



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CAMPUS DE MEDIANEIRA**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ATIVIDADES  
INVESTIGATIVAS PARA O ENSINO E A APRENDIZAGEM  
DE MAGNETISMO NO ENSINO MÉDIO**

**Gilsemar Sefstroem**

**Orientador: Prof. Dr. Fabio Rogerio Longen  
Coorientadora : Prof. Dra. Shiderlene Vieira de Almeida**

## Sumário

1.	APRESENTAÇÃO.....	1
2.	ONDE POSSO ENCONTRAR OS MATERIAIS? .....	2
3.	ORGANIZAÇÃO DAS AULAS.....	3
4.	CONHECENDO UM ÍMÃ .....	4
4.1	SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ATIVIDADES INVESTIGATIVAS SOBRE MAGNETISMO .....	5
	1º Etapa (2 aulas - 100min) .....	5
	2º Etapa (2 aulas - 100min) .....	9
5.	CONHECENDO UM ELETROÍMÃ .....	17
5.1	SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS COM ATIVIDADES INVESTIGATIVAS SOBRE ELETROÍMÃS .....	18
	3º Etapa (2 aulas - 100min) .....	18
	4º Etapa (2 aulas - 100min) .....	23
6.	REFERÊNCIAS .....	30
6.1	FUNDAMENTAÇÃO EM TEÓRIAS DA APRENDIZAGEM.....	30
6.2	FUNDAMENTAÇÃO EM FÍSICA .....	30
6.2.1	Histórica .....	30
6.2.2	Teórica.....	31



## 1. APRESENTAÇÃO

Estas atividades experimentais demonstrativas foram organizadas como uma sequência didática e fazem parte do Produto educacional que é parte integrante do Trabalho de conclusão do Curso do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física (MNPEF), da Sociedade Brasileira de Física (SBF), realizado no Polo da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira, e tem como objetivo incentivar o uso de experimentos em sala de aula.

Estes experimentos constituem uma base indispensável do ensino de Física. O fato de não se ensinar a física através de experiências em nossas escolas, e, até mesmo, em cursos de licenciatura, colabora para que o ensino de Física nas escolas não seja atrativo aos alunos e que o professor torne-se apenas um ministrante de conteúdo no quadro.

No intuito de tornar as aulas mais atrativas e participativas por nossos alunos, introduzimos essa sequência didática investigativa como uma oficina, utilizando-se do método experimental e demonstrativo em nossas aulas didáticas.

Atualmente, exigir que um professor faça experiências sem ter o material didático necessário é querer o impossível. De outro lado, não é necessário possuir uma coleção de equipamentos prontos para ministrar aulas experimentais. A aula de Física não tem por fim admirar aparelhos, mas deve explicar, antes de tudo, os princípios. Desta maneira, podemos fazer uso de um conjunto de peças que nos permita montar diante dos alunos, realizar e explicar o assunto físico a ser abordado em nossas aulas. O objetivo desse roteiro é exatamente este, não possui nenhum equipamento pronto, além das bússolas, e sim propostas de atividades experimentais que podem ser confeccionados pelo professor e/ou alunos utilizando materiais de baixo custo.

A finalidade dessa sequência didática consiste em oferecer instrumentos que sirvam de ferramentas e que venha a ajudar outros colegas professores a interpretar e conhecer melhor o que se pode se fazer, fundamentado na ideia de oferecer um ensino de qualidade capaz de promover a aprendizagem de nossos alunos. Proponho oito atividades experimentais, divididas em oito aulas de 50 minutos cada, conforme está definido neste produto educacional.

De fato, este roteiro propõe experiências qualitativas, para o ensino do magnetismo e eletromagnetismo básico. Assim, os experimentos são de fácil montagem, para que outros colegas professores e/ou alunos possam utilizar tal roteiro em suas práticas docentes.

## 2. ONDE POSSO ENCONTRAR OS MATERIAIS?

Os experimentos apresentados neste roteiro foram desenvolvidos utilizando, preferencialmente materiais de fácil aquisição e baixo custo, para tornar simples a execução dos experimentos aqui propostos. Para agilizar a localização desses materiais, encontram-se listados no quadro a seguir, os estabelecimentos comerciais onde podem ser adquiridos.

<b>Material e uso</b>	<b>Atividades</b>	<b>Estabelecimento comercial</b>
Ímãs – sucatas de alto falantes e alguns de motores	02	Oficinas mecânicas e auto elétricas.
Pregos – em carpintaria	02	Lojas de materiais de construção
Alfinetes/agulhas – confecção de roupas	03	Mercados ou lojas artigos de costura
Barbantes – em costuras de roupas	03	Mercados ou lojas artigos de costura
Fita adesiva – anexar cartazes	03	Mercados e papelarias
Pedaço de madeira ou MDF- construção de moveis	03	Marcenarias e fabricas de móveis
Arame de cobre 10 mm <sup>2</sup> - na rede elétrica das casas	02 e 03	Lojas de materiais elétricos
Esfera de isopor - trabalhos escolares	04	Papelarias e lojas de artigos escolares
Cola - juntar objetos	04	Mercados e lojas de artigos escolares
Limalha de ferro – restos da usinagem de peças	04	Serralherias e tornearias
Palha de aço – limpeza de utensílios metálicos	04	Mercados
Chapa de isopor- em trabalhos escolares	05	Lojas de artigos escolares
Folha A4 – usada em escritórios e trabalhos escolares.	05	Lojas de artigos escolares
Bússola – usada para orientação	07	Lojas e sites de artigos de camping
Fio de cobre esmaltado - enrolamento de motores	07	Lojas de materiais elétricos e oficinas de reparos de motores elétricos
Percevejos - semelhantes ao prego com dimensões menores.	07, 08, 09 e 10	Supermercados
Pilhas e baterias – alimentação circuito de 1,5 volts e 9 volts	07 e 08	Supermercados e lojas de materiais elétricos
Pedaços de forro de PVC – na construção de casas	08	Lojas de materiais de construção
Chapa de acrílico – capas antigas de CD ou DVD	09	Sucatas e descartadas de CD sem uso
Furadeira - ferramenta	Todas	Lojas de ferramentas e hipermercados
Brocas: 2, 3 e 4 mm- para furar objetos	Todas	Lojas de ferramenta, hipermercados.
Retalhos chapa alumínio - de aberturas de alumínio, janelas, portões.	02, 07, 09 e 10	Serralherias e tornearias
Martelo- pregar	Todas	Lojas de ferramentas, hipermercados.
Serra- cortar madeira	Todas	Lojas de ferramentas, hipermercados.
Alicate – cortar e dobrar arames	Todas	Lojas de ferramentas, hipermercados.
Lima - para afiar ferramentas	10	Lojas de ferramentas, hipermercados.

**Quadro 1:** Onde localizar alguns dos materiais utilizados nos experimentos [Fonte: autoria própria].

### **3. ORGANIZAÇÃO DAS AULAS**

A aplicação desta sequência didática foi organizada em quatro momentos, sendo aplicado da seguinte forma:

- 1º Etapa: 02 aulas - Atividades investigativas 1,2 e 3.
- 2º Etapa: 02 aulas - Atividades investigativas 4, 5 e 6.
- 3º Etapa: 02 aulas - Atividades investigativas 7 e 8.
- 4º Etapa: 02 aulas - Atividades investigativas 9, 10 e 11.

#### 4. CONHECENDO UM ÍMÃ

<b>TURMA</b>	3º ano do Ensino Médio.
<b>TEMPO</b>	04 aulas (50min cada)
<b>OBJETIVOS</b>	
<b>Geral</b>	<b>Específicos</b>
Conhecer as principais características de um ímã e suas aplicações	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar e caracterizar os polos de um ímã.</li> <li>- Conceituar e comparar linhas de indução magnética.</li> <li>- Caracterizar materiais em: magnéticos e não magnéticos.</li> </ul>

**Quadro 2:** Representação dos objetivos da 1º e 2º Etapas [Fonte: autoria própria].

<b>CONTEÚDOS</b>	<b>Conceituais</b>	Estruturas atômicas e organização dos dipolos magnéticos, linhas de indução de campo magnético, força de atração e repulsão e classificação dos tipos de materiais em: e Ferromagnéticos, Diamagnéticos e Paramagnéticos.
	<b>Procedimentais</b>	Observar as características dos ímãs e suas formas, definir a direção e sentido do vetor campo magnético, distinguir entre os diversos materiais os que são atraídos ou não por ímãs.
	<b>Atitudinais</b>	Fundamentação da evolução das ciências, relacionando com suas aplicações e inovações tecnológicas utilizadas em suas vidas.

**Quadro 3:** Representação dos conteúdos da 1º e 2º etapas [Fonte: autoria própria].

## **4.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ATIVIDADES INVESTIGATIVAS SOBRE MAGNETISMO**

### **1º Etapa (2 aulas - 100min)**

#### **Atividade 1: Buscando os conhecimentos prévios sobre Magnetismo**

A aula será iniciada organizando a turma em grupos compostos de 5 alunos ou mais, dependendo do tamanho da turma. Após organização dos grupos, questionamos os alunos sobre seus conhecimentos prévios a respeito de ímãs. Para este objetivo, foi utilizado a aplicação de um questionário, usando as seguintes perguntas: (O que é um ímã?; Para que serve um ímã?; Você já utilizou um ímã? Dê exemplos.).

#### **Atividade 2: Caracterizar os materiais magnéticos e não magnéticos.**

No segundo momento, antes de distribuir aos grupos de alunos o kit contendo ímãs e diversos materiais. É feito no quadro pelo professor um quadro com duas colunas, e solicitado aos alunos que indiquem, quais são os materiais atraídos e quais não são atraídos pelo ímã, após ter elaborado o quadro com a indicação dos estudantes, é distribuído os materiais para que os alunos executem atividade investigativa, tirem suas conclusões.

É destinado um tempo em torno de 15 minutos para realização de uma atividade investigativa, com objetivo de caracterizar os materiais que são ou não atraídos por ímãs. Para auxiliar os alunos, é disponibilizado um roteiro com o procedimento didático investigativo para auxiliar o aluno na montagem do experimento e, assim, consiga organizar suas ideias e concepções através de um questionário. Estes também podem servir como uma ferramenta para avaliar a aprendizagem dos alunos.

Objetivo	Material
Observar o comportamento ao aproximar um ímã de vários materiais relacionados abaixo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ímãs em barra de polos não identificados ou ímãs de alto falante que seriam descartados;</li> <li>• Pregos;</li> <li>• Pedacos de fio de cobre;</li> <li>• Pedacos de alumínio;</li> <li>• Pedacos de vidro (copo, bastão, tubo de ensaio);</li> <li>• Pedacos de plástico;</li> <li>• Alfinete;</li> <li>• Arame metálico;</li> </ul>

**Quadro 4:** Objetivos e materiais da atividade [Fonte: autoria própria].



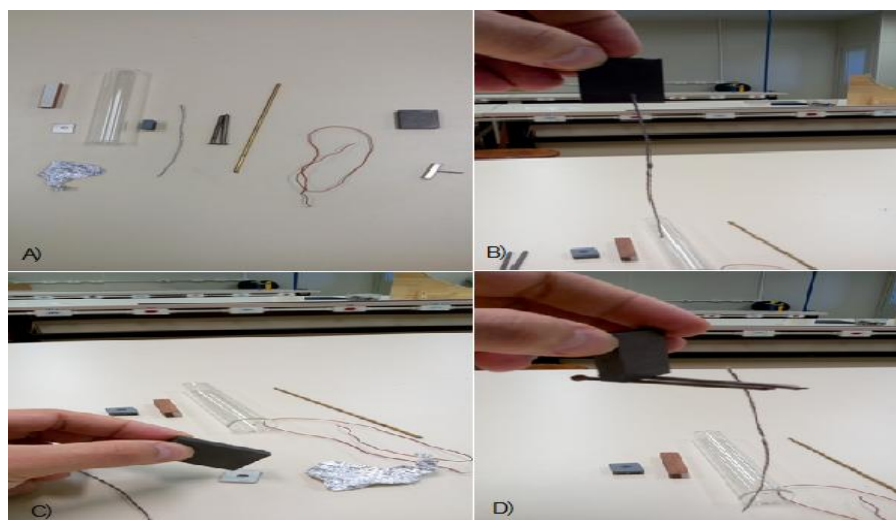
**Figura 1:** Materiais utilizados para atividade 2 [Fonte: autoria própria].

**Procedimento didático investigativo:**

1. O que podemos dizer a respeito do comportamento dos materiais quando aproximados do ímã?
2. Elabore uma tabela, classificando os materiais que são atraídos pelo ímã e os que não são atraídos.
3. Faça novamente o procedimento anterior colocando uma folha de papel entre o ímã e os objetos e analise o resultado.



4. Em analogia com o campo gravitacional terrestre sabemos que ele diminui com a distância, ou seja, quanto mais longe da Terra estivermos, menor será a força de atração. Agora você deve colocar um prego próximo do ímã e lentamente afastar o mesmo, o que será observado? Descreva.



**Figura 2:** Materiais utilizados para atividade 1 [Fonte: autoria própria].

Tendo como base o conhecimento prévio dos alunos acredita-se que nesse momento já se inicia uma transposição didática, o professor deve intervir, explicitando e complementando o que os alunos responderam durante as investigações, isso pode ocorrer durante a experimentação, onde o professor pode passar de grupo em grupo ou quando for solicitado, ou ainda ao término do tempo definido.

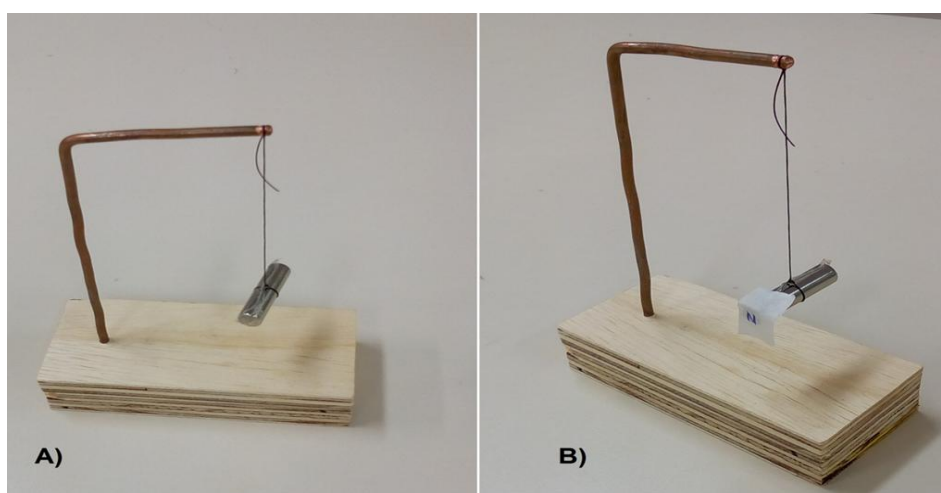
### **Atividade 3: Identificando os polos magnéticos do ímã**

No terceiro momento, inicia-se a aula questionando: Afinal, o que é um ímã? Como deve ficar orientado um ímã equilibrado e suspenso por um barbante?

Para auxiliar os alunos a responderem os questionamentos, será entregue materiais para os alunos efetuarem uma investigação conforme descrito no roteiro na sequência. Ao término desta investigação, o professor de forma expositiva dialógica utiliza os modelos científicos existentes na literatura e/ou encaminha um texto como leitura complementar para responder os questionamentos.

Objetivo	Material
<p>Observar o comportamento em um ímã quando aproximado de outro ímã. Você já tentou aproximar um ímã de outro? O que acontece?</p> <p>Caracterizar os polos norte e Sul de um ímã. Para melhor entender esse fato, vamos realizar a montagem conforme proposto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ímã em forma de barra.</li> <li>• Barbante ou linha de costura.</li> <li>• Fita adesiva.</li> </ul>

**Quadro 5:** Objetivo e materiais as atividades [Fonte: autoria própria].



**Figura 3:** A) Montagem esquemática do ímã amarrado a uma linha e suspenso, B) Indicando o polo norte geográfico referente a Atividade 3 [Fonte: autoria própria].

**Procedimento Didático investigativo:**

1. Com um ímã de polos não identificados, vamos deixá-lo suspenso por um fio de linha. Vale lembrar que essa montagem não deve ficar muito próxima de equipamentos que contém objetos ou partes metálicas. (Exemplos: cadeiras, base de mesa, etc.). Veja o exemplo na **figura 3** do suporte com ímã.
2. Deixe o ímã entrar em equilíbrio, ou seja, parar de girar, nesse momento é só marcar com uma fita adesiva a extremidade que ficou voltada para a direção norte geográfica da Terra. Dessa maneira, será identificado o polo norte do ímã ou o polo convencional. A extremidade oposta representa o polo sul do ímã, para certifica-se desta observação, gire o ímã novamente quando o mesmo parar observe a sua orientação. (Para identificar os pontos cardeais, pode-se utilizar uma bússola, caso não tenha a bússola tradicional, utilize um

aplicativo de celular ou smartphone, uma sugestão de aplicativo é o: *App Bússola Estabilizada* disponível gratuitamente no *Play Store*).

3. Pelo mesmo procedimento descrito acima, identifique os polos norte e sul de outro ímã.
4. Observe e descreva o que acontece quando:
  - a) O polo norte de um dos ímãs é aproximado do polo norte do outro ímã.
  - b) O polo sul do ímã é aproximado do polo sul do outro ímã.
  - c) O polo norte do ímã é aproximado do polo sul de outro ímã.
  - d) Com base nas observações anteriores, escreva a sua conclusão sobre a interação entre os polos de dois ímãs.
  - e) Diante das observações, que relação existe entre as forças de interação entre cargas elétricas e a força entre os polos magnéticos dos ímãs.

**Papo de Professor:** Ao fim dessa análise, questionar o porquê um ímã suspenso sempre assume a mesma direção, no caso o polo norte do ímã voltado para o polo norte geográfico. E se poderíamos utilizar este aparato como uma bússola? Este pode ser utilizado como trabalho extra para ser apresentado em um próximo momento, ou como uma ferramenta de avaliação.

## **2º Etapa (2 aulas - 100min)**

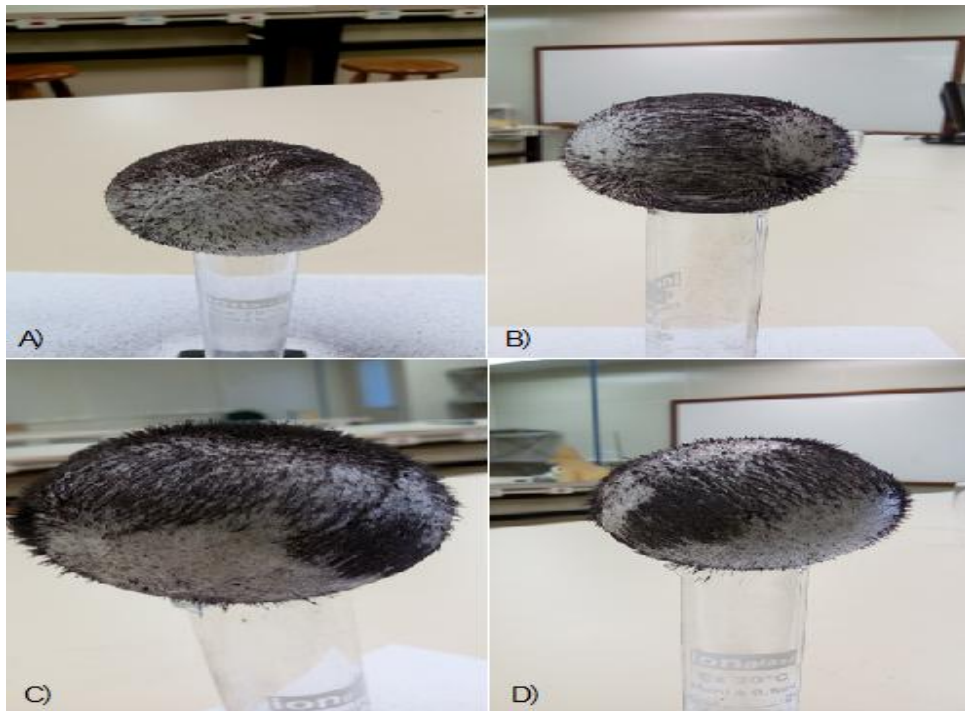
### **Atividade 4: Simulação das linhas de campo magnético terrestre**

Nesta quarta atividade investigativa inicia-se a aula de forma dialogada, com o propósito de efetuar uma identificação do conhecimento prévio dos estudantes, podendo esta acontecer no formato de discussões em grupo ou individualmente com anotações no caderno. No decorrer da aula pode ser solicitado que um aluno do grupo responda oralmente para a classe. Esta atividade investigativa tem o intuito de garantir que o aluno realize um estudo comparativo entre o modelo didático proposto como instrumento de ensino para observar as características peculiares que existem entre o campo magnético formado ao contorno da esfera de isopor e o campo magnético terrestre. Mantendo a mesma organização do grupo das aulas anteriores, no decorrer do desenvolvimento da aula, é distribuído o kit para

investigação, propondo que seja discutido e respondido o procedimento didático investigativo explícito no roteiro.

Objetivo	Material
Representar as linhas de campo magnético terrestre em uma esfera de isopor com um ímã na forma de barra inserido em seu interior	<ul style="list-style-type: none"><li>• Esfera de isopor com tamanho entre 4 ou 5 cm de diâmetro.</li><li>• Ímã em forma de barra de comprimento menor que 4 cm.</li><li>• Fita adesiva.</li><li>• Cola para isopor.</li><li>• Limalha de ferro (pode-se fazer esta com palha de aço, esfregando contra uma peneira de plástico).</li></ul>

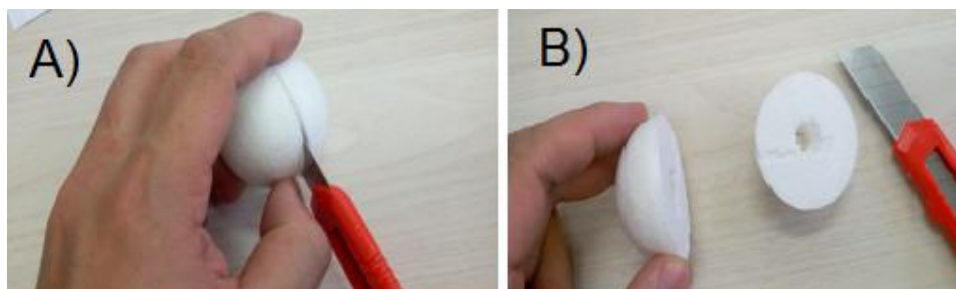
**Quadro 6:** Objetivos e materiais da atividade [Fonte: autoria própria].



**Figura 4:** Linhas de campo magnético terrestre caracterizado em analogia com uma esfera de isopor [Fonte: autoria própria].

### Procedimento Didático investigativo:

1. Abrir a esfera de isopor ao meio de maneira simétrica, algumas já possuem uma marca que serve de referência, inserir o ímã em seu interior e colar as partes para formar a esfera novamente. Conforme as imagens da figura 5.



**Figura 5:** Corte da esfera de isopor [Fonte: autoria própria].

2. Cobrir com fita adesiva e polvilhar limalha de ferro sobre a esfera. Observe o que acontece e quais conclusões podem chegar?
3. Qual é o padrão formado pela limalha de ferro na superfície da esfera? Escreva e desenhe as formas representadas.
4. Qual a relação entre os polos do ímã no interior da esfera com os polos magnético terrestre?
5. Diante de todas estas observações, quais conclusões podem fazer sobre a relação do polo norte geográfico de Terra e o polo norte ou polo sul magnético? Justifique.

**Papo de Professor:** Estes procedimentos investigativos devem promover a reflexão sobre o comportamento do campo magnético terrestre e identificar as concepções iniciais dos estudos acerca do conceito e comportamento de ímãs e bússolas nas proximidades do nosso planeta. Pode-se utilizar a atividade 3 como referência e propor que os alunos em grupo efetuem uma pesquisa sobre como é feita a orientação utilizando uma bússola. Esta pode ser apresentada em uma aula posterior



## Atividade 5: As linhas de indução magnéticas nas proximidades do ímã

Na atividade anterior o aluno configurou as linhas de indução de campo magnético terrestre, a partir de agora é interessante caracterizar as linhas de indução magnética como o vetor campo magnético  $\vec{B}$ , nas proximidades de um ímã em barra, é importante explicar aos alunos que as linhas de indução de campo magnético têm sempre sentido saindo do polo norte do ímã e chegando ao polo sul do ímã. Esse conceito será muito importante para as próximas aulas, quando será trabalhando as linhas de indução geradas nas proximidades de um fio ou de uma espira percorridos por corrente elétrica.

Objetivo	Material
Observar as linhas de indução de campo magnético gerada em diversos tipos de ímãs. Qual será a configuração desse campo magnético para cada situação?	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pelo menos dois ímãs em barras e outros ímãs em formatos diversos (sucatas de alto falante).</li><li>• Limalha de ferro.</li><li>• Uma folha de papel A4 ou similar.</li><li>• Fita adesiva.</li><li>• Chapa de isopor com dimensões próximas da folha A4, com encaixe no formato dos ímãs.</li></ul>

**Quadro 7:** Objetivos e materiais da atividade [Fonte: autoria própria].

### Procedimento Didático Investigativo:

**Passo a passo:** Recorte a chapa de isopor conforme o formato dos ímãs encaixe-os nos recortes, cubra os ímãs com a folha de papel A4 para evitar que a limalha de ferro suje o mesmo, posteriormente salpique sobre a folha a limalha de ferro, responda as questões a seguir.

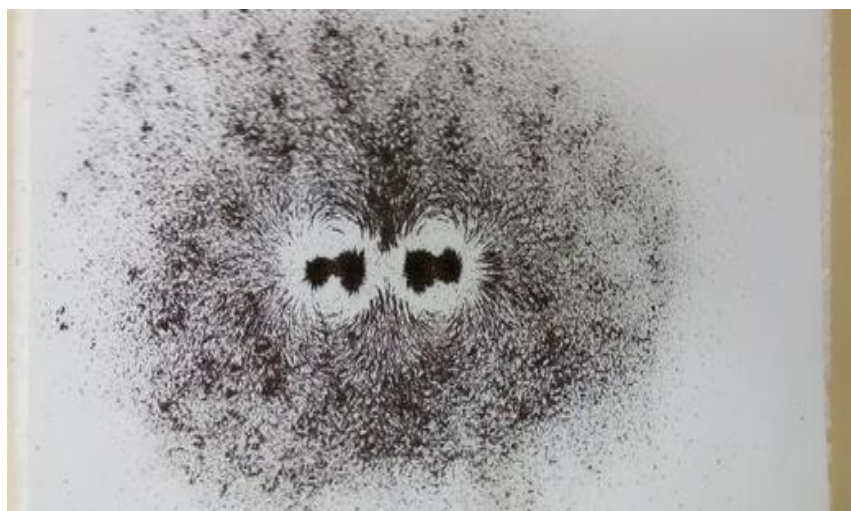
1. Utilizando apenas um ímã cubra com folha A4, salpique limalha de ferro sobre o papel, desenhe as configurações formadas nas proximidades do ímã. Repita este procedimento usando outra face do ímã.
2. Utilizando dois ímãs, organize os ímãs de modo que eles sejam atraídos, encaixe-os no recorte de isopor, cubra com folha A4, salpique limalha de ferro e desenhe as configurações representadas.

3. Novamente organize os ímãs de forma que um seja repelido pelo outro, salpique limalha de ferro e desenhe as configurações formadas.
4. Neste momento organize os ímãs da maneira que você achar conveniente, cubra com a folha A4, salpique limalhas de ferro, observe, e discuta em grupo e descreva as conclusões.

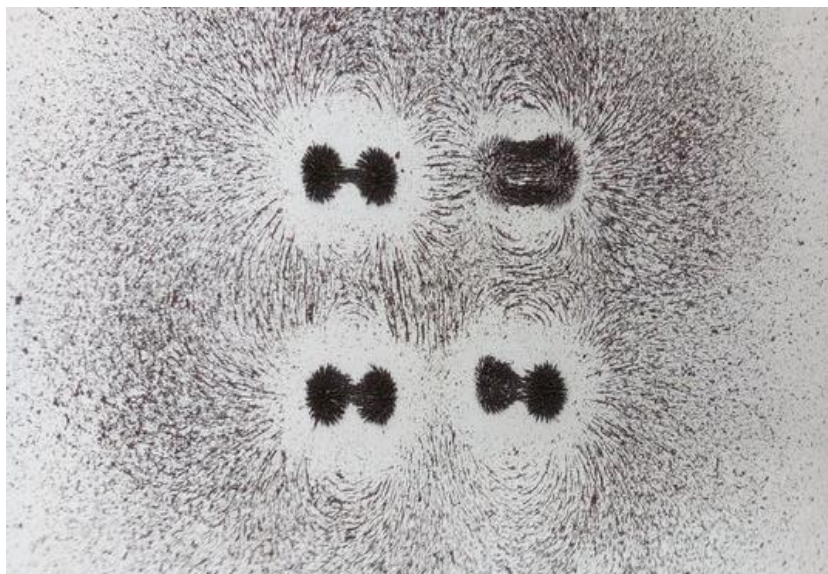
As figuras 9, 10 e 11, representam as configurações que devem ser encontradas.



**Figura 6:** Linhas de indução de atração formada por dois ímãs de polos diferentes [Fonte: autoria própria].



**Figura 7:** Linhas de indução de repulsão formadas por ímãs de mesmo polo magnético [Fonte: autoria própria].

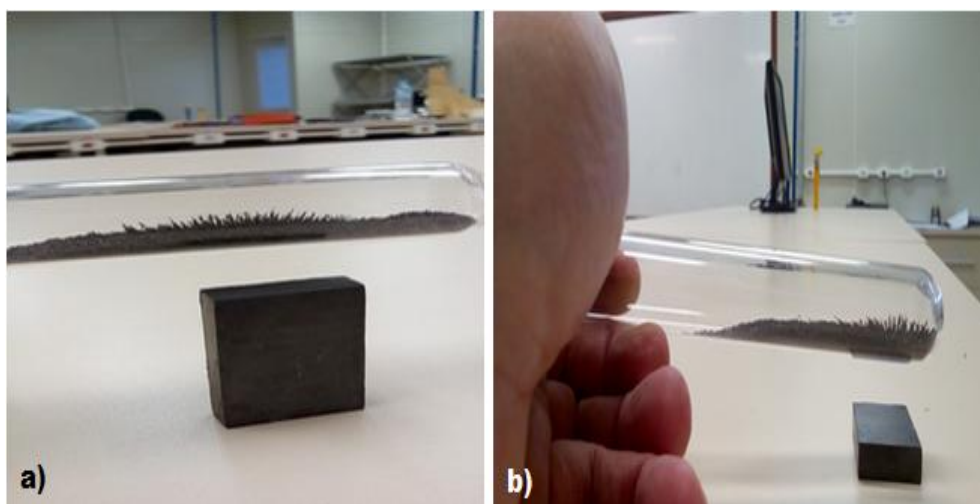


**Figura 8:** Linhas de indução magnética formadas por vários ímãs próximos [Fonte: autoria própria].

**Papo de Professor:** Pronto, acabamos de obter três imagens representativas das linhas de indução magnética, que descrevem como se comporta o campo magnético ao redor de um ímã, em diversos pontos do espaço. É possível intervir explicando que nesse momento as linhas de indução são fechadas, elas emergem do polo norte e penetram no polo sul e se fecham passando pelo interior do ímã.

Questionar sobre o porquê das linhas de indução, estão mais juntas umas das outras nas regiões próximas ao polo do ímã. Por que isso ocorre?

Esta parte fica como demonstração das linhas de campo em três dimensões e curiosidade para representar as linhas de indução magnética de forma espacial, utilizando um tubo de vidro com limalha dentro, assim é possível verificar como se comportam as linhas de indução magnética e caracterizar o vetor campo magnético, saindo da ideia de planificação. Seguem algumas imagens dos formatos das linhas de indução no espaço.



**Figura 9:** Tubo de ensaio com limalha de ferro em seu interior caracterizando as linhas de indução magnéticas [Fonte: autoria própria].

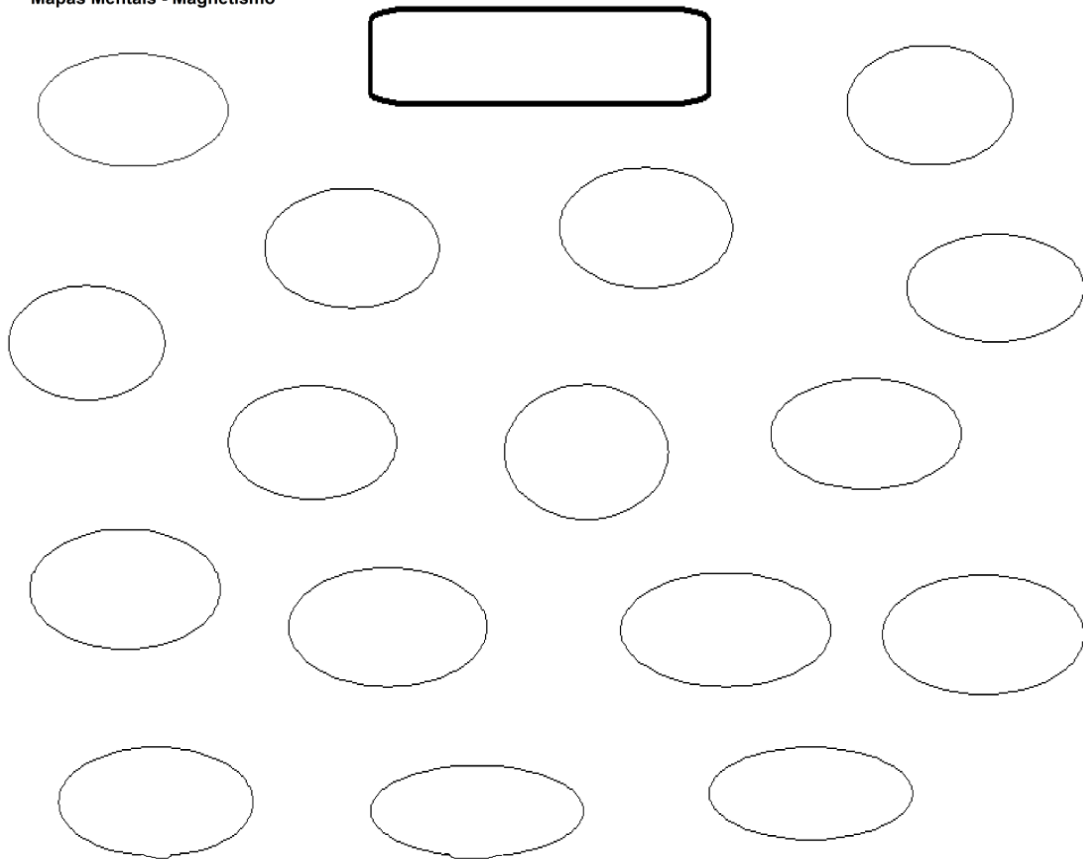
## **Atividade 6: Avaliação**

Ao fim destas cinco atividades, é proposto que os grupos redijam um mapa mental organizando e caracterizando o estudo sobre magnetismo, com base nas atividades investigativas realizadas e nos textos complementares. Esta atividade deve servir como uma forma de avaliação, observando como o aluno conseguiu desenvolver ao máximo todas as suas capacidades, integrando os conhecimentos, e entre elas, evidentemente, aquelas necessárias para chegar ao entendimento do que é o magnetismo e suas aplicações no seu cotidiano, deve ser pensada como uma avaliação somativa, assim um conjunto de ações que podem ser utilizadas para a avaliação da aprendizagem, como: a elaboração e teste de hipóteses; participação nos estudos dirigidos, a compreensão de enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos, utilização de uma linguagem física adequada e elementos de sua representação simbólica e ainda o desempenho na resolução de problemas propostos.

Desta forma esse modelo de mapa mental é uma ferramenta que utiliza lacunas que devem ser preenchidas e ligadas por seta ou linhas coloridas conforme o conhecimento adquirido, assim organizando as ideias por meio de palavras chaves, cores ou imagens em estruturas que se ramificam a partir de um conceito geral.

Na página 16 segue um modelo de mapa mental utilizado para avaliação das atividades.

Mapas Mentais - Magnetismo



**Figura 10:** Modelo de Mapa Mental que foi utilizado nas aulas [Fonte: autoria própria].



## 5. CONHECENDO UM ELETROÍMÃ

<b>TURMA</b>	3º ano do ensino médio.
<b>TEMPO</b>	04 aulas (50min cada)
<b>OBJETIVOS</b>	
<b>Geral</b>	<b>Específicos</b>
Conhecer as principais características de um eletroímã e suas aplicações	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar e caracterizar a corrente elétrica e o vetor indução de campo magnético em um fio.</li> <li>- Alteração do campo magnético.</li> <li>- Conceituar e comparar linhas de indução magnética formada nas proximidades de um fio, espira e solenoide.</li> <li>- Caracterizar a força magnética em um condutor.</li> </ul>

**Quadro 8:** Representação dos objetivos da 3º e 4º Etapas [Fonte: autoria própria].

<b>CONTEÚDOS</b>	<b>Conceituais</b>	Direção e sentido do vetor campo magnético, linhas de indução de campo magnético no interior de um solenoide, aplicação das equações para definição do módulo do vetor campo magnético $\vec{B}$ e do vetor força $\vec{F}$ .
	<b>Procedimentais</b>	Saber utilizar a regra da mão direita para definir o sentido da corrente elétrica, campo magnético e força, efetuar cálculos quando solicitado, aplicar os métodos proposto durante a investigação, anotar dados referentes à experimentação.
	<b>Atitudinais</b>	Fundamentação da evolução das ciências e a Experiência de Oersted, aplicações e inovações tecnológicas utilizadas em tratamentos de saúde, meios de comunicação, promover a coletividade do conhecimento durante a execução das atividades.

**Quadro 9:** Representação dos conteúdos da 3º e 4º Etapas [Fonte: autoria própria].

## 5.1 SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS COM ATIVIDADES INVESTIGATIVAS SOBRE ELETROÍMÃS

### 3º Etapa (2 aulas - 100min)

#### Atividade 7: Experiência de Oersted.

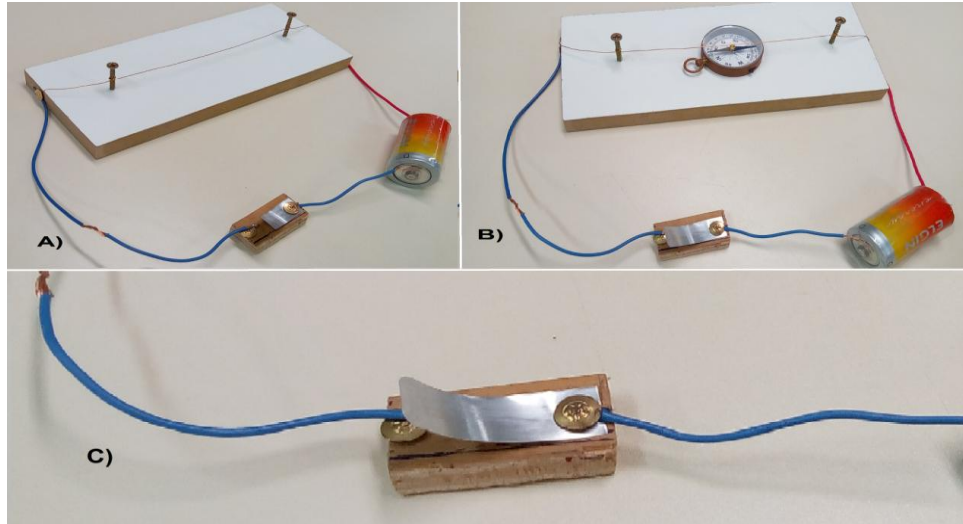
Iniciar esta aula com o seguinte questionamento: “*A eletricidade tem alguma influência sobre o magnetismo?*” Esta aula deve tomar como base aspectos filosóficos históricos da evolução da ciência, descrevendo a experiência de Oersted, explicando que esta descoberta não foi por acaso e que o próprio Oersted já havia realizado vários estudos relacionados à influência da eletricidade no magnetismo, podendo ser ministrada através de slides ou de um texto complementar. Após apresentação, solicitar a formação dos mesmos grupos das atividades anteriores, para realizar a próxima atividade investigativa. Para apresentação e realização da atividade, recomenda-se utilizar uma aula, com duração de 50 minutos.

Objetivo	Material
Experiência de Oersted (1820), apresentar a relação entre eletricidade e o magnetismo.	<ul style="list-style-type: none"><li>• 01 bússola e/ou celular com <i>App</i> de bússola e/ou uma agulha imantada flutuando em água sobre um pequeno pedaço de isopor.</li><li>• 50 cm de fio de cobre esmaltado fino com extremidades raspadas.</li><li>• Lata de refrigerante ou similar para efetuar chave liga/desliga dos experimentos.</li><li>• Percevejos ou mesmo pregos</li><li>• 02 pilhas de 1,5 V, ou uma fonte de tensão variável.</li><li>• 01 ímã caso precise imantar a agulha; Base de madeira de aproximadamente 10 x 25 cm ou chapa de isopor.</li></ul>

**Quadro 10:** Objetivos e materiais da atividade [Fonte: autoria própria].

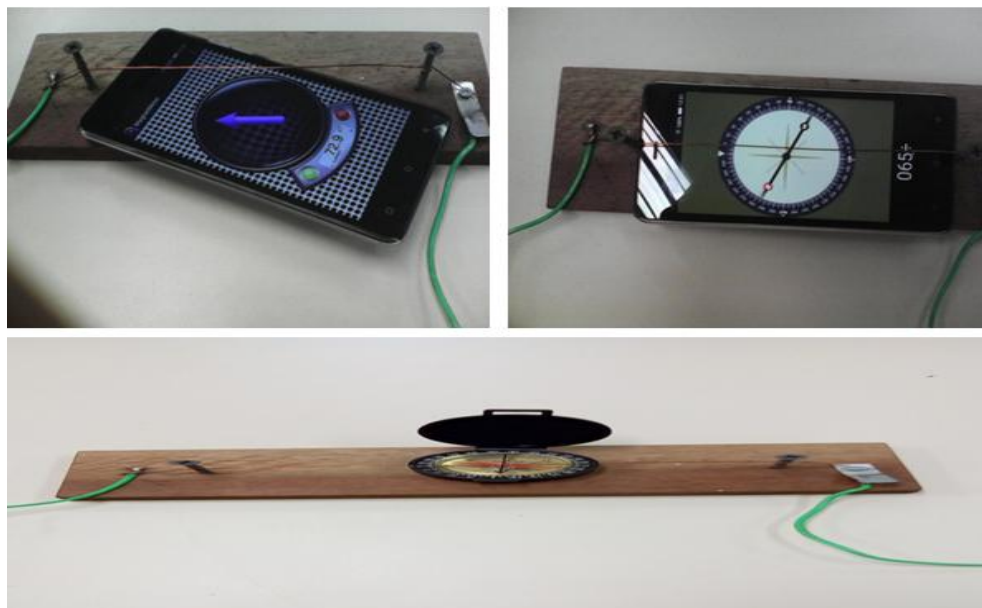
## Procedimento Didático investigativo:

1. Construir a base de madeira conforme é indicado na figura 11.



**Figura 11:** A) Base de madeira com dois parafusos e fio de cobre esmaltado, uma barra metálica para deixar de interruptor; B) Outro ângulo do suporte com uma bússola; C) chave liga e desliga do circuito [Fonte: autoria própria].

2. Colocar a bússola abaixo do fio de comprimento em torno de 25 cm, na direção Norte/Sul (Figura 12). Ligar as extremidades dos cabos com os polos das pilhas associadas em série ou com os terminais de uma fonte ajustada em 1,5 Volts. **Cuidado:** não deixe o sistema ligado durante muito tempo, porque estamos fazendo um curto circuito nas pilhas.



**Figura 12:** Imagens da base do experimento com celular utilizando um aplicativo de bússola e noutra o uso de bússola [Fonte: autoria própria].

### **Algumas observações devem ser efetuadas durante o experimento:**

1. Ligando os fios das extremidades da base nas pilhas (9 volts), a agulha da bússola se desvia, continua desviada até desligarmos a corrente, repetindo o desvio é sempre para o mesmo lado?
2. O que aconteceria ao diminuir a voltagem da pilha (reduzir para 1,5 V) conectada ao experimento? O desvio é proporcional a tensão e corrente?
3. Invertendo o sentido da corrente elétrica (trocar as extremidades do fio com os polos das pilhas), que está sobre a bússola, o desvio é em direção oposta?
4. Colocando a bússola um pouco acima do fio, o desvio é oposto? Como você explicaria isso?
5. Com base em suas observações, o que pode dizer sobre o comportamento de um fio condutor quando ele é percorrido por uma corrente elétrica?

**Papo de Professor:** O magnetismo e a eletricidade foram por muito tempo considerado dois ramos da Física totalmente independentes e distintos um do outro, no início do século XIX o fato que acabamos de observar foi demonstrado pelo dinamarquês Hans Christian Oersted, e veio a evidenciar que há uma íntima ligação entre os dois fenômenos físicos. Em resumo estes são os efeitos do fluxo da eletricidade, mas a eletricidade age também ao redor do fio, criando um campo magnético concêntrico nas proximidades dele, é aqui que o professor apresenta a regra da mão direita e relaciona com a direção e sentido da corrente elétrica.

### **Atividade 8: Caracterização das linhas de indução magnética em um fio**

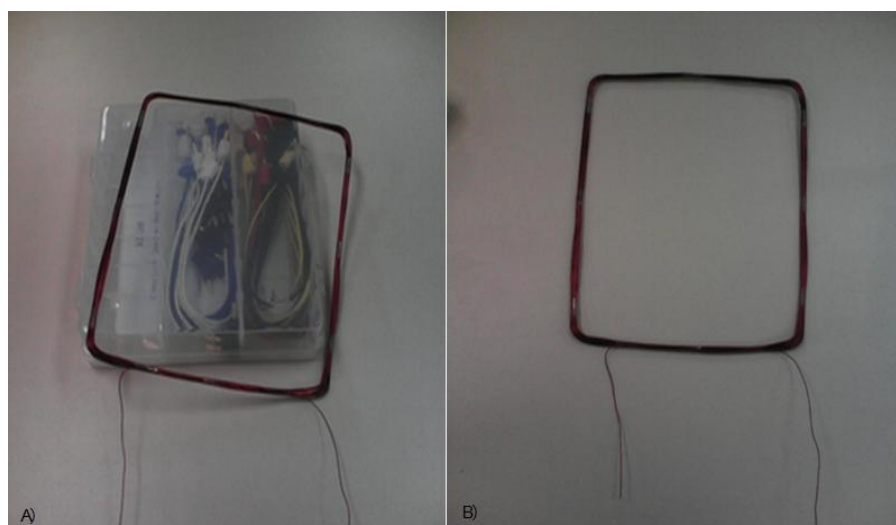
Devido ao curto tempo que se tem pra trabalhar este conteúdo é necessário que o professor já tenha confeccionado estes kits antes da aula, ou então, conforme o tempo pode ser preparado em uma aula anterior, pelos próprios alunos. Para essa atividade vamos trabalhar especificamente a regra da mão direita, caracterizando o vetor indução campo magnético formado ao redor do fio, quanto ao sentido da corrente elétrica, definindo equações e até mesmo medindo o valor do campo magnético nas proximidades do fio, será utilizado um aplicativo para celular gratuito no *Play Store* (**GaussMeter**) para efetuar as diversas medidas que podem ser propostas pelo professor.

Objetivos	Material
<p>Observar as linhas de indução magnética ao redor de um fio, fazer a demonstração e caracterização das linhas de campo magnético ao redor de um fio, trabalhar a regra da mão direita de forma significativa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bases de madeira de 10 x 20 cm.</li> <li>• 5 m de fio de cobre fino para construção da bobina.</li> <li>• 02 pedaços de 25 cm de forro de PVC para base do suporte.</li> <li>• Fita adesiva.</li> <li>• Parafusos para madeira 2,5 x 35.</li> <li>• Chapa de acrílico, ou capas de CD, e ou madeira fina, ou papelão.</li> <li>• Chave fenda, Philips, estilete.</li> </ul>

**Quadro 11:** Objetivos e materiais da atividade [Fonte: autoria própria].

### Procedimento didático investigativo:

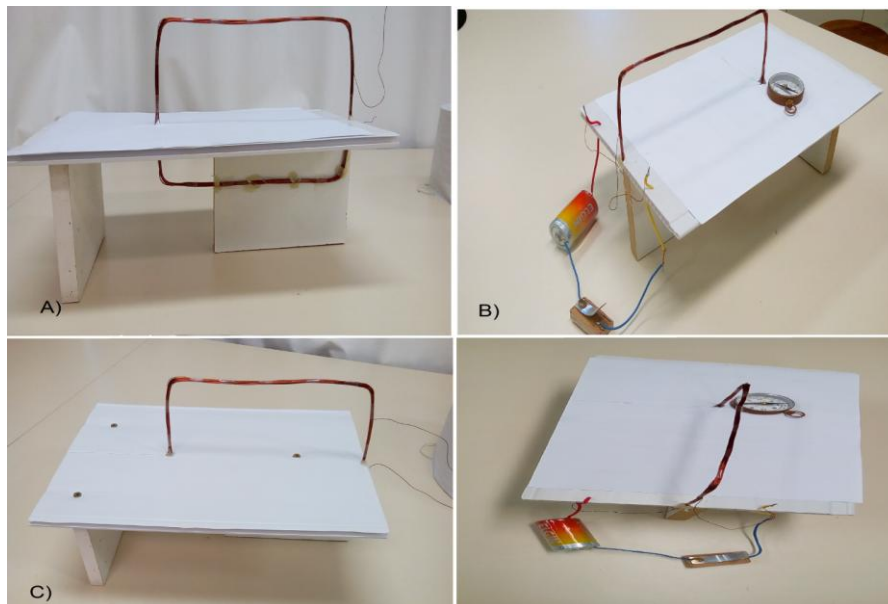
**Passo a passo:** Para demonstrar as linhas de indução magnético ao redor de um único fio, seria necessário passar por este uma corrente elétrica de em torno de uns 100 ampères, o que é difícil de obter-se. Portanto, optamos por trabalhar com uma corrente elétrica menor, mas deixando a corrente fazer o mesmo caminho por várias vezes, são 25 vezes, ou seja, 25 espiras, esta é a razão dos fios agrupados. Efetuamos a ligação em uma tensão de 1,5 ou 3 volts.



**Figura 13:** (A) Recipiente retangular de plástico utilizado para a construção da bobina. (B) Bobina pronta [Fonte: autoria própria].



Efetuada a montagem conforme proposto nas imagens figura 14 abaixo, espalhamos limalha de ferro sobre as chapas e por fim ligamos a corrente elétrica, convém bater levemente nas chapas enquanto a corrente estiver ligada.



**Figura 14:** A) bobina fixada ao suporte de PVC, B) Suporte pronto com folha de papel sobre o suporte e bússola C) outro ângulo do suporte, D) outro ângulo do suporte com bússola [Fonte: autoria própria].



**Figura 15:** (C) Bobina colocada em um suporte de PVC, com bússolas próximas; (D) Linhas de indução de campo magnético gerado por passagem da corrente elétrica, e bússola indicando a direção o sentido das linhas de campo magnéticas geradas nas proximidades do fio [Fonte: autoria própria].

**Papo de professor:** Algumas sugestões para que o professor problematize durante a realização da atividade. Qual o efeito produzido pela passagem da corrente elétrica? Quais os formatos das linhas de indução magnéticas ao redor dos fios?

**Algumas observações devem ser efetuadas durante o experimento:**

1. Observamos que ao redor do fio formam-se círculos concêntricos. As linhas magnéticas não partem do fio elétrico, como os ímãs, mas envolvem o fio em círculos, ou melhor, em círculos fechados, com base nessas informações experimentais observadas é possível obter uma regra para o comportamento do campo magnético gerado ao longo do fio?
2. Recolhendo as limalhas de ferro, e invertendo a polaridade dos fios e aproximando uma bússola no local onde estavam as limalhas de ferro o que podemos observar?
3. Novamente invertendo a polaridade dos fios da bobina o que acontece com a agulha da bússola? Explique.
4. Como poderíamos representar estas linhas de indução magnética em um plano tridimensional? Faça um desenho representando estas linhas.

**4º Etapa (2 aulas - 100min)**

**Atividade 9: Comportamento das linhas de indução magnética em um solenoide.**

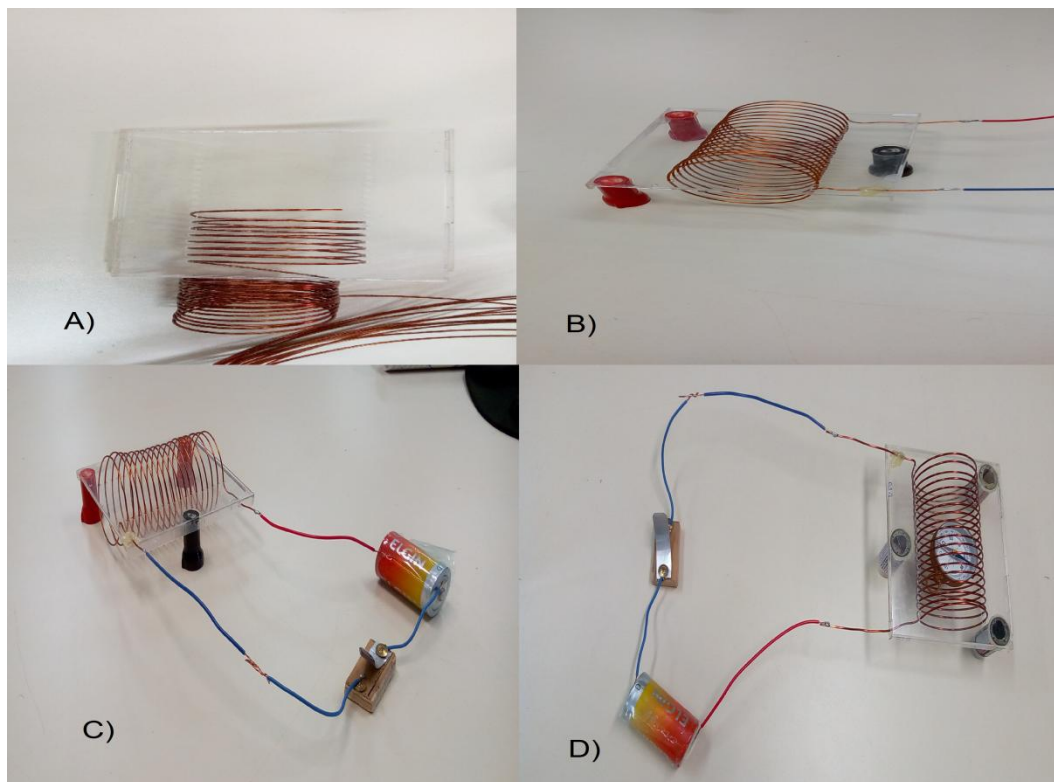
Na aula anterior os alunos foram motivados a reproduzir a experiência de Oersted, estabelecendo a relação entre corrente elétrica e magnetismo, para esta atividade, vamos questioná-los sobre como se forma as linhas de indução magnética no interior de um solenoide, alguns alunos possivelmente já devem ter construídos outros exemplos similares em séries anteriores, como exemplo o “ímã elétrico” que é um solenoide representado através de um fio de cobre enrolado em um prego ou quaisquer exemplos de aplicação, deixar que os alunos explorem o kit invertendo o sentido da corrente elétrica inserindo o celular ou uma bússola em seu interior por fim definir as equações que representam o campo magnético no interior do solenoide e simular alguns cálculos.

Objetivos	Material
<p>Eletroímã - demonstrar as linhas de indução no interior de um solenoide.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Base de madeira ou acrílico, sugestão capa de Cd ou outro plástico mais resistente.</li> <li>• 7 m de fio de cobre esmaltado 0,75 mm<sup>2</sup> para construção da bobina.</li> <li>• Furadeira e broca de 3 mm.</li> <li>• Cola e fita adesiva.</li> <li>• Pilhas ou baterias.</li> </ul>

**Quadro 12:** Objetivos e materiais da atividade [Fonte: autoria própria].

**Procedimento Didático investigativo:**

**Passo a passo:** Construir um solenoide, conforme é apresentado nas imagens abaixo, nesta espalhe limalha de ferro e ligue as extremidades dos fios, a uma fonte ou pilhas com tensão em torno de alguns Volts, convém bater levemente no suporte do solenoide para melhor visualizar a formação das configurações da limalha de ferro.



**Figura 16:** A) construção da Base em acrílico representando um solenoide; B) base do solenoide pronta, C) Montagem do experimento sendo alimentado por pilha, D) Demonstrando as linhas de indução magnética no interior do solenoide com uso de uma bússola [Fonte: autoria própria].

**Algumas observações devem ser efetuadas durante o experimento:**

1. O que acontece com a limalha de ferro no interior do solenoide?
2. As linhas formadas no interior do solenoide são semelhantes às linhas de um ímã permanente com os dois polos? Justifique ou faça um desenho representando estas linhas de indução magnética.
3. Acrescentar uma bússola ou celular com APP (*GaussMeter* - <http://www.keuwl.com/GaussMeter/#>) no interior do solenoide, observar o que acontece com a indicação da agulha da bússola em seu interior? E na parte externa do solenoide?
4. Acrescentar um pedaço de ferro (prego) no interior do solenoide, neste momento repita a experiência?
5. Foi observado que o campo magnético fica muito mais forte, por que a bobina imanta o ferro em seu interior e este por sua vez, o atrai, por que isso ocorre?
6. Vamos calcular o campo magnético gerado nessa bobina? No caso desta um solenoide, pode-se calcular a intensidade do campo magnético em seu interior, ao longo do eixo central, o mais próximo do centro da circunferência. Seu valor depende da intensidade da corrente elétrica  $i$ , do número de voltas  $N$  do solenoide e de seu comprimento  $L$ . Dado: ( $\mu = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m} / \text{A}$ ).

$$B = \mu \cdot \frac{N}{L} \cdot i \quad (1)$$

A corrente elétrica  $i$  pode ser calculada pela lei de Ohm e a relação entre resistência elétrica e a tensão aplicada à bobina.  $R = \frac{U}{i}$ , trabalhando algebricamente tem-se finalmente,  $i = \frac{U}{R}$ .

## Atividade 10: Balanço magnético.

Como foi apresentado até agora todas as atividades relacionadas ao estudo do eletromagnetismo estão organizadas no formato de uma oficina. No início desta atividade coloca-se uma questão a ser investigada pelos alunos: será que um ímã colocado nas proximidades de um fio percorrido por corrente elétrica é capaz de provocar uma força neste fio? Os alunos são motivados a investigarem experimentalmente este fato. Depois de analisar as características da força que surge nestes fios percorridos por correntes elétricas, os estudantes são motivados a analisarem o funcionamento de um modelo simplificado de um motor elétrico representado aqui por um balanço magnético, dependendo do tempo disponível da aula, ainda é possível utilizar um vídeo de curta duração para complementar a explicação do tema. Segue os links com dois filmes que podem ser aproveitados nessa atividade: (<https://www.youtube.com/watch?v=5s07bQcpEnA>) ou (<https://www.youtube.com/watch?v=Cwe6swMCx6M>)

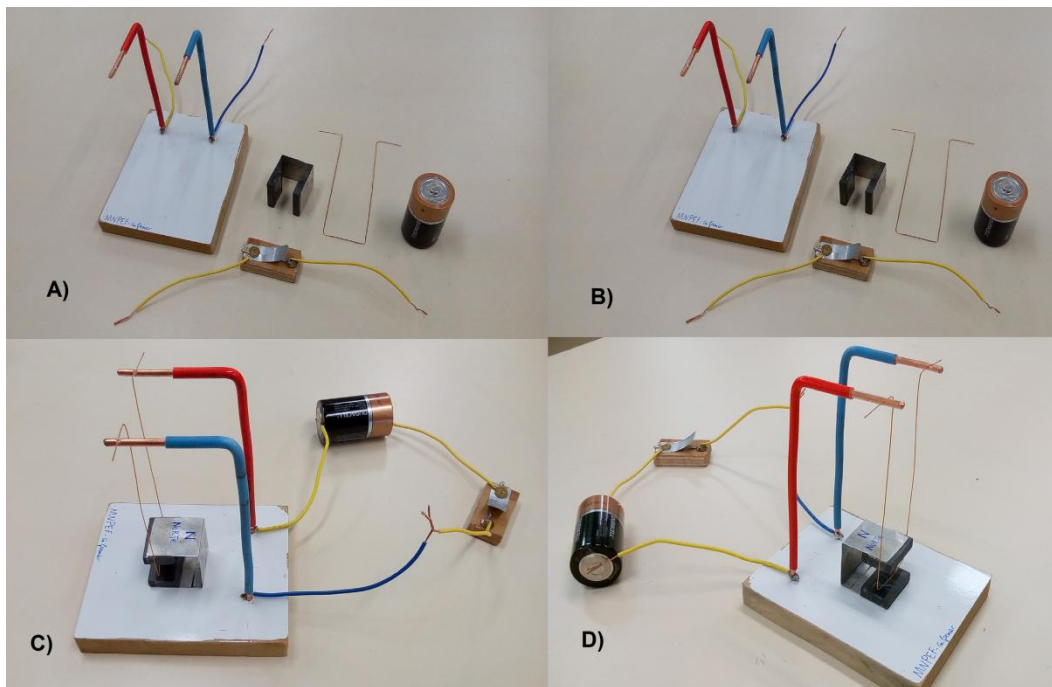
Objetivos	Material
Trabalhar caracterizando a força magnética em um fio e a regra dos três dedos. Além das aplicações já estudadas, o eletroímã também é utilizado na construção de outros dispositivos e equipamentos que funcionam baseados na interação entre dois campos magnéticos. Você conheceu mais detalhes sobre estes fenômenos ao realizar a atividades propostas a seguir.	<ul style="list-style-type: none"><li>• 02 ímãs em no formato de barra, podendo ser de sucata de alto-falantes; 40 cm de fio de cobre esmaltado fino para o balanço.</li><li>• Base de madeira de 10 x 10 cm.</li><li>• Pedacos de fio de cobre nu ou arame grosso, aproximadamente 30 cm, para fazer o suporte do balanço.</li><li>• 02 pilhas, ou uma fonte de energia;</li><li>• Pedaco de chapa de alumínio para forma de U que fique com 5 cm.</li><li>• Martelo, lima, alicate e serrinha.</li></ul>

**Quadro 13:** Objetivos e materiais da atividade [Fonte: autoria própria].



### Procedimento Didático investigativo:

A montagem deve ser baseada nas imagens que seguem abaixo. O fio que serve de balanço precisar ser flexível e passar no interior do objeto em formato de U, este fio fica pendurado na entrada do ímã, com a montagem pronta conforme esta apresentada nas imagens é só iniciar o roteiro a seguir:



**Figura 17:** (A) Conjunto de peças do experimento: balanço feito de arame de cobre esmaltado nas dimensões 2 cm x 14cm x 5cm x 14cm x 2cm lixado as extremidades; Suporte em U com Ímãs presos por fitas adesivas; chave liga/desliga; suporte em L para o balanço (B) Outro ângulo do conjunto de peças; (C) e (D) Conjunto montado pronto para iniciar a prática [Fonte: autoria própria].

**Papo de professor:** Enquanto isso vá pensando: Como as forças magnéticas podem fazer algo girar o eixo do motor? Se as forças magnéticas são as causas do por que o motor gira? Por que não podemos fazer um motor construído exclusivamente com ímãs permanentes? O que é que determina para que lado o motor deva girar?

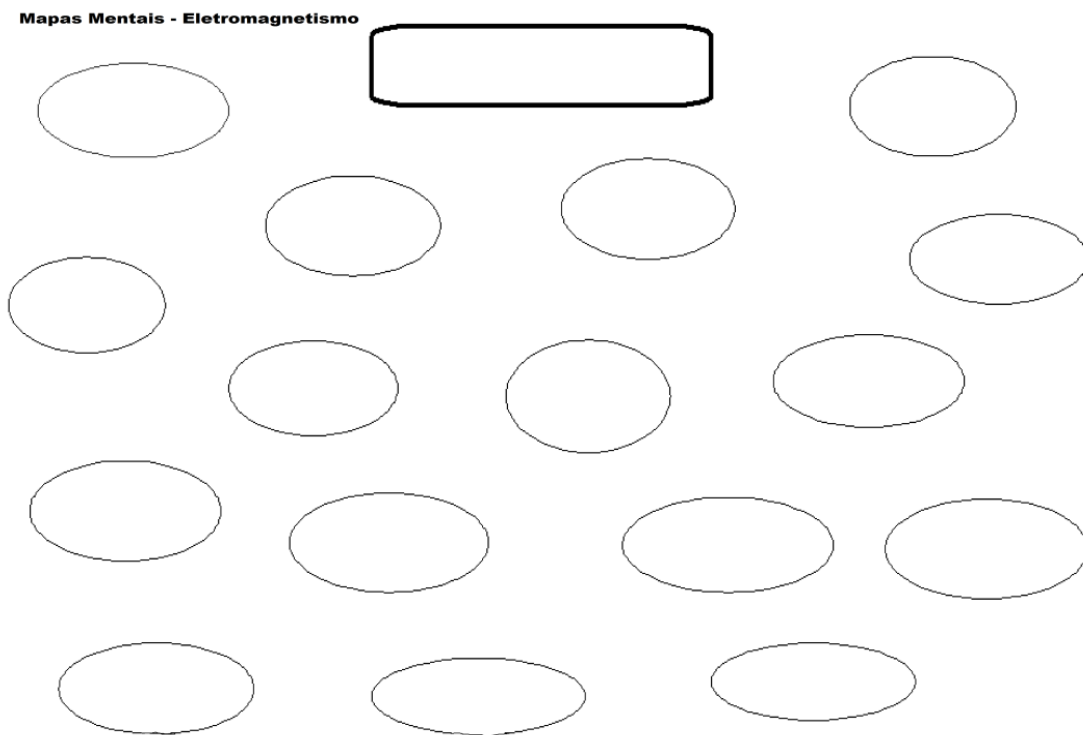
**Algumas observações devem ser efetuadas durante o experimento:**

1. Ligando os fios conectados ao suporte de arame nos polos das pilhas que devem estar associadas em série, o fio de cobre é jogado para fora do suporte de ímãs em U, ou é atraído para dentro?
2. Invertendo a ligação elétrica do suporte, o que acontece com o fio suspenso? Afasta ou atrai? Por quê?
3. O magnetismo do ímã em forma de U e o magnetismo ao redor do fio são opostos, atraindo-se, ou são iguais, repelindo-se?
4. Utilizando dos conceitos trabalhados até agora, você deve definir a *regra dos três dedos da mão direita*, com o dedo polegar você indica o sentido da corrente elétrica, o dedo indicador a direção do campo magnético no interior do ímã em U e com o dedo médio ou a palma da mão a direção do movimento do fio ou a força magnética. Vamos confirmar esta regra usando nosso experimento?
5. Um ímã pode movimentar um fio atravessado por uma corrente elétrica, como foi demonstrado experimentalmente isso serve para a base de funcionamento de quais aparelhos ou equipamentos elétricos?

## Atividade 11: Avaliação.

Ao fim destas atividades é proposto aos grupos que redijam novamente um mapa mental organizando e caracterizando o estudo sobre magnetismo, com base nas atividades investigativas realizadas e nos textos complementares indicados. Assim, acredito que haja troca de ideias e verbalização dos problemas propostos nas atividades entre os estudantes. Serve de interação entre o grupo na busca de soluções para a questão proposta. Objetivando um confronto de diferentes ideias levantadas pelos integrantes do grupo. Evidenciam-se características do trabalho de investigação científica quando uma estudante busca convencer seus colegas sobre suas hipóteses.

Segue modelo de mapa mental utilizado nestas atividades.



**Figura 18:** Modelo de Mapa Mental utilizado nas aulas [Fonte: autoria própria].

Creio que a impossibilidade da realização de uma das atividades de experimentação não inviabiliza aplicação das atividades da sequência didática aqui proposta, portanto, deixo a vontade, que o professor que venha utilizar este material, tenha a liberdade para acrescentar ou agregar outros recursos avaliativos ou até mesmo retirar ou fazer uso de parte deste, conforme a realidade de cada ambiente escolar no qual se queira desenvolver a sequência aqui proposta.

## 6. REFERÊNCIAS

### 6.1 FUNDAMENTAÇÃO EM TEÓRIAS DA APRENDIZAGEM

CARVALHO, A. M. P. **O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas**. In: -. (org.) Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula. Editora: Cengage Learning, 2013.

MOREIRA, Marco A.; **Teorias da aprendizagem**. São Paulo, 2 ed., Editora EPU, 2014.

MOREIRA, Marco A.; “**Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas - UEPS**” (Potentially Meaningful Teaching Units – PMTU); Aprendizagem Significativa em Revista, Vol. 1(2), p. 43-63, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio; VALADARES, Jorge Antonio, **A teoria da aprendizagem significativa: sua fundamentação e implementação**. Coimbra: Edições Almedina, 2009.

ZABALA, Antoni. **A Prática Educativa: Como ensinar**. Proto Alegre, 1998.p.101.

<http://www.portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/08Fisica.pdf>

[http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN\\_FIS.pdf](http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf)

### 6.2 FUNDAMENTAÇÃO EM FÍSICA

#### 6.2.1 Histórica

AMPÈRE, Andre M.; “*Mémoire sur l'action mutuelle entre deux courants électriques, un courant électrique et un aimant ou le globe terrestre, et entre deux aimants.*”, *Annales de Chimie et de Physique*, Vol. 15, p. 59-75, p. 170-218, 1820.

ASSIS, Andre K. T.; CHAIB, João P. M. C.; “*Eletrodinâmica de Ampère.*” Editora Unicamp, Campinas, ISBN 9-788-526-809-383, 2011.

NOVAK, Miguel A.; “*Introdução ao Magnetismo*”, Disponível em: <http://www.cbpf.br/~labmag/miguel.pdf>; Acesso em 06 de março de 2017.

MARTINS, R. A.; “*O estudo experimental sobre o magnetismo na Idade Média, com uma tradução da carta sobre o magneto de Petrus Peregrinus*”, *Rev. Bras. Ensino Fís.*, vol.39, n.1, p. 1601-1 – 1601-30 2017.

ROCHA, José Fernando. **Origens e Evolução das ideias da Física**. — 1. ed. — UFBA, 2002.

## 6.2.2 Teórica

BONADINANN, Helio, **Eletricidade**: um ensino experimental/ Helio Bonadimann; col. Luiz Antonio Rasia. -Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 1997.

GONÇALVES FILHO, Aurélio; TOSCANO, Carlos; “*Física e Realidade*”, Vol. Único, Editora Scipione, São Paulo, 1997.

GRIFFITHS, David J. **Eletrodinâmica**, 3. Ed., Pearson (2011), p. 150-156.

MACHADO, Kleber Daum, **Teoria do eletromagnetismo**, vol.2, Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2000.

NUSSENZVEIG, Moysés H.; “*Curso de Física Básica 3: Eletromagnetismo*”, 2 Edição, Ed. Edgard Blücher, São Paulo, 1997.

PRESKIL, John; “**Magnetic Monopoles**”, Ann. Rev. Nucl. Part. Sci., Vol. 34, p. 461-530, 1984.

SEARS e ZEMANSKI. **Física**. Vol. 3, 4. São Paulo: Livros técnicos e Científicos. S.A, 1985.

REITZ, John R; MILFORD, Frederick J; CHRISTY, Robert W. **Fundamentos da teoria eletromagnética**. Rio de Janeiro: Elsevier, 1982. 516 p. ISBN: 8570011032