles começaram a ler os capítulos do livro texto antes de chegar na aula e faziam seus comentários com mais segurança.

No momento em que foi percebido, em função das respostas apresentadas e da participação nas atividades propostas, que a maioria dos alunos já dominava os assuntos relativos à linhas de campo magnético, que a Terra se comportava como um ímã, foi utilizado o aparato descrito no capítulo 3 conforme as imagens 2, 3 e 4.

Com a utilização do aparato os estudantes conseguiram chegar à conclusão que o campo magnético era proporcional à corrente elétrica e inversamente proporcional à distância em relação ao fio.

Para alguns alunos do grupo em que a relação entre o campo magnético e a corrente elétrica não tinha ficado clara, a utilização da tabela com os valores da distância e do módulo do campo magnético representados graficamente, ajudou-os a perceber que o campo magnético era proporcional a corrente elétrica e inversamente proporcional à distância, contribuindo para uma melhor aprendizagem por parte do aluno.

As atividades desenvolvidas neste projeto em relação ao ensino por meio da metodologia aplicada à negociação de significados buscam em considerar conhecimentos prévios e as possíveis subsunções de cada aluno.

## CONCLUSÃO

Por meio deste trabalho, alcançou-se a oportunidade de apresentar um produto. Utilizando uma sequência de aulas de Física, sobre a investigação de campo magnético, durante a qual, foi desenvolvida a discussão dos conceitos de campo magnético de uma corrente elétrica em um fio condutor retilíneo longo. Com o objetivo de obter a percepção e a relação dos conceitos de eletromagnetismo, a partir da produção de um aparato experimental, que visa medir o campo magnético usando Arduino.

Durante a realização do produto, foi de fundamental importância, a abordagem feita com os alunos sobre seus conhecimentos, sobre os conceitos de eletromagnetismo, sobre o campo magnético e o que conheciam a respeito quando se tratava do assunto.

Conforme a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, as aulas acontecem no sentido de viabilizar a ocorrência de interações de informações novas com outras preexistentes na estrutura cognitiva dos estudantes.

Assim é possível que o aluno associe seu conhecimento pré-existente com o conteúdo que será proposto em sala de aula, e com isto possa fazer a relação entre este conhecimento já adquirido e o novo aprendizado.

A realização das atividades de todo o processo de conhecimento acerca do campo magnético, levou os alunos a debaterem ideias e conceitos certos e/ou errados que carregavam consigo. Nesse sentido, as atividades elaboradas para cada momento contribuíram para organizar os conhecimentos dos alunos como também auxiliar no decorrer das atividades.

Quando eram abordados os conceitos de campo magnético com as atividades experimentais, observou-se maior liberdade e também maior diálogo entre educador e educandos.

Com as aulas realizadas conseguimos estudar conceitos de eletromagnetismo, podendo abordar campo magnético com muita facilidade de compreensão por parte do aluno. Observou-se ainda que com o produto, ficou clara a visualização das linhas de campo, distância, possibilitando o entendimento da fórmula sem que o aluno percebesse a relação com a parte numérica de campo



magnético, tendo em vista que o Arduino faz a leitura em Gauss, permeando um ensino de física com alguns conceitos de fácil entendimento.

Conclui-se que na utilização do Arduino, o sensor detecta e demonstra no produto que quanto mais se aproxima do fio (o qual está passando corrente elétrica), maior será o campo magnético, e quanto mais se afasta menor é o campo, sendo que o aluno percebe através de números que o sensor está mostrando na aproximação.

O produto é fácil de ser manipulado depois que estiver conectado no computador, sendo que qualquer pessoa pode manuseá-lo, e observar que ali passa corrente elétrica. Um campo magnético se forma ao mesmo tempo que o sensor lê em Gauss, possibilitando facilmente a observação de que o campo magnético aumenta ao ser aproximado e diminui quando afastado.

Com este trabalho sugiro que os profissionais busquem novas estratégias e ferramentas de ensino, que contribuam para estimular mais os alunos em sala de aula e assim, com seu conhecimento preexistente aprimorar teoria e prática.



## REFERÊNCIAS

- ARDUINO. Disponível em: <https://www.embarcados.com.br/arduino/>. Acesso em 10 fev. 2019.
- ARDUITRONICS. Disponível em: <https://www.arduitronics.com/product/1207/a1302-hall-effect-sensor>. Acesso em 10 fev. 2019
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Paralelo Editora, LDA: Lisboa, 2003.
- BARRETO, B.; XAVIER, C. **Física aula por aula- Eletromagnetismo e Física moderna**. São Pauo: FTD, 2016.
- BONJORNO, A. R.; BONJORNO, V. J. R. **Física Fundamental**. 2º grau. Volume [único]. São Paulo: FTD, 1993.
- BONJORNO, J. R. et. al. **Física**. 3º edição. São Paulo: Editora FTD, 2013.
- CABRAL, M. Campo Magnético no interior de um solenoide. **Mundo Novo**. 2019. Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/campo-magnetico-no-interior-um-solenoide.htm>. Acesso em: 20 de março de 2018.
- COELHO, M. J.; FUJII, A. T. Utilização do laboratório tradicional e de informática para o ensino da disciplina de Física. In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Os desafios da Escola Pública paranaense na perspectiva do Professor PDE**. Curitiba, 2013. Disponível em: [http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes\\_pde/2013/2013\\_uel\\_fis\\_artigo\\_mirian\\_jaqueline\\_coelho.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_uel_fis_artigo_mirian_jaqueline_coelho.pdf). Acesso em 10 fev. 2018.
- DIACENTO, A. A. **A importância das propriedades magnéticas**. 2015. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/356820663/291-1112-1-PB-pdf> Acesso em: 20 de março de 2018.
- FEYMANN, R. P. **Seis Lições Sobre os Fundamentos de Física**. São Paulo: Editora Presença.
- GASPAR, A. **Compreendendo a Física – eletromagnetismo e física moderna**. São Paulo: Ática, 2011.
- GUALTER, N. H. **Física**. Volume 3 - Eletricidade Física Moderna do Mestre. 2ª edição, São Paulo: Saraiva, 2013.
- JOSÉ, G.; VILLAS, N.; DOCA, R. H. **Física 3 – eletricidade, física moderna e análise dimensional**. São Paulo: Saraiva, 2013.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física**. Vol. 3. n.9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
- MÁXIMO, A; ALVARENGA, B; GUIMARÃES, C. **Física – Contexto & aplicações ensino médio, 3ª série**. 2ª ed. São Paulo: Scipione, 2017.

PARANÁ. Secretaria da Educação. **Diretrizes Curriculares da Rede Pública de Educação Básica do Estado do Paraná para Física**. Curitiba, 2008.

PIETROCOLA, M.; POGIBIN, A.; ANDRADE, R.; ROMERO, T. R. **Eletricidade e Magnetismo, ondas eletromagnéticas, radiação e matéria**. São Paulo: FTD, 2010.

RIBEIRO, L. A. M. **Física**. Vol. 3. Ed. São Paulo: Editora Scipione, 2000.

RINCOSKI, Cristóvão. **O campo magnético**. Capítulo 8. UNESP. 2018. Disponível em: <http://docs.fct.unesp.br/docentes/dfqb/celso/MatematFisIII/Cap08.pdf> Acesso em 08 fev. 2019

THOMSEN, Adilson. **Qual Arduino Comprar? Conheça os Tipos de Arduino**. 2014. Disponível em: <http://blog.filipeflop.com/arduino/tipos-de-arduino-qual-comprar.html>. Acesso em 10 fev. 2019

TORRES, C. M. A.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. de. PENTEADO, P. C. M. **Física ciência e Tecnologia – 3º Ensino Médio**. São Paulo: Moderna, 2016.

## **APÊNDICE A - PLANOS DE AULA**

## **PLANO DE AULA I**

### **1. Identificação**

Colégio: Colégio Estadual La Sale

Curso: Ensino Médio

Disciplina: Física

Professor: Ivonei Almeida

Série: 3ª Série

Ano Letivo: 2017

Carga Horária: 50 minutos

### **2. Assunto**

Campo Magnético Terrestre e Uso da Bússola

### **3. Objetivo:**

#### 3.1 Objetivos Específicos:

- Demonstrar o campo magnético da terra por meio de uma bússola;
- Manipular a bússola para orientação.

### **4. Momentos da aula**

#### 4.1 Introdução:

A aula será iniciada com um vídeo ensinando como se orientar em uma mata fechada, só com auxílio de uma bússola.

Após a apresentação dos vídeos, os estudantes serão divididos em grupos tendo como objetivo fazer uma atividade que será baseada no que eles observaram no vídeo.

#### 4.2 Desenvolvimento:

Dando continuidade ao assunto, os alunos serão instruídos a realizar uma atividade experimental, com a montagem de uma bússola simples, sendo que para isto basta ter um copo com água, uma agulha e uma rolha. Cada grupo irá ter em cima de sua mesa um copo plástico com água, agulha de aço, uma rolha, estilete e um ímã. Nesta prática, será disponibilizado um copo com água e, na sequência,

instruídos os estudantes para que façam uma canaleta na rolha a fim de fixar a agulha. Depois de fixada a agulha em cima da rolha, esta será colocada no copo com água.

Concluído este momento inicial, os alunos utilizarão uma bússola ao lado do copo, a fim de observar qualquer fenômeno ocorrido com a agulha e a rolha. Em sequência, serão instruídos a utilizar o ímã disponibilizado para que friccionem este, no mesmo sentido, contra a ponta da agulha. Passada esta etapa, devem colocar novamente a rolha no copo com água a fim de observar os fenômenos subsequentes. Nesse momento, os alunos devem ser instruídos a aproximar uma bússola normal, possibilitando a comparação entre a bússola confeccionada e a disponibilizada.

#### 4.3 Síntese Integradora:

Após o registro dessas informações, as seguintes questões devem ser discutidas com o grupo:

- a) O que acontece com a agulha após colocar ela em cima da rolha?
- b) Qual fenômeno está relacionado com este experimento?
- c) O vídeo e o experimento possuem algum fenômeno físico em comum?
- d) Caso exista que fenômeno é este?

Na última etapa, os alunos devem ser questionados quanto as conclusões obtidas nas atividades realizadas em grupo. Ao fim da aula em questão, a turma de estudantes, sob orientação do professor, irá marcar a sala com os pontos norte, sul, leste e oeste mediante utilização da bússola.

## 5 – Conteúdo

Campo Magnético

## 6 - Avaliação

Considerando que a avaliação do processo de ensino e aprendizagem deva ser realizada de forma contínua, cumulativa e sistemática, será tomado como instrumento avaliativo:

A discussão em grupo e o relato feito pelo grupo como um relatório entregue impresso.

## **7- Recursos Físicos**

Para elaboração das atividades propostas, serão necessários:

- Projetor multimídia, livro didático, quadro negro, vídeo, bússola, ímã.

## **PLANO DE AULA II**

### **1. Identificação**

Colégio: Colégio Estadual La Sale

Curso: Ensino Médio

Disciplina: Física

Professor: Ivonei Almeida

Série: 3ª Série

Ano Letivo: 2017

Carga Horária: 50 minutos

### **2. Assunto**

Campo Magnético – Materiais ferromagnéticos, Ímãs naturais e artificiais

### **3. Objetivos:**

3.2. Objetivos Específicos:

- Verificar o fenômeno físico, por meio de observação no experimento, como e porque ao aproximar limalhas de ferro elas se atraem.
- Concordar que cada objeto/corpo possui um tipo de interação magnética ao qual está relacionada com sua capacidade de emissão/absorção de energia.
- Descobrir que existe diferença entre ímãs naturais e artificiais

## 4. Momentos da aula

### 4.1 Introdução:

O início da aula se dará com os ímãs e as limalhas sobre a mesa de ferro, de modo que os estudantes irão observar a movimentação destes. Em sequência, todos irão realizar a experiência abaixo indicada, realizando anotações baseadas na aula anterior.

### 4.2 Desenvolvimento:

A instrução para a realização de uma experiência relativamente simples deve seguir os seguintes passos: os estudantes, utilizando os ímãs e limalhas de ferro disponibilizadas, devem posicionar o ímã abaixo de uma pequena placa de vidro, com tamanho correspondente a 20cmx20cm, e a limalha logo acima. A depender do ímã utilizado, será observado um desenho possível de visualização a olho nu (sem a utilização de lupa).

A conclusão a ser obtida pelos estudantes é de que há formação de um campo, sendo este proveniente de uma ponta do ímã e alcançando a outra. Seguidamente, utilizando o Arduino, será possível demonstrar quais os polos norte e sul do ímã em questão, de forma a repassar ao estudante a compreensão de que o campo se mantém entre os dois lados. Além disso, há a demonstração de que as limalhas se orientam em sentido norte – sul.

Considerando a demonstração acima, os estudantes serão orientados a realizar toda a montagem dos ímãs, possuindo, nesse passo, o conhecimento do desenvolvimento do fenômeno, além de utilizarem marcação para definir os polos norte e sul dos ímãs. Tal atividade poderá proporcionar a compreensão de que tais fenômenos ocorrem em ímãs de barra, de ferradura e circular, além de propiciar o embasamento teórico para tanto.

### 4.3 Síntese Integradora:

Após registro dessas informações, as seguintes questões devem ser discutidas em grupo:

- a) É o ímã que atrai o ferro ou o ferro que atrai o ímã?
- b) O que acontece quando tiramos o ímã de perto das limalhas? Explique sua resposta.
- c) Quando você coloca um único ímã sob o aparato o que acontece?
- d) Quando você coloca dois ímãs com os lados iguais e depois com lados opostos o que acontece?

Ao final da atividade, os alunos deverão apresentar suas conclusões quanto aos questionamentos apontados, e discutir com os demais colegas os pontos observados.

## **6. Conteúdo**

Campo Magnético

## **7. Avaliação**

Considerando que a avaliação do processo de ensino e aprendizagem deve ser realizada de forma contínua, cumulativa e sistemática, será tomado como instrumentos avaliativos:

- Será avaliado através da plenária, além de avaliadas as anotações feitas pelo grupo.

## **8. Recursos Físicos**

Para elaboração das atividades propostas, serão necessários:

- Projetor multimídia, livro didático, quadro negro, bussola, ímã, arduino.



## PLANO DE AULA III

### 1. Identificação

Colégio: Colégio Estadual La Sale

Curso: Ensino Médio

Disciplina: Física

Professor: Ivonei Almeida

Série: 3ª Série

Ano Letivo: 2017

Carga Horária: 50 minutos

### 2. Assunto

Campo Magnético de Corrente elétrica em um fio retilíneo longo

### 3. Objetivos:

#### 3.1 Objetivos Específicos:

- Aprovar que as linhas de campo magnético produzido pela corrente elétrica em um fio retilíneo.
- Achar cada símbolo que está na fórmula de campo magnético produzido por uma corrente elétrica no fio.

### 4. Momentos da aula

#### 4.1 Introdução:

O início do terceiro roteiro experimental se dá com a demonstração do Arduino, bem como de alguns dos comandos possíveis na utilização deste. Em seguida, deve ser disponibilizado um aparato contendo um fio de energia que perpassa determinado suporte, além de haver conexão do Arduino ao notebook. Tal montagem possibilita que o conteúdo seja repassado em projetor.

Ao afastar o sensor do fio, o Arduino terá a marcação do campo magnético em Gauss. Nesse momento, será possível para o aluno observar que quando o

campo magnético está próximo, ele será maior do que quando afastado do fio. Além disso, possibilita a demonstração de existência de linhas de campo circulares, de forma a constatar que a distância destas é correspondente ao raio. De forma gradativa, os estudantes alcançarão a conclusão de que o afastamento diminui o campo – informação esta que pode ser percebida e demonstrada através de gráficos.

#### 4. 2 Desenvolvimento:

Dando continuidade ao assunto, algumas perguntas devem ser respondidas:

- a) O que o Arduino está mostrando para nós?
- b) O aparato tem alguma coisa a ver com as outras aulas?
- c) O que se pode observar com o que o Arduino está mostrando?
- d) O Arduino está medindo alguma coisa? O que?
- e) Plotar o gráfico  $B \times d$

Após o esgotamento das dúvidas apresentadas pela classe, o professor deve seguir a demonstração, intercalando com questionamentos acerca do campo magnético, tais como: a) quando há o afastamento, há aumento ou diminuição do campo? b) como deve ser denominada tal distância? c) quando há circulação ao redor do fio, há alteração no valor mostrado no arduino? Caso não, qual o significado? Todas as questões e conclusões serão anotadas a fim de obter a fórmula de Campo Magnético de Corrente elétrica em fio retilíneo.

#### 4. 3 Síntese Integradora:

Após a demonstração do Arduino e do sensor os alunos farão um mapa conceitual do que eles entenderam até agora sobre o assunto abordado e algumas conclusões sobre as questões realizados em grupo, além da plotação do gráfico.

### 5. Conteúdo

Campo Magnético

## 6. Avaliação

Considerando que a avaliação do processo de ensino e aprendizagem deva ser realizada de forma contínua, cumulativa e sistemática, será tomado como instrumentos avaliativos:

- Após ao debate do grupo, irei recolher o mapa conceitual e suas questões para serem consideradas uma parte da avaliação, sendo que a outra parte já foi avaliada através de suas conclusões orais feitas em grupo na plenária.

## 7. Recursos Físicos

Para elaboração das atividades propostas, serão necessários:

- Projetor multimídia, livro didático, quadro negro, vídeo, bússola, ímã, Notebook, Arduino e sensor A1302.

## Bibliografia

ARTUSO, A. R.; WRUBLEWSKI, M. **Física**. Curitiba: Positivo, 2013. Vol. 03.

AURÉLIO GONÇALVES FILHO, CAELOS TOSCANO, **Interação e tecnologia**. Vol 3 1.ed. São Paulo: Leya, 2013.

FEYMANN, R. P. **Seis Lições Sobre os Fundamentos de Física**. São Paulo: Editora Presença.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física**. vol 3. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

PARANÁ, Secretaria de Estado da Educação do. Livro didático público de Física. – Curitiba: SEED-PR, 2006. 232 p.

Universidade do Estado São Paulo/ Grupo de Reelaboração do Ensino de Física – GREF. **Física 3/GREF: Mecânica**. São Paulo: Edusp, 1991.

## **APÊNDICE B – EXPERIMENTOS**

## Experimento I

Nome: Thais F. e Thais B.

---



---



---

Após registro dessas informações ele deverá em grupo discutir as seguintes questões:

- 1- O que acontece com a agulha após colocar ela em cima da rolha?  
Explique? Ela ficou no sentido de ponteiro do bússola pois ela estava perto do magnetismo do bússola no campo elétrico.
- 2- Qual fenômeno está relacionado com este experimento? O que você entende por tal fenômeno? Associação de campos elétrico e magnético de polo que se orienta no polo geográfico.
- 3- Posso utilizar uma bússola para se orientar onde possui campo elétrico? Explique.  
Sim, pois o campo magnético, aqui no campo elétrico orientando o bússola e relacionando a agulha no sentido do bússola.
- 4- A bússola se orienta através dos polos geográficos ou através de polos magnéticos?  
A bússola se orienta pelo polo magnético ou pelo geográfico.  
Ex: como se a agulha fosse o polo geográfico e com o outro ela se orienta através do polo magnético.

## Experimento I

Nome: Pâmela Jereiro 27 3B  
Marlon 41

Após registro dessas informações ele deverá em grupo discutir as seguintes questões:

- 1- O que acontece com a agulha após colocar ela em cima da rolha?  
 Explique?

Ela vai se orientar com o sul magnético. a agulha magnética colocada num ponto se orienta no direção do vetor  $\vec{B}$  daquele ponto. ou seja, foi orientado para o norte, depois de invertidos.

- 2- Qual fenômeno esta relacionado com este experimento? O que você entende por tal fenômeno?

campo magnético, quando se orienta para o norte geográfico, automaticamente estão se deslocando para o polo sul magnético, como quando se orienta para o polo sul geográfico automaticamente se orientam para o polo norte magnético.

- 3- Posso utilizar uma bússola para se orientar onde possui campo elétrico? Explique

Não pois ~~o~~ o campo elétrico não interfere no direcionamento da bússola.

- 4- A bússola se orienta através dos polos geográficos ou através de polos magnéticos?

Através do polo magnético direcionando para o polo geográfico.

## Experimento I

Nome: Paula F. Gabriela G. Amanda P. Laura Dometto Stefani B.

nº 03, 18, 29, 42 e 44 3ºB

Após registro dessas informações ele deverá em grupo discutir as seguintes questões:

- 1- O que acontece com a agulha após colocar ela em cima da rolha?  
Explique?

Ela desvia; pois a agulha é um pequeno ímã que atrai quando aproximado em um campo magnético.

- 2- Qual fenômeno esta relacionado com este experimento? O que você entende por tal fenômeno?

Eletrismo, magnetismo, e o campo magnético.

- 3- Posso utilizar uma bússola para se orientar onde possui campo elétrico? Explique

Não, pois prejudica o funcionamento da bússola, um exemplo é se utilizarmos uma bússola na cidade e uma mg campo, os dois campos terá resultados.

- 4- A bússola se orienta através dos polos geográficos ou através de polos magnéticos?

Através de polos magnéticos, pois tem a presença da física. E tem um campo magnético.

## Experimental II

Nome Elaine, Gabriela, Julia, Nathali.  
09 10 33 27.

---



---



---

Após registro dessas informações ele deverá em grupo discutir as seguintes questões:

1 É o ímã que atrai o ferro ou o ferro que atrai o ímã?

O ímã atrai o ferro.

2 O que acontece quando tiramos o ímã de perto das limalhas? Explique sua resposta.

Se espalha (desorienta)

3 Quando você coloca um único ímã sob o aparato o que acontece?

Ele atrai as limalhas (se orienta).

4 Quando você coloca dois ímãs com os lados iguais e depois com lados opostos o que acontece?

Norte com norte ou sul com sul (lados iguais) se repelem.

norte com sul (lados opostos) se atraem.



## Experimental II

Nome Alisson, Larissa, Laura, Gabrielly e Thiago  
 02 20 21 34 33

---



---



---

Após registro dessas informações ele deverá em grupo discutir as seguintes questões:

- 1 É o ímã que atrai o ferro ou o ferro que atrai o ímã?

Ímã que atrai o ferro

- 2 O que acontece quando tiramos o ímã de perto das limalhas?  
 Explique sua resposta.

Eles se espalham, pelo fato de campo magnético não exercer nenhuma força sobre eles.

- 3 Quando você coloca um único ímã sob o aparato o que acontece?

As limalhas de ferro se concentram nas extremidades

- 4 Quando você coloca dois ímãs com os lados iguais e depois com lados opostos o que acontece?

Com os polos iguais se repelem, e lados diferentes se atraem

## Experimental II

Nome João, Amândio, Bezir, Eduardo, Alexandre  
34, 02, 20, 8, 1

Após registro dessas informações ele deverá em grupo discutir as seguintes questões:

- 1 É o ímã que atrai o ferro ou o ferro que atrai o ímã?

o ímã que atrai o ferro

- 2 O que acontece quando tiramos o ímã de perto das limalhas? Explique sua resposta.

Eles ficam desorientados, eles não tem o campo magnético próximo

- 3 Quando você coloca um único ímã sob o aparato o que acontece?

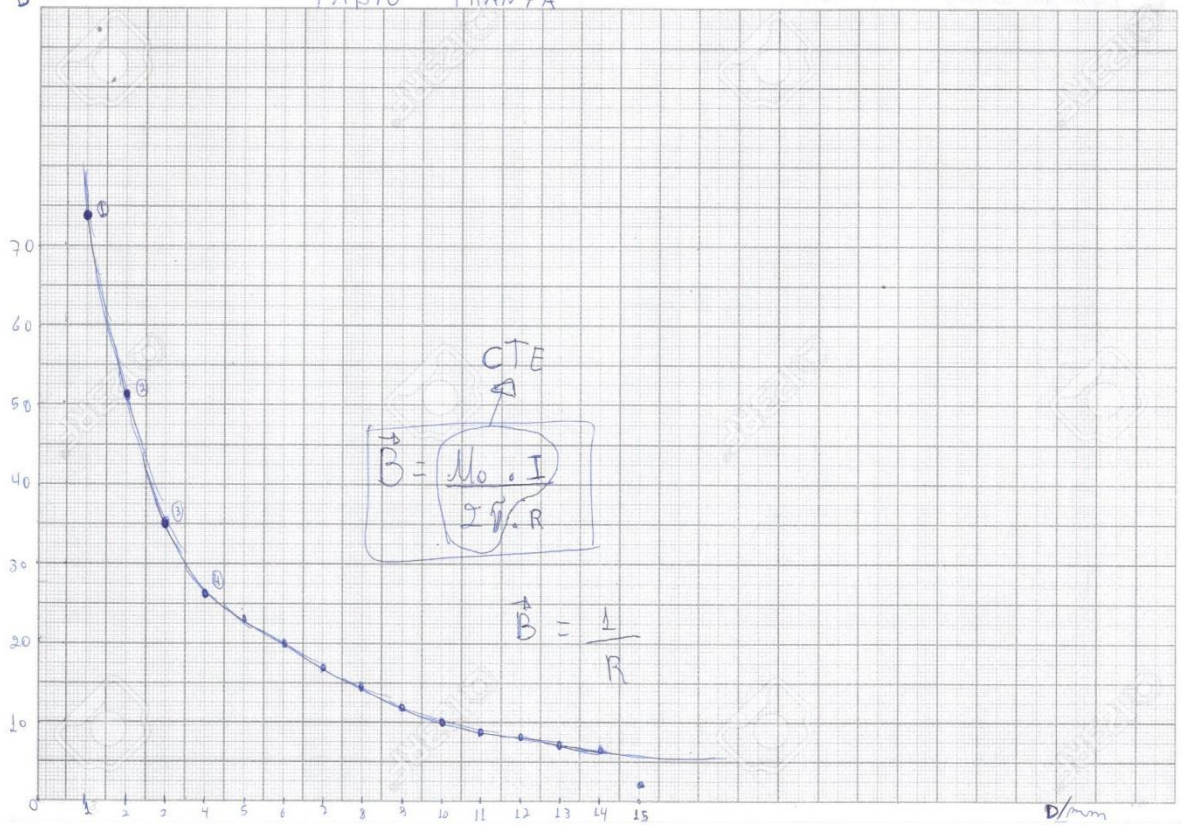
Se concentro nos estovimidos

- 4 Quando você coloca dois ímãs com os lados iguais e depois com lados opostos o que acontece?

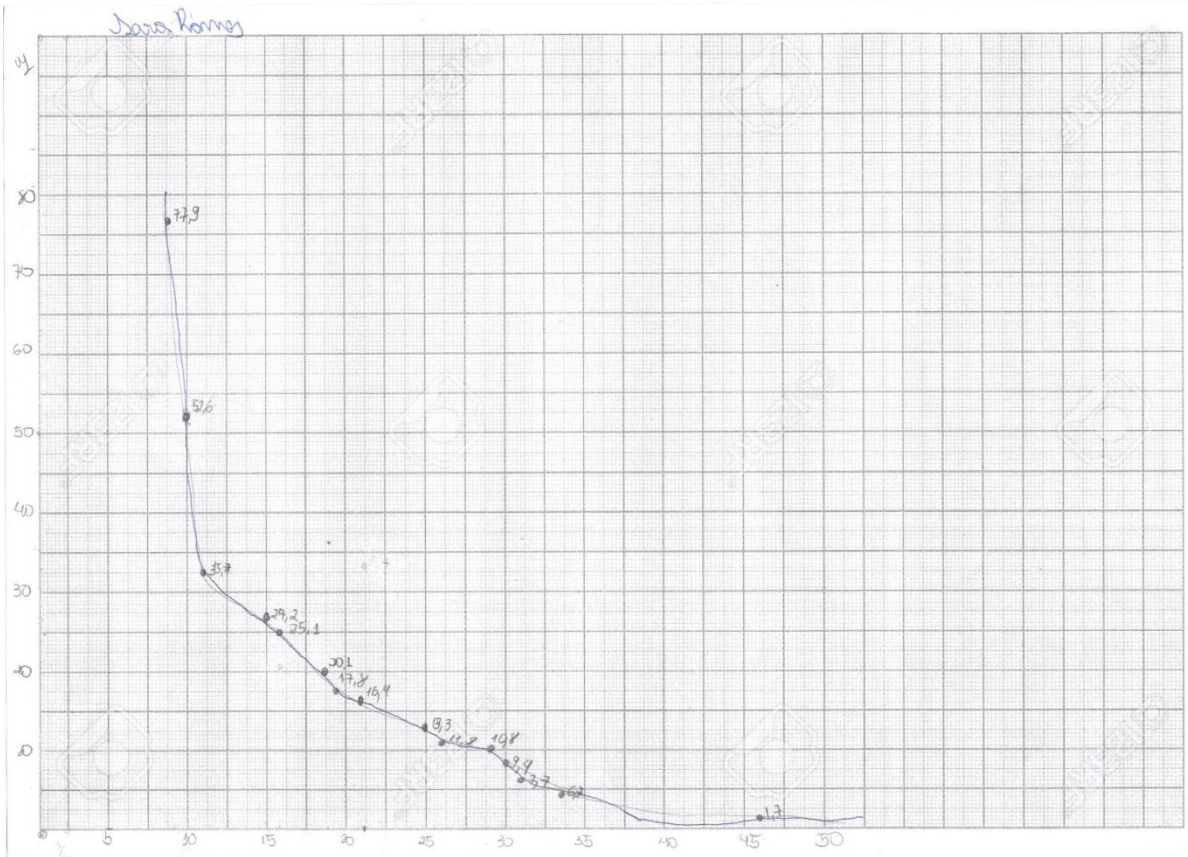
Lados iguais eles se repelem  
 Lados opostos se atraem

B

FABIO FRANÇA

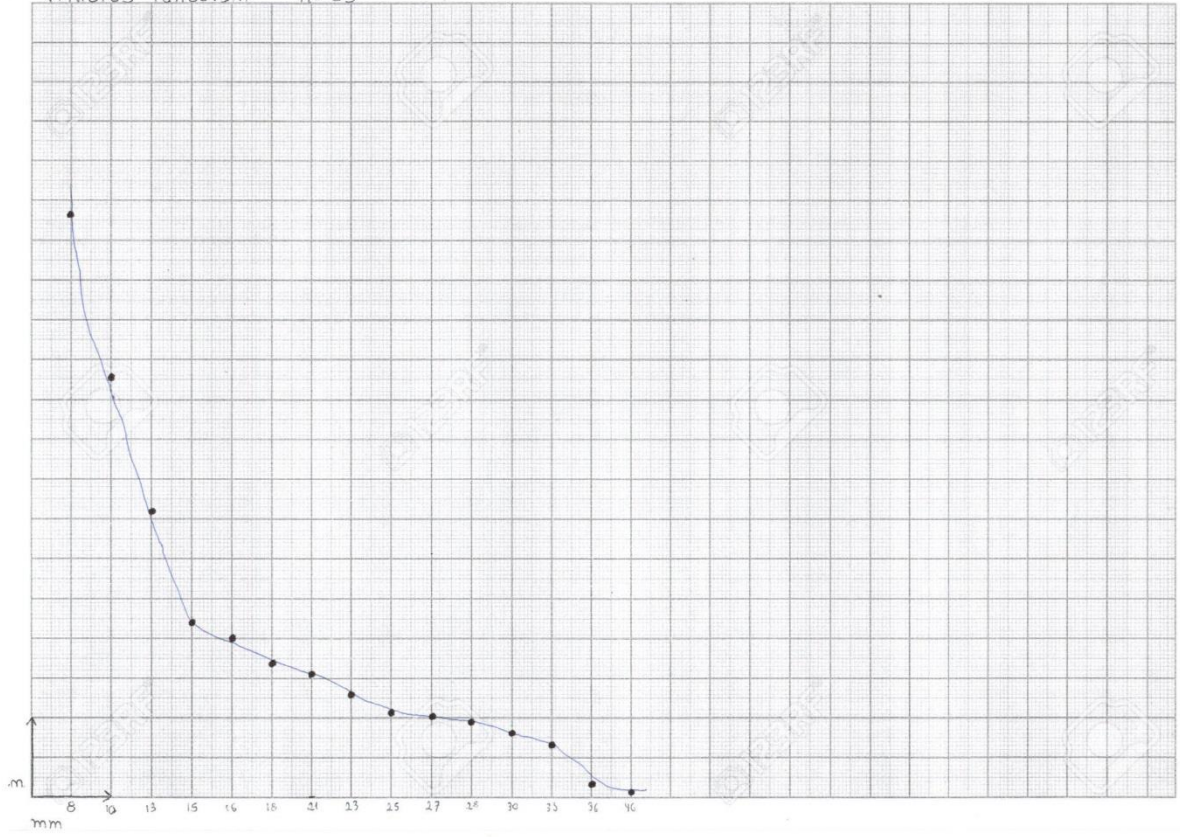


José Ramos





Vinicius lancovski n° 35



Número de medidas	Campo Magnético ( Gauss ) ( $\vec{B}$ ) $\div 1000$	Distância (mm) ( $\vec{R}$ )	Intensidade ( A ) ( $I$ )
1	54,9	8 mm	
2	52,6	10 mm	
3	35,4	13 mm	
4	27,2	15 mm	
5	25,1	16 mm	
6	20,1	18 mm	
7	14,8	21 mm	
8	16,4	23 mm	
9	13,3	25 mm	
10	11,8	27 mm	
11	10,8	28 mm	
12	9,4	30 mm	
13	4,4	33 mm	
14	6,4	36 mm	
15	1,4	46 mm	

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi \cdot R} \quad \vec{B} = \frac{1}{R}$$

Buena vez 3A

### Roteiro Experimental III

A aula será iniciada com a demonstração do arduino com alguns comandos que ele faz e logo em seguida irei colocar um aparato que esta com um fio de energia passando por um suporte e com o arduino ligado no notebook irei projetar através do projetor para que todos consigam ver o que esta acontecendo.

Afastando o sensor do fio irá marcar no arduino o campo magnético em gauss sendo que nesse momento o aluno só irá ver que o campo quando esta próximo ele vai ser maior do que quando estiver afastado do fio e também conseguirá detectar que existe linhas de campo e que são circulares, e como são circulares a distância nada mais é que o raio aos poucos eles irão perceber que existe uma distancia que quando se afasta menor o campo e essa distancia tem algo que eles podem relacionar e perceber com gráficos.

#### 2. Desenvolvimento:

Dando continuidade ao assunto, responda algumas perguntas:

- 1 – O que o arduino esta mostrando para nós?
- 2 – O aparato tem alguma coisa a ver com as outras aulas?
- 3 – O que vocês conseguem decifrar no arduino com o que ele esta mostrando?
- 4– O arduino esta medindo alguma coisa? O que?
- 5 – Plotar o Gráfico  $d \times B$  ( distancia x campo magnético )

### Roteiro Experimental III

Nome: ALANNA CRISLINA, GUILHERME ZUCCO  
JAINÉ IGNACIO, JOÃO MARCELO

Responda as seguintes perguntas:

1 – O que o arduino está mostrando para nós?

Olha no primeiro momento não conseguimos  
ver, pois era uma medida em graus após entender  
que graus dava para transformar em lista que era campo  
magnético

2 – O aparato tem alguma coisa a ver com as outras aulas?

Sim, ele está mostrando que tem campo magnético  
em um fio, mesmo a gente pensando que é só  
eletividade.

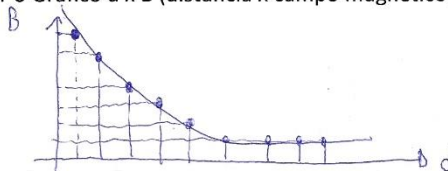
3 – O que se pode observar com o que o arduino está mostrando?

Que ele está nos mostrando através de números  
campo magnético.

4 – O arduino está fazendo algumas medidas? Se estiver o que realmente ele está medindo?

Está conseguimos ver através dele campo magnético

5 – Plotar o Gráfico  $d \times B$  (distância  $\times$  campo magnético).



### Roteiro Experimental III

Nome: João Victor, Priscila Gabrieli  
Sabrina Mackenzie, Bruno Bet

Responda as seguintes perguntas:

1 – O que o arduino está mostrando para nós?

No primeiro momento está mostrando o norte e quando gira o sul de um ímã, e depois após colocar o regulador de tensão mostra números em Gauss

2 – O aparato tem alguma coisa a ver com as outras aulas?

Tem, pois ele também está fazendo uma leitura e com a explicação do professor dá para entender que ali tem campo magnético

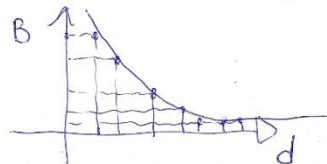
3 – O que se pode observar com o que o arduino está mostrando?

Observamos que quando o professor aproxima o sensor ele aumenta o campo e quando afasta diminui

4 – O arduino está fazendo algumas medidas? Se estiver o que realmente ele está medindo?

Sim, ele está fazendo algumas medidas em Gauss, como sabemos que essa medida se trata de campo Magnético

5 – Plotar o Gráfico d x B (distancia x campo magnético).





## Roteiro Experimental III

Nome:

Bruno Oriente, Grazieli Brito  
Gabriel Zanata, Gustavo Tomique

Responda as seguintes perguntas:

1 - O que o arduino está mostrando para nós?

Depois de observar varias medidas, dá para  
entender que existe campo elétrico e  
campo magnético

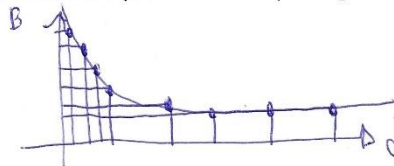
2 - O aparato tem alguma coisa a ver com as outras aulas?

Pelo que entendemos ele está comple-  
mentando tudo o que foi visto nas  
outras aulas

3 - O que se pode observar com o que o arduino está mostrando?

Depois de entender que a placa  
arduino e o sensor estão ali para mostrar  
em números o campo magnético, ficou  
mais claro o conteúdo.4 - O arduino esta fazendo algumas medidas? Se estiver o que realmente ele  
esta medindo?Sim, através de números ele está  
mostrando quando o campo magnético  
é maior ou menor.

5 - Plotar o Gráfico d x B (distancia x campo magnético).



## **APÊNDICE C – PROJETO EDUCACIONAL**



**IVONEI ALMEIDA**

**PRODUTO EDUCACIONAL:**

**PRODUÇÃO DE UM APARATO EXPERIMENTAL PARA MEDIÇÃO DE CAMPO  
MAGNÉTICO USANDO ARDUINO**

**Ponta Grossa – PR  
2020**

**IVONEI ALMEIDA**

**PRODUTO EDUCACIONAL:**

**PRODUÇÃO DE UM APARATO EXPERIMENTAL PARA MEDIÇÃO DE CAMPO  
MAGNÉTICO USANDO ARDUINO**

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual de Ponta Grossa, 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. Luiz Américo Alves Pereira

**Ponta Grossa – PR  
2020**

## **1. PRODUTO EDUCACIONAL**

### **1.1 Introdução**

Considerando a atual mudança no ensino da Física, há a necessidade latente de buscar diversos meios para obter o interesse do educando, proporcionando um aprendizado significativo. Tal necessidade é essencial quando analisados os fatores que causam desinteresse ou dificuldades no ensino da Física.

Sabe-se que a visão dos alunos quanto à disciplina, é que esta é de difícil entendimento, havendo intensificação do problema quando observado o reduzido número de profissionais graduados especificamente na área, gerando uma qualidade questionável do ensino.

Tendo em vista a realidade do ensino público, bem como, observando a necessidade de criar alternativas que despertem o interesse do estudante na matéria, o presente produto foi criado, objetivando o estudo do campo magnético produzido pela corrente em um fio retilíneo longo. O conteúdo foi escolhido tendo em vista que está previsto nas diretrizes curriculares do Estado do Paraná, bem como nos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio, que determinar a necessidade de explanar o eletromagnetismo ressaltando o reconhecimento de suas características. Para o desenvolvimento do projeto, o produto foi dividido em seis aulas, teóricas e práticas, para melhor compreensão.

### **1.2 Instalação do Arduino**

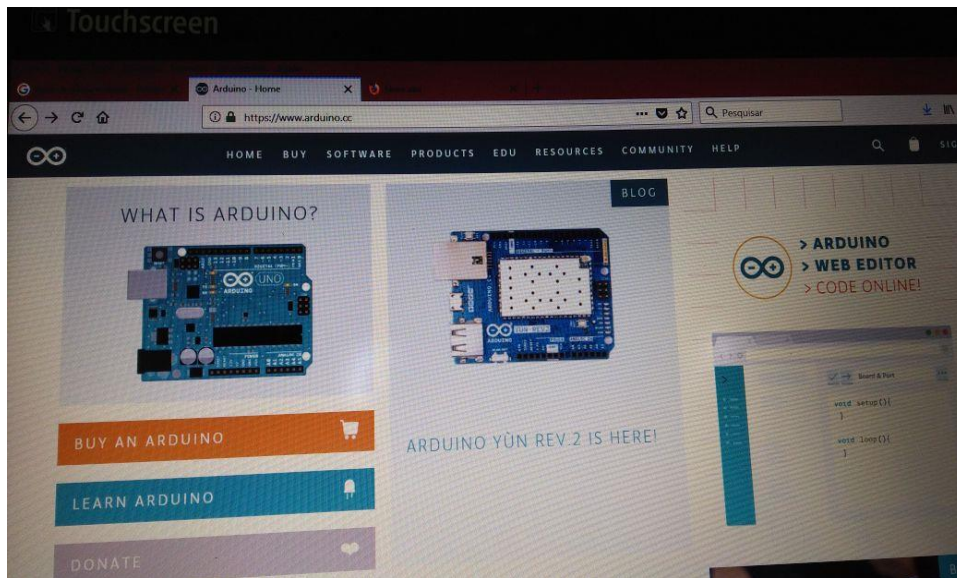
Faremos um passo a passo de como o professor deve fazer para trabalhar com o Arduino, lembrando que não há necessidade do professor ter conhecimento sobre programação, sendo necessário somente baixar o programa que estará no site, juntamente com o link do programa que estará aberto.

Também não há necessidade de os alunos terem conhecimento prévio sobre o Arduino. Se, no decorrer do trabalho, demonstrarem interesse em aprofundar sobre o assunto, será disponibilizada uma apostila básica para que se compreenda

o interior da placa Arduino e do sensor A1302 (sensor de Efeito Hall para medidas lineares), bem como, seu funcionamento.

Após adquirir o Kit Arduino, deve fazer o download do software do programa, conforme figura 21, dependendo do sistema operacional do computador: Windows, Linux, Mac OS X, no site oficial: <http://www.arduino.cc>

Figura 21 - Site do arduino

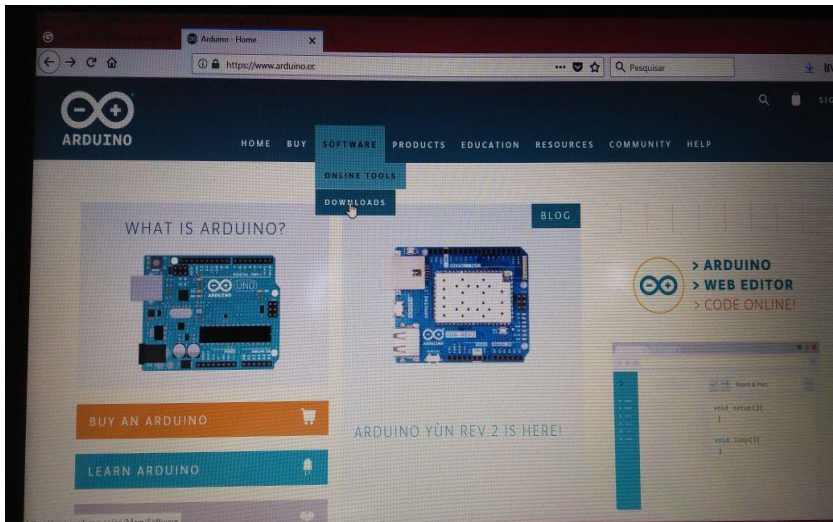


Fonte: <http://www.arduino.cc>

### **Passos para instalar o software:**

**1º passo:** Entrar no navegador e digitar <http://www.arduino.cc>

Figura 22 - Software/downloads.

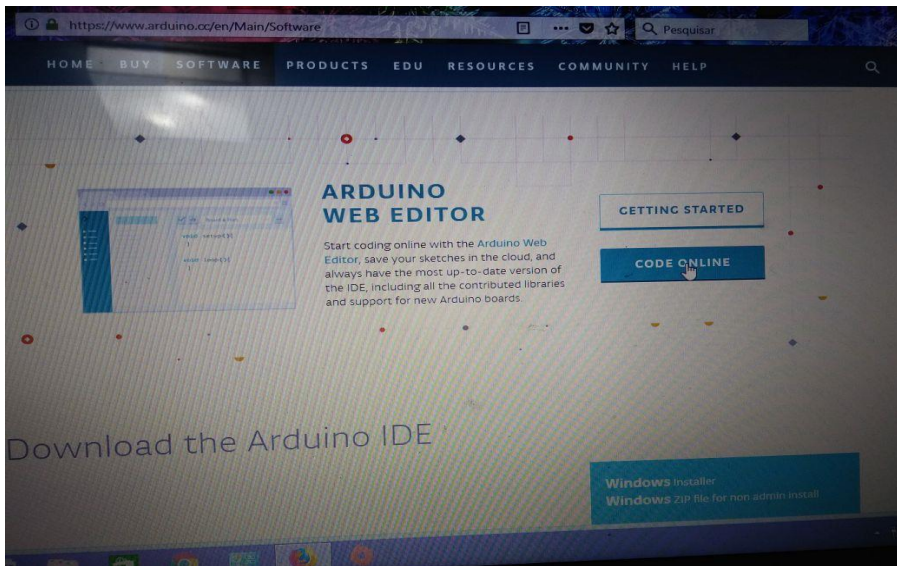


Fonte: Arduino (2019).

Conforme a figura 22, permanecendo no site <http://www.arduino.cc>, ir em software e clicar em downloads.

## 2º passo: Continuando na página

Figura 23 - Downloads/code online



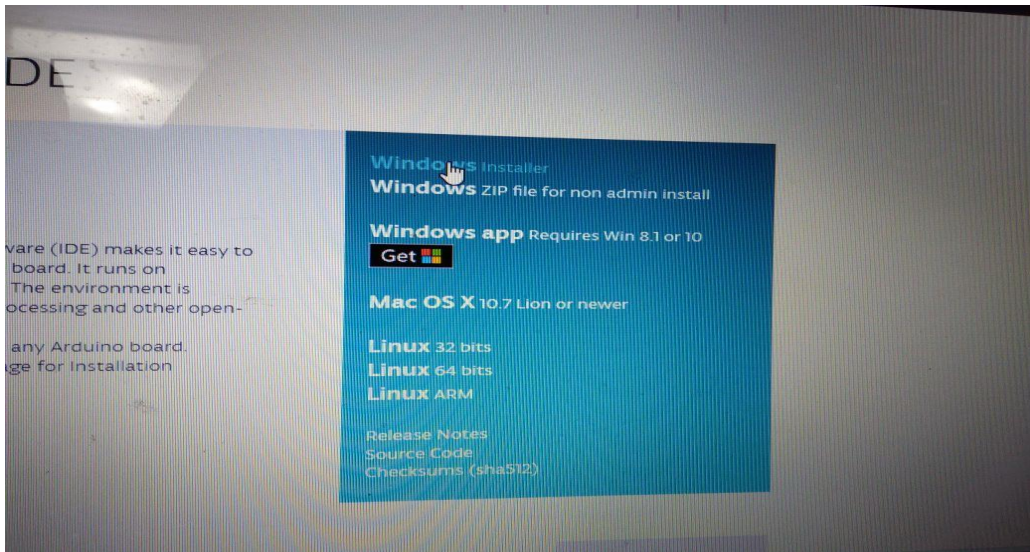
Fonte: Arduino (2019).

Conforme a figura 23, dar um click em downloads e quando abrir a tela dar mais um click em code online.

## 3º Passo:

Figura 24 - Tabela/windows



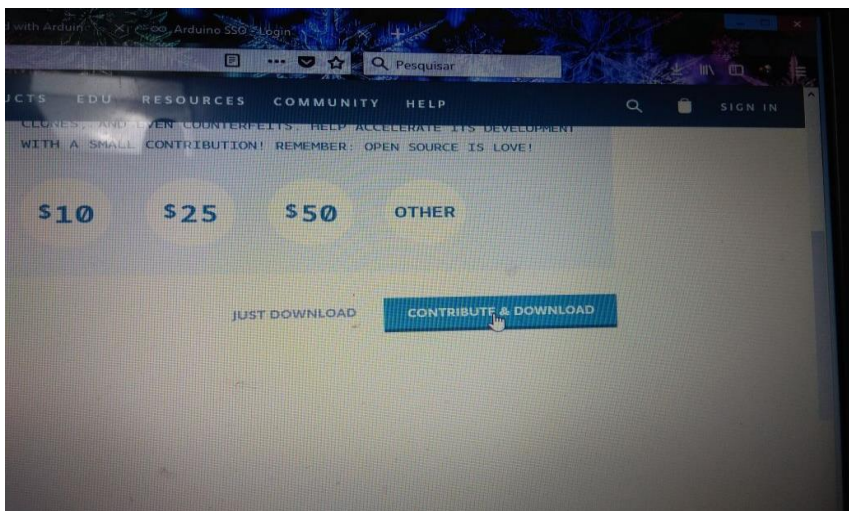


Fonte: Arduino (2019).

Como vemos na figura 24, depois de code online aparecerá a tela para escolher qual sistema operacional você vai optar (nesse caso foi escolhido Windows):

#### 4º Passo:

Figura 25 - Tabela para baixar programa



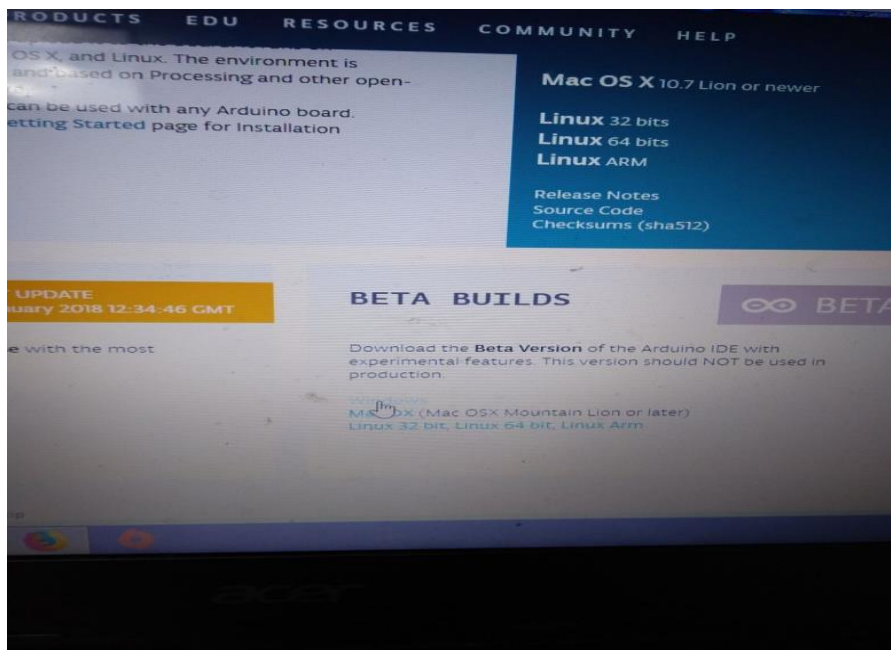
Fonte: Arduino (2019).

Na figura 25, após escolher o sistema operacional, aparecerá mais uma tela para download do programa:



### 5º Passo:

Figura 26 - Programa

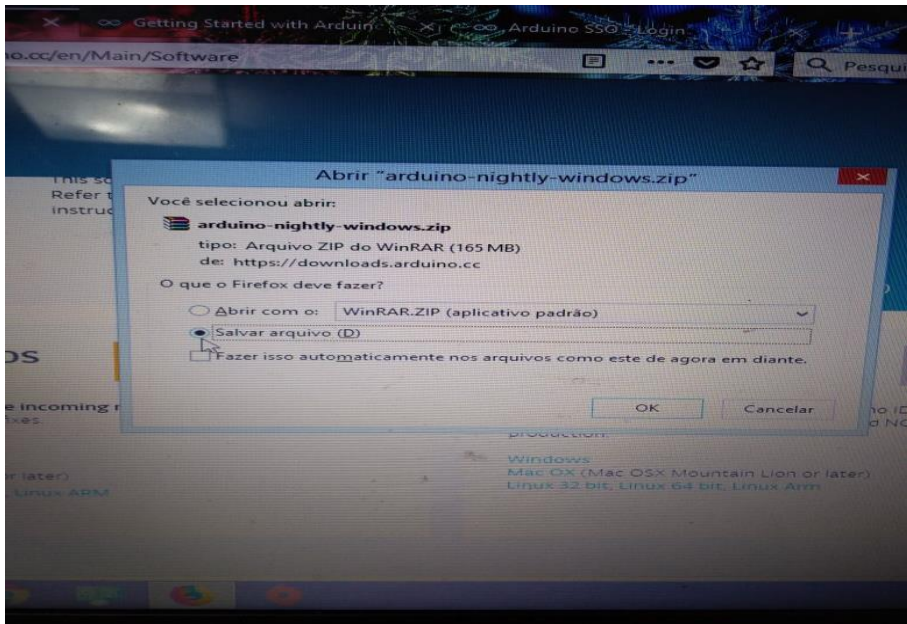


Fonte: Arduino (2019).

Conforme a figura 26, se seu computador estiver com Windows, dar um clique em cima do programa que condiz com seu computador:

### 6º Passo

Figura 27 - Winrar ou o inzip

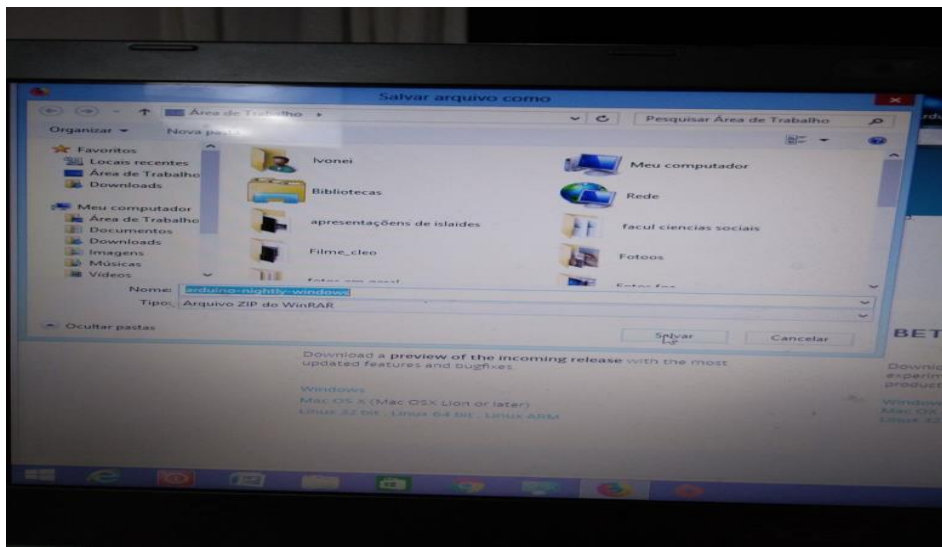


Fonte: Arduino (2019).

Conforme a figura 27, ressalta-se que serão utilizados o winrar ou o winzip para ele começar a fazer o download.

### 7º Passo:

Figura 28 - Fazer o download

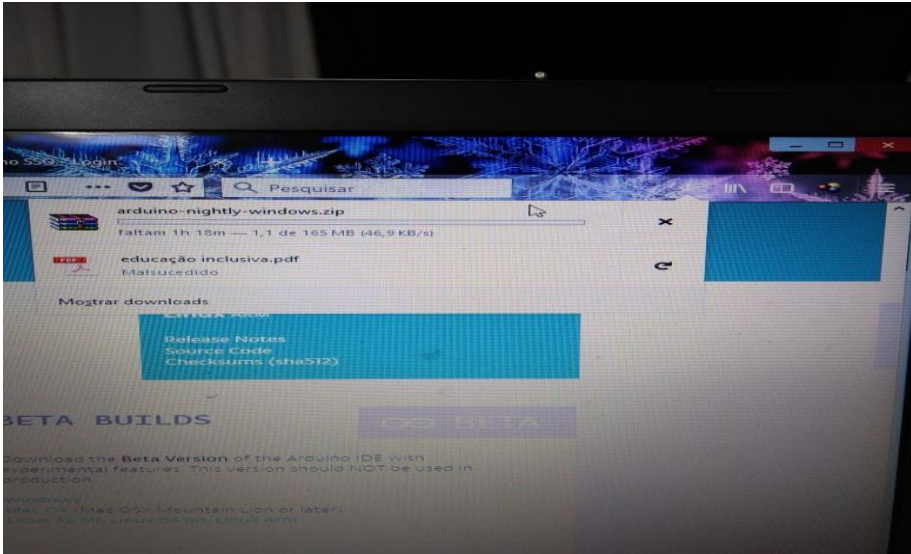


Fonte: Arduino (2019).

Na figura 28, quando começar a fazer o download abrirá uma tela solicitando o destino do programa.

### 8º Passo:

Figura 29 - Fazer o download para a pasta escolhida.

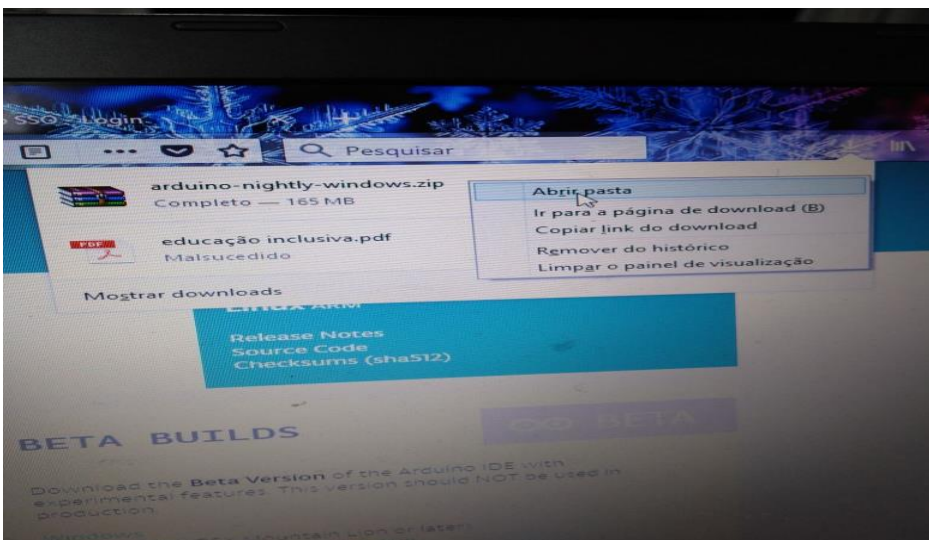


Fonte: Arduino (2019).

Conforme a figura 29, se estiver tudo certo ele começará a fazer o download para a pasta escolhida.

### 9º Passo:

Figura 30 - Abrir a pasta

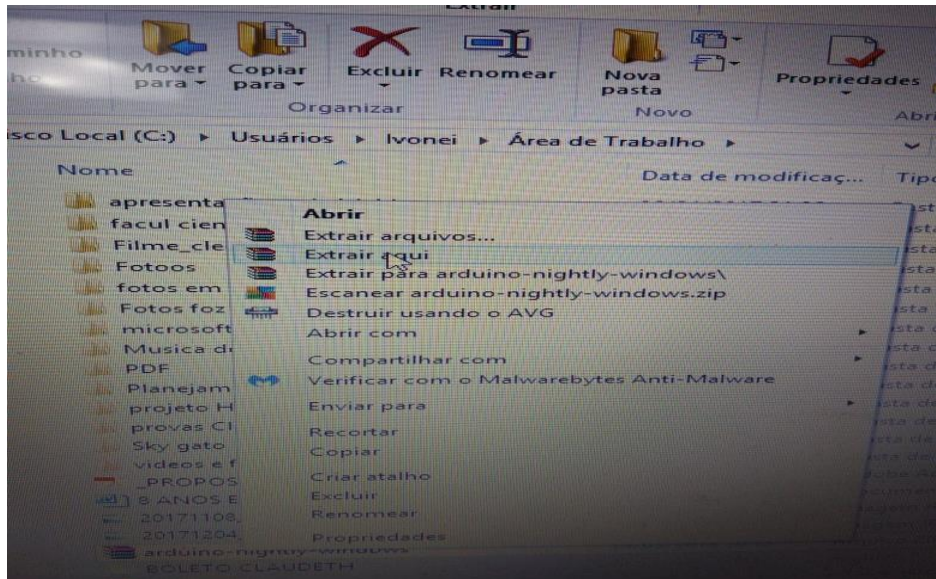


Fonte: Arduino (2019).

Na figura 30, depois de terminado o download deve ser aberta a pasta com um clique.

### 10º Passo:

Figura 31 - Extrair o programa para depois instalar ele no seu computador.

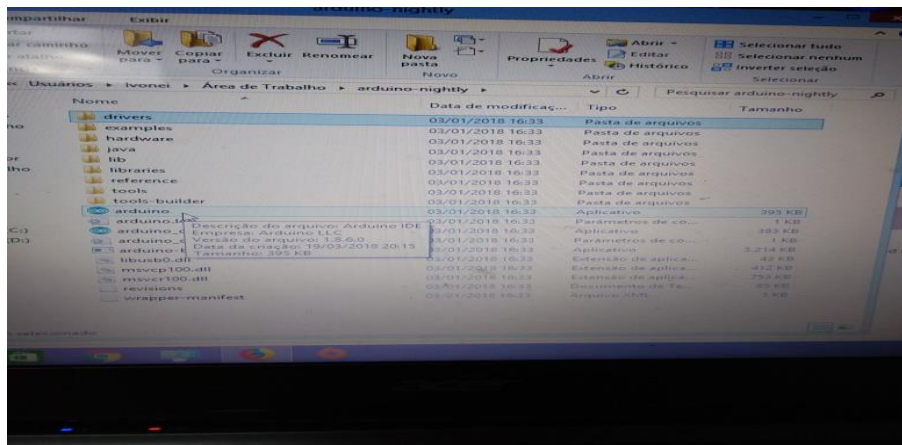


Fonte: Arduino (2019).

Conforme a figura 31, após abrir a pasta será necessário extrair o programa para depois instalá-lo em seu computador.

### 11º Passo:

Figura 32 - Achar o programa e dar um clique para instalar.



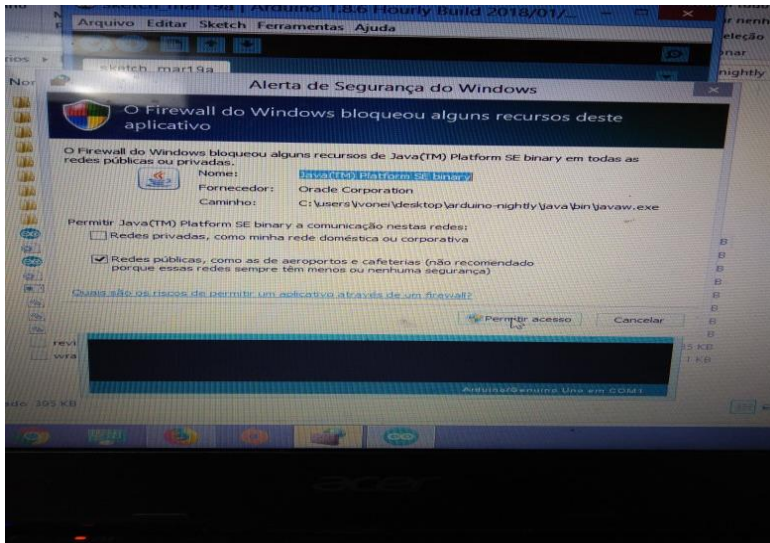
Fonte: Arduino (2019)

Na figura 32, quando tudo estiver extraído aparecerão as pastas. Então, será necessário localizar o programa e dar um clique para instalar.

### 12º Passo:

Figura 33 - Permitir o acesso e deixar ele rodar.





Fonte: Arduino (2019)

Conforme a figura 33, é necessária a permissão de acesso para instalação.

### 13º Passo:

Figura 34 - Área de trabalho/ pronto



Fonte: Arduino (2019)

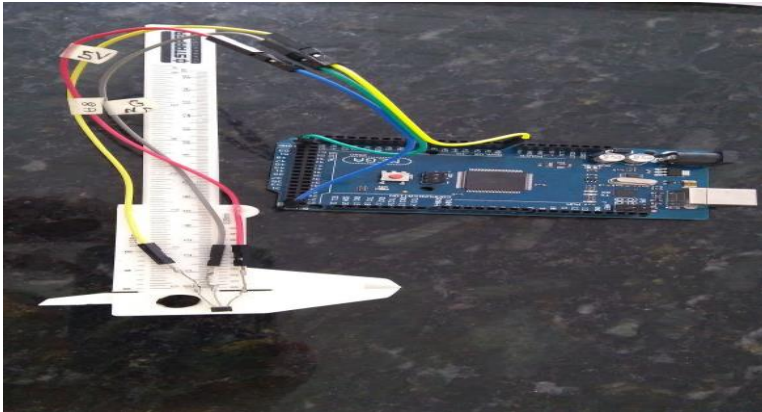
Conforme figura 34, após realização de todos os passos anteriormente explanados, caso o download tenha sido concluído com sucesso, este estará disponível na área de trabalho do computador.

### 1.3 Como ligar o sensor no arduino

Passos para trabalhar com o Arduino neste trabalho:

#### 1º Passo:

Figura 35 - Montar e organizar o sensor para depois colocar no Arduino.

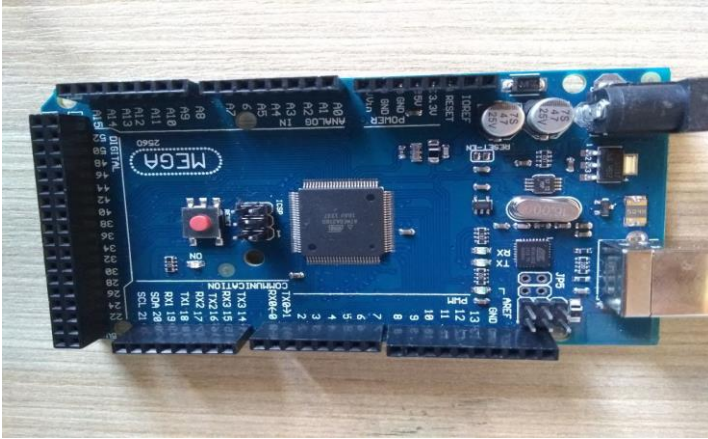


Fonte: O autor (2020)

Conforme a figura 35, colar o sensor no paquímetro para que tenha medidas precisas, além de montar e organizar o sensor, para depois colocar no Arduino.

#### 2º Passo:

Figura 36 - Arduino Mega 2560.

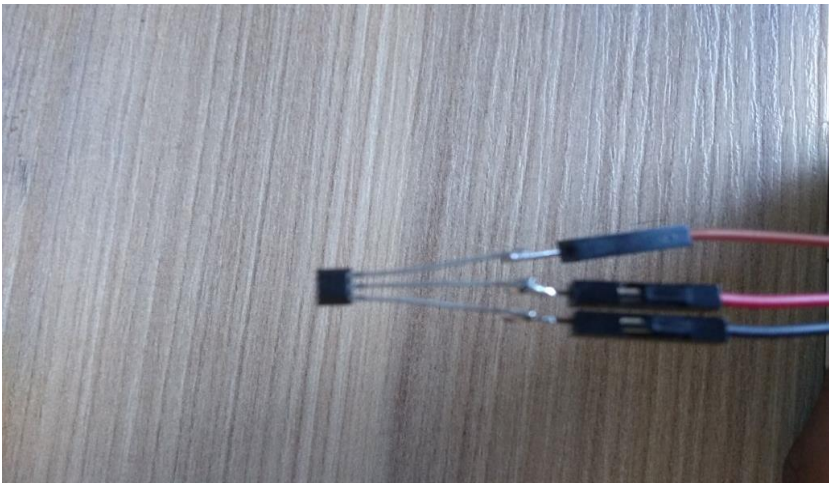


Fonte: O autor (2020)

A figura 36 demonstra que neste trabalho optamos por trabalhar com o Arduino Mega 2560.

### 3º Passo:

Figura 37 - Pino, terra e leitor analógico.

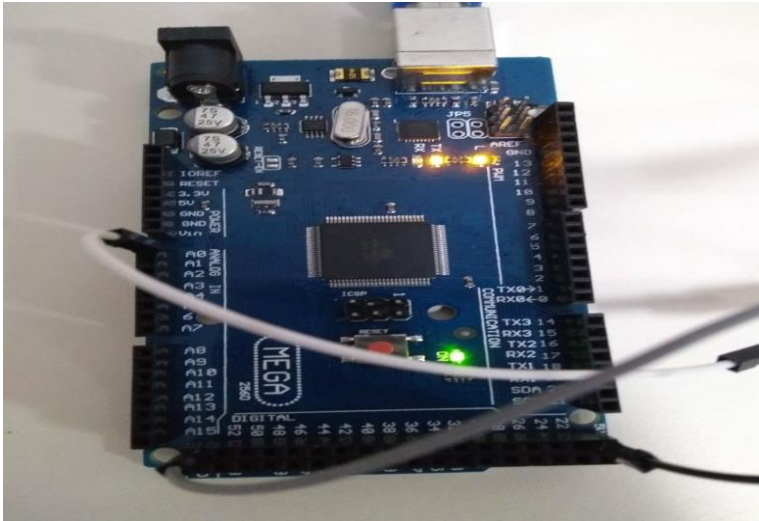


Fonte: O autor

Na figura 37, a escolha pelo sensor a ser usado é o A1302 por fazer medidas pequenas. Assim, ao conectar o sensor é possível observar que ele tem uma parte reta e a outra abaulada. Sempre da esquerda para direita, primeiro pino é a voltagem, o do meio é o terra, e o outro é o leitor analógico.

### 4º Passo:

Figura 38 - Arduino



Fonte: o autor (2020)

Com o Arduino em cima da carteira, necessário observar todos os pontos para saber qual é o analogic, grand e a voltagem, evitando a conexão errada, lembrando novamente que a conexão correta é: Pino 1 do sensor na voltagem do Arduino, pino 2 no gnd e o pino 3 no A0 no analógico sendo necessário observar colocando o sensor sobre a parte reta da mesa, de forma que a parte ondulada deve estar da esquerda para a direita.

### 5º Passo:

Ao iniciar a programação no Arduino você deve abrir pelo ícone e quando estiver aberto o programa você pode iniciar dando um nome ao seu trabalho, aqui eu coloquei A1302\_2019\_Pronto e logo em seguida digitar os comandos que estão ali embaixo do texto, para quando o sensor estiver conectado ao Arduino ele irá fazer uma leitura de campo magnético, sendo que alguns comandos são bem simples de identificar, a leitura vai ser em Gauss. Caso tenha dificuldade em entender os comandos, segue uma foto para ver como deve ficar dentro do programa e lembrando que depois de digitado, para ter certeza que está tudo correto deve ir lá onde diz verificar e dar um Clik e se estiver tudo certo ele vai falar e estando tudo coreto e só dar um novo comando na seta do lado que irá carregar no Arduino e daí estará pronto para fazer a leitura ao aproximar no fio que estará passando uma corrente elétrica e também um campo magnético.



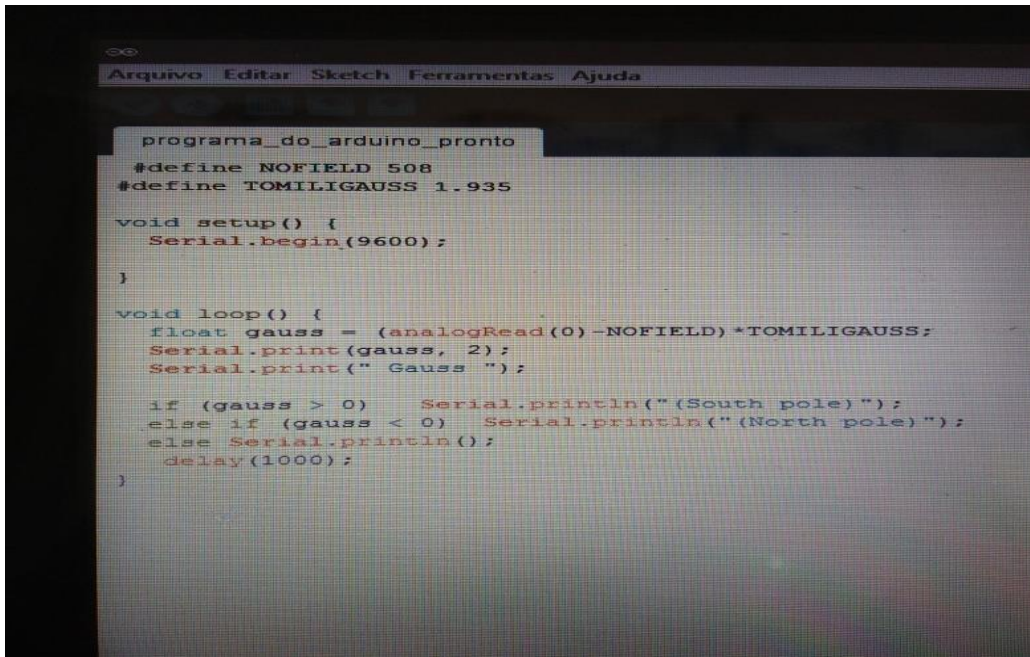
```
#define NOFIELD 508
#define TOMILIGAUSS 1.935
void setup() {
  Serial.begin (9600);

}

void loop() {
  float gauss = (analogRead (0)-NOFIELD) *TOMILIGAUSS;
  Serial.print (gauss, 2);
  Serial.print (" Gauss ");

  if (gauss > 0) Serial.println (" (South pole) ");
  else if (gauss < 0) Serial.println (" (North pole) ");
  else Serial.println ();
  delay (1000);
}
```

Figura 39 - Programa para digitar os comandos



```
programa_do_arduino_pronto
#define NOFIELD 508
#define TOMILIGAUSS 1.935

void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  float gauss = (analogRead(0)-NOFIELD)*TOMILIGAUSS;
  Serial.print(gauss, 2);
  Serial.print(" Gauss ");

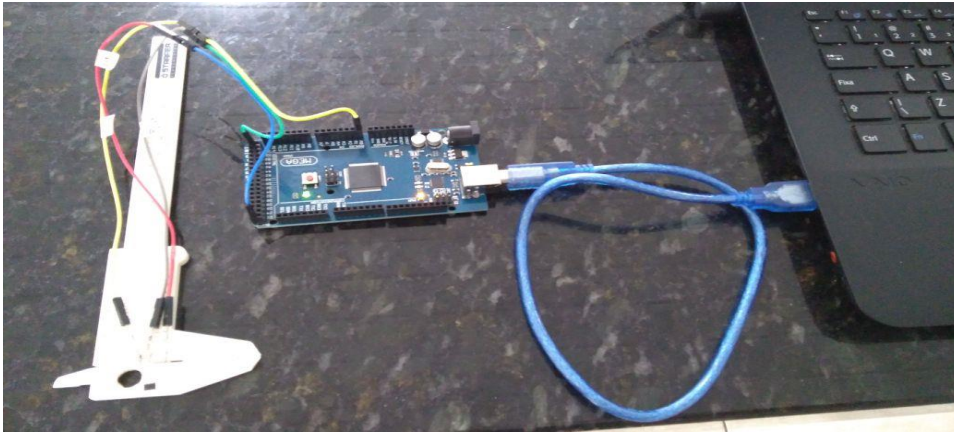
  if (gauss > 0) Serial.println("(South pole)");
  else if (gauss < 0) Serial.println("(North pole)");
  else Serial.println();
  delay(1000);
}
```

Fonte: O autor (2020)

Na figura 39, depois de ter conectado o sensor no Arduino pegar o cabo de usb e colocar no Arduino para ligar no computador, lembrando que nesse momento você já está com o programa baixado e vai no ícone e abre o programa para digitar os comandos que estão na imagem acima.

## 6º Passo

Figura 40 - Com tudo conectado e já com o programa pronto, podemos começar a ver o que realmente o conjunto está mostrando.

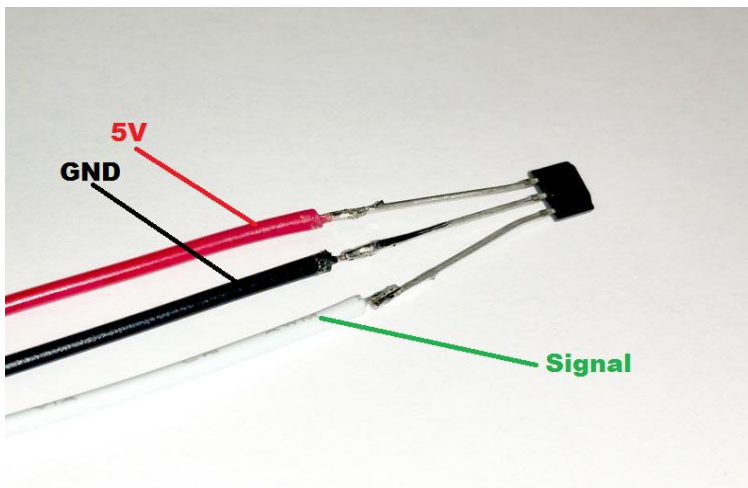


Fonte: O autor (2020)

Conforme a figura 40, com tudo conectado e já com o programa pronto, pode-se começar a observar o que o conjunto está demonstrando. Mas para saber se está funcionando você deve ir em ferramentas monitor serial e dar um click - assim ele mostrará nos computadores números em Gauss. Ressalta-se que a aferição nunca será precisa, de forma que sempre irão aparecer alguns números (ex: 0.01 Gauss). Ao chegar a este ponto, ele estará pronto para ser usado.

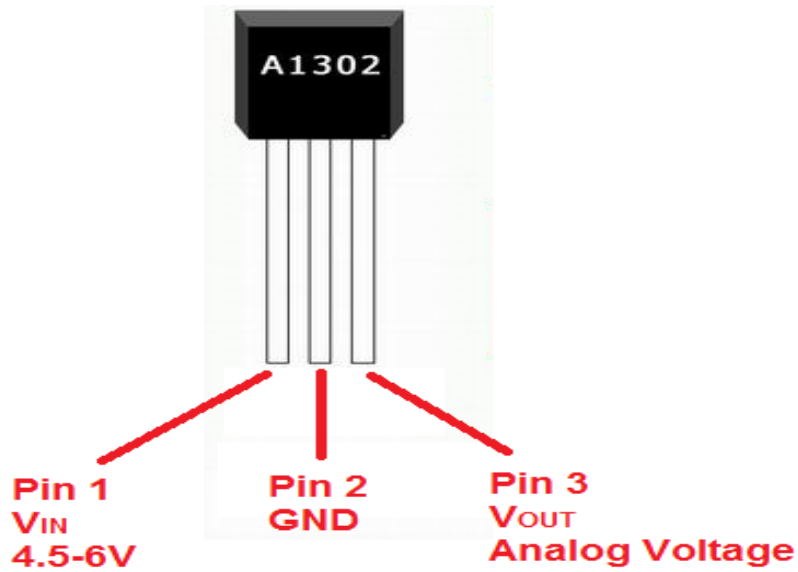
### 7º Passo:

Figura 41 - Forma correta do sensor e dos pinos ligados.



Fonte: O autor (2020)

Figura 42 - Forma correta do sensor e dos pinos ligados em outra ótica.

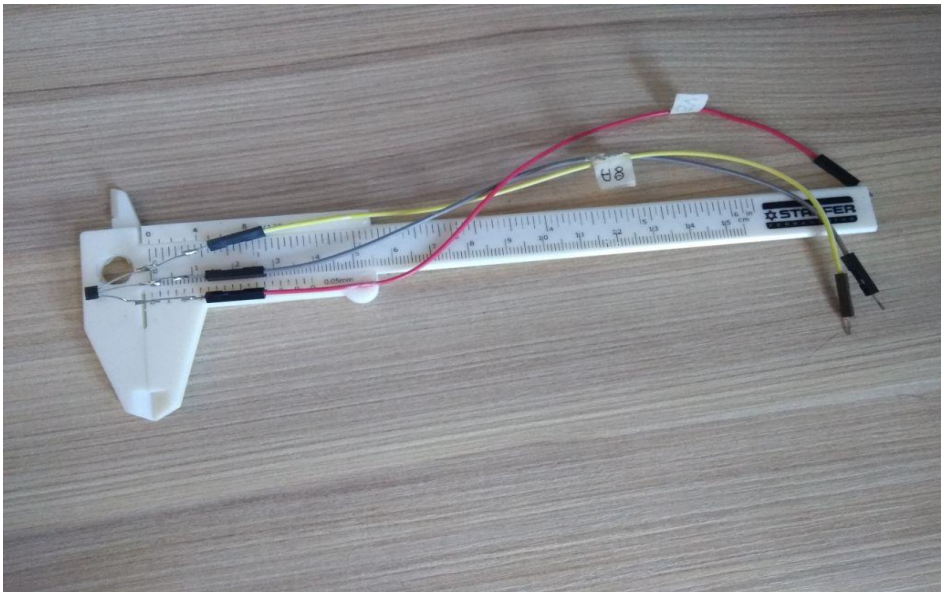


Fonte: Arduitrronics

Conforme as figuras 41 e 42, caso não aparecer o que foi comentado acima você deve rever o sensor se os pinos estão ligados corretamente.

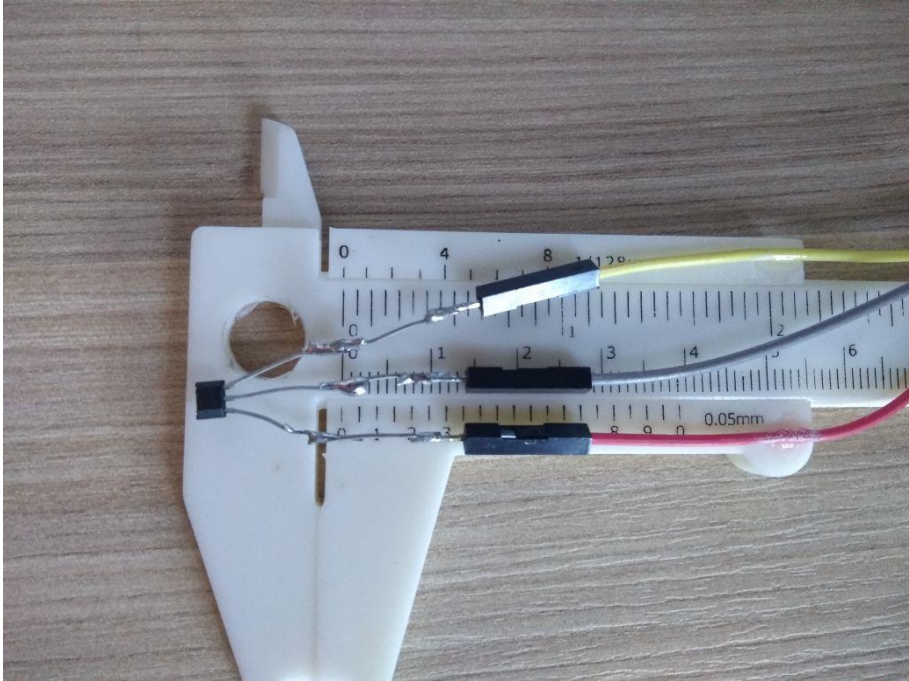
### 8º Passo:

Figura 43 - Sensor com os fios em um paquímetro



Fonte: O autor (2020)

Figura 44 - Sensor com os fios em um paquímetro em outra ótica



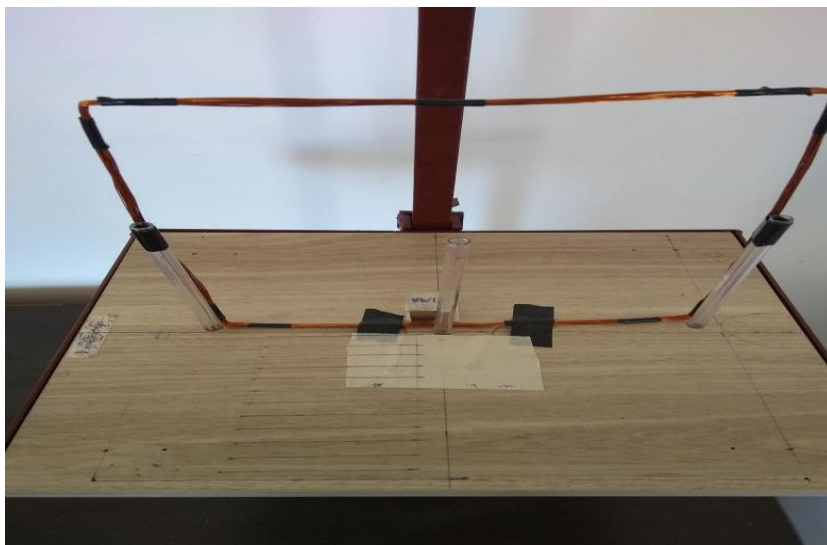
Fonte: O autor (2020)

Conforme a imagem 43 e 44, dando continuidade depois de testado o sensor no Arduino será montado o aparato para que seja mais fácil de trabalhar. Assim, para começar, deverá ser colado o sensor com os fios em um paquímetro para facilitar a visualização da distância quando da medição do campo magnético. Ressalta-se que é necessário fazer um furo para colocar o paquímetro em cima do aparato.

**9º passo:**



Figura 45 - Arduino, sensor e o aparato.



Fonte: O autor (2020)

Conforme imagem 45, depois de prontos Arduino e o sensor, vem o aparato, que estará composto com o fio longo onde irá ser colocado um regulador de tensão para passar energia elétrica, sendo que ao fazer isso será criado um campo magnético.

### 10º Passo:

Figura 46 - Regulador de tensão



Fonte: O autor (2020)

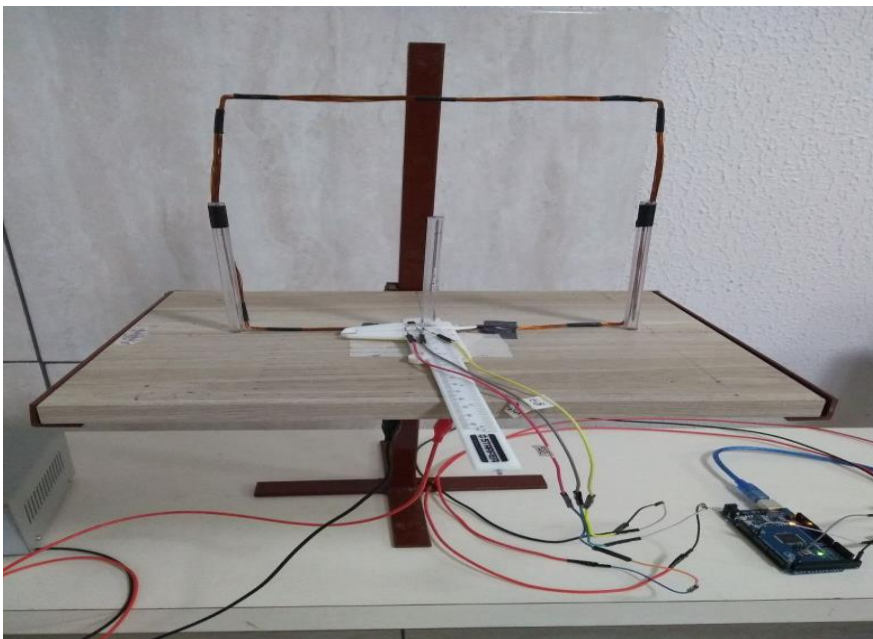
### 11º Passo:

Figura 47 - Aparato



Fonte: O autor (2020)

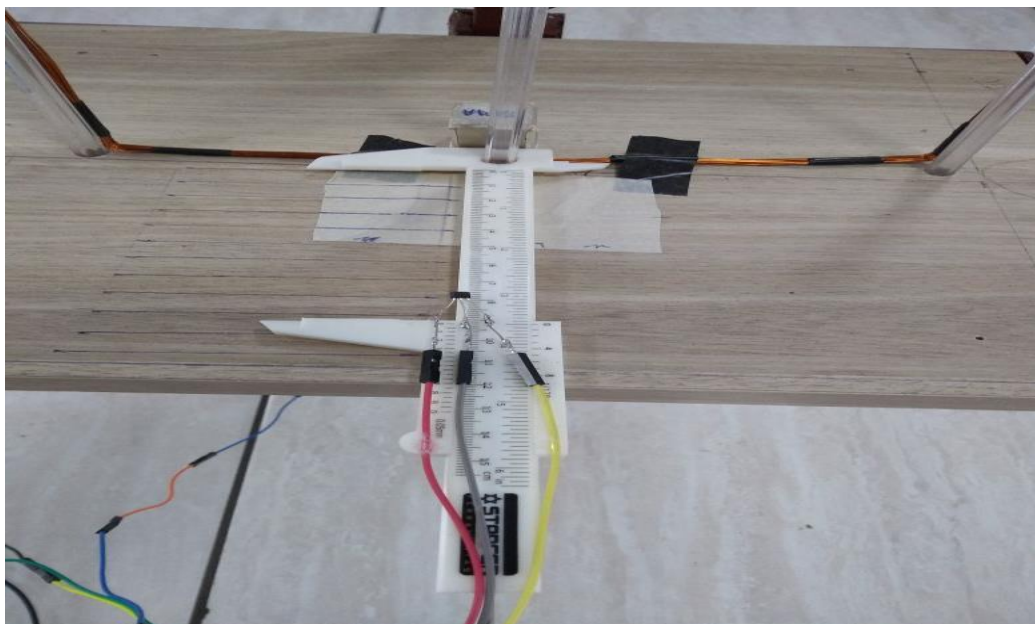
Figura 48 - Conjunto completo



Fonte: O autor (2020)

Conforme a imagem anterior, com o conjunto completo pode-se realizar o teste e verificar se este estará pronto para trabalhar.

Figura 49 - O paquímetro



Fonte: O autor (2020)

Na imagem 49, afastando o paquímetro, o Arduino deve fazer a leitura e mostrar no computador alguns números. Caso isso aconteça, o seu aparato está bem aferido e pronto para fazer as demonstrações para seus alunos.

Figura 50 - Suporte dos materiais

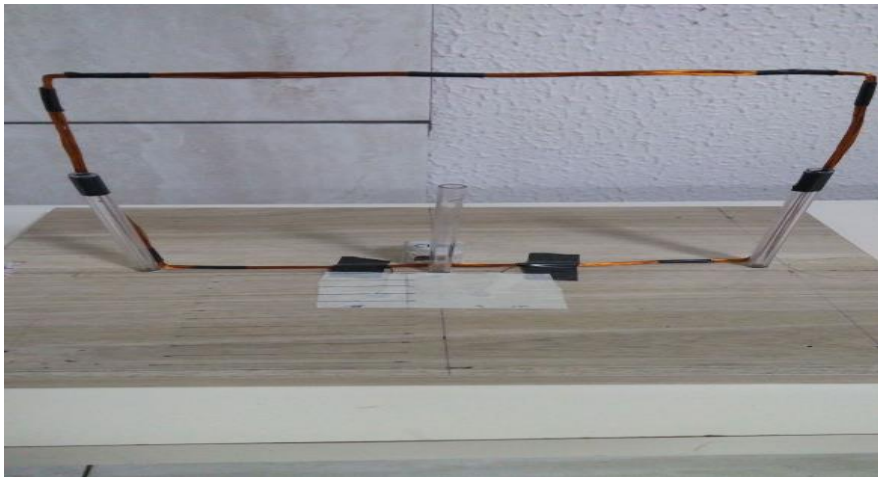


Fonte: O autor (2020)



Na imagem 50, esse é o suporte pra segurar os materiais, sendo que pode ser feito de outros materiais (não necessariamente de ferro) como madeira e plásticos, desde que consiga manter os equipamentos em cima.

Figura 51 - Compensado com o fio preso nele, pronto para ser conectado no conjunto.



Fonte: O autor (2020)

Conforme imagem 51 o aparato será composto por um compensado de 30 x 25, um suporte de 55 cm com uma base e um suporte regulador em forma de U de 32 x 26 com uma braçadeira para subir e descer. No compensado serão feitos três furos de broca oito para passar 3 tubos de caneta, sendo que nos dois das extremidades é para prender o fio que será em forma de um quadrado de 21 x 21. Ressalta-se que o fio terá aproximadamente 16 metros para ser enrolado em forma de um quadrado e o tubo de caneta do centro será para prender o paquímetro para ser mais fácil para mexer com o paquímetro.

## 1.4 Os Experimentos

### 1.4.1 Roteiro Experimental I

Dando continuidade ao assunto, os alunos são instruídos a realizar uma atividade experimental com a montagem de uma bússola simples, sendo que para isto basta ter um copo com água uma agulha e uma rolha. Cada grupo irá ter em cima de sua mesa um copo plástico com água, agulha de aço, uma rolha, estilete e um ímã. Nesta prática, será colocado um copo com água e solicitado aos estudantes

que façam uma canaleta na rolha com muito cuidado para não se machucar, para fixar a agulha. Após fixar a agulha em cima da rolha será colocada na água e em seguida pegarão uma bússola e colocar ao lado do copo, para ver o que está diferente, ou melhor, verificar se está acontecendo algum fenômeno com a agulha e a rolha.

Logo em seguida deve-se requisitar aos alunos que peguem um ímã que estará sob a mesa para que eles esfreguem sempre no mesmo sentido na ponta da agulha e depois coloquem novamente no copo com água e observem o que fará após ser colocada em contato com a água. Além disso, neste momento devem aproximar uma bússola normal para observar se realmente a bússola feita pelo grupo tem a ver com a que estará em cima da bancada.

Figura 52 – Confeção de bússola e continuidade do processo.



Fonte: O autor (2020)

Após registro dessas informações ele deverá em grupo discutir as seguintes questões:

- a) O que acontece com a agulha após colocar ela em cima da rolha? Explique.
- b) Qual fenômeno está relacionado com este experimento? O que você entende por tal fenômeno?
- c) É possível utilizar uma bússola para se orientar onde possui campo elétrico? Explique.

- d) A bússola se orienta através dos polos geográficos ou através de polos magnéticos?

#### 1.4.2 Roteiro Experimental II

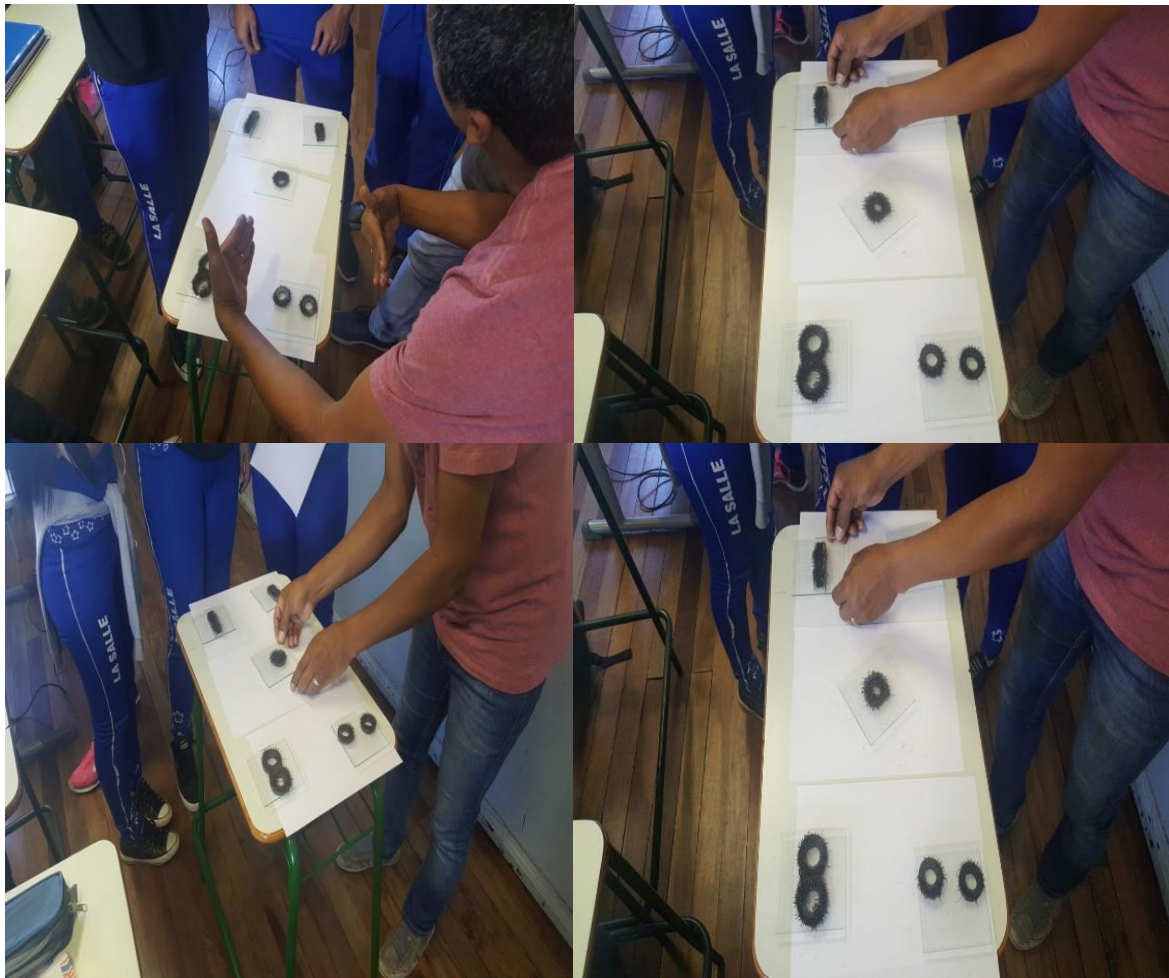
Dando continuidade ao assunto, os alunos serão instruídos a realizar uma atividade experimental.

Com os ímãs e a limalha de ferro em cima das bancadas eles farão uma simples experiência, colocando o ímã em baixo de uma placa de vidro de 20 x 20 centímetros e a limalha acima, sendo que dependendo do ímã a ser colocado fará um tipo de desenho a ser observado a olho nu, sem a necessidade de auxílio de uma lupa. Os estudantes chegarão à conclusão de que há a formação de um campo, sendo que este sai de uma ponta do ímã para a outra. Em seguida, através do Arduino, será demonstrado qual é o norte ou o sul do ímã, para que os estudantes tenham a noção de que o campo sai de um para o outro, permitindo ainda observar que as limalhas saem do norte para o sul. Irão refazer toda a montagem dos ímãs e agora com os seus conhecimentos sobre o que acontece, e com os ímãs com seu norte e sul marcado e o porquê isso ocorre tanto no ímã de barra, de ferradura e circular.

Após registro dessas informações ele deverá em grupo discutir as seguintes questões:

- 1 É o ímã que atrai o ferro ou o ferro que atrai o ímã?
- 2 O que acontece quando tiramos o ímã de perto das limalhas? Explique sua resposta.
- 3 Quando você coloca um único ímã sob o aparato o que acontece?
- 4 Quando você coloca dois ímãs com os lados iguais e depois com lados opostos o que acontece?

Figura 53 – Etapas demonstrativas das linhas de campo e campo magnético



Fonte: O autor (2020)

Nesse ponto, os alunos estarão em grupo e já com conhecimento de campo magnético demonstrado por meio do Arduino e do sensor A1302, além de básica do que se tratava o sensor e o Arduino. Após os alunos terem conhecimento dos acessórios inicia-se uma nova demonstração para que eles observem o que ocorre. Na realização da atividade, ao serem questionados sobre o processo respondiam com facilidade, como, que ao aproximar o sensor do fio o campo magnético aumentava, e após afastar ele iria diminuindo até estabilizar por motivo que o sensor parava de medir devido a sua distância. Ainda, o grupo observou e fez a colocação que ao circular o paquímetro dava para saber que o campo é circular, pois mantinha o mesmo valor.

### 1.4.3 Roteiro Experimental III

A aula será iniciada com a demonstração do Arduino com alguns comandos que ele faz e logo em seguida será colocado um aparato que está com um fio de energia passando por um suporte e com o Arduino ligado no notebook, assim, será repassado através do projetor para que todos consigam ver o que está acontecendo.

Afastando o sensor do fio será marcado no Arduino o campo magnético em gauss, sendo que nesse momento o aluno irá perceber que o campo quando está próximo ele vai ser maior do que quando estiver afastado do fio. Além disso conseguirá detectar que existem linhas de campo e que estas são circulares, de forma que sendo circulares a distância nada mais é que o raio. Gradativamente, os estudantes perceberão que existe uma distância que quando se afasta menor o campo e essa distância tem algo que eles podem relacionar e perceber com gráficos.

#### 2. Desenvolvimento:

Dando continuidade ao assunto, responda algumas perguntas:

- a) O que o Arduino está mostrando para nós?
- b) O aparato tem alguma coisa a ver com as outras aulas?
- c) O que se pode observar com o que o Arduino está mostrando?
- d) O Arduino está medindo alguma coisa? O que?
- e) Plotar o Gráfico  $d \times B$  (distancia x campo magnético)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi trazer aspectos básicos de uma tecnologia de fácil utilização tanto para o aluno como para o professor. Por isso a ideia da placa arduino e o sensor A1302 fora bem aceita pelos alunos e teve um bom entendimento por parte dos mesmos, além de restar demonstrado que pode ser utilizada em quaisquer turmas, podendo ser usado até no ensino superior.

A aplicação do produto demonstrou que a proposta em aulas de física é bem recebida pelos alunos. Propostas que agreguem a isso o uso de recursos interativos semelhantes às tecnologias com que os jovens convivem, são prontamente aceitas. Tais iniciativas favorecem o protagonismo dos sujeitos envolvidos no processo de ensino aprendizagem com a sua própria educação. Acredita-se que este protagonismo possa influenciar na formação dos jovens e contribuir para a melhoria das condições da educação, em especial de nível médio.

A aceitação foi positiva mediante observação das respostas dadas, e o bom desempenho na plenária feito entre eles demonstra que o trabalho foi bem-sucedido, demonstrado a necessidade de continuação do desenvolvimento deste produto e ampliar sua utilização em outras turmas deste nível de ensino. A análise registrada das manifestações futuras dos profissionais que fizerem uso deste material contribuirá ainda mais para a evolução deste produto.

Por fim, o maior objetivo após o aprendizado do conteúdo é criar um acultramento científico no aluno. A maioria deles não serão físicos, mas estarão inseridos em um mundo onde a física estará a sua volta. Deste modo, se ao final da aplicação desta proposta o aluno tiver condições de interpretar o mundo.