

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**Alina Lacerda de Souza Campos**

**UMA PROPOSTA DE ENSINO SOBRE MAGNETISMO A PARTIR DE  
ATIVIDADES COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO – CONSTRUÇÃO DE  
ELETROÍMÃ**

Juiz de Fora  
2020

Alina Lacerda de Souza Campos

**UMA PROPOSTA DE ENSINO SOBRE MAGNETISMO A PARTIR DE  
ATIVIDADES COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO – CONSTRUÇÃO DE  
ELETROÍMÃ**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 24 – UFJF/IF Sudeste-MG, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Júlio Akashi Hernandez

Juiz de Fora

2020

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Campos, Alina Lacerda de Souza.

UMA PROPOSTA DE ENSINO SOBRE MAGNETISMO A PARTIR DE ATIVIDADES COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO – CONSTRUÇÃO DE ELETROÍMÃ / Alina Lacerda de Souza Campos.

-- 2020.

122 f.

Orientador: Júlio Akashi Hernandes

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais, Instituto de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2020.

1. Ensino de Física.. 2. Eletromagnetismo.. 3. Força magnética.. I. Hernandes, Júlio Akashi, orient. II. Título.

Alina Lacerda de Souza Campos

**UMA PROPOSTA DE ENSINO SOBRE MAGNETISMO A PARTIR DE  
ATIVIDADES COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO – CONSTRUÇÃO DE  
ELETROÍMÃ**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 24 - UFJF/IF-Sudeste-MG, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 04 de dezembro de 2020, por:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Julio Akashi Hernandez (Orientador) UFJF

  
\_\_\_\_\_  
Dr. André Koch Torres de Assis NICAMP

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Bruno Ferreira Rizzuti UFJF

## DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação a todos, especialmente ao meu orientador Júlio Akashi Hernandez pela paciência, ensinamentos e carinho, aos demais professores por todos os momentos de crescimento e aprendizagem. Agradeço a todos os meus colegas de turma que caminharam junto comigo até aqui. E um agradecimento especial à minha família, meu marido Fabrício que está sempre junto de mim, aos meus filhos Arthur e Luisa que além de serem parceiros me mostram sempre o orgulho que sentem de mim e aos demais familiares que acreditam sempre e estão todos os dias me estimulando a ser um ser humano, um professor melhor.

Meu muito obrigada.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Universidade Federal de Juiz de Fora e aos seus representantes que me deram a oportunidade de me especializar sobre um tema de tamanha relevância hoje, numa sociedade de fluidez notória, onde nós, educadores temos um papel fundamental enquanto formadores das novas gerações. Que possamos sempre nos colocar no papel de coautores na desconstrução e construção de novos saberes, participando da construção de um mundo melhor. Aos professores do curso que nos conduziram por reflexões profundas sobre a sociedade contemporânea e o que podemos fazer enquanto educadores e formadores do cidadão, para contribuir para a construção de uma sociedade melhor, mais justa e valorizando a contribuição que cada um pode dar à essa mudança almejada.

O presente trabalho foi realizado com apoio da coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi elaborar uma sequência didática baseada na atividade experimental por meio de uma abordagem investigativa com turmas do ensino regular e do ensino de jovens e adultos (EJA) com materiais de baixo custo para introdução de conceitos de magnetismo e eletromagnetismo. Inicialmente constatou-se que os alunos possuem suas próprias explicações para os fenômenos físicos abordados e que careciam de um olhar mais técnico científico sobre o assunto. A partir das atividades desenvolvidas por meio trabalho em grupo durante a implementação da proposta, as atividades revelaram-se como um novo “fazer como”, no que tange ao ensino e a aprendizagem da física, em contraposição à metodologia tradicional, que não tem trazido o resultado almejado. Nas atividades por investigação os alunos envolvem-se na identificação de fenômenos físicos, no desenvolvimento da compreensão do fenômeno, na modificação e no aprimoramento de suas pré-concepções relacionadas ao assunto, em intensa colaboração com os colegas e no exercício de habilidades de inferência e argumentação. Entendemos que o grande desafio consiste em estruturar materiais didáticos, baseados em situações problema orquestradas pelo professor, que permitam que alunos com diferentes saberes se apropriem do conhecimento científico esperado e que possam aplicá-los em diferentes contextos.

**Palavras-chave:** Ensino de Física. Eletromagnetismo. Força magnética.

## ABSTRACT

The objective of this work was to elaborate a didactic sequence based on experimental activity through an investigative approach with classes of regular education and the teaching of youth and adults (EJA) with low-cost materials on initial issues of magnetism and electromagnetism. We were able to verify that the students had their own explanations for the phenomenon even though the national parameters were satisfied they lacked a more technical scientific view. From the activities developed and the different work group during the implementation of the proposal, we can see that the activities ended up showing a new “how to” regarding the teaching and learning of physics. Since the traditional methodology would not have achieved the desired result - a real challenge for the teaching of Physics in high school. In research activities students are involved in the identification of physical phenomena, non-development of the phenomena, in the modification and improvement of their preconceptions related to the subject. Also, an intense collaboration with colleagues and exercise of their reasoning skills. The great challenge is to structure teaching materials would enable students of different backgrounds to reach the same expected scientific knowledge, in such a way as to apply it in different contexts that involve the same concept worked on.

**Keywords:** Physics education. Electromagnetism. Magnetic force



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA.....</b>	<b>11</b>
2.1 TEORIA DO SOCIOINTERACIONISMO.....	11
<b>2.1.1 A Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).....</b>	<b>13</b>
2.2 ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO.....	14
<b>2.2.1 SEI – Sequência de Ensino Investigativa.....</b>	<b>15</b>
2.3 ATIVIDADES INVESTIGATIVAS.....	17
2.4 LABORATÓRIO DE FÍSICA.....	20
<b>3 MAGNETISMO.....</b>	<b>24</b>
3.1 HISTÓRIA DO MAGNETISMO.....	24
3.2 MONOPOLO MAGNÉTICO.....	28
3.3 A BÚSSOLA.....	30
3.4 FORÇA MAGNÉTICA.....	32
<b>3.4.1 Solenoides e Toroides.....</b>	<b>34</b>
3.4.1.1 Campo Magnético de um Solenoide.....	34
3.4.1.2 Campo Magnético de um Toroide.....	36
<b>4 O PRODUTO EDUCACIONAL.....</b>	<b>39</b>
4.1 DESCRIÇÃO DO PRODUTO.....	39
4.2 MATERIAIS UTILIZADOS NOS EXPERIMENTOS.....	40
<b>4.2.1 Folders.....</b>	<b>40</b>
<b>4.2.2 Bússola.....</b>	<b>40</b>
<b>4.2.3 Balanço magnético.....</b>	<b>41</b>
<b>4.2.4 Eletroímã.....</b>	<b>42</b>
<b>5 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....</b>	<b>43</b>
5.1 APLICAÇÃO NA ESCOLA ESTADUAL DE SIMÃO PEREIRA.....	44
<b>5.1.1 AULA 1 – Concepções espontâneas sobre magnetismo.....</b>	<b>44</b>
<b>5.1.2 AULA 2 – Conhecendo uma bússola.....</b>	<b>46</b>
<b>5.1.3 AULA 3 – Experiência de Oersted e a força magnética.....</b>	<b>48</b>
<b>5.1.4 AULA 4 – O eletroímã.....</b>	<b>49</b>

5.1.5 AULA 5 – Aplicações do eletroímã.....	51
5.2 APLICAÇÃO NO COLÉGIO PÚBLICO EM JUIZ DE FORA.....	53
5.2.1 AULA 1 – Concepções espontâneas sobre magnetismo.....	53
5.2.2 AULA 2 – Concepções espontâneas sobre eletromagnetismo.....	56
5.2.3 AULA 3 – Construindo uma bússola.....	58
5.2.4 AULA 4 - O balanço magnético e a força magnética.....	61
5.2.5 AULA 5 – Construção do eletroímã.....	65
5.2.6 AULA 6 – Aplicações do Eletroímã.....	69
5.2.7 AULA 7 – Aplicações do eletroímã na medicina – O exame de ressonância nuclear magnética.....	69
6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	71
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75
REFERÊNCIAS.....	77
APÊNDICE A – O PRODUTO EDUCACIONAL.....	82

## 1 INTRODUÇÃO

Dos vários estudos sobre o processo de aprendizagem podemos arriscar dizer que um dos pontos mais relevantes está em conhecer seus alunos e os saberes que trazem de casa e, guiar de forma a desenvolvê-los proporcionando a construção do conhecimento.

As atividades investigativas oportunizam aos alunos, segundo Carvalho (2013):

[...] condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar novos, terem ideias próprias e poder discutí-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores (CARVALHO, 2013, p.9).

O ensino no Brasil ainda está muito vinculado ao modelo tradicional que valoriza a quantidade de saberes em detrimento da qualidade com que são construídos ou simplesmente absorvidos. Existem diversas metodologias preocupadas em melhorar a qualidade da aprendizagem e muito já vem sendo feito. No entanto, o ensino das ciências ainda se dá muitas vezes de modo expositivo que não privilegia a construção do conhecimento e sim, a “mecanização dos saberes”. Embora ainda haja muita dificuldade nessa ruptura, vários educadores já modificaram sua prática, construindo e experimentando um novo olhar sobre a educação baseando-se, por exemplo, na visão sociointeracionista de Vygotsky e no trabalho de Anna Maria Pessoa de Carvalho. O professor deve se colocar como um facilitador entre o aluno e o conhecimento disponível no ambiente. Dessa forma, os alunos se sentem confortáveis em fazer perguntas, criar questionamentos, e a partir daí, construir o conhecimento. Fazer do aluno protagonista nesse processo é de interesse dos profissionais que almejam essa ruptura do sistema tradicional de ensino que, ao longo dos anos, tem se mostrado ineficaz.

Nas atividades por investigação os alunos envolvem-se na identificação de fenômenos físicos, no desenvolvimento do entendimento do fenômeno, na modificação e no aprimoramento de suas concepções relacionadas ao assunto, e em intensa colaboração com os colegas e no exercício de suas habilidades de argumentação. O grande desafio está em propiciar momentos que possibilitem, em situações-problemas orquestradas pelo professor, permitir a alunos com diferentes

saberes que se apropriem do conhecimento científico esperado, de tal forma a aplicá-los em diferentes contextos que envolvam o mesmo conceito trabalhado. Segundo Carvalho (2011)

Precisamos não só de uma renovação epistemológica dos professores, mas que essa venha acompanhada por uma renovação didática-metodológica de suas aulas. Agora não é só uma questão de tomada de consciência e de discussões epistemológicas, é também necessário um novo posicionamento do professor em suas classes para que os alunos sintam uma sólida coerência entre o falar e o fazer (CARVALHO, 2011, p.10).

Este trabalho foi pensado como um suporte para a aprendizagem do aluno, passando a fazer parte da prática docente atividades de cunho investigativo por experimentação e observação, buscando favorecer a construção do conhecimento junto ao educando.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA

### 2.1 TEORIA DO SOCIOINTERACIONISMO

A teoria sócio-histórico-cultural proposta por Vygotsky, surgiu em meio ao que ele nomeia a "crise da psicologia" de seu tempo, onde havia modelos que privilegiavam ora a mente e os aspectos internos do indivíduo, ora o comportamento externo. Percebia o homem como um ser de corpo e mente, um ser biológico mas também social, como um espécime humano mas que participa e interfere no processo histórico.

Chamou seu trabalho de nova psicologia porque trazia um novo olhar preocupando-se com o indivíduo em sua totalidade, relacionando o sujeito com o ambiente que vive. Preocupava-se em estudar o homem como unidade de corpo e mente, marcados por uma cultura como criadores de ideias e consciência que, ao produzirem e reproduzirem a realidade social, são ao mesmo tempo produzidos e reproduzidos por ela. (Vygotsky et al 2007, apud Freitas, 2002)

Essa teoria mostra que as mudanças que porventura ocorrem no indivíduo são definidas por sua história pessoal e também com sua interação com o meio decorrente de suas experiências.

Dessa forma, o professor deve ser um mediador, quem auxilia o aluno a desenvolver suas potencialidades com o conhecimento disponível no ambiente. Para isso, faz uso de elementos mediadores, instrumentos e signos que são representações mentais que nos permite entender um objeto mesmo se não o estamos vendo. Por exemplo, quando falamos lápis, já temos um signo mental que o representa, entendemos o que é um lápis mesmo que naquele momento não haja nenhum exemplo desse ao nosso alcance, não precisamos ver para entender o que é um lápis. Claro que o desenvolvimento dessas representações, a formação dos signos, se dá pelas interações com o real de forma que possamos internalizar essa representação mental. O aspecto social também é muito relevante nesse aspecto pois existem as regionalidades e outras interações.

A importância da convivência com pessoas que tenham mais experiência que você é fundamental para ampliar suas experiências, seu conhecimento, e desenvolver novos signos. Principalmente com os professores, essa relação professor-aluno é fundamental para a estruturação do quê e como aprender.

Instrumentos são os elementos que fazem a mediação, ao se colocar entre o homem e o mundo, ampliando as possibilidades de transformação da natureza, como uma vasilha que facilita o armazenamento de água etc.

Os signos também são mediadores exclusivamente humanos. Definido no dicionário como "qualquer objeto, forma ou fenômeno que representa algo diferente de si mesmo". Bom exemplo disso é a linguagem, essa é composta por signos, essa capacidade de construir representações mentais que substituam os objetos do mundo real é um traço evolutivo importante. Somente por isso, somos capazes de imaginar situações, planejar e fazer relações mentais.

Por esse motivo também é que somos capazes de aprender apenas com o conhecimento e a experiência de outras pessoas. Não precisamos nos machucar ao cair num buraco para entender quando falam que se você cair ali poderá se ferir. Somente a informação de alguém mais experiente é suficiente para que você haja com cautela quando estiver próximo de um buraco. A criança internaliza o conhecimento e já não precisa das advertências dos adultos para evitar acidentes.

Marco Antônio Moreira (2008) evidencia em seu artigo a importância do desenvolvimento das funções mentais que vem da influência das representações de signos e que fazem parte do indivíduo e controlam suas ações psicológicas e do uso de instrumentos que fazem o papel de mediador entre o indivíduo e o objeto. Na memória, objetos e fatos são ativados por signos associados a eles.

Signo então pode ser entendido como algo que significa alguma coisa e o instrumento como o objeto que pode ser usado para realizar alguma tarefa. As palavras, por exemplo, são signos linguísticos, e podemos dizer que o instrumento mais usado no processo de aprendizagem é a linguagem, definida como uma estrutura de signos formadores de um sistema simbólico que permite a interação do homem com o mundo (MOREIRA, 2008, p. 3).

No adolescente, os signos recebem significado por meio da interação social e, se o indivíduo percebe que é compartilhado pelo seu grupo social a associação entre o signo e seu instrumento, o signo pode ser internalizado e constituir-se num aprendizado, pois o mesmo passa a se aplicar no contexto em que está inserido.

Vygotsky chama atenção que se deve ter para trabalhar a formação de conceitos científicos na infância. (Vygotsky et al 2007, apud Freitas, 2002)

Os conceitos científico e espontâneo seguem caminhos com sentidos diferentes, ou seja, "os conceitos espontâneos devem evoluir para atingir o nível de

conscientização em que se iniciam os conceitos científicos que, por sua vez, devem evoluir para atingir o nível da realidade concreta”. (GASPAR, 1993, p. 64)

Os conceitos se inter-relacionam uma vez que a criança precisa atingir determinado grau de desenvolvimento espontâneo para que possa absorver um conceito científico associado segundo Vygotsky. Podemos entender então que “Uma criança (...) só pode entender o conceito científico de velocidade se dispuser dos conceitos espontâneos de distância e tempo” (GASPAR, 1993, p. 64).

Nesse contexto, o professor tem papel essencial no processo ensino-aprendizagem pois é ele quem faz a mediação entre o aluno e o conhecimento disponível no ambiente quando necessário.

### **2.1.1 A Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP)**

Pode-se entender como Zona de Desenvolvimento Proximal a distância entre as práticas que um aluno já domina e as atividades nas quais ele ainda precisa de apoio. Não é suficiente para determinar o desempenho de um aluno apenas aquilo que ele já aprendeu. O aluno ao trocar experiências e interagir com os colegas e com outras pessoas cria condições de avançar, de ir além das habilidades e atividades que ele já tem domínio.

Naturalmente o educador pode tomar uma postura conservadora avaliando as deficiências do aluno, mas pode sempre ter um olhar além buscando vislumbrar o potencial do aluno permitindo que ele caminhe da melhor maneira em direção ao melhor aprendizado. É muito importante avaliar as diferenças entre os alunos pois as habilidades são diferentes, ninguém é igual ao outro e avança cada um em seu ritmo.

As funções que ainda precisam amadurecer já estão presentes, mas precisam do tempo de cada um para desenvolverem, essas funções são definidas na zona de desenvolvimento proximal. Nas palavras de Vygotsky, a ZDP seria a distância entre as práticas que uma criança já domina e as atividades nas quais ela depende de ajuda. (Vygotsky, 1999)

O papel do professor na perspectiva de Vygotsky, é o de mediador pois já internalizou os significados e os apresenta ao aluno no contexto do conteúdo que está sendo estudado, aguardando a resposta do aluno para verificar se o significado captado por ele é aquele compartilhado dentro da área de conhecimento discutida.

Neste processo, o professor pode aprender a somar significados àqueles já organizados por ele (MOREIRA, 2009).

O presente trabalho procura colocar o professor como o mediador com o grande desafio de identificar o nível de desenvolvimento dos alunos, agrupando-os de forma heterogênea, de forma que possam interagir dentro da zona de desenvolvimento proximal criando condições para a aprendizagem e o desenvolvimento das potencialidades.

O conceito de zona de desenvolvimento proximal nos permite compreender a função do trabalho em equipe e o porquê de alguns alunos se sentirem confortáveis nesse tipo de atividade, uma vez que estão todos dentro da mesma zona de desenvolvimento real é mais fácil o entendimento entre eles. Nessas atividades em grupo os alunos ainda têm condições de se desenvolverem potencialmente em termos de conhecimento e habilidades sob a orientação dos colegas, atividade que passa a ser uma necessidade quando o ensino tem por objetivo a construção do conhecimento pelos alunos (CARVALHO, 2013, p. 5).

O trabalho em grupo deve ser planejado de forma que os alunos possam discutir ideias. A atividade experimental investigativa, quando feita em grupo, tem todas as características de uma atividade sociointeracionista.

A escola é, portanto, o lugar onde a intervenção pedagógica intencional desencadeia o processo de ensino aprendizagem. O professor como mediador nesse processo, o que é bem diferente das situações formais, possibilita ao aluno aprender por imersão em um ambiente cultural, precisa provocar o avanço do educando, possível somente com sua interferência na zona de desenvolvimento proximal (ZDP). O aluno passa a ser aquele que aprende junto e não é somente o sujeito da aprendizagem.

## 2.2 ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO

De acordo com Carvalho (2004), o ensino precisa ser planejado além dos conceitos e ideias científicas. É a escola que precisa oferecer condições para que os alunos sejam introduzidos no mundo da ciência e que queiram ficar lá, garantindo que a cultura da ciência seja conhecida pelos estudantes. É preciso despertar nos alunos a vontade de buscar explicações para um fenômeno, de modo que percebam ser capazes de questionar e organizar suas ideias para construir um conhecimento e



não apenas aceitá-lo como verdade. Ensinando Ciências por investigação criamos possibilidades aos alunos olharem os problemas do mundo como sujeito de ação podendo elaborar estratégias e planos de ação que ajudem no desenvolvimento do mundo que vivem. Assim, o ensino de Ciências procura desenvolver habilidades que permitam ao estudante atuar consciente e racionalmente fora do contexto escolar.

Para compreender um conceito científico de forma significativa, é preciso que o ensino esteja o mais próximo possível de uma atividade investigativa científica, e que envolva conceitos, procedimentos e axiomas. Uma reorientação do ensino é absolutamente necessária aos futuros cientistas e eficaz na promoção da mudança que queremos. Nesse processo de construção da alfabetização científica não pode, no entanto, haver nenhuma intenção de tornar tão fácil na tentativa de fazer a ciência ser acessível à generalidade dos cidadãos, de forma que não haja um reducionismo conceitual, contrapondo-a às necessidades de formação dos futuros cientistas. Formar o cidadão integrando-o ao mundo em que vive é a melhor formação científica inicial que podemos oferecer.

Depois de estudar a relação entre o ensino e a aprendizagem em sala de aula e a formação de professores de Ciências para o Ensino Fundamental, e de Física para o Ensino Médio, no contexto do ensino por investigação, entendemos o ensino por investigação, o ensino dos conteúdos programáticos em que o professor cria condições para os alunos consigam:

- pensar, levando em conta a estrutura do conhecimento;
- falar, argumentando e fazendo uso dos conhecimentos construídos;
- ler, fazendo uma leitura crítica;
- escrever, com clareza, suas próprias ideias.

Em consequência disso, quando avaliamos esse tipo de ensino, não buscamos verificar somente se aprenderam os conteúdos programáticos, mas bem mais que isso, se sabem falar, argumentar, ler e escrever sobre o que estudaram.

### **2.2.1 SEI – Sequência de Ensino Investigativa**

Queremos criar condições dos alunos construírem conhecimento científico dentro da sala de aula e para isso, lançar mão de atividades de ensino investigativas, é um excelente caminho. Essas atividades precisam ser muito bem preparadas, e é preciso fundamentar seu planejamento. É preciso considerar:

- O problema. É de grande importância sua existência para que se dê início à construção do conhecimento. A existência de um problema é fundamental para iniciar uma investigação. Proposições de questões para que o indivíduo consiga organizar seu pensamento. Segundo Carvalho, para Bachelard, a existência de um problema é fundamental pois sempre propõe que "todo conhecimento" é a resposta a uma questão. (BACHELARD, 1938, apud CARVALHO, 2013)
- Atitude. É importante que cada um tenha consciência de seus atos para a construção do conhecimento. É preciso garantir que os alunos estejam cientes do que fizeram, e que ações o levaram naquele caminho na resolução do problema.
- A conclusão. É necessário que as discussões expliquem o fenômeno que está sendo estudado.

Quando os alunos respondem "porque deu certo o problema", alguns apenas respondem de forma a dar suporte às leis. Outros procuram ir mais fundo, chegam às explicações causais procurando novas formas de falar, novas palavras para se comunicar - podemos dizer que aí é o começo da conceitualização. É importante que o professor entenda que nem todos chegam sozinhos a essa conceitualização e que é seu papel ajudá-los nessa fase do processo.

Alguns pontos são importantes para nos orientar tanto no planejamento das Sequências de Ensino Investigativas (SEIs), auxiliando a organizar as atividades criando condições para que as interações sociais sejam favorecidas, como no direcionamento do papel do professor durante esse ensino. É fundamental que haja:

- A participação do aluno, pois é ele quem deve construir seu próprio conhecimento.
- A interação entre os alunos. Trabalhos em equipe, além de deixarem os alunos mais à vontade por estarem com seus pares, por serem pequenos grupos, eles refletem, levantam e testam suas hipóteses.
- O professor como o fazedor de questões. É ele quem vai, junto com os alunos, construir os conceitos científicos levando os alunos a participarem ativamente da construção do conhecimento. Ele tem que dar sentido às diversas explicações dos alunos sobre a resolução do problema num texto, exercício ou num experimento. Pode questionar o

que e como fizeram, que ajuda a sistematizar os dados obtidos conduzindo os alunos a buscarem justificativas e explicações.

- O ambiente encorajador. Para que o aluno participe, precisa sentir-se seguro e confortável para se expor, de forma que não se envergonhe. É uma situação bastante delicada pois esse “ambiente seguro” pode ser criado ou destruído com grande facilidade, com gestos, ações ou até mesmo uma simples expressão facial. Um aluno pode não querer mais participar ou até mesmo querer atrapalhar simplesmente porque recebeu um não antes e sentiu-se extremamente envergonhado com isso. Nas atividades dessa natureza, devemos aceitar as ideias do aluno, mesmo que nos pareçam erradas e procurar entender o raciocínio que o levou àquela conclusão, e a partir daí, discutir essas ideias com a turma criando um ambiente que valoriza os alunos e os encoraja a participar.
- Conhecimento espontâneo trazido pelos alunos e que seja valorizado. Usar esses conceitos trazidos para a sala de aula na forma de hipótese a serem testadas.
- Significado para o aluno. O problema tem que ser de seu interesse, para motivá-los a construir o conhecimento.
- A relação ciência, tecnologia e sociedade. Se queremos que os alunos sejam inseridos no mundo científico, essas relações, CTS, precisam estar presentes.
- Preocupação com o desenvolvimento e uso das linguagens, falada e escrita, pois são os sistemas simbólicos utilizados para construir, descrever e apresentar os processos e argumentos científicos. O aluno precisa ir da linguagem comum à linguagem científica usando argumentos utilizando do raciocínio e de ferramentas científicas.

O educador americano Jay Lemke (1997) reforça a importância do ensinar ciência não se resumir a uma simples repetição, mas sim, sintam-se capazes de construir significados com as palavras, algo que seja cientificamente aceitável.

### 2.3 ATIVIDADES INVESTIGATIVAS

Já há algum tempo que a escola, como nós conhecemos, vem clamando por mudança acompanhando as mudanças em nossa vida cotidiana. A quantidade de

conhecimento e, conseqüentemente, a quantidade de coisas a serem aprendidas pelo estudante já somavam tão grande quantidade de informações que não cabiam mais dessa forma. O ensino, precisou então se adequar e, a priori, qualificar o conhecimento disponibilizado. Junto a isso, vieram os trabalhos de educadores e psicólogos demonstrando sobre a forma como se construía e constituía o conhecimento fossem no indivíduo ou no grupo social ao qual ele pertencia. A princípio, os pesquisadores em educação se dividiam entre os apoiadores dos métodos de aprendizagem propostos por Piaget e por Vygotsky. À medida que se colheram os resultados pôde ser percebido a inexistência de divergência entre eles, e perceber o que ocorria era exatamente o contrário a isso, uma complementação entre eles, se aplicados em diferentes momentos e situações da aprendizagem.

É importante perceber que um dos pontos mais importantes para essa mudança é o de valorizar o pensamento do aluno, descentralizando o poder do pensamento do professor, para isso, é necessário que haja um problema a ser resolvido, dando início à construção do conhecimento. Dessa maneira, o professor passa para o aluno a tarefa de pensar, raciocinar sobre o problema e ele passa a ser apenas um orientador. Tem um papel muito importante também nas ideias Piagetianas o fato de que qualquer conhecimento deve ser construído em cima de um conhecimento já existente, que significa dizer, considerar tudo aquilo que o aluno já sabe, valorizar o conhecimento prévio, o conhecimento cotidiano.

Dentro dessa proposta, mostra-se importante para o planejamento de ensino a necessidade de se passar de uma ação manipulativa para a ação intelectual, pois a finalidade é que aprendam conteúdos e conceitos. É fato de que, o aluno, para construir conceitos precisa manipular, precisa incluir um experimento, um jogo ou um texto, e é importante que a partir dessa atividade o professor consiga conduzir os alunos à consciência de como se pode resolver um problema, como encontrar o seu caminho na solução daquela situação apresentada. E isso é uma tarefa difícil, seja para o aluno e, principalmente para o professor, conduzir o aluno pelo caminho do conhecimento não é mesmo uma tarefa fácil. Mas é difícil também para o aluno, que nem sempre acerta de primeira, ele erra, questiona, reflete sobre seu erro e tenta novamente. E assim, podem tomar consciência, o aluno e o professor, da importância do erro na construção do conhecimento. O erro, quando trabalhado e superado pelo próprio aluno, ensina mais que muitas aulas expositivas que o aluno

segue o raciocínio do professor e não dele próprio, segundo Ana Maria Pessoa de Carvalho (2016).

Mas na hora da construção social do conhecimento cabe aplicar os saberes produzidos por Vygotsky. Ele aborda dois temas muito importantes nesse caso, como considerar que as mais elevadas funções mentais do indivíduo emergem de processos sociais (Vygotsky, 1984) e o demonstrar que os processos sociais e psicológicos humanos se firmam por meio de ferramentas, ou artefatos culturais que medeiam a interação entre os indivíduos e entre esses e o mundo físico. Um desses processos, talvez o mais importante, é a linguagem mostrando que esses artefatos culturais são transformadores do funcionamento da mente, e não somente um facilitador dos processos mentais já adquiridos.

Esse conhecimento nos mostra a importância de prestar atenção no desenvolvimento da linguagem em sala de aula uma vez que apresenta a função transformadora da mente dos envolvidos. A interação social é definida pela comunicação entre as partes, mas também com o ambiente em que ocorre.

Uma das ações que se espera ver em sala de aula é o trabalho em grupo, onde os alunos sentem-se confortáveis, uma vez que essa forma os permite trabalhar com os diferentes saberes e suas individualidades, e mostra muitas vezes que é mais fácil os alunos se entenderem que ao professor.

Para o filósofo Bachelard (BACHELARD, 1938, apud CARVALHO, 2013), o conhecimento é a resposta a uma questão, e é preciso que esta seja interessante aos alunos de forma para que se envolvam no processo de busca de uma solução e podendo mostrar o que conhecem espontaneamente do assunto. A visão sócio-interacionista apresenta a importância da interação social com outros mais experientes nos usos das ferramentas intelectuais no processo de aprendizagem. As questões devem levar os alunos a buscarem evidências nos dados coletados, justificativas para suas respostas, sistematização do raciocínio e assim a linguagem argumentativa vai se formando – a argumentação científica.

Uma sequência de atividades investigativas geralmente tem início com um problema, experimental ou teórico, que oferece condições de pensarem e trabalharem com certo fenômeno. Ao final, é necessário fazer a sistematização do conhecimento que foi construído por eles, que pode ser na forma da leitura de um texto, por exemplo. Contextualizar o conhecimento no dia a dia dos alunos também

é muito importante pois dessa forma, podem sentir a importância do problema, das discussões, do conhecimento construído do ponto de vista social.

## 2.4 LABORATÓRIO DE FÍSICA

Fazer uso de experimentos, sejam de qualquer natureza ou complexidade, motivam os alunos e conseguem instigar a curiosidade, a vontade de responder porquês e até pode representar, inclusive, um bom caminho para apresentar aos alunos o pensamento científico. Além disso, pode ser uma excelente oportunidade para ouvir os alunos e suas experiências, suas vivências.

O uso de experimentos, no mínimo, torna as aulas mais dinâmicas e participativas, e consegue a atenção do aluno para o conteúdo apresentado e desenvolvido em sala de aula. Dessa forma, os conceitos abstratos, podem ser observados nas atividades facilitando o processo de aprendizagem, e além de favorecer a compreensão deixa mais agradável a relação do aluno com todo o processo ensino aprendizagem.

Os pesquisadores Araújo e Abib (2003), afirmam que:

Utilizar atividades de cunho investigativo, possibilita uma abordagem mais fácil de conceitos físicos. Neste método a participação ativa dos alunos é fundamental e propicia meios para o seu desenvolvimento cognitivo e para ampliação da sua capacidade de observação e análise crítica das situações produzidas, gerando assim condições para que se processe uma reestruturação conceitual capaz de elevar o nível de aprendizagem dos alunos, fato que pode ser detectado, por exemplo, através da reformulação das explicações causais para os fenômenos estudados. (ARAÚJO, ABIB, 2003, p.176).

Situações facilitadoras para o aprendizado favorecem o desenvolvimento da capacidade de elaborar novos conhecimentos, conceitos e significados. Mas para usar essas novas metodologias de forma efetiva e eficaz, os professores precisam ser capacitados de forma a assumir o papel de mediadores do processo de desenvolvimento de seus alunos, criando situações que favoreçam análises, reflexões e construção de conceitos.

Segundo Araújo e Abib (2003, p.176) “De modo convergente a esse âmbito de preocupações, o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de

modo significativo e consistente”. No entanto, é muito comum ouvir sobre ausência de laboratório ou falta de espaço físico nas escolas, turmas muito cheias e ainda outras causas. Mas o laboratório pode se adequar à realidade de cada comunidade. Afinal, existem diversas possibilidades para se trabalhar em sala de aula ou num espaço próprio de laboratório.

No laboratório tradicional, os alunos manipulam os equipamentos e os dispositivos experimentais. As atividades vêm acompanhadas por um roteiro bem estruturado e organizado para guiar o experimentador/aluno. Apesar do aluno, nessas atividades, ser um agente ativo, nesse tipo de experimento não tem muita liberdade, pois suas ações são bem definidas presas ao roteiro/guia, impossibilitando a modificação da montagem experimental. Além disso, esse tipo de experimento tem muito pouco a contribuir no desenvolvimento científico do aluno, pois é direcionado para o levantamento dos dados, elaboração de gráficos, análise dos resultados e comentários sobre “erros experimentais”. Essa prática se restringe a verificar e testar leis das ciências, ilustrar ideias e conceitos abordados em sala aula, materializar e vivenciar o que acontece na teoria e até mesmo aprender a manusear algum instrumento ou técnica de laboratório específico. Mas é sem dúvida, um facilitador pois é bem estruturado, roteirizado facilitando a execução dos experimentos.

As aulas práticas de laboratório também podem ser apenas de demonstração, onde o professor tem um papel predominante, cabendo ao aluno o papel apenas de observador. Esse tipo de experimentos não exige um espaço físico grande, procura demonstrar assuntos e o conteúdo que já foram ensinados em sala de aula, e procura complementar a aula tradicional, facilitando a compreensão, tornando o conteúdo menos abstrato e mais próximo da realidade. Podemos dizer que esse tipo de atividade auxilia no desenvolvimento de habilidades de crítica e de observação. Mas talvez seja mais motivador para o professor que as realiza, do que para os alunos.

Grande parte dos educadores defendem a ideia de que grande parte dos problemas do processo de ensino-aprendizagem das ciências se devem à ausência de aulas de laboratório, acreditam que se equiparem as escolas com laboratório, é suficiente para melhorar a qualidade do ensino. As propostas de renovações curriculares, no Brasil, defendem uma reformulação na estrutura de ensino de ciências, um exemplo pode ser encontrado nas Orientações Curriculares para o

Ensino Médio (MEC, 2006, p. 53) as quais propõem "... que a Física deve buscar no ensino médio e assegurar que a competência investigativa resgate o espírito questionador, o desejo de conhecer o mundo em que se habita". Essas orientações também salientam a importância das atividades experimentais, desde que sejam utilizadas de maneira não superficial. "O aspecto formativo das atividades práticas experimentais não pode ser negligenciado a um caráter superficial, mecânico e repetitivo, em detrimento da promoção de aprendizados efetivamente articuladores do diálogo". O ensino científico, oferecido nas escolas, desde as séries iniciais até o ensino superior, tem se mostrado inadequado e insuficiente para que os estudantes consigam compreender que a física está presente em seu cotidiano. O ideal é que o aluno tenha participação ativa na realização dos experimentos, pois o desenvolvimento do pensamento científico se dá por meio da inter-relação do estudante com o mundo que ele vive. Isso pode se dar na interação do aluno com o experimento, seja ele feito individual ou coletivamente. Mas, na prática, o uso de experimentos pode minimizar o tempo de reflexão do aluno, bem como as decisões que ele deverá tomar sobre suas ações. As atividades têm sempre um roteiro rígido e uma característica comum é que tudo é direcionado para a tomada dos dados, elaboração de gráficos, análise dos resultados e comentários sobre erros experimentais. Dessa forma, o relatório do experimento é o que há de mais "importante" no processo. Isso pode ser desestimulante ao objetivo didático, que seria de proporcionar novas experiências.

Uma outra saída para trabalharmos essas atividades práticas pode ser a confecção de equipamentos/experimentos com materiais alternativos e/ou baixo custo, objeto deste trabalho. Usar componentes baratos ou utilizar peças de alguns eletrônicos que já não são mais usados, muitas vezes, o "lixo eletrônico". Mas a definição de lixo segundo a ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, é "resto de atividade humana considerada pelos geradores como inútil, indesejável ou descartável, podendo se apresentar como sólido, semissólido ou líquido, desde que não seja passível de tratamento", podemos afirmar que, muito lixo gerado é reutilizável, mas como não é descartado corretamente são desperdiçados e ainda comprometem o ambiente.

Materiais alternativos e de baixo custo são simples, baratos, de fácil aquisição e facilitam a realização dos trabalhos experimentais, fundamentais no ensino de física. O que torna esse tipo de atividade ainda mais interessante é poder envolver



os alunos na confecção dos experimentos, às vezes até mesmo durante a exposição do conteúdo, sem a necessidade de parar a aula ou de um lugar específico para fazê-lo.

As aulas de física, seja usando o laboratório tradicional, ou de observação (demonstração) associando ao uso de materiais de baixo custo e materiais alternativos na confecção dos experimentos, é fundamental, seja para desenvolver habilidades, para vivenciar algum conteúdo ou até mesmo para despertar o espírito científico do aluno.

### 3 MAGNETISMO

#### 3.1 HISTÓRIA DO MAGNETISMO

Existem relatos dos chineses utilizando propriedades magnéticas desde meados do século I d.C., o astrônomo chinês, Shen Kua, já havia realizado estudos sobre essas propriedades e escreveu tratados sobre a bússola. Em meados do século XI d.C, eles já faziam uso de agulhas magnetizadas para se orientarem. Na Grécia antiga já era sabido que a magnetita, mineral encontrado na região da Magnésia, tinha propriedades especiais e que atraía o ferro e seus compostos. A primeira descrição de uma bússola surgiu no século II em “A natureza das coisas” com o inglês Alexander Neckam. Em meados de 1261, surgiu a noção de polo magnético, quando o francês, Petrus Peregrinus, percebeu através de experimentos, que um ímã não perdia suas propriedades quando se partia e dava origem a dois novos ímãs. Nesse mesmo artigo, “Carta sobre o Magneto”, ele relata a descoberta de um método para identificar os polos de um ímã. Petrus Peregrinus (em latim) ou Pierre de Maricourt (seu provável nome em francês) escreveu uma importante carta sobre os ímãs, onde descreveu experimentos e indicou propriedades que parecem não ter sido conhecidas antes, como os fenômenos de atração pelos polos opostos e repulsão pelos de mesmo tipo. Ele descreveu também alguns tipos de dispositivos semelhantes a bússolas. (MARTINS, R d A. 2017) Em 1600, o médico britânico, William Gilbert, publica um livro com seus estudos sobre essas propriedades e fala sobre o grande ímã, comparando a Terra a um enorme ímã onde os polos magnéticos estariam junto dos polos geográficos. Também realizou estudos sobre os fenômenos elétricos e conseguiu observar o mesmo efeito do âmbar (material que, por atrito, adquire propriedades de atrair alguns corpos leves) em uma quantidade considerável de materiais. Esses materiais foram chamados inicialmente elétricos (conhecidos hoje, como isolantes) e os outros materiais, não elétricos (chamados hoje condutores).

Houve uma riqueza considerável na produção de conhecimentos científicos no século XVIII sobre eletricidade e magnetismo. Foi nessa época que se descobriu grande variedade de condutores e isolantes elétricos; a existência e a diferença entre cargas elétricas; e percebeu-se que eram essencialmente diferentes as interações elétricas e magnéticas: poucos materiais respondiam ao magnetismo, no

entanto, grande variedade dos materiais reagiam à presença de corpos eletricamente carregados. Tudo fazia crer que os fenômenos magnéticos e elétricos não tinham nenhuma conexão, afinal cargas elétricas podiam ser separadas e os polos magnéticos, não. Porém, existiam elementos que conduziram estudos investigando a possibilidade de haver alguma relação entre eles. Chamava a atenção o fato de peças metálicas quando magnetizadas ao cair um raio sobre elas, provocavam a mudança da orientação das bússolas. Além disso, as experiências do francês Charles Du Fay, que realizou experimentos atritando objetos, constatou que ao eletrizar certos materiais eles se repeliam ou se atraíam, e mudou a maneira como a eletrostática era vista, não somente como um fenômeno de atração mas, junto com a evidência do magnetismo, que os materiais apresentavam comportamentos de atração e repulsão. Reforçando essas evidências ainda, a lei que relaciona força eletrostática com o quadrado da distância publicada pelo físico francês Charles Augustin de Coulomb, foi anunciada na mesma época à lei análoga para a magnetostática. Mas, ainda assim, era muito difícil fazer essa relação que à época parecia improvável.

Havia grupos de pesquisadores querendo provar que os efeitos magnéticos tinham relação com os elétricos. Dentre eles, o físico dinamarquês Hans Christian Oersted. Para tentar provar suas ideias, realizou experiências a fim de buscar uma relação entre uma agulha imantada (ímã) e o que ele chamava de “conflito elétrico” (movimento das cargas elétricas – a eletricidade), pois ele acreditava que existiam duas correntes num fio metálico quando estava ligado a uma bateria, corrente positiva e corrente negativa, que se movimentava em sentidos opostos. E que essas correntes deveriam se encontrar e se separar várias vezes ao longo do fio. Afinal, acreditava que a eletricidade se propagava numa ação que perturba o equilíbrio em cada momento, e o restabelece a seguir; dessa maneira, acreditava que a eletricidade acontecia na forma de ondas (movimento ondulatório). Enfim, Oersted, montou um simples aparato, um circuito elétrico simples com um fio metálico ligado a uma pilha, e aproximou uma agulha magnética funcionando como uma bússola, e ao fazer passar corrente elétrica por ele, observou a deflexão (desvio) dessa agulha de sua direção original. Publicou esse trabalho em 1820, e muitas outras experiências surgiram nesse âmbito, que chamou de efeito do “conflito” elétrico sobre uma agulha magnética.

Esse trabalho foi publicado em 1820 intitulado “Experiências sobre o efeito do conflito elétrico sobre a agulha magnética”. Há uma tradução sobre a descoberta do eletromagnetismo onde Roberto Martins mostra a importância de nos situarmos no contexto histórico para compreender as dificuldades encontradas e relatadas no documento pelo próprio Oersted, por causa de ideias pré-concebidas existentes e, de que não haveria possibilidade de uma simples causalidade, como descrita por alguns autores, o eletromagnetismo ter sido descoberto. (MARTINS, R.d.A., 1986) A notícia desta descoberta se espalhou rapidamente pelo mundo acadêmico e muitas outras experiências nesse âmbito foram realizadas. O primeiro eletroímã foi descoberto em 1822 pelo francês, Dominique François Jean Arago e pelo físico francês Joseph Louis Gay Lussac, quando verificaram que uma barra de ferro fica magnetizada se for enrolada num fio conduzindo eletricidade. E neste mesmo ano, o francês André Marie Ampère, assistiu a uma demonstração da descoberta de Oersted dedicando-se ao assunto, desenvolvendo seus principais trabalhos em eletrodinâmica. Sobre os efeitos das correntes elétricas de 1820 e a teoria dos fenômenos eletrodinâmicos de 1826. (ASSIS e CHAIB, 2011)

O telégrafo foi uma das grandes invenções que muito contribuiu com o desenvolvimento do eletromagnetismo, possibilitando grande ajuda nos futuros usos da eletricidade, pois cientistas da época se empenharam em desenvolver materiais importantes para seu aprimoramento por solicitação das indústrias. Nomes como os alemães, Wilhelm Weber, Carl Fiedrich Gauss, Ernest Werner Von Siemens, o inglês Charles Wheatstone e o inventor americano Samuel Finley Breese Morse eram requeridos pelos laboratórios de experimentação elétrica para produzirem esses materiais, o que favoreceu consideravelmente as pesquisas científicas.

Geradores de corrente alternada já eram fabricados no início do século XIX, no entanto, eram considerados perda de tempo, não se percebiam vantagem sobre a eletricidade produzida por pilhas, e suas correntes contínuas.

Mas, rapidamente, a oferta abundante de eletricidade passou a escrever uma nova realidade: poder fazer uso da eletricidade com enormes vantagens com o que era possível até então, e abriram-se grandes possibilidades. É fácil imaginar o quanto essa abundância revolucionou o mundo naquela época, que os grandes cientistas da época buscavam novas várias possibilidades de utilização desta descoberta. O austríaco Nikola Tesla foi um dos grandes nomes dessa época: inventou o motor elétrico de corrente alternada (motor de indução), a bobina de

Tesla e as lâmpadas fluorescentes. Em meados de 1880 já se sabia que o transporte de energia em tensão mais elevada diminui as perdas nas linhas de transmissão e que para equacionar esse problema, bastava o uso do transformador (dispositivo utilizado para abaixar ou aumentar a tensão elétrica por meio da indução eletromagnética), e que já havia sido desenvolvido por Michael Faraday, físico e químico britânico, desde 1831, mas que ninguém o tinha usado até fins do século XIX.

Nikola Tesla foi contratado por Thomas Edison para ajudá-lo a resolver problemas com motores elétricos nos Estados Unidos. Nessa época acontecia o que foi conhecido como a "batalha de correntes" protagonizada por Thomas A. Edison a favor da corrente contínua, e George Westinghouse, pela corrente alternada. Tesla, contratado pela Westinghouse, tornou possível o surgimento dos sistemas hidrelétricos criando uma linha de transmissão que fosse economicamente viável. E assim, já em 1893 são instalados, nas cataratas do Niágara, os primeiros geradores hidroelétricos. Em 2019, um filme de mesmo nome, *A batalha das correntes*, foi lançado pela Diamond Films "retratando a formidável luta entre esses gênios que ajudaram a construir a modernidade por meio da luz." (veja.abril,2019)

Outro invento marcante foi a lâmpada incandescente de Edison. Era preciso gerar e transmitir energia suficiente para suprir as demandas e no final do século XIX surgiam os geradores que poderiam produzir toda energia necessária naquele momento da história. Se continuassem usando as pilhas e as baterias como fontes seria economicamente inviável produzir luz da forma como conhecemos. A iluminação era mais necessária que a própria comunicação, e a indústria precisou melhorar tecnicamente os geradores, e as centrais elétricas espalharam-se pelo mundo. Em meio a isso tudo, James Clerk Maxwell, britânico, define matematicamente a integração da luz com o magnetismo, consubstanciando as leis de Coulomb (em homenagem ao francês Charles Augustin de Coulomb), Ampère (homenageando o francês, André Marie Ampère), Faraday (o inglês, Michael Faraday) e Lenz (o russo, Heinrich Friedrich Emil *Lenz*).

Não há como pensar em nosso mundo hoje sem a presença do magnetismo e da eletricidade; se pararmos para pensar, estão presentes em todos os momentos da nossa vida. Além das diferentes formas que se aplicam, pode atingir qualquer lugar que se imaginar. Conhecer o eletromagnetismo, permitiu a transformação do

movimento em eletricidade e a eletricidade em movimento onde o magnetismo cria condições para essas transformações.

### 3.2 MONOPOLO MAGNÉTICO

Mesmo sendo um material conhecido desde os tempos mais remotos, ainda hoje os ímãs despertam nosso interesse e curiosidade. Estão presentes em nossa vida diária, sejam em enfeites para a geladeira ou usados para fecharem as suas portas, nas caixas de som, até os discos rígidos dos computadores.

Houve uma época em que atribuíam à mágica a ocorrência dos fenômenos magnéticos, e é realmente intrigante pensar que alguns objetos consigam atrair naturalmente outros materiais e ainda mais, e que isso ainda pode ser transmitido. Imagine o quão incrível são as auroras austral e boreal, e o fato da bússola ter uma agulha que insiste em apontar para uma única direção. Na região da Magnésia, antiga Grécia, se descobriram essas pedras de propriedades tão peculiares, e por isso o nome magnetismo.

Chamam-se ímãs os corpos que possuem propriedades magnéticas, sendo classificados em naturais e artificiais. Todo ímã, apresenta dois polos que são inseparáveis, nesses polos as propriedades magnéticas são mais intensas. Polos magnéticos diferentes se atraem e polos iguais, se repelem. Se um ímã se parte, por menor que sejam, em cada pedaço temos um novo ímã. Todos os ímãs apresentam o par de polos, não existem polos magnéticos separados, isolados.

Os fenômenos elétricos e os magnéticos estão interligados, assim como há um campo elétrico ao redor de uma carga elétrica, quando a carga está em movimento surge também um campo magnético. Um átomo é então, um ímã elementar, pois pode-se identificar no movimento do elétron o elemento gerador de um campo magnético. Essa proposição sugere que uma substância é magnética quando há em seu interior cargas elétricas em movimento em uma configuração diferente daquela encontrada nas substâncias não magnéticas. E, realmente, quando os ímãs elementares estão orientados ao acaso, os campos magnéticos gerados por eles tendem a se anular, e dizemos que não são magnéticos.

O comportamento dos diversos tipos de materiais em relação ao magnetismo é determinado de acordo com a capacidade de alinharem seus ímãs elementares. Substâncias onde é improvável sua imantação, chamam-se

paramagnéticas. Ferromagnéticas, são substâncias que são facilmente imantáveis, o que pode ser feito atritando esses materiais em ímãs permanentes. Esses ímãs, permanentes, podem acontecer de perder suas propriedades magnéticas, sejam por aquecimento ou quando submetidos a choques.

Sabemos hoje que eletricidade e magnetismo são aspectos do mesmo fenômeno, o eletromagnetismo. No magnetismo não existe conceito equivalente ao da carga elétrica, embora exista o conceito de polo magnético, com propriedades parecidas. Enquanto na eletricidade existem cargas elétricas, positivas e negativas, e haja partículas elementares portadoras dessas cargas, no magnetismo não há monopolos isolados. A existência de partículas com essas características chegou a ser prevista teoricamente, e muitos pesquisadores tentaram encontrá-las com a utilização de aceleradores de partículas. Podemos afirmar categoricamente que a divisão de qualquer ímã sempre dá origem a outros ímãs, por menores 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.

Paul Adrien Maurice Dirac foi um físico teórico e matemático Inglês considerado um dos fundadores da mecânica e eletrodinâmica quântica. Em 1931 publicou um artigo onde mostrou que a existência de monopolos magnéticos é consistente com as equações de Maxwell se as cargas elétricas forem quantizadas. Ele tinha interesse em entender a razão pela qual as cargas elétricas das partículas elementares são quantizadas. Ao tentar responder essa questão, foi levado a considerar a interação entre uma carga elétrica e um monopolo magnético. Dirac mostrou que (1931 apud FRENKEL, 1981, p.1):

$$q = N \frac{\hbar \cdot c}{2} \cdot \frac{1}{g} \quad (1)$$

onde N é um número inteiro,  $\hbar$  é a constante de Planck, c a velocidade da luz e g é a carga magnética do monopolo. Dessa forma, a existência do monopólio magnético explicaria a natureza discreta da carga elétrica.

Para chegar à ideia do monopolo, partiu da observação de uma aparente assimetria das equações do eletromagnetismo em relação aos campos elétricos e magnéticos formuladas por Maxwell. Dirac consegue mostrar que não há nenhuma

inconsistência em seus resultados, no entanto, até hoje a existência dos monopolos são inconclusivas.

Enfim, monopolos magnéticos nunca foram observados, e esse fenômeno tornou-se um axioma da teoria eletromagnética. Pode ser descrito matematicamente como sendo  $S$  uma superfície fechada e  $V$  o volume delimitado por essa superfície:

$$\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0 \quad (2)$$

E aplicando o teorema de Gauss, temos:

$$\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = \int_V \vec{\nabla} \cdot \vec{B} dV = 0 \quad (3)$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0 \quad (4)$$

Essa equação, uma das equações de Maxwell, nos permite concluir que não há monopolos magnéticos e que as linhas do campo magnético sempre são fechadas.

Da eletrostática, sabemos que:

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0} \quad (5)$$

Que nos permite concluir que não há análogo magnético para a carga elétrica. Não existem cargas magnéticas por onde o campo magnético possa emergir, pois ele surge na presença de correntes elétricas. As linhas de campo magnético são sempre fechadas e o fluxo através de uma superfície fechada é nulo, portanto, todas as linhas que entram nessa superfície devem sair. As linhas nunca começam ou terminam em algum lugar.

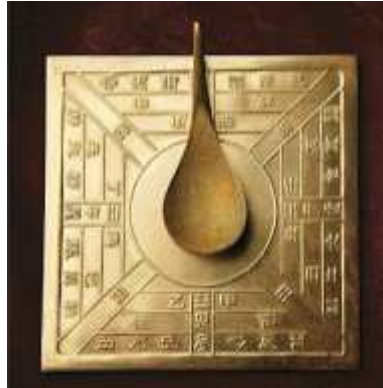
### 3.3 A BÚSSOLA

Bússola é uma palavra que tem origem no italiano e significa “pequena caixa”, surgiu na China, no século I a.C. provavelmente já servindo como um instrumento para orientação e navegação. Chamava-se Si Nan (figura 1), era um



reservatório quadrangular sobre o qual havia no centro, algo parecido com uma colher de magnetite (óxido de ferro natural) que apresenta propriedades magnéticas.

Figura 1. Bússola chinesa Si Nan



Fonte. [umcursodefisica/eletromagnetismo/uma-breve-historia-do-magnetismo](http://umcursodefisica/eletromagnetismo/uma-breve-historia-do-magnetismo)

Existem registros também de que no século VII a.C., na Grécia, Tales de Mileto também havia descoberto pedras que tinham a capacidade de atrair metais. Os chineses foram os primeiros a utilizá-la como forma de encontrar os pontos cardeais, muito importantes em sua cultura que, por tradição, mantinham os imperadores sempre sentados ao Norte do palácio, olhando para a direção Sul.

O livro de Zhu Yu, de 1117, é o primeiro documento de que se tem notícia que trata a bússola como um instrumento de navegação. Com o tempo, a colher magnetizada foi substituída por uma folha de ferro, e tinha o formato de uma folha e chamavam de “peixe que aponta para o sul”, até que no século XI, a folha foi trocada por uma agulha. No século XIII, o equipamento já era bastante conhecido, já se usava um cartão sob a agulha com os pontos cardeais e era utilizado por todo o continente europeu.

As bússolas de hoje são uma cápsula (caixinha) em material transparente e em seu interior fica a agulha, de metal, que fica apoiada sobre um eixo de forma que tenha livre movimento, como é magnetizada, é atraída pelo polo norte magnético da Terra, apontando para ele. Essa atração acontece porque no interior do planeta há uma grande quantidade de ferro derretido, que acaba funcionando como um imenso ímã.

Uma bússola pode não ser muito precisa pois é muito sensível aos campos magnéticos que estão ao seu redor como as linhas de alta tensão e, materiais que têm ferro em sua estrutura.

### 3.4 FORÇA MAGNÉTICA

Um campo magnético não atua sobre cargas elétricas em repouso, mas quando essas cargas se movimentam e adquirem uma velocidade  $\vec{v}$  em direção a uma área onde há um campo magnético  $\vec{B}$  pode aparecer uma força  $\vec{F}$  atuando sobre esta carga, cujas características foram determinadas pelo físico holandês Hendrick Antoon Lorentz, chamada força magnética.

No artigo de Alves, Rizutti e Gonçalves (2020), os autores se utilizam de experimentos nada triviais estimando a força de interação entre ímãs, entre ímã e a força gravitacional, ímã e a força elástica, além de justificarem o porquê do campo magnético admitir uma representação vetorial:

“...será que podemos, de fato, chamar o campo magnético de um vetor? Nossas considerações vão mostrar que o campo magnético é quase um vetor. Ele apresenta praticamente todas as propriedades para que assim o possamos chamar. Este é o setor deste trabalho que caracterizamos como epistemológico. Partiremos da experimentação para mostrar como podemos justificar como campos magnéticos admitem uma representação vetorial usando a simples observação e argumentos físicos e matemáticos. Tal exposição, embora fundamental, é pouco usual na literatura, de modo que sua popularização é justificada.” (ALVES, RIZUTTI, GONÇALVES, 2020, p.)

A força que age sobre uma carga elétrica depende de onde se encontra e também de como se movimenta. Para determinar a força em qualquer ponto no espaço, precisamos de determinar a força elétrica que independe do movimento da carga e a descrevemos através do campo elétrico,  $\vec{E}$ ; e também da força magnética, que depende da velocidade da carga. Esta força é sempre perpendicular ao vetor velocidade e ao campo magnético  $\vec{B}$ , que especifica tanto esta direção única no espaço, quanto a constante de proporcionalidade com a velocidade. Matematicamente:

$$\vec{F} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B} \quad (6)$$

Essa equação pode ser comprovada pelo experimento de Thomson, aproximando um ímã de um tubo de raios catódicos e observando a deflexão do feixe de elétrons (JJ. Thomson, Philosophical Magazine 44, 293. 1897).

Então, a força eletromagnética total numa carga, considerando a atuação dos campos elétrico e magnético, pode ser escrita como:

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}) \quad (7)$$

Conhecida como força de Lorentz que pode ser confirmada experimentalmente. Essa força pode ser vista como a responsável pelo torque que produz o giro nos motores elétricos.

É de importância relevante pois ela relaciona o movimento e o eletromagnetismo. A força magnética não realiza trabalho, pois ela é sempre perpendicular ao deslocamento da partícula (NUSSENZVEIG, 2015, p.154). Não pode então alterar apenas a velocidade da carga.

$$dW = \vec{F} \cdot d\vec{l} = q \vec{v} \cdot d\vec{l} \quad (8)$$

Para compreender a força magnética que surge nos fios condutores de corrente elétrica, pode-se utilizar o conceito de densidade de corrente (fluxo). Correntes elétricas podem ser entendidas como elétrons em movimento na forma de uma corrente, com um fluxo determinado que pode ser definido como a quantidade de carga que passa numa unidade de tempo por certa unidade de área. Essa densidade de corrente ( $\vec{j}$ ) está direcionada ao longo do movimento das cargas. Se considerarmos uma pequena área apenas, a quantidade de carga fluindo por unidade de tempo é:

$$\vec{j} = -n \cdot e \cdot \vec{v} \quad (9)$$

A força está associada a essa densidade de corrente  $\vec{j}$ ,  $n$  é o número de elétrons livres e  $v$ , velocidade média desses elétrons, definimos:

$$\vec{F} = \vec{j} \times \vec{B} \quad (10)$$

Então a força magnética num fio condutor de corrente, pode-se dizer, depende apenas desse fluxo de corrente.

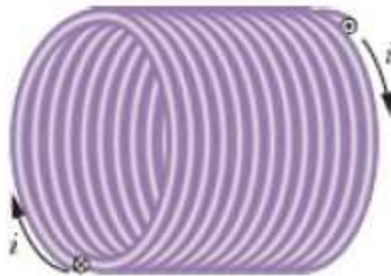
### 3.4.1 Solenoides e Toroides

#### 3.4.1.1 Campo Magnético de um Solenoide

Depois das descobertas de Oersted, realizaram-se uma série de experiências a fim de determinar as características do campo magnético gerado por fios condutores de corrente elétrica. É possível calcular o campo magnético produzido, e sua intensidade é aumentada quando esse fio é enrolado formando uma bobina helicoidal formada por espiras circulares muito próximas, conhecida como solenoide (veja a Fig.2). É de grande aplicação industrial uma vez que, ao ser conduzido por uma corrente elétrica, o solenoide comporta-se como um ímã de barra potencializando sua utilização. Encontramos solenoides nos alto-falantes, receptores telefônicos, campainhas elétricas, guindastes eletromagnéticos etc.

O comprimento do solenoide é maior que o diâmetro.

Figura 2. Um solenoide percorrido por uma corrente  $i$ .

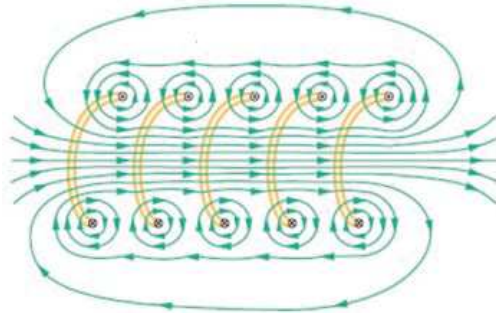


Fonte: Halliday, Resnick, 2009.

A Fig 3. mostra um solenoide, cujo campo magnético é o resultado de todos os campos produzidos por cada espira. Quando observamos pontos próximos, o fio comporta-se praticamente como um fio retilíneo e as linhas de campo são algo próximo de círculos concêntricos. Podemos perceber que o campo tende a se cancelar nas espiras que estão lado a lado.

Já em seu interior o campo é paralelo ao eixo central. Num solenoide dito ideal, com as espiras mais juntas possível, o campo pode ser considerado uniforme e paralelo ao eixo.

Figura 3. Seção reta de um trecho “esticado” de um solenoide. As linhas de campo magnético são circulares nas proximidades das espiras. Perto do eixo do solenoide, produz um campo magnético paralelo ao eixo.



Fonte: Halliday, Resnick, 2009.

O sentido do campo magnético no interior do solenoide é dada pela regra da mão direita. Segurando o solenoide com a mão direita, com os dedos apontando no sentido da corrente, o polegar estendido mostra a orientação do campo magnético.

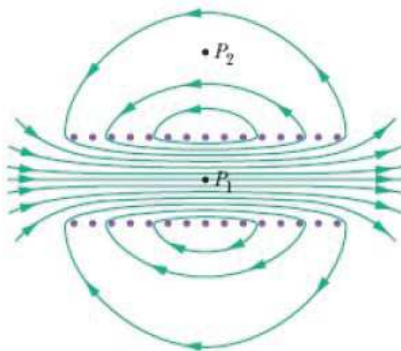
A Fig. 4. mostra as linhas de um solenoide real. As linhas no interior mostram que o campo ali é intenso e uniforme em toda a região, já o campo externo é muito mais fraco.

Se aplicarmos a lei circuital magnética,

$$\int_{\square} \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 \cdot i_{env}, \quad (11)$$

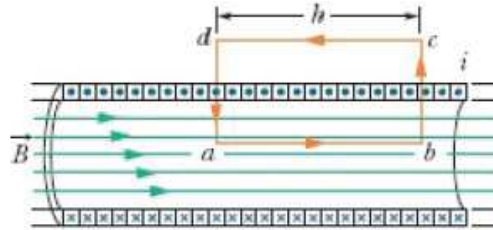
ao solenoide ideal da Fig. 5., uniforme no interior do solenoide e nulo no exterior, o campo magnético total, pode ser definido como a soma de quatro integrais, uma para cada segmento da amperiana:

Figura 4. Linhas de campo magnético em um solenoide real.



Fonte: Halliday, Resnick, 2009.

Figura 5. Aplicação da lei de Ampère a um solenoide ideal percorrido por uma corrente  $i$ . A amperiana é o retângulo  $abcd$ .



Fonte: Halliday, Resnick, 2009.

$$\oint_{\square} \vec{B} \cdot d\vec{s} = \int_a^b \vec{B} \cdot d\vec{s} + \int_b^c \vec{B} \cdot d\vec{s} + \int_c^d \vec{B} \cdot d\vec{s} + \int_d^a \vec{B} \cdot d\vec{s}. \quad (12)$$

A primeira integral do lado direito na eq. 2.12 é o produto do campo magnético no interior pelo comprimento considerado (segmento  $ab$ ) dada pelo é igual a  $Bh$ , em que  $B$  é o módulo do campo uniforme no interior do solenoide, e  $h$  é o comprimento (arbitrário) do segmento  $ab$ .

Já as outras três integrais são nulas, uma vez que a segunda e a quarta são perpendiculares à  $d\vec{s}$  e a terceira do lado externo é nula em todos os pontos. Dessa forma, o valor de  $\vec{B} \cdot d\vec{s}$  para toda a amperiana é  $Bh$ . Como as espiras passam mais de uma vez pela amperiana, temos  $i_{\text{env}} = i(nh)$  pois a amperiana envolve  $n$  espiras.

Pela a lei circuital magnética, temos:

$$\vec{B}h = \mu_0 i n h \quad \text{ou} \quad \vec{B} = \mu_0 \epsilon \text{ solenoide ideal} \quad (13)$$

Embora tenha sido demonstrada num solenoide ideal, a equação acima representa boa aproximação para os solenoides reais. É possível medir experimentalmente que o módulo  $B$  do campo magnético no interior do solenoide é uniforme e independe de seu diâmetro e comprimento. O uso de um solenoide é, portanto, uma forma prática de criar um campo magnético uniforme de valor conhecido para realizar experimentos (HALLIDAY, RESNICK, 2009, p. 246).

#### 3.4.1.2 Campo Magnético de um Toróide

A Fig.6.a e 6.b mostram um toroide, que nada mais é que um solenoide formando um anel. Usando a lei de Ampère e a simetria do toroide podemos calcular o campo magnético produzido em seu interior. Como no interior do solenoide as linhas de campo são uniformes, no toroide (anel) definindo como amperiana uma circunferência concêntrica, aplicando a lei circuital magnética, temos:

$$\vec{B}(2\pi r) = \mu_0 \epsilon, \quad (14)$$

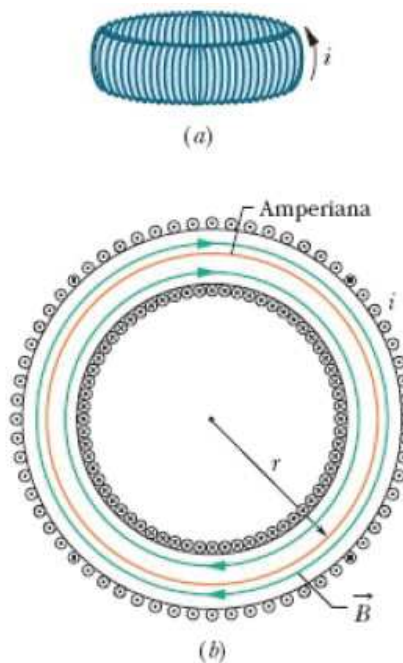
onde  $i$  é a corrente nas espiras do toroide e  $N$  é o número de espiras. Assim, temos:

$$\vec{B} \mu_0 \epsilon = \frac{N}{2\pi r} \quad (15)$$

(toroide)

Isso mostra que, ao contrário do que acontece no caso do solenoide,  $B$  não é constante ao longo da seção reta de um toroide.

Figura 6 (a) Um toroide percorrido por uma corrente  $i$ . (b) Seção reta horizontal do toroide.



Fonte: Halliday, Resnick, 2009.

Com a lei de Ampère, podemos obter que  $B = 0$  nos pontos do lado de fora de um toroide, como se fosse fabricado a partir de um solenoide ideal (HALLIDAY, RESNICK, 2009, p. 247). O sentido do campo magnético no interior de um toroide pode ser determinado com o auxílio da regra da mão direita.



## 4 O PRODUTO EDUCACIONAL

### 4.1 DESCRIÇÃO DO PRODUTO

O resultado esperado num mestrado profissional é a proposição de um produto educacional que pode ser apresentado de diversas formas como o desenvolvimento de algum aplicativo; de materiais didáticos; a produção de algum programa de mídia, um software, e outros tipos de materiais. O produto final desse trabalho inclui uma sequência didática que propõe atividades com enfoque investigativo como sugestão para introduzir o aluno no estudo do magnetismo e eletromagnetismo. Procuramos utilizar materiais com um custo acessível e fácil de encontrar além de reaproveitar de equipamentos eletrônicos aqueles que poderiam ser mais onerosos na construção dos experimentos. Propõe a construção de pequenos e simples aparatos com materiais de baixíssimo custo que nos permitem observar e experimentar alguns fenômenos físicos geralmente abordados ao final do ensino médio. Mas é interessante observar que tais atividades podem ser realizadas também por crianças menores que poderão se descobrir curiosos o bastante para quererem entender um pouco sobre o mundo que vivemos.

As atividades são bastante simples e propostas na forma de uma sequência didática separadas por aulas que procuram fazer os alunos se envolverem nessas atividades. Nas primeiras aulas, propusemos atividades de observação e manipulação que introduz os alunos no tema. Precisamos então preparar os alunos sobre o tipo de atividade que iremos realizar, discutir um pouco sobre o processo, de forma que eles entendam a proposta da dinâmica de aulas com caráter investigativo, mostrando o que se espera nesse tipo de trabalho e que existem alguns procedimentos a serem seguidos, para que haja sucesso. Os aparatos são usados sequencialmente, os alunos devem experimentar, propor procedimentos e buscar construir os porquês que podem explicar o que estamos observando. As discussões propostas procuram envolver os principais conceitos dos conteúdos trabalhados em cada aula, buscando relacionar as concepções espontâneas dos alunos, com seus conhecimentos e os conceitos científicos.

De forma geral as atividades são propostas com a seguinte estrutura: objetivos, situação-problema, a proposta da atividade e os materiais utilizados. Em todas as aulas, em um primeiro momento, é ideal que o professor incentive o diálogo

entre os próprios estudantes, com o objetivo de rever o conteúdo previamente trabalhado. A seguir, a realização da atividade experimental, que tem como principal objetivo a interação dos alunos com o experimento de forma que possam desenvolver discussões/questionamentos, pela observação do que está acontecendo buscando conexão com o conteúdo teórico já abordado, previamente, pelo professor. Nesta fase, o ideal é que o professor tome lugar de mediador e que apenas auxilie os grupos de alunos a desenvolverem o que for proposto, já que nosso foco é favorecer a aprendizagem, criando um ambiente de aprendizagem.

## 4.2 MATERIAIS UTILIZADOS NOS EXPERIMENTOS

### 4.2.1 Folders

Pequenos cartazes reproduzidos da internet que oferecem materiais e produtos que usam os ímãs como produtos terapêuticos e de tratamento. Nesse material usamos folders publicitários de colchão magnético, pulseira magnética, fechadura magnética, economizadores de combustível magnético e de exames de ressonância magnética nuclear.

### 4.2.2 Bússola

O material proposto para construir bússolas é, no geral, sucata. Na figura 7 vimos o material utilizado: pequenos potes plásticos como tampas de iogurtes, linha de algodão, ímãs que podem ser de caixas de alto falantes, cortiça de rolhas, agulhas que geralmente temos em casa (mas um envelope com 12 unidades pode ser comprado a R\$ 4,00) e água. Esses materiais serão usados para construir bússolas e não têm praticamente custo algum. Recomendamos também que se tenha uma bússola comercial, que pode ser comprada por R\$ 20,00, ou ainda usar a bússola dos aparelhos celulares. Este último precisa ser testado antes, pois nem todos os modelos de aparelhos celulares têm o sensor magnetômetro que permite seu funcionamento com essa finalidade, para compararmos as bússolas construídas e verificar seu funcionamento.

Figura 7. Material e bússolas comerciais.



Fonte: Acervo pessoal.

#### 4.2.3 Balanço magnético

Nesse experimento, os alunos deverão construir balanços magnéticos que também utilizam materiais de sucata. Aqui, como podemos observar na figura 8, utilizamos copos plásticos, clips, fios de cobre, papel alumínio culinário, pilhas (geralmente duas) e ímãs que podem ser sucatas, mas pode ser interessante que sejam de neodímio que são mais fortes, e nesse caso, teremos um pequeno custo para adquiri-los. O preço varia de acordo com o tamanho, usamos aqui cerca de 20 ímãs de 10 mm x 4 mm que podem custar de R\$1,00 a R\$4,00 cada. O rolo de papel alumínio culinário, do qual vamos tirar pequenas tiras de 0,5 cm, tem o preço de R\$5,00 em média. As pilhas também podem ter que ser compradas e podemos encontrá-las em várias marcas e modelos de diferentes preços. Usamos pilhas de 1,5V, em formatos AAA e D.

Figura 8. Material para construção do balanço magnético.



Fonte: Acervo pessoal.

#### 4.2.4 Eletroímã

Para esse experimento o material é também basicamente sucata. Na figura 9, podemos observar esses materiais. Vamos usar pregos grandes (cerca de 6cm); 0,5 m de fio de cobre e pilhas para construção do eletroímã; e podemos usar cliques (opcional) para verificar o funcionamento do aparato podendo ser substituído por qualquer objeto metálico, tal como a própria mesa do aluno.

Figura 9. Kit de construção do eletroímã.



Fonte: acervo pessoal.

## 5 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Propusemos aqui uma nova abordagem no ensino de física, mesclando metodologias buscando encontrar um novo caminho que possa favorecer a aprendizagem. Podemos dizer que, no modelo pedagógico desenvolvido por Vygotsky, o professor tem o papel de favorecer a criação de zonas de desenvolvimento proximal promovendo o avanço dos alunos. Nesse caso o aluno não é apenas o sujeito da aprendizagem, mas aquele que aprende com o outro aquilo que seu grupo social produz, numa abordagem histórico-cultural do desenvolvimento humano. Propor atividades investigativas, mostrando que os estudantes aprendem melhor quando participam das atividades de ensino coloca o professor novamente como mediador do processo. Segundo Anna Maria Pessoa de Carvalho, é essencial incentivar os alunos a construir conceitos, a aprender a argumentar e a exercitar a razão, em vez de fornecer-lhes respostas definitivas ou impor-lhes os seus próprios pontos de vista transmitindo uma visão fechada das ciências (Carvalho, 2004). Os alunos estão acostumados com o sistema tradicional e uma proposta alternativa como o ensino por investigação pode criar inseguranças caso o professor não abra um diálogo com seus alunos preparando-os para os desafios que poderão surgir, que perguntas virão da observação de um fenômeno e que as respostas deverão ser construídas a partir das hipóteses levantadas e discutidas com seus pares. Nas palavras de Daniel Gil Pérez:

Planejar a aprendizagem como um trabalho de *investigação e de inovação* por meio do *tratamento de situações problemáticas* relevantes para a construção de conhecimentos científicos. Isso deve ser considerado como uma atividade aberta e criativa, devidamente orientada pelo professor, que se inspira no trabalho de cientistas e de tecnólogos, que deve levar em consideração aspectos relevantes:

- A discussão do possível interesse e da relevância das situações propostas, que dê sentido ao seu estudo;
- O estudo qualitativo, significativo, das situações problemáticas abordadas;
- A invenção de conceitos e a formulação de hipóteses fundamentadas nos conhecimentos disponíveis;
- Definição e implementação de estratégias de resolução, incluindo, se for caso disso, o plano e a realização de experiências;
- A análise e comunicação dos resultados;
- As sínteses e a possibilidade de outras perspectivas: articulação dos conhecimentos construídos com outros já conhecidos. (GIL PEREZ, 2006, apud Silva, 2007, p.2).

Enfim, a partir de reflexões teóricas buscamos uma estratégia de ensino pautada na Investigação Científica através da Resolução de Problemas, onde se valoriza o trabalho em grupo, a investigação científica e a resolução de problemas que cria um caminho para a aprendizagem significativa desejada e, a troca de informações entre os próprios alunos e entre os grupos é a todo momento favorecida e estimulada.

Esse produto foi aplicado em duas escolas diferentes: uma escola estadual do município de Simão Pereira em Agosto de 2019 em uma turma da educação de jovens e adultos (EJA) com duas aulas de física semanais e em uma escola pública do município de Juiz de Fora para duas turmas do ensino regular de 3º ano do ensino médio, em Setembro e Outubro de 2019, que têm três aulas semanais de física na grade curricular.

## 5.1 APLICAÇÃO NA ESCOLA ESTADUAL DE SIMÃO PEREIRA

Trata-se de uma escola estadual de uma pequena comunidade, onde grande parte de seu público vive na zona rural e traz consigo as dificuldades para frequentar a escola, como depender de transporte público. As turmas da educação de jovens e adultos (EJA) são formadas em sua maioria por alunos que trabalham durante o dia, sejam por serem menores aprendizes ou por estarem fora da faixa etária do ensino regular, e têm em sua grade curricular duas aulas de física por semana; por isso, o produto foi pensado para ser aplicado ali em 5 aulas. É uma turma jovem e pequena, com apenas dez alunos frequentes, mas bastante participativos. Em nosso caso, o produto foi aplicado com a colaboração do professor regente.

### 5.1.1 AULA 1 – Concepções espontâneas sobre magnetismo

Foi feito um pequeno brainstorming sobre ímãs e magnetismo com os alunos, buscando conhecer suas concepções espontâneas. Como estavam um pouco tímidos no princípio, foi feita uma intervenção com algumas questões simples, como o que você conhece sobre ímãs, provavelmente vocês tem algum em casa... O ímã quebra? E deixa de ser ímã? A partir dessa intervenção eles se sentiram mais

à vontade e começaram a participar. Alguns disseram que os ímãs se atraem e atraem os metais, disseram que essa atração se dá porque tem “polos diferentes (contrários)”. E então foram interpelados sobre o fato de o que aconteceria se os pólos fossem os mesmos e eles não souberam responder a princípio. Mas, a seguir, um deles disse que se os polos diferentes se atraem, seria natural que os polos iguais se repelissem.

Foram distribuídos alguns ímãs de ferrite para manipulação dos alunos, inclusive ímãs de geladeira. Foi perguntado o que aconteceria com o ímã se fosse quebrado, e eles não conseguiram quebrar, mas se puseram a pensar e uma das estudantes disse que mesmo quando o ímã se quebra ele funciona do mesmo jeito e afirmou que os polos não se separam. Foram então distribuídos os ímãs de neodímio (ímãs de terras raras) bem pequenos. Os alunos então acharam muito curioso o quão forte é aquele ímã. E ao manipular o mesmo, um aluno citou os polos da Terra e disse que a Terra funciona como um ímã gigante. Falou-se então que se as bússolas mostram os polos magnéticos da Terra, então ela é feita com ímã. Nessa oportunidade foi dito sobre a Lua praticamente não ter gravidade pois quando os astronautas chegaram à Lua colheram fragmentos do solo lunar para que conhecêssemos um pouco sobre nosso satélite natural. E essas amostras mostraram que o solo lunar é pobre em ferro e, por isso, não deveria apresentar propriedades magnéticas, no entanto, os magnetômetros detectavam presença de campos magnéticos. Mas não conseguiram fazer uso da bússola, porque ela ficava “meio confusa”. Esse mistério só foi resolvido anos mais tarde, quando Wieczorec, Weiss e Stewart, publicam um artigo, na Science, onde propuseram uma explicação surpreendentemente simples: as anomalias magnéticas são remanescentes de uma colisão de asteróide massiva há aproximadamente 4 bilhões de anos, que formou uma enorme cratera altamente magnética, rica em ferro. (WIECZOREC, WEISS e STEWART, 2012)

E, imediatamente, a aluna disse que a Lua tem formato de queijo, que as bússolas não funcionam porque tem poucas condições climáticas. No que, outro aluno logo interpelou, e disse que na verdade era simplesmente porque a Lua não tinha campo magnético e ela não funciona como bússola!

Foram distribuídos panfletos de propagandas com materiais sobre colchões, pulseiras, dosadores de combustíveis e portões magnéticos, além de um sobre o exame de ressonância magnética para que lessem e discutissem sobre o assunto

tratado em cada um deles. Sobre os colchões magnéticos eles acham que deve ser bom, mas é muito caro. Um outro aluno disse que acredita ser bom o colchão porque ele tem massagem, mas que mesmo assim não acha que valeria à pena, uma vez que “deve puxar muita energia”. Um aluno disse que já usou uma pulseira do tipo “quântica” no curso de computação por causa da estática. Os alunos gostaram de ficar manipulando e brincando com os ímãs, inclusive colocando na face, na cabeça, no nariz, até que em um determinado aluno, o ímã soltou por causa da forte atração entre eles e beliscou-lhe o nariz. Sobre as fechaduras magnéticas, os alunos disseram conhecer, já terem visto em algum lugar, outros ainda não tinham ouvido falar.

A turma é bem reduzida em número de alunos e foram formados apenas três grupos para realizar as atividades. Uma aluna surgiu com um questionamento sobre a veracidade no fato de uma moeda falsa não “colar” no ímã. Apesar de não conhecer sobre isso, foi-lhe respondido que era preciso ter mais informações sobre o fato, mas que dependendo do material do qual é feita, haveria mesmo essa possibilidade. Interessante é saber que, na verdade, moedas de R\$0,01 e R\$0,50 produzidas no período de 1998 a 2001 não são mesmo atraídas por ímãs porque são feitas de cuproníquel (liga metálica de cobre e níquel) e alpaca (liga de cobre, níquel e zinco), que não são atraídos pelo ímã. Depois desse período, as moedas seguintes, mantiveram o desenho original, mas são feitas de aço inoxidável e o aço revestido de bronze, que são bem mais baratos, essas moedas em aço ficaram mais brilhantes e um pouquinho mais leves segundo informações do cara ou coroa blogosfera do UOL de 2018/08/25.

Um aluno então, levantou um questionamento sobre o filme *Venom* (2018), questionando se ele teria alguma característica magnética, uma vez que ele se apresenta com uma aparência de ímã “líquido”? Muito interessante a observação, mas o referido personagem, pela história, é uma simbiose alienígena, uma associação a longo prazo entre dois organismos de espécies diferentes podendo ser uma relação benéfica para os indivíduos envolvidos ou não, e precisava de um ser humano para tomar forma, sem menção a magnetização em seu comportamento.

### **5.1.2 AULA 2 – Conhecendo uma bússola**



A aula teve início com uma conversa sobre os alimentos que são ricos em ferro, uma vez que estamos estudando os ímãs e eles atraem o ferro (metal), será que seria o mesmo ferro que consta no rótulo de alguns alimentos?

Os alunos responderam que já ouviram mesmo dizer que a falta de ferro provoca anemia. Um aluno citou o fato de que a mãe colocava um prego pra cozinhar junto com feijão. Eles tinham algumas embalagens de biscoitos e se puseram a ler os rótulos e verificaram em alguns casos que o metal fazia parte das informações nutricionais de alguns biscoitos.

Num segundo momento, procuravam descobrir uma maneira de comprovar a presença desse ferro nos alimentos. E como imaginam que é o ferro presente nos alimentos, metal como esse metal das mesas? Colocamos os cereais num pote com água e, com um ímã de neodímio, passamos ele por sobre os flocos procurando qualquer tipo de alteração e não obtivemos resultado. Então maceramos os flocos já amolecidos pela água e colocamos em uma sacola, mais uma vez passando o ímã sobre o mesmo procurando alguma reação, e com bastante cuidado os pontinhos pretos começaram a aparecer e se aglutinar, figuras 10 e 12. A partir daí eles se encantaram e todos quiseram ver por eles próprios acontecer.

Figura 10. Identificando ferro nos cereais.

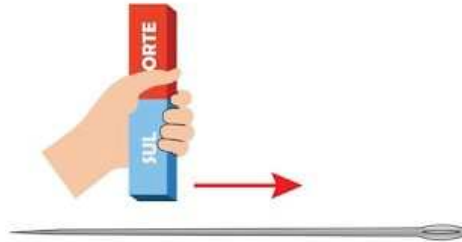


Fonte: Arquivo pessoal

Depois dessa atividade, construímos uma bússola procurando comparar com uma bússola comercial. Escolhemos usar uma agulha de costura e os alunos

partiram para magnetizá-la. Foi feito esfregando-a com o mesmo polo de um ímã em movimentos no sentido do comprimento e na mesma direção, sempre na mesma posição, e colocado num copinho de iogurte como um pequeno pedaço de rolha para dar o suporte à agulha (figura 11).

Figura 11. Magnetização(imantação) da agulha



Fonte. sitesgoogle/umcursodefísica

Figura 12. Identificando ferro nos cereais.



Fonte: Arquivo pessoal

### 5.1.3 AULA 3 – Experiência de Oersted e a força magnética

Retomamos o assunto da aula anterior, discutindo sobre os ímãs e as bússolas e de onde surgem essas características magnéticas da matéria, das substâncias que podem ser imantadas ou não (definindo substâncias diamagnéticas, paramagnéticas e ferromagnéticas). E começamos a falar sobre tecnologia e a partir daí tentamos reproduzir a experiência de Oersted usando o balanço eletromagnético

construído com fio de cobre (forma de bobina). Pudemos perceber com certa dificuldade, pois o movimento da bobina era bastante discreto, que surgia um “campo magnético”, porém não usavam ainda essa denominação. Pudemos perceber também que existia então uma força, chamada força magnética. A presença do campo magnético foi facilmente percebida quando um aluno aproximou uma bússola. Os alunos começaram a discutir o que estaria influenciando a bússola e logo um aluno disse que havia ali algum campo magnético presente, em seguida, perceberam que quando no fio de cobre passava corrente elétrica, a bússola se alterava e chegaram à conclusão de que era o fio conduzindo corrente que estava fazendo a bússola se mexer.

A partir dessas observações pudemos observar e nomear a presença de uma força de atração. Mas, infelizmente não conseguimos um resultado perceptivo com a polaridade da pilha invertida. Mesmo assim, a atividade mostrou-se interessante e os alunos mostraram-se curiosos e interessados.

#### **5.1.4 AULA 4 – O eletroímã**

Nessa aula, propusemos aos alunos formarem grupos e montarem eletroímãs com o kit de material fornecido para confecção dos mesmos. Nos kits havia o prego, clips para testarem a eficiência do aparato montado, pilhas e fios. Os kits não eram exatamente iguais, havia pilhas de tamanhos diferentes e fios diferentes também, esmaltado, 0,5mm para instalações elétricas e fios de cabo de rede de internet bem fino. Os fios já estavam descascados, com exceção do fio de cobre esmaltado que em seu kit, havia uma pequena lixa. Para construir o eletroímã, os alunos já tinham certo conhecimento de que é um dispositivo constituído de um núcleo de ferro (prego) recoberto por espiras (voltas) de um fio metálico, onde o campo magnético surge quando as espiras são percorridas por corrente elétrica, e que esse aparato é usado em diversos eletrodomésticos em nossas residências, e outros. Os alunos puderam experimentar o que fazer com os fios para conseguir montar um eletroímã eficiente.

Um grupo estava tendo dificuldade com o fio de 0,5mm, porque ele se soltava depois de enrolar e ficava muito “feio”. Mas foi o primeiro a funcionar, figura 13.

Figura 13. Eletroímã.



Fonte: Arquivo pessoal

Um outro grupo, figura 14, achou que sua pilha estava descarregada porque não conseguiam fazê-lo atrair os cliques. Trocaram de pilhas entre os grupos e não conseguiram ainda assim. Desmancharam e começaram de novo, tentando enrolar sem deixar espaços vazios entre as voltas do fio. Depois de algumas tentativas, conseguiram e sentiram-se cheios de orgulho, pois logo na primeira tentativa conseguiram atrair todos os cliques disponíveis, e resolveram experimentar as outras pilhas e também conseguiram com a mesma eficácia e ficaram entusiasmados. Na imagem 15, um outro grupo de alunos usaram o fio de telefone, que obtiveram o resultado com mais facilidade.

Figura 14. Eletroímã.



Fonte: Arquivo pessoal

Outro grupo, ainda levou um pouco mais de tempo para conseguir fazer porque, mesmo enrolando com todo cuidado, os alunos não imaginavam que tinham que raspar as extremidades, e achavam que não havia nenhum revestimento ali. Até que fizemos uma pequena interferência chamando atenção para esse detalhe, perguntando o porquê de no kit deles haver uma lixa, e depois de algumas tentativas, eu acabei dando uma ajudazinha e dizendo para experimentarem lixar. Assim, conseguiram fazer o eletroímã funcionar.

Figura 15. Eletroímã



. Fonte: Arquivo pessoal

Os alunos temiam levar choque e se surpreenderam vendo que a pilha se aquecia. Eles acharam que os eletroímãs funcionaram bastante bem com todos os fios que usamos e com as pilhas de tamanhos diferentes também. Aproveitaram e aproximaram a bússola do eletroímã e perceberam que o campo magnético era mais forte que no fio esticado apenas, pois a bússola se movimentava com mais intensidade.

### 5.1.5 AULA 5 – Aplicações do eletroímã

Discutimos um pouco então sobre o exame de ressonância magnética sobre o princípio de funcionamento, que não é radiativo, diferente dos exames de raios-x, as aplicações do eletroímã em nosso cotidiano de forma geral, como no motor dos ventiladores, dos liquidificadores, das caixas de som e outros.

Propusemos então, em função do pouco tempo, uma roda de conversa sobre as atividades e os temas trabalhados ali com eles. E que foi bastante produtiva, os alunos participaram bastante. Mencionaram como a descoberta de Oersted mudou a nossa vida cotidiana, como que a partir daí surgiram os vários aparelhos eletrodomésticos que usamos hoje e facilitam a nossa vida. Comentaram sobre a eficiência de seus respectivos eletroímãs, de um grupo que pegou apenas um clipe, o eletroímã parecia que faltava força. Os alunos se divertiram muito principalmente porque havia o clima de competição e todos se empenharam até conseguir pegar a mesma quantidade de cliques. O grupo que recebeu o fio esmaltado e teve certa dificuldade em fazer o eletroímã, acharam curioso o fato de ter que lixar a ponta para haver o contato, pois acreditavam que era cobre puro sem nenhum isolante, e foi colocado em discussão a razão de ter sido usado um fio esmaltado. Com a interferência do professor retomaram os conceitos sobre condutor e isolante, até que um dos alunos entendeu que haveria necessidade de isolar as “voltas” (espiras) para que a energia passasse por todo circuito, mas em momento algum pensaram que poderia, inclusive, causar um curto circuito que faria com que o equipamento não funcionasse de modo satisfatório. Aproveitei para interpelá-los sobre o que eles achavam que acontecia com o prego naquele sistema? Os alunos logo responderam que a pilha tem eletricidade e passa para o prego, fazendo o prego virar um ímã, pois ele é um condutor. Disseram que como a eletricidade e o magnetismo se relacionam, permitem que o campo fique magnetizado. E outro aluno entendeu dizendo que dessa forma é que surge o campo magnético. E partiram para falar da pilha que se ela, tem polo positivo e polo negativo, e que os elétrons se movimentam do positivo para o negativo e que as linhas de força magnética vão do sul para o norte se tem alguma relação. Aproveitei então para lembrá-los que o positivo da pilha está relacionado com a existência de corrente contínua e corrente alternada nos aparelhos que funcionam com eletricidade.

A seguir retomamos o assunto sobre o exame de ressonância magnética (ERM), e os alunos que já haviam feito, relatam que há um barulho forte e que tem que ficar quieto durante o exame e que a ressonância dos dentes é feita de forma diferente, que ela é panorâmica. Mas os alunos não sabiam precisar como era o funcionamento do exame até estudarem o magnetismo e eletroímã e terem contato com o folder sobre o ERM.

Os alunos então chegaram à conclusão que, depois da descoberta da relação entre eletricidade e magnetismo, a vida das pessoas teve grandes mudanças, afinal quase todos os eletrodomésticos, por exemplo, têm motor elétrico, isto é, são eletroímãs.

## 5.2 APLICAÇÃO NO COLÉGIO PÚBLICO EM JUIZ DE FORA

O Colégio público, sito à cidade de Juiz de Fora em Minas Gerais, disponibilizou bastante liberdade para o desenvolvimento de metodologias que poderão vir a ser integradas não somente na escola em questão, mas ser disseminada por toda a comunidade escolar como mais um caminho na construção do conhecimento. Esta escola quer ser um espaço onde seus alunos tenham uma nova vivência com o ensino além do que os professores se dedicam também à pesquisas para criar novos métodos e práticas de ensino. As turmas do ensino regular no colégio têm em sua grade curricular três aulas de física por semana e uma aula de laboratório no contra turno. O produto educacional foi aplicado em 7 aulas.

Nessa escola, os alunos entram por sorteio, então temos grande heterogeneidade na turma, mas com uma característica interessante: a grande maioria vêm juntos desde as séries do ensino fundamental I. É uma turma com 29 alunos e bastante curiosa e por vezes, participativa. O produto foi aplicado com a colaboração do professor regente nesse caso também.

### 5.2.1 AULA 1 – Concepções espontâneas sobre magnetismo

Iniciamos a aplicação do produto com uma animação sobre ímãs (figura 16), disponível no endereço, <https://youtu.be/YDH7FRioRSc>, que mostra duas “larvas” que interagem entre si e encontram um ímã no lixo; ao tentar se livrar dele, ele se parte e cada uma delas engole um dos polos e a partir daí elas acabam atraindo metais à sua volta com uma força magnética incompatível com o ímã, sendo atraídas até mesmo por um avião que passa voando sobre elas.

Figura 16. Vídeo introdutório - ímã.



Fonte: <https://youtu.be/YDH7FRioRSc>

A partir daí foi feita uma roda de conversa a respeito do vídeo, discutindo sobre magnetismo e os ímãs buscando conhecer as concepções espontâneas dos alunos e as “verdades” mostradas na animação. Os alunos mostraram conhecer bastante sobre os ímãs e, mencionaram sobre a impossibilidade de separar os polos de um ímã mostrado no vídeo, e sobre a força magnética improvável que mostravam ali. Mostraram saber que polos iguais se repelem e polos diferentes se atraem.

Foram distribuídos entre os alunos um brinquedo de peças plásticas com ímãs de neodímio nas extremidades e esferas de metal para eles manipularem à vontade, figura 17. A seguir, alguns ímãs de ferrite para manipulação dos alunos, inclusive ímãs de geladeira e outros ímãs de neodímio na forma de pequenas pastilhas.



Figura 17. Magnetic – brinquedo com ímãs de neodímio.



Fonte: Arquivo pessoal

Parece improvável, mas muitos ainda não tinham tido a possibilidade de se divertirem com ímãs até o momento. E acharam extremamente interessante o fato de como os ímãs de terras raras são mais fortes que os outros e como os ímãs de geladeiras são tão fracos. Nessa oportunidade foi dito aos alunos sobre o fato dos astronautas não terem conseguido fazer uso da bússola quando chegaram à Lua, que ela se comportava de forma muito estranha. Os astronautas das missões Apollo recolheram materiais do solo e usando magnetômetros identificavam presença de campo magnético em algumas partes, mesmo sendo o solo pobre em metais, e isso explicava o comportamento estranho da bússola na sua superfície, mas era um mistério o porquê disso ocorrer.(DYAL e DAILY,1978) E perguntado aos alunos o que será que fazia a bússola não funcionar direito na superfície lunar, um aluno citou os polos da Terra, disse que dessa forma a Terra funciona como um ímã gigante. E que se as bússolas são orientadas de acordo com os pólos magnéticos da Terra, a bússola é feita com ímã. Que, ao chegarem à Lua, os astronautas não tenham conseguido usá-la, porque na Lua, diferente da Terra, provavelmente não houvesse campo magnético, que nosso satélite natural não se comportasse como um ímã.

O mistério das anomalias no solo lunar só foi resolvido anos mais tarde, quando Wiczorec, Weiss e Stewart, publicam um artigo, na Science, onde propuseram uma explicação surpreendentemente simples: as anomalias magnéticas

são remanescentes de uma colisão de asteróide massiva há aproximadamente 4 bilhões de anos, que formou uma enorme cratera altamente magnética, rica em ferro. (WIECZOREC, WEISS e STEWART, 2012)

### **5.2.2 AULA 2 – Concepções espontâneas sobre eletromagnetismo**

Foram distribuídos os panfletos de propagandas com materiais sobre colchões, pulseiras, dosadores de combustíveis, portões magnéticos e sobre o exame de ressonância magnética para que conversassem sobre eles.

Sobre as pulseiras magnéticas, o grupo disse achar muito cara e acreditam que era uma bobagem o que ela prometia fazer. Acreditam que o efeito de aumentar o equilíbrio seja psicológico. Mas um aluno interpelou dizendo que já usou e acredita ser ótima, que vale o preço, porque o efeito dela no organismo era muito bom, que o deu mais equilíbrio e confiança para realizar as atividades. Sobre os exames de ressonância magnética, um aluno do grupo achou muito interessante, pois ele acreditava que seu funcionamento era parecido com os exames de raios-x que ele aprendera sobre nas aulas sobre ótica e luz no ano anterior. Acharam muito interessante o fato de o exame usar basicamente das propriedades magnéticas dos materiais e de usarem as moléculas de água presente em grande quantidade em nosso corpo para interagirem com esse campo magnético e mapear o organismo, possibilitando o diagnóstico. Dos colchões magnéticos eles acham que deve ser bom, mas é muito caro. E mesmo assim acreditam valer a pena pela massagem que proporcionam, acham que os ímãs não proporcionam os benefícios ao corpo que eles prometem, acreditam que o efeito seja psicológico.

Sobre os economizadores de combustível eles acreditam que pode ser viável a promessa de economia alinhando os átomos. Nesse momento foi feita uma pequena intervenção lembrando-os de que os combustíveis são compostos orgânicos e que a octanagem da gasolina que possibilita um combustível mais eficiente é devido à quantidade de ramificações nas cadeias carbônicas das moléculas do mesmo. Dessa forma, os alunos puseram-se a pensar sobre a eficiência do aparelho e acharam que deveria ser mesmo improvável que os ímãs conseguissem proporcionar alguma economia como prometido pelo anunciante. Sobre as fechaduras magnéticas, os alunos disseram conhecer, já terem visto em alguns prédios até com certa frequência, mas questionaram sobre o que aconteceria

quando acabasse a energia. Um aluno disse que então ficaria tudo aberto, porque a fechadura só funcionaria com eletricidade. Perguntei então se seria um sistema bom se, quando sem energia, os portões ficassem abertos. Eles disseram que não. Então, se existem vários prédios com esse sistema é improvável que isso aconteça. E a seguir um aluno disse que provavelmente havia um gerador que garantisse o funcionamento.

Num segundo momento demos continuidade à aula conversando sobre os alimentos que são ricos em ferro, uma vez que estamos estudando os ímãs e eles atraem o ferro, será que seriam o mesmo ferro que consta no rótulo de alguns alimentos?

Um aluno falou que a mãe de um amigo o fazia ingerir alimentos como fígado, que ele detestava, somente sob o argumento de não ficar amarelo, abatido. Os alunos sabiam que a falta de ferro provoca anemia. Eles tinham algumas embalagens de biscoitos e se puseram a ler os rótulos e verificaram em alguns casos que o metal fazia parte das informações nutricionais de alguns biscoitos e barrinhas de cereais. Propusemos que eles sugerissem uma maneira de comprovar a presença desse ferro nos alimentos. Procurando saber como os estudantes imaginam que é o ferro presente nos alimentos, e perguntamos se acreditavam que seria um metal como o presente nas mesas?

Colocamos os cereais já macerados numa sacola plástica com água e, separados em grupos, lhes demos as sacolinhas e um ímã de neodímio, figuras 18 e 19. Passamos o ímã sobre os flocos macerados procurando alguma alteração, e com bastante cuidado os pontinhos pretos começaram a aparecer e se aglutinar. A partir daí eles se encantaram e todos quiseram ver por eles próprios acontecer.

Figura 18. Identificando ferro no meio do cereal com ímãs de neodímio.



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 19. Identificando ferro no meio do cereal com ímãs de neodímio

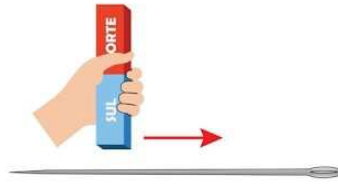


Fonte: Arquivo pessoal

### 5.2.3 AULA 3 – Construindo uma bússola

Iniciamos a atividade de construção de uma bússola procurando comparar com uma bússola comercial. Escolhemos usar uma agulha de costura, entregamos os materiais que poderiam usar para efetuarem a confecção das bússolas, e alguns alunos acreditavam que a agulha já era imantada, o que rapidamente foi verificado como não sendo, e os alunos decidiram que deveriam fazê-lo e quando um deles sugeriu que fizessem como num vídeo que ele outrora, havia assistido, partiram para magnetizá-la. Foi feito esfregando-a com o mesmo polo de um ímã em movimentos no sentido do comprimento da agulha, sempre na mesma posição. Para imantar um material basta esfregar nele o ímã diversas vezes, sempre numa mesma direção e num mesmo sentido (figura 20).

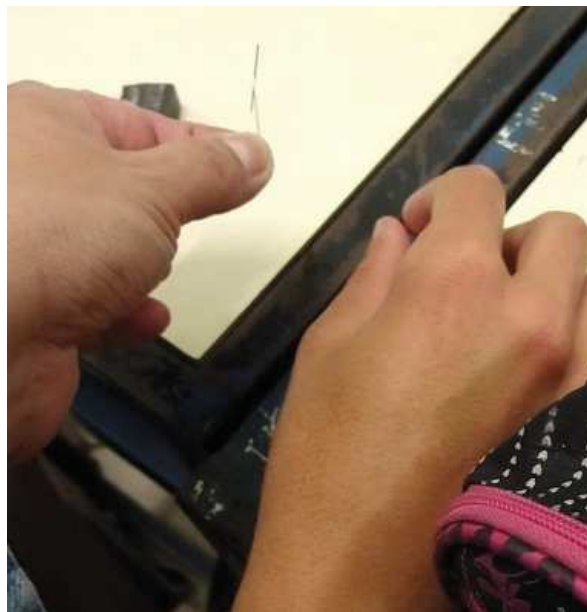
Figura 20. Magnetização(imantação) da agulha



Fonte. sitesgoogle/umcursodeffisica

Foram fornecidos linha, rolha, agulha, copo plástico de um potinho de iogurte e ímã. Alguns grupos, usaram a linha e amarraram a agulha, deixando-a livre para movimentar-se de acordo com o campo magnético da Terra, mas como não julgaram o resultado apropriado, partiram para usar o copo com água. Colocaram a agulha sobre a água num copinho de iogurte e o resultado também não foi eficiente pois a agulha afunda. E eles a pegaram atraindo-a com o ímã, e se divertiram com isso, mostrando a atração entre a agulha e o ímã. Depois, colocaram a agulha num pequeno pedaço de rolha para dar suporte. Alguns amarraram a agulha na rolha e outros fizeram um sulco na rolha para fixar. Enfim, ao compararem seus resultados com a bússola comercial julgaram o resultado obtido bastante satisfatório, figuras 21, 22, 23 e 24.

Figura 21. Construindo uma bússola.



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 22. Construindo uma bússola.



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 23. Construindo uma bússola.



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 24. Construindo uma bússola.



Fonte: Arquivo pessoal

#### 5.2.4 AULA 4 - O balanço magnético e a força magnética

Retomamos o assunto da aula anterior, falando sobre ímãs e bússolas, de onde surgem as características magnéticas da matéria, das substâncias que podem ser imantadas ou não (diamagnéticas, paramagnéticas e ferromagnéticas). Nesse momento conceituamos essas propriedades. A partir dessa construção de conceitos, retomamos a conversa sobre o avanço tecnológico que se deu com essas descobertas, de como nossa vida hoje tem ligação direta com o que fora desenvolvido tempos atrás. A forma como a descoberta da eletricidade e, ainda mais importante, de tê-la em abundância e podendo ser distribuída a grandes distâncias mudou o mundo. Como já havia vários cientistas envolvidos nestes estudos sobre a eletricidade, se havia alguma relação com o magnetismo e propusemos então recriar o experimento de Oersted que alguns acreditam que foi acidental, mas era notório que ele já caminhava mesmo nessa direção.

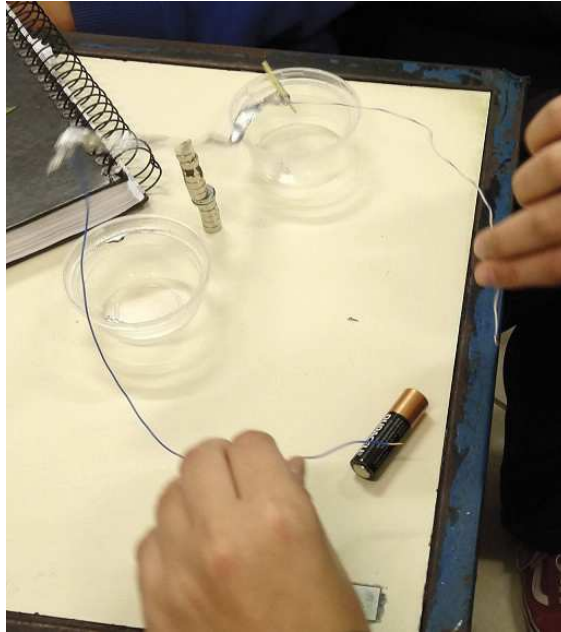
Nessa aula, preparamos um pequeno texto, que se encontra no final do material, onde podíamos discorrer sobre as propriedades magnéticas dos materiais, o Exame de Ressonância Magnética tratando do movimento dos elétrons em átomos que podem se comportar como pequenos ímãs quando na presença de certo campo magnético. O texto também trata um pouco dos motores elétricos, onde introduzimos a ideia do eletroímã. O texto serve mesmo apenas como apoio às discussões que poderão surgir. Foi dito então sobre os materiais e sobre o comportamento de alguns materiais sobre o campo magnético. Um aluno citou os trens magnéticos e a

turma foi discutindo sobre seu funcionamento, se são magnéticos, são ímãs. Mas será que se encontra um ímã forte assim? Então outro aluno disse que deveria ser um ímã elétrico, que pudesse controlar sua força. Um outro questionou sobre como os trens fariam curvas? E em seguida o aluno que havia começado essa conversa, disse que haviam vários ímãs que usavam a propriedade de atração e repulsão para guiarem o trem.

Enfim, os alunos foram divididos em grupos e receberam um kit com pilha, ímãs de neodímio, copo plástico, cliques, fio e uma fita de alumínio (papel alumínio culinário). Os grupos foram então desafiados a demonstrarem a força magnética, a partir do conhecimento que já tinham do experimento de Oersted e as discussões feitas em sala sobre o ímã “elétrico”. Inicialmente os grupos procuraram montar os aparatos com o fio e a pilha, mas perceberam que não conseguiam mostrar a força magnética dessa forma. Procuraram então utilizar a fita de alumínio de alguma forma, um grupo procurou amarrar o fio na fita, mas a fita arrebentava, figura 25. Um outro grupo, procurou amarrar o fio e a fita nos cliques, mas ele era coberto com plástico colorido e alguns acharam que isso atrapalhava. Então, procuravam descascá-los. Após algumas várias tentativas, eles conseguiram sucesso, associando o fio à fita de alumínio que é muito leve, e fechando o circuito com a pilha, conseguindo perceber, que com a passagem de corrente elétrica havia atração e, ao inverter a corrente, a repulsão da fita de alumínio do ímã. Figuras 26 e 27. O resultado final foi consideravelmente melhor que o balanço com o fio de cobre usado na primeira aplicação, pois a fita de alumínio, por ser muito leve, se movimenta intensamente sendo atraída e/ou repelida pelo ímã, conforme variamos a polaridade da pilha ou mudamos a posição do ímã, figura 28.

Figura 25. Balanço eletromagnético.





Fonte: Arquivo pessoal

Figura 26. Balanço eletromagnético.

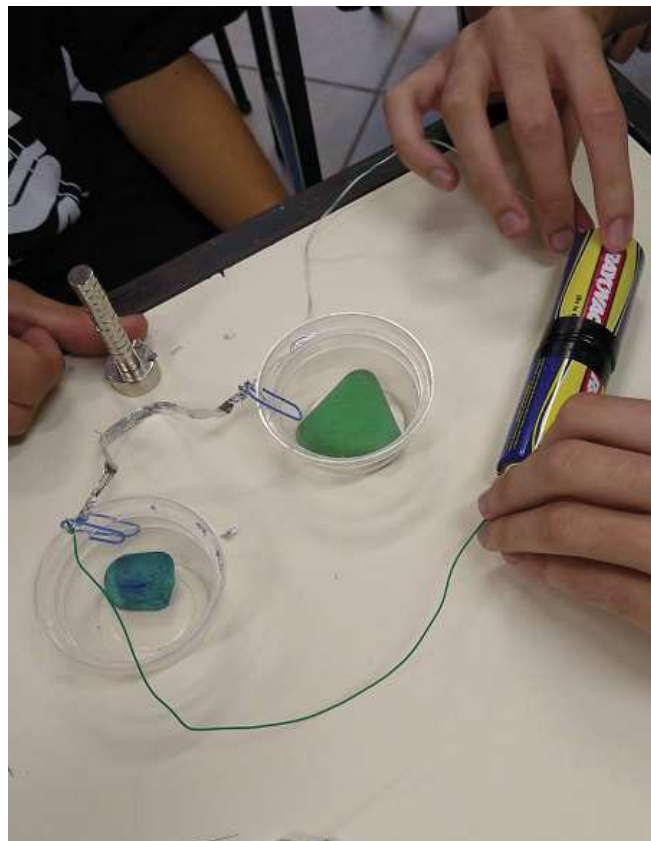


Fonte: Arquivo pessoal

Figura 27. Balanço eletromagnético.



Fonte: Arquivo pessoal  
Figura 28. Balanço eletromagnético.



Fonte: Arquivo pessoal

A partir das observações pudemos perceber a presença de uma força, ora de atração, ora de repulsão. A atividade mostrou-se interessante e os alunos, curiosos e interessados. Com o resultado do experimento explicamos (de forma tradicional) sobre a regra do tapa para indicar o sentido da força magnética.

### 5.2.5 AULA 5 – Construção do eletroímã

Nessa aula, propusemos aos alunos formarem grupos e montarem eletroímãs com o kit de material fornecido para confecção dos mesmos. Foi montado um pequeno roteiro procurando auxiliar os grupos, com um pequeno texto sobre o solenoide. A figura 29, mostra os kits: havia o prego, clips para testarem a eficiência do aparato montado, pilhas de tamanhos diferentes e fios também diferentes, esmaltado de 0,5 mm para instalações elétricas, e fios de cabo de rede de internet bem fino. Os fios já estavam descascados, com exceção do fio de cobre esmaltado que em seu kit, havia uma pequena lixa.

Figura 29. Construindo um eletroímã.



Fonte: Arquivo pessoal

Para construírem o eletroímã, os alunos já tinham certo conhecimento de que é um dispositivo constituído de um núcleo de ferro (prego) enrolado por um fio metálico em seu entorno com as voltas o mais próximo possível uma da outra. Que

o campo magnético surge quando as espiras são percorridas por corrente elétrica. E que esse aparato é usado em diversos eletrodomésticos em nossas residências como nos aparelhos eletrodomésticos, caixas de som e outros. Os alunos puderam então experimentar o que fazer com os fios para conseguir montar um eletroímã eficiente. Na figura 30 vemos o grupo que teve dificuldade com o fio de 0,5mm, porque ele se soltava depois de enrolar e eles não conseguiam fazer o fio parar enrolado. Cortaram um pedaço, cortaram de novo, usaram fita isolante para colar, tiveram bastante dificuldade para montar todo o aparato.

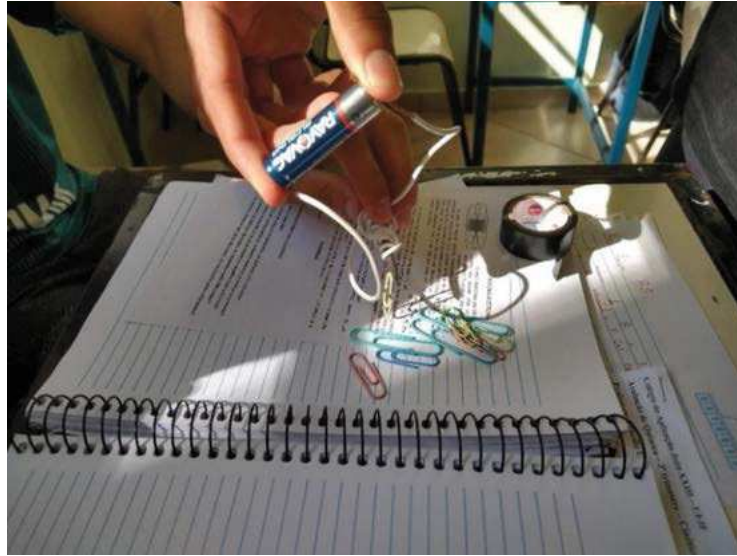
Figura 30. Construindo um eletroímã.



Fonte: Arquivo pessoal

Outro grupo, figura 31, teve dificuldade em fazer o aparato funcionar atraindo os cliques, trocaram as pilhas, mudaram a posição dos fios, pois acreditavam não estar fazendo contato e o eletroímã se prendeu na estrutura da mesa de ferro. Dessa forma perceberam que as pilhas estavam, sim, carregadas, e partiram para o experimento conseguindo atrair todos os cliques disponíveis, a seguir, resolveram experimentar com outras pilhas e também conseguiram com a mesma eficácia.

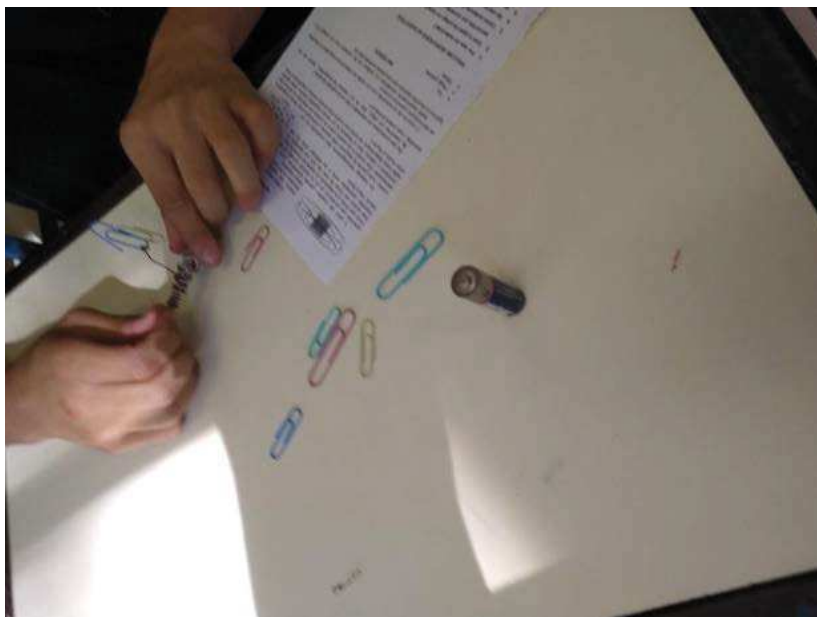
Figura 31. Construindo um eletroímã



Fonte: Arquivo pessoal

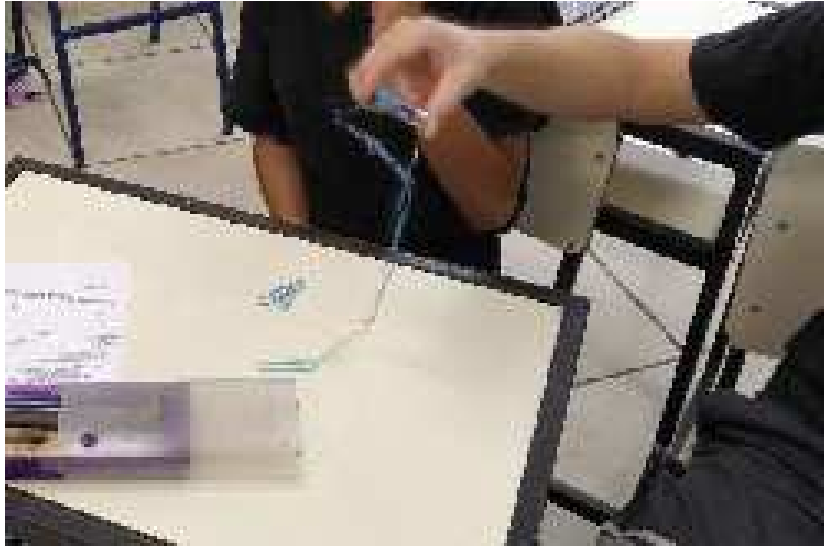
O grupo que recebeu o kit com o fio de cobre esmaltado, figura 32, o enrolaram com todo cuidado mas apresentavam dificuldades na hora de fechar o circuito porque o circuito estava esquentando muito. Conseguiram fazer o eletroímã funcionar e acharam bastante interessante o fato de atraírem os cliques com capa de plástico sem nenhum problema.

Figura 32. Construindo um eletroímã.



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 33. Construindo um eletroímã.



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 34. Construindo um eletroímã.



Fonte: Arquivo pessoal

As figuras 33 e 34 retratam outros grupos montando seus eletroímãs. Os alunos perceberam que a pilha se aquecia e um deles sentiu um pequeno choque. Diante desse fato, resolveram aproximar o eletroímã da bússola comercial e perceberam que a agulha se movimentava de forma mais perceptível chegando à conclusão de que isso se dava devido o fato de usar o fio enrolado no prego, e não esticado como tinham experimentado antes (reproduzindo o experimento de Oersted) e que o solenoide consegue gerar um campo magnético mais intenso que somente num fio retilíneo.

Aproveitei para interpelá-los sobre o que eles achavam que o prego significava naquele sistema? Os alunos responderam que, ao fecharem o circuito, o prego, por ser de metal, se comporta como um ímã. Disseram que o prego talvez ajudasse na definição dos polos magnéticos no eletroímã.

Nos chamou atenção, o fato dos alunos, mesmo em escolas e realidades diferentes, acabam tendo uma percepção bastante semelhante em relação aos fenômenos, suas dúvidas, suas experiências anteriores com esses materiais.

### **5.2.6 AULA 6 – Aplicações do Eletroímã**

Discutimos um pouco então sobre as aplicações do eletroímã em nosso cotidiano como nos ventiladores, liquidificadores, caixas de som e outros. Assim como na outra escola, foi discutido sobre o que significou a descoberta de Oersted para o nosso mundo, como que a partir daí surgiram os vários aparelhos eletrodomésticos e como estes evoluíram até chegarem aos que usamos hoje em nossas casas, características como o tamanho, peso e até mesmo a quantidade de ruído produzido e seu consumo elétrico. Eles comentaram sobre filmes que abordam esses temas e chegaram à conclusão que depois dessas descobertas que, de certa forma, se deu a revolução industrial, trazendo o mundo para realidade que vivemos hoje. Fizemos uma roda de conversa retomando a atividade de construção dos eletroímãs. Cada grupo falou de sua experiência, do passo a passo e de como experimentaram as mudanças que fizeram até que o mesmo funcionasse. Comentaram sobre a eficiência de seus respectivos eletroímãs e concluíram que com todos os tipos de fios usados ali, com as várias pilhas de marcas e tamanhos diferentes apresentavam a mesma eficiência.

### **5.2.7 AULA 7 – Aplicações do eletroímã na medicina – O exame de ressonância nuclear magnética**

Foi trabalhado um pequeno texto em anexo, abordando o exame de ressonância nuclear magnética. Discorrendo um pouco sobre o princípio de funcionamento do mesmo. O texto explica basicamente que a máquina de ressonância magnética tem um grande ímã que interage com nosso corpo por meio

de campos magnéticos e pulsos de radiofrequência. Serve com eficácia para pesquisar e identificar a existência de doenças neurológicas, ortopédicas, abdominais, cervicais e cardíacas, com a grande vantagem de não haver emissão ionizante nociva ao organismo. Ela age na interação do ímã com a grande quantidade de água presente no nosso organismo. No entanto, é um exame muito dispendioso. De forma geral, os alunos não sabiam que serve para diagnóstico de tantas doenças, acreditavam que mostrasse mais luxações e inflamações musculares.

Certos átomos do nosso corpo, se comportam como pequenos ímãs e podem se alinhar com um campo magnético aplicado. Esse exame usa essa interação para determinar a concentração dos diferentes átomos e sua distribuição no corpo humano. Como o corpo humano é basicamente composto de água, com grande quantidade de hidrogênio, pode ser facilmente medido com esta técnica. Pode-se medir outros átomos mudando a frequência do campo magnético aplicado. Os alunos não faziam ideia de que esse exame não emitisse radiação nociva ao organismo e chegaram à conclusão de que o mesmo não deve ser muito utilizado por ser muito oneroso, porém de uso irrestrito pois não prejudica a saúde como os exames de raios-x e seu diagnóstico é mais eficaz e preciso que outros exames diagnósticos de imagem. Alguns alunos não conheciam a diferença entre o exame de ressonância nuclear magnética e a tomografia computadorizada, mas depois de conhecer um pouco mais sobre a ressonância puderam concluir que o exame de tomografia é menos oneroso, uma vez que há uma oferta maior desse tipo de exame, bastante específico nos diagnósticos, que emite radiação ionizante assim como os raios-x, e pode precisar de contraste que é um agente com potencial de nefrotoxicidade, e que, em contrapartida o exame de ressonância magnética nuclear é mais oneroso, não emite radiação ionizante, no entanto, ele é contra-indicado em pessoas com marcapasso, válvulas cardíacas ou stents vasculares exatamente por causa das interações magnéticas.



## 6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O trabalho surgiu do interesse em tornar as aulas um pouco mais “divertidas” e diante da experiência em sala de aula, perceber que os alunos nem sempre prestam atenção às coisas que os cercam, e muitos deles nunca tiveram oportunidade de brincar/manusearem um ímã e, claro, seu objetivo maior conduzir seus alunos a um resultado mais positivo que o conseguido de forma tradicional, além de contribuir dessa maneira na formação do cidadão, objetivo primeiro da escola. Um cidadão que possa observar, analisar, avaliar e fazer escolhas de forma mais consciente. O ensino de Física necessita de abstração para suas formalidades matemáticas, na resolução de exercícios o que, muitas vezes se torna um grande fator dificultador para alunos que não tem essa habilidade e os leva a acreditarem que não conseguem aprender. Outro fator determinante é o de que, esse tipo de atividade, produzida com materiais de fácil acesso a todos, possa despertar a curiosidade natural do ser humano favorecendo a auto estima, possibilitando uma aprendizagem transformadora. Fenômenos físicos nos cercam em todos ambientes e muitas vezes fazemos uso deles na escola como se fossem tão distantes de nós. Perdemos a oportunidade de mostrar aos alunos essa riqueza da física cotidiana, afinal quem deles não tem um aparelho de celular ou nunca ouviu um rádio ou quem sabe observou que a água vira gelo e dependendo do ambiente se funde voltando ao estado líquido, ou que ainda ouviu dizer que a geladeira mais velha pode gastar mais energia se a porta não estiver bem vedada e a maioria das pessoas nem sabe que ali existe um ímã?

As atividades foram montadas e experimentadas a fim de verificar sua viabilidade e facilidade de execução. Na construção da bússola, alguns materiais foram testados antes de chegar à versão final proposta neste trabalho. A ideia inicial era propor que os alunos fizessem todos os equipamentos em casa e os trouxessem para usarem juntos de seus pares em sala. No entanto, é preciso conhecer a realidade da comunidade escolar ao qual estamos inseridos, dessa forma, optamos por usar materiais de baixíssimo custo de forma que o professor possa montar kits para execução dos experimentos mesmo que os alunos não tenham condição de fazê-lo. Para o balanço magnético, que inclusive pode ser comprado na forma de brinquedo infantil de madeira, onde o ímã é coberto por um bonequinho de papel e você pode colocá-lo para balançar, foi construído com uma estrutura rudimentar de

fio de cobre rígido, depois feito com uma estrutura mais apresentável de madeira, mas que, além de serem mais onerosos, nem sempre funcionavam como deveriam. E dentro dessas várias tentativas de sucesso ou seria insucesso, quando já estava a ponto de desistir de fazê-lo, encontrei alguma coisa parecida com o que usamos no final, substituindo o fio de cobre na forma de uma pequena bobina por uma fita de papel de alumínio, que funcionou de forma muito evidente, e mais uma vez praticamente sem custo algum. Vale chamar atenção para o fato de o papel culinário ter se mostrado mais eficiente no experimento do que a bobina de cobre, uma vez que tanto o cobre (Cu) quanto o alumínio (Al) são bons condutores elétricos e, usados em redes elétricas. Mas estando ligados em série no circuito montado, não é essa facilidade de conduzir corrente elétrica que provoca uma força com um deslocamento mais perceptível que o outro, pois a pilha tem alta resistividade e a diferença entre usar o cobre ou o alumínio não é capaz de interferir na condutibilidade total do circuito. No entanto, o fato de o alumínio ser cerca de três vezes mais leve que o cobre por unidade de massa, faz nosso aparato, ainda mais simples - o que vai de encontro com nosso objetivo principal, muito mais eficiente na demonstração da força magnética. Fios de alumínio são mais leves, baratos e aquecem menos e, por isso são adequados para serem usados nos cabos aéreos além de deformarem pouco possibilitando que as torres de transmissão sejam mais afastadas umas das outras, já os fios de cobre, são mais caros, no entanto, ocupam menos espaço, são facilmente deformáveis (passam pelos conduítes) e são menos suscetíveis à corrosão e oxidação. Além das conexões (emendas) serem mais simples para serem feitas.

Para a execução do eletroímã, a ideia inicial também era a de se propor ser feita em casa e trazerem pronto de forma a realizarmos uma competição, que consistiria em considerar o melhor eletroímã aquele que conseguisse atrair um número maior de cliques metálicos, com um conjuntinho de regras que garantisse a condição de chances iguais para todas as construções que surgissem. Mas ao final, foram feitos os kits, que tinham materiais diferentes como as pilhas e os fios, mas possibilita a execução do aparato a todos os grupos e por isso, o envolvimento de todos na atividade.

Fica fácil perceber com essa proposta que os alunos, mesmo aqueles que julgam não terem aptidão para o estudo das exatas, se interessam, se divertem e

acabam por participarem ativamente na montagem, execução e, inclusive na troca de opiniões que contribuem na construção dos conceitos físicos envolvidos.

Ouvir o que aluno tem a dizer e, nem sempre temos essa oportunidade, é muito enriquecedor, ele pode perceber que tem alguma coisa a contribuir na aula de física, algo nunca imaginado por eles antes. Mesmo quando a aplicação se deu na escola que tem uma estrutura melhor, onde os alunos têm mais oportunidades de aprenderem com práticas diferenciadas e um laboratório de física bem montado, essas atividades chamaram a atenção dos alunos, pois faziam como se estivessem brincando em casa e não buscando seguir um roteiro e responder a perguntas prontas e bem formuladas.

Não foi realizado nenhuma avaliação comparativa sistematizada, mesmo assim, pudemos observar o quanto os alunos se envolveram nas atividades e seus resultados mostraram-se mais eficientes em comparação com as outras turmas e turmas de outros anos onde o ensino era formal e tradicional, além, claro, do maior envolvimento e participação desses alunos nas aulas de física. Fez-se notar, inclusive, que quando iniciávamos a aula do dia, alguns alunos estavam até pesquisando sobre o tema procurando algo a mais, o que nos permite entender que despertar o interesse pelo assunto foi positivo.

É interessante dizer que dessa forma os alunos poderão perceber um pouco mais que a física está ao nosso redor e que simples aparelhos eletrodomésticos que usamos todos os dias fazem uso de fenômenos agora conhecidos por eles. Um trabalho mais quantitativo poderia confirmar essa observação ressaltando a necessidade de se ensinar física de outra forma, usando o ensino com característica investigativa. Mesmo no uso de um filme, um texto propicia ao aluno atividades instigantes que os conduzam pelos caminhos da ciência trazendo de volta o prazer em aprender.

O Quadro 1 mostra de forma concisa o resultado de toda atividade.

Quadro 1 – Síntese dos resultados

Hipóteses iniciais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ímã natural não pode ser desligado (neutralizado);</li> <li>• Eletroímã pode ser desligado;</li> <li>• Oersted desenvolveu tecnologias que usamos até hoje;</li> <li>• Pássaros migratórios se movimentam usando o campo magnético da Terra;</li> <li>• Força magnética é uma força entre os objetos sem contato;</li> </ul>
--------------------	---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Há eficácia em pulseiras e colchões magnéticos;</li> <li>• Eletroímã é um ímã criado por correntes elétricas presentes em eletrônicos.</li> </ul>
Hipóteses que se firmaram	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eletroímã pode ser desligado, funciona como ímã o fio que conduz corrente, cessou a corrente é só um fio;</li> </ul>
Aprendizagens que se ampliaram	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não há relatos na literatura que comprovem a eficácia de colchões e pulseiras magnéticas, da forma como o campo magnético interfeririam no organismo;</li> <li>• Fechaduras magnéticas são muito eficientes;</li> <li>• Não há propriedades alguma no combustível que justifique sua economia por imantação, o combustível é um composto orgânico; sua eficiência está relacionada às ligações de carbono que não apresenta propriedades magnéticas;</li> <li>• o exame de ressonância nuclear magnética funciona através da interação magnética com a água do nosso organismo, por exemplo;</li> <li>• A partir das descobertas de Oersted houve grande desenvolvimento tecnológico e essa evolução infere em nosso cotidiano ainda hoje.</li> </ul>
Descobertas expressas em relatos de aula	<ul style="list-style-type: none"> <li>• É preciso descascar o fio para fazer o contato, fios encapados com plástico ou com outra proteção não fazem contato e não fecham o circuito.</li> <li>• Os cliques envoltos em plástico não neutralizam a força magnética;</li> <li>• Existem ímãs mais forte que os outros;</li> <li>• Nossa! A bússola caseira funciona igualzinho à bússola da professora.</li> </ul>

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse trabalho houve uma preocupação em desenvolver atividades que pudessem ser um caminho à tão almejada inovação do ensino de ciências. A criação de situações de ensino de forma que os estudantes pudessem se interessar em entender o fenômeno, fomentando neles a vontade pelas descobertas e pela ciência. Valorizando seus conhecimentos espontâneos, ouvindo, lendo, discutindo de forma que, ao final do processo houve uma participação efetiva dos alunos.

Da forma como as atividades foram propostas, foi possível iniciar/mediar os alunos no processo, ainda que simplificando e muito da atividade científica, tínhamos a intenção de criar um caminho, de possibilitar, paulatinamente, o fazer científico, incentivando a apropriação, na aula, da linguagem científica, podendo até arriscar dizer que estamos procurando alfabetizar cientificamente.

Durante o processo algumas mudanças se fizeram necessárias como na construção do balanço magnético, cujo objetivo era demonstrar a força magnética, o modelo usado inicialmente mostrou uma força quase imperceptível, fato corrigido quando trocamos o aparato por uma tira de papel alumínio culinário que, por ser um metal bem mais leve que o cobre se move com grande deslocamento. Também na construção do eletroímã, que a ideia inicial seria de promover uma competição com o melhor protótipo construído, seguindo regras específicas, que tornariam a competição justa com todos os grupos. Mas ao final, foram montados os kits, procurando não trazer gastos para o aluno impossibilitando algum aluno de participar.

Essa estratégia não está restrita apenas ao ensino de Ciências ou a conteúdos específicos, ela exige do professor outras aptidões, como a mudança de postura quanto à avaliação de seus alunos, haja vista que inovações pedagógicas exigem mudanças na avaliação.

De forma alguma, isso significa que os alunos apresentaram o entendimento almejado. Pode-se salientar que houve alguma aprendizagem uma vez que os alunos analisaram, interpretaram e buscaram compreender o fenômeno numa linguagem mais próxima das explicações científicas, além de algumas descobertas que fizeram no processo.

É através da conversa entre os alunos, dos questionamentos do professor que, muitas vezes, os conhecimentos são organizados e apreendidos.

Vale ressaltar que toda atividade aqui proposta foi planejada de forma que possa servir de apoio ao professor mesclando com suas aulas teóricas. Propusemos atividades ligadas ao magnetismo que complementam os temas previstos para serem abordados no Ensino Médio, com experimentos simples e de baixo custo conseguimos motivar os alunos, além de engajá-los no processo de ensino-aprendizagem. Todo o tempo foi muito bem aproveitado, conseguindo fazer muito mais pela turma e em bem pouco tempo.

## REFERÊNCIAS

ALVARENGA Beatriz. MÁXIMO, Antônio. **Física**. Ed.Scipione. São Paulo, 1997.

ALVES, P. V.; RIZZUTI, B. F.; GONCALVES, R.. **Uma proposta didática para o estudo da interação magnética entre ímãs e algumas considerações epistemológicas**. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo , v. 42, e20200285, 2020 . Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-11172020000100484&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172020000100484&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 20 Jan. 2021. Publicado em: Sep 23, 2020. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2020-0285>.

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de. ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. **Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades**. Revista Brasileira de Ensino de Física, pag.176, vol. 25, no. 2, Junho, 2003. Disponível em: <http://docplayer.com.br/23915002-Atividades-experimentais-no-ensino-de-fisica-diferentes-enfoques-diferentes-finalidades.html> Último acesso em: 28/07/2020 às 23h.

ASSIS, A. K. T.; CHAIB, J. P. M. d. C. **Eletrodinâmica de Ampère: Análise do Significado e da Evolução da Força de Ampère**. Juntamente com a Tradução Comentada de Sua Principal Obra sobre Eletrodinâmica. Editora da Unicamp, Campinas, 2011. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/314810261\\_Eletrodinamica\\_de\\_Ampere\\_a\\_nalise\\_do\\_significado\\_e\\_da\\_evolucao\\_da\\_forca\\_de\\_Ampere\\_juntamente\\_com\\_a\\_traducao\\_comentada\\_de\\_sua\\_principal\\_obra\\_sobre\\_eletrodinamica](https://www.researchgate.net/publication/314810261_Eletrodinamica_de_Ampere_a_nalise_do_significado_e_da_evolucao_da_forca_de_Ampere_juntamente_com_a_traducao_comentada_de_sua_principal_obra_sobre_eletrodinamica). Acesso em: 20/12/2020 às 20h30.

BARBOSA, Fabiana. BORGES, Fernanda. NETO, Francisco Ferreira Martins. RODRIGUES, Lukas. BAILÃO, Rafael. BALBINO, Rodrigo de Oliveira. **Solenoides e Toroides**. Blog Campos Magnéticos. Disponível em: <https://campos-magneticos.webnode.com/a29-5-solenoides-e-toroides>. Acesso em: 20/04/2020.

BONJORNO, José Roberto. RAMOS, Clinton Marcico. **Física: eletromagnetismo, física moderna**. Vol:3. São Paulo. Editora FTD, 2016.

BRASIL. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio, vol.2. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Secretaria de Educação Básica. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica,135p, 2006. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book\\_volume\\_02\\_internet.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf) pág 53 em 20/04/2020 as 22h20 pág 53. Acesso em: em 20/04/2020 as 22h20.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. **Ensino de ciências por investigação**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino de Ciências unindo a pesquisa e a prática**. Thompson, São Paulo, 2004.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Os desafios da Escola Pública Paranaense na perspectiva do professor PDE**. Governo do estado do Paraná, 2016.

DAVIS, Cláudia. MENIN, Maria Suzana de Stefano. **Vygotsky e o conceito de zona de desenvolvimento proximal**. Revista Nova Escola, Edição 242. Maio, 2011. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/1972/vygotsky-e-oconceito-de-zona-de-desenvolvimento-proximal>. Acesso em 20/03/2019.

DYAL, P.; DAILY, W.D. Surface Measurements of Lunar Magnetic Fields. Abstracts of Papers Presented to the Conference on Origins of Planetary Magnetism. A Lunar and Planetary Institute Topical Conference held November 8-11, 1978. LPI Contribution 348, edited by P. C. Robertson, published by the Lunar and Planetary Institute, 3303 Nasa Road 1, Houston, TX 77058, 1978, p.30. Disponível em: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1978LPICo.348...30D/abstract>. Acesso em: 25/01/2021.

FEYNMAN, R. P.; LEIGHTON, R. B.; SANDS, M. Feynman. **Lições de Física**. Vol. II. Ed. Bookman, Porto Alegre, 2008.

FIOLHAIS, Carlos. **Shen Kuo**. Blog História da Física. Disponível em: [http://historiadafisicauc.blogspot.com/2011/06/shen-kuo\\_14.html](http://historiadafisicauc.blogspot.com/2011/06/shen-kuo_14.html). Acesso em 27/03/2020.

FREITAS, Maria Teresa de Assunção. **A abordagem sócio-histórica como orientadora da pesquisa qualitativa**. Cadernos de pesquisa, Faculdade de Educação da Universidade Federal de Juiz de Fora, n. 116, pju.l h2o1/-3290, Julho, 2002.

FRENKEL, Josif. FRENKEL, Luise Marion. **Monopolos Magnéticos**. Instituto de Física – Ifusp, São Paulo. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol03a15.pdf>. Acesso em: 21/04/2020 às 17h.

GASPAR, A. **Museus e centros de ciências: conceituação e proposta de um referencial teórico**. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1993.

GRAF. **Física**. Edusp, São Paulo, 1990.

GUEDES, Luciano Dias Dos Santos. **Experimentos com materiais alternativos: sugestão para dinamizar a aprendizagem de eletromagnetismo**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação na Universidade Federal de Goiás - Polo Catalão no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF). Catalão, Goiás, 2017. Acesso em 20/04/2019 às 20h.

HALLIDAY, David. RESNICK, Robert. WALKER, Jearl. **Fundamentos de física, vol.3: eletromagnetismo**. Tradução BIASI, Ronaldo Sérgio de. 8ª edição. Rio de Janeiro. LTC, 2009.

LIMA, Marcos. **Lei de Ampere**. Notas de aula. Departamento de Física Matemática. Instituto de Física. Universidade de São Paulo. Disponível em:



[http://fma.if.usp.br/~mlima/teaching/4320292\\_2012/Cap7.pdf](http://fma.if.usp.br/~mlima/teaching/4320292_2012/Cap7.pdf). Acesso em: 21/04/2020 às 19h.

LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro; JÚNIOR, Orlando Gomes de Aguiar; BRAGA, Selma Ambrosina de Moura. **Aprender Ciências - um Mundo de Materiais**. Inep, Editora UFMG. São Paulo, 1990.

MARTINS, Roberto de Andrade. **O estudo experimental sobre o magnetismo na Idade Média, com uma tradução da carta sobre o magneto de Petrus Peregrinus**. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo, v. 39, n. 1, e1601, 2017. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-11172017000100701&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172017000100701&lng=en&nrm=iso)>. access on 13 Jan. 2021. Epub Oct 24, 2016. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2016-0181>. Acesso em: 13/12/2020 às 10h.

MARTINS, Roberto de Andrade. **Oersted e a descoberta do eletromagnetismo. Experiências sobre o efeito do conflito elétrico sobre a agulha**. Cadernos de História e Filosofia da Ciência. Unicamp, 1986. Disponível em: <http://ghc.ifc.unicamp.br/pdf/ram-30.pdf>. Acesso em 20/12/2020 às 15h.  
MOREIRA, Marco Antônio. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Instituto de Física – UFRGS Caixa Postal 15051 – Campus 91501-970 Porto Alegre, RS. Disponível em: [www.if.ufrgs.br/~moreira](http://www.if.ufrgs.br/~moreira) Acesso em: 18/04/2019.

MUNIZ, Sérgio R. **Constituintes do átomo: o elétron**. Estrutura da matéria. Licenciatura em Ciências USP/Univesp, 2020. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/398878/mod\\_resource/content/1/plc0003\\_03.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/398878/mod_resource/content/1/plc0003_03.pdf) Acesso em: 12/01/2021 às 10h.

NUNES, Tereza. **Formas de desenvolver atividades investigativas em sala de aula**. Blog Ponto Didática. Disponível em: <https://pontodidatica.com.br/develop-atividades-investigativas>. Acesso em: 20/03/2020.

OLIVEIRA, Marta Kohl. **Vygotsky aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico**. São Paulo: Scipione, 1993.

PAPALARDO, Silvana Pavão Teixeira. **Construção histórica do eletromagnetismo**. Blog Física Contextual. Disponível em: <https://fisicacontexto.wordpress.com/2017/02/06/construcao-historica-do-eletromagnetismo>. Acesso em: 09/04/2020.

PERUZZO, Jucimar. **A física através de experimentos: Mecânica IV**. Santa Catarina: Ed.Irani, 2013.

PRAIA, João. GIL-PEREZ, Daniel. VILCHES, Amparo. **O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania**. Ciência e educação Bauru, v. 13, n. 2, p. 141-156, Aug. 2007. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132007000200001&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132007000200001&lng=en&nrm=iso). Acesso em 24/04/2020.

PIETROCOLA, Maurício. **Física em contextos**. Editora do Brasil, 2016. São Paulo.

RESENDE, Thaís Freitas de. **Explorando o conceito de magnetismo com alunos do curso de licenciatura em pedagogia na modalidade a distância da UFAL: reflexões sobre o uso de experimentos como estratégia didática no ensino de ciências da natureza nos anos iniciais da Educação Básica.** Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Federal de Alagoas. Maceió, Alagoas, 2013. Disponível em: <https://ufal.br/ufal/noticias/2013/divulgacao-cientifica/uso-de-experimentos-fisicos-em-sala-de-aula-e-tema-de-pesquisa/dissertacao-de-thais-obteve-titulo-de-mestra-em-apresentacao-na-usina-ciencia-da-ufal.pdf>. Acesso em: 20/03/2019.

RESUMO ESCOLAR. **A origem da bússola.** Disponível em: <https://www.resumoescolar.com.br/geografia/a-origem-da-bussola/> Acesso em: 27/07/2019.

SEDANO, L.S. **Ensino de Ciências e Formação da Autonomia Moral.** Dissertação de mestrado. EE. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

SILVA, Nathalya Marillya de A. S. **A alfabetização científica no desenvolvimento do pensamento crítico reflexivo.** XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. XII ENPEC Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN. Pág: 5. Junho de 2019. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R0616-1.pdf> Último acesso em: 30/07/2020 Às 20h.

SILVESTRE, Roberto F. **Construção de uma bússola caseira.** Disponível em: <http://www.silvestre.eng.br/astrologia/astrodicas/bussola>. Acesso em: 13/06/2019.

TEIXEIRA, Mariane Mendes Teixeira. **Propriedades magnéticas dos materiais.** Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/propriedades-magneticas-dos-materiais.htm> Acesso em: 27/07/2020 às 16h.

THOMSON, J. J. M.A. F.R.S. (1897) **XL. Cathode Rays**, The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, 44:269, 293-316, DOI: 10.1080/14786449708621070. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/14786449708621070>. Acesso em: 12/01/2020 às 15h.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente.** São Paulo: Martins Fontes, 1999.

WIECZOREC, Mark A.; WEISS, Benjamin P.; STEWART, Sarah T. **An impactor origin for lunar magnetic anomalies.** Science, Vol. 335, Issue 6073, pp. 1212-1215. DOI: 10.1126/science.1214773. Disponível em: <https://science.sciencemag.org/content/335/6073/1212.abstract>. Acesso em: 26/01/2020.

WIKIHOW. **Como fazer uma bússola.** Comunidade de editores. Disponível em: <https://pt.wikihow.com/Fazer-uma-B%C3%BAssola>. Acesso em: 13/06/2019.

WILSEK, Marilei Aparecida Gionedis. TOSIN, João Angelo Pucci. **Ensinar e Aprender Ciências no Ensino Fundamental com Atividades Investigativas**

**através da Resolução de Problemas.** Disponível em:  
<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1686-8.pdf> Acesso em:  
22/03/2020.

## **APÊNDICE A – O PRODUTO EDUCACIONAL**

O produto educacional apresentado a seguir foi desenvolvido como parte integrante desta dissertação e visa compartilhar a os saberes e procedimentos referentes à sequência didática produzida com outros professores da educação básica.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**Alina Lacerda de Souza Campos**

**PRODUTO EDUCACIONAL**

**UMA PROPOSTA DE ENSINO SOBRE MAGNETISMO A PARTIR DE  
ATIVIDADES COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO – CONSTRUÇÃO DE  
ELETROÍMÃ**

Juiz de Fora  
2020

Alina Lacerda de Souza Campos

**UMA PROPOSTA DE ENSINO SOBRE MAGNETISMO A PARTIR DE  
ATIVIDADES COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO – CONSTRUÇÃO DE  
ELETROÍMÃ**

Este produto educacional é parte integrante da dissertação homônima apresentada ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 24 - UFJF/IF-Sudeste-MG, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Júlio Akashi Hernandez

Juiz de Fora

2020

## SUMÁRIO

<b>1 APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>6</b>
<b>2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FENÔMENOS MAGNÉTICOS.....</b>	<b>7</b>
2.1 AULA 1 - CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS SOBRE MAGNETISMO.....	7
2.1.1 Identificação.....	7
2.1.2 Justificativa.....	7
2.1.3 Objetivo(s) da aula.....	7
2.1.4 Metodologia de Ensino.....	7
2.1.5 Recursos utilizados.....	8
2.1.6 Avaliação da aprendizagem.....	8
2.2 AULA 2 - CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS SOBRE MAGNETISMO.....	9
2.2.1 Identificação.....	9
2.2.2 Justificativa.....	9
2.2.3 Objetivo(s) da aula.....	9
2.2.4 Metodologia de Ensino.....	10
2.2.5 Recursos utilizados.....	11
2.2.6 Avaliação da aprendizagem.....	11
2.3 AULA 3 - CONSTRUINDO UMA BÚSSOLA.....	11
2.3.1 Identificação.....	11
2.3.2 Justificativa.....	11
2.3.3 Objetivo(s) da aula.....	13
2.3.4 Metodologia de Ensino.....	13
2.3.5 Recursos utilizados.....	13
2.3.6 Avaliação da aprendizagem.....	14
2.4 AULA 4 – BALANÇO MAGNÉTICO E FORÇA MAGNÉTICA.....	14
2.4.1 Identificação.....	14
2.4.2 Justificativa.....	14
2.4.3 Objetivo(s) da aula.....	14
2.4.4 Metodologia de Ensino.....	14
2.4.5 Recursos utilizados.....	15
2.4.6 Avaliação da aprendizagem.....	15
2.5 AULA 5 – CONSTRUÇÃO DO ELETROÍMÃ.....	15
2.5.1 Identificação.....	15

2.5.2 Justificativa.....	16
2.5.3 Objetivo(s) da aula.....	16
2.5.4 Metodologia de Ensino.....	16
2.5.5 Recursos utilizados:.....	17
2.5.7 Avaliação da aprendizagem.....	17
2.6 AULA 6 – APLICAÇÕES DO ELETROÍMÃ.....	17
2.6.1 Identificação.....	17
2.6.2 Justificativa.....	17
2.6.3 Objetivo(s) da aula.....	17
2.6.4 Metodologia de Ensino.....	18
2.6.5 Recursos utilizados.....	18
2.7 AULA 7.....	18
2.7.1 Identificação.....	18
2.7.2 Justificativa.....	18
2.7.3 Objetivo(s) da aula.....	19
2.7.4 Metodologia de Ensino.....	19
2.7.5 Recursos utilizados.....	19
2.7.6 Avaliação da aprendizagem.....	19
REFERÊNCIAS BÁSICAS.....	20
APÊNDICE A – ROTEIRO PARA CONSTRUÇÃO DA BÚSSOLA.....	21
APÊNDICE B – CAMPO MAGNÉTICO E PROPRIEDADES MAGNÉTICAS DOS MATERIAIS.....	23
APÊNDICE C - BOBINAS, TOROIDES E SOLENOIDES.....	24
APÊNDICE D - CONSTRUÇÃO DO BALANÇO ELETROMAGNÉTICO.....	27
APÊNDICE E – FORÇA MAGNÉTICA.....	28
APÊNDICE F – O EXAME DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA.....	30
APÊNDICE G – ADAPTAÇÃO DA SD PARA O ENSINO DE JOVENS E ADULTOS .....	32
ANEXO 1 – FOLHETOS ILUSTRATIVOS.....	35



## 1 APRESENTAÇÃO

Prezado(a) professor(a),

Este produto educacional é resultado final de um trabalho desenvolvido no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física e é composto por uma sequência didática de aulas sobre magnetismo e eletromagnetismo.

Os roteiros experimentais que acompanham esta proposta utilizam materiais de baixo custo e/ou alternativos, o que facilita sua inserção em sala de aula. Procuramos utilizar materiais com um custo acessível, fácil de encontrar, e reaproveitamos de equipamentos eletrônicos aqueles que poderiam ser mais onerosos na construção dos experimentos. Esses roteiros são apresentados de forma clara e objetiva e contêm a lista com os materiais utilizados, e a proposta de plano de aula para sua aplicação. Procuramos favorecer atividades investigativas de modo a fomentar a curiosidade e a busca pela descoberta pelo aluno sem, necessariamente, apontarmos o caminho.

Nessa proposta, o professor tem o papel de mediador e é ele quem coordena as atividades, buscando favorecer a integração teoria-prática no ambiente de ensino. Procuramos dispor de situações-problema, que fazem uso de questões motivadoras, que abordam o conteúdo/tema a ser tratado na aula. As discussões propostas procuram envolver os principais conceitos dos conteúdos trabalhados em cada aula, buscando relacionar as concepções espontâneas dos alunos com os conhecimentos científicos.

No geral as atividades propostas com a seguinte estrutura: objetivos, situação-problema, a proposta da atividade e os materiais utilizados. Em todas as aulas, em um primeiro momento, é ideal que o professor incentive e seja mediador de um diálogo entre os próprios estudantes, com o objetivo de rever o conteúdo que já foi trabalhado. A seguir vem a realização da atividade experimental, que tem como principal objetivo a interação dos alunos com o experimento de forma que possam desenvolver discussões e/ou questionamentos por meio da observação do que está acontecendo, buscando uma conexão com o conteúdo teórico já abordado previamente pelo professor.

A autora.

## **2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FENÔMENOS MAGNÉTICOS**

Neste capítulo apresentamos uma sequência didática para o estudo de fenômenos eletromagnéticos desenvolvida para aplicação em uma turma regular de 3º ano do Ensino Médio.

### **2.1 AULA 1 - CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS SOBRE MAGNETISMO**

#### **2.1.1 Identificação**

Tema Amplo: Eletromagnetismo

Tema da aula: Concepções espontâneas sobre magnetismo

Tempo estimado: 50 min

#### **2.1.2 Justificativa**

Os fenômenos magnéticos sempre despertaram o interesse e a curiosidade das pessoas e olha que não importa a idade. Todas as pessoas que têm a oportunidade de manusear um ímã, já de início têm curiosidade em suas propriedades como interagir com outros objetos à distância. Até mesmo Einstein, em sua infância, ficou maravilhado quando percebeu que havia alguma força invisível atuando no movimento da agulha de uma bússola, fazendo-o considerar a existência de algo escondido e profundo por trás de todas as coisas.

A relação entre o magnetismo e a Terra começa a se revelar já com a invenção da bússola pelos chineses.

Extraído de: <https://www.ufjf.br/fisicaecidadania/aprendendo-e-ensinando>.

#### **2.1.3 Objetivo(s) da aula**

Compreender a diferença entre as concepções espontâneas sobre magnetismo e os conceitos físicos envolvidos.

#### **2.1.4 Metodologia de Ensino**

A aula começa com uma apresentação do tema que será abordado e com alguns questionamentos sobre magnetismo e eletromagnetismo. A seguir, a exibição, se possível, de uma animação que aborda o tema, disponível no link: <https://youtu.be/YDH7FRioRSc>. Serão lançadas algumas perguntas estimulando os alunos a responderem, estando certos ou não, baseando em suas experiências e seus conhecimentos adquiridos ao longo de sua vida.

#### *QUESTÕES INICIAIS:*

- *Que materiais podem ser atraídos pelos ímãs?*
- *Em que condições podem ser atraídos?*
- *O que acontece quando um ímã se parte?*
- *Será que a gente pode “desligar “ um ímã?*
- *Os astronautas conseguiram verificar a existência de um campo magnético em partes na lua mesmo seu solo sendo pobre em metais. Com uma bússola em mãos eles conseguiriam se orientar então? Como era possível um solo sem metais apresentar algum campo magnético?*
- *Uma pessoa está tentando usar uma bússola para se orientar, no entanto, não reparou a presença de uma fiação próxima percorrida por alta tensão. Nessa situação a bússola vai orientá-la na direção correta?*

Tudo que for dito é anotado no quadro, uma vez que cada palavra registrada será usada como ponto de partida para o conhecimento desse conceito. Todas as frases e palavras serão consideradas, seria ideal que todos dessem a sua contribuição. A seguir retomamos essas palavras/frases e, aproveitando todas as possibilidades e dar início a essa discussão sobre magnetismo.

A seguir, distribuir ímãs de ferrite e de neodímio para os alunos manusearem (brincarem) com liberdade.

#### **2.1.5 Recursos utilizados**

Quadro e giz, vídeo e/ou texto complementar.

#### **2.1.6 Avaliação da aprendizagem**

Durante toda a aula.

Discussões entre os alunos com a interferência do professor caso seja necessário.

## 2.2 AULA 2 - CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS SOBRE MAGNETISMO

### 2.2.1 Identificação

Tema Amplo: Eletromagnetismo

Tema da aula: Concepções espontâneas sobre magnetismo

Tempo estimado: 50 min

### 2.2.2 Justificativa

Os fenômenos magnéticos podem ter sido um dos primeiros a chamar atenção e despertar a curiosidade do homem sobre a matéria. Os primeiros relatos de experiências com a "força misteriosa" da magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), o ímã natural, são atribuídos aos gregos e datam de 800 a.C. Mas a primeira utilização prática do magnetismo sem dúvida foi a bússola, uma invenção chinesa da Antiguidade.

Ganham uma grande dimensão no entanto, a partir do século XIX, com os trabalhos de Oersted, e a descoberta de sua relação com a eletricidade. No final do século XIX diversos fenômenos eram compreendidos e já tinham inúmeras aplicações tecnológicas, hoje em dia, é inegável o quanto os materiais magnéticos desempenham papel muito importante nas diversas aplicações tecnológicas.

Extraído de: <http://www.metalmat.ufrj.br>

### 2.2.3 Objetivo(s) da aula

Compreender a diferença entre as concepções espontâneas sobre magnetismo e os conceitos físicos envolvidos.

Discutir os saberes populares sobre magnetismo e comparar com os conceitos físicos envolvidos.

## 2.2.4 Metodologia de Ensino

### QUESTÕES MOTIVADORAS: VAMOS PENSAR UM POUCO...

- *Existem alguns modelos de economizadores de gasolina ou de etanol encontrados no mercado. Um deles, contam com um magnético poder de “orientação molecular das células do combustível” e dizem provocar um aumento do poder de combustão. São dispositivos magnéticos colocados em volta das mangueiras de combustível ou no tanque;*
- *Há alguns modelos de colchões e pulseiras magnéticas que prometem melhorar a circulação e as dores no corpo. Mas existem poucas evidências da eficácia do magnetismo para alívio da dor. Diversos estudos mostraram que as terapias magnéticas para esse fim não são eficazes, não existem estudos em humanos que comprovem que os raios infravermelhos longos tenham propriedades terapêuticas.*

Permitir e fomentar a discussão sobre essas questões e o mais que surgirem. A seguir apresentar imagens de marketing e folders que comercializam produtos que “usam” dos benefícios do magnetismo. Os folders usados no trabalho estão no final do material. Os grupos devem analisar e, discutir, fazendo uso de seus conhecimentos prévios a veracidade e utilidade daquilo que seu produto está prometendo. Cada grupo deverá socializar seu produto, suas discussões e conclusões para toda a turma, fazer uma mesa redonda a fim de gerar questionamentos buscando chegar a conclusões juntos sobre todos os produtos ofertados. Cada grupo será responsável por conduzir os questionamentos de determinado produto, como: colchão magnético, fechadura magnética, economizador de combustível, e o exame de ressonância nuclear magnética.

Num segundo momento, abre-se a discussão sobre os alimentos ricos em Ferro e questiona-se, por exemplo, como seria esse ferro?

Na figura 1, procurando o ferro nos alimentos, alguns cereais matinais são ricos dessa substância, triturada em água, fazendo uso de um ímã para atrair e aglutinar o ferro.

Figura 1 - Procurando ferro nos cereais



Fonte: Arquivo pessoal

### **2.2.5 Recursos utilizados**

Quadro e giz, folders e imagens, ímãs e alimentos rico em Ferro (cereais).

### **2.2.6 Avaliação da aprendizagem**

Durante toda a aula.

Discussões entre os alunos com a interferência do professor caso seja necessário.

## **2.3 AULA 3 - CONSTRUINDO UMA BÚSSOLA**

### **2.3.1 Identificação**

Tema Amplo: Eletromagnetismo

Tema da aula: Construindo uma bússola

Tempo estimado: 50 min

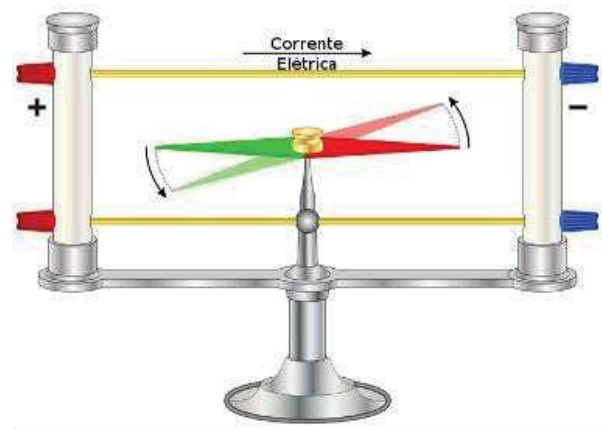
### **2.3.2 Justificativa**

O primeiro registro de uma bússola em um texto europeu data do ano 1180 feito pelo teólogo inglês Alexander Neckam, no livro *De Utensilibus* (“Sobre Instrumentos”). Mas há indícios confiáveis de que aparelhos magnéticos primitivos eram usados muito antes disso pelos chineses. Assim como os árabes e escandinavos que também já realizavam viagens marítimas por volta do século XII, e provavelmente pode a bússola ter surgido de maneira independente e simultânea em um desses grupos. As primeiras versões, tinham uma simples agulha magnetizada presa a rolhas ou lascas de madeira, para flutuar num recipiente com água.

Mais tarde, na primeira metade do século XIX, a eletricidade e o magnetismo ainda eram tratados como fenômenos que não apresentavam nenhuma relação. Para o pensamento da época, haviam alguns elementos de cada um dos fenômenos como a inseparabilidade dos polos magnéticos frente a um único polo elétrico e a especificidade de materiais a serem atraídos pelo ímã em comparação aos que seriam atraídos eletricamente reforçavam essa ideia.

Em 1820, Oersted reparou que a agulha da bússola apontava normalmente para o norte geográfico quando o circuito estava desligado, porém, era defletida quando a corrente elétrica fluía pelo fio (Figura 2).

Figura 2 - Experiência de Oersted



Fonte: mundoeducacao.uol Extraído e adaptado de [super.abril.com/mundo-estranho](http://super.abril.com/mundo-estranho) e <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/experimento-oersted.htm>

Oersted concluiu que cargas elétricas em movimento eram capazes de causar uma deflexão na agulha. Um fio que conduz corrente elétrica atua como um ímã!

### **2.3.3 Objetivo(s) da aula**

Construir uma bússola;

Comparar o funcionamento da bússola comercial com o da bússola construída com material de baixo custo;

Verificar a presença do campo magnético num fio que conduz corrente elétrica.

### **2.3.4 Metodologia de Ensino**

*Questão motivadora:*

*Como os pássaros migratórios são capazes de “traçar e viajar” em sua rota?*

Para essa aula, vamos construir em grupos uma bússola, pode-se optar por pedir aos alunos que já tragam para aula a bússola construída e, fazendo uso da bússola comprada verificar seu funcionamento.

Recriar o experimento de Oersted, usando as bússolas que nós construímos, e depois, certificados de que há um campo magnético ali, usar limalha de ferro para verificar as linhas de campo criadas por um fio condutor de eletricidade.

Conceituar bobinas, solenoides e toroides e suas aplicações e seu uso (o material usado com os alunos encontra-se ao final do material).

### **2.3.5 Recursos utilizados**

Trabalho em grupo, onde os alunos vão construir e discutir suas observações. Quadro e giz, textos, vídeos e os kits para construção da bússola contendo rolha, ímã de ferrite, agulhas, linha, pote plástico de iogurte vazio e bússolas comerciais ou de celular.



### **2.3.6 Avaliação da aprendizagem**

Durante toda a aula, na participação e envolvimento dos alunos.

Discussões entre os alunos com a interferência do professor caso seja necessário.

## **2.4 AULA 4 – BALANÇO MAGNÉTICO E FORÇA MAGNÉTICA**

### **2.4.1 Identificação**

Tema Amplo: Eletromagnetismo

Tema da aula: O balanço magnético e a força magnética

Tempo estimado: 50 min

### **2.4.2 Justificativa**

Grande parte da tecnologia que faz parte do nosso cotidiano faz uso da eletricidade e do magnetismo. Os eletrodomésticos como o ventilador, tem em seu motor fios de cobre que, quando passam a corrente elétrica, acabam gerando campos magnéticos.

Um dos grandes indícios da relação entre o magnetismo e a eletricidade foi percebida por Oersted quando um fio conduzindo corrente elétrica, movimentou a agulha de uma bússola. Se pararmos para analisar, esse movimento da agulha pode ser dito como efeito de uma força sobre ela a qual chamamos força magnética.

Extraído e adaptado de: <https://www.unifal-mg.edu.br/mnpef>

### **2.4.3 Objetivo(s) da aula**

Construir balanços magnéticos para verificar a presença da força magnética, construídos com material de baixo custo;

Verificar, num eletroímã, o surgimento de uma força magnética.

### **2.4.4 Metodologia de Ensino**

*Questão motivadora:*

1. Foi com a descoberta de Oersted que se deram os primeiros indícios de que havia algo em comum entre as forças elétricas e magnéticas. Que inovações essas descobertas trouxeram para o mundo?
2. Como funciona o motor elétrico? Os carros elétricos também funcionam assim?

Nessa aula, os alunos em grupo devem experimentar o balanço eletromagnético que pode ser feito com madeira, ou palitos de picolé, ou tubos de caneta, ou qualquer outro material similar. No nosso caso, optamos por construir balanços com materiais nada convencionais e de baixíssimo custo, para isso, distribuímos os kits por grupo e os deixamos montar, logo depois, brincar com os balanços, verificar, experimentando se todos são eficientes. Qual seria mais eficiente? O que faz a “bobina” mover-se? Que força é essa?

Conceituar força magnética e lei do tapa ou a regra da mão esquerda, o material utilizado neste trabalho encontra-se ao final do mesmo.

#### **2.4.5 Recursos utilizados**

Trabalho em grupo, onde os alunos vão construir e discutir suas observações. Quadro e giz, textos, vídeos.

Propor a construção do eletroímã – sugestão em anexo.

#### **2.4.6 Avaliação da aprendizagem**

Durante toda a aula, na participação e envolvimento dos alunos.

Discussões entre os alunos com a interferência do professor caso seja necessário.

### **2.5 AULA 5 – CONSTRUÇÃO DO ELETROÍMÃ**

#### **2.5.1 Identificação**

Tema Amplo: Eletromagnetismo

Tema da aula: O eletroímã

Tempo estimado: 50 min

### 2.5.2 Justificativa

Há uma história que diz que o dinamarquês Hans Christian Oersted já previa, em 1820, a existência de alguma relação entre corrente elétrica e magnetismo, mas que ainda não havia conseguido prová-la experimentalmente. Ele imaginou um experimento pouco antes de ir para aula na universidade da qual era professor, e conta-se que decidiu experimentar em frente aos alunos e que funcionou! E que foi dessa forma, que a relação entre eletricidade e magnetismo, foi verificada pela primeira vez.

A partir de então começaram a surgir diversos instrumentos como o motor elétrico, cartões magnéticos, a produção de energia nas usinas hidrelétricas, ondas de rádio e televisão, aparelhos de telecomunicação etc.

Adaptado de: <https://museuweg.net/blog/hans-christian-oersted/>

### 2.5.3 Objetivo(s) da aula

Construir eletroímãs no formato de um desafio/competição procurando perceber e entender a presença de uma força magnética, construídos com material de baixo custo;

Verificar, num eletroímã, o surgimento de uma força magnética.

Perceber que ímãs (eletroímãs) podem ser ligados e desligados.

### 2.5.4 Metodologia de Ensino

*Questão motivadora:*

*Como você imagina que seria nosso cotidiano se Oersted não tivesse tido sucesso em seu experimento?*

Nessa aula, os alunos em grupo devem montar eletroímãs após fornecidos o kit com o material para confecção dos mesmos, uma vez que o fio de cobre flexível é o melhor para esse propósito e não se encontra em lojas mais facilmente.

Brincar com os eletroímãs, verificar, experimentando se todos são eficientes. Qual seria mais eficiente? Que força é essa?

Conceituar força magnética.

**2.5.5 Recursos utilizados:**

Trabalho em grupo, onde os alunos vão construir e discutir suas observações.  
Quadro e giz, textos, vídeos.

Propor a construção do eletroímã – sugestão em anexo.

**2.5.7 Avaliação da aprendizagem**

Durante toda a aula, na participação e envolvimento dos alunos.

Discussões entre os alunos com a interferência do professor caso seja necessário.

**2.6 AULA 6 – APLICAÇÕES DO ELETROÍMÃ****2.6.1 Identificação**

Tema Amplo: Eletromagnetismo

Tema da aula: Aplicações do eletroímã

Tempo estimado: 50 min

**2.6.2 Justificativa**

A partir da experiência de Oersted, que descobriu uma inter-relação entre os fenômenos elétricos e magnéticos, Maxwell estabeleceu bases teóricas sólidas sobre a relação entre o campo elétrico e o magnético, tratando das ondas eletromagnéticas presentes em nossas vidas.

Os motores elétricos, o micro-ondas, as hidrelétricas, o rádio e a televisão, aparelhos de telecomunicação etc.

**2.6.3 Objetivo(s) da aula**

Conhecer algumas das diversas aplicações dos eletroímãs tão presentes em nosso cotidiano;

Perceber que ímãs, os naturais e os eletroímãs, podem ser ligados e desligados.

#### **2.6.4 Metodologia de Ensino**

Nessa aula, será citado de forma dialógica alguns equipamentos usados em nossa vida diária que apresentam funcionamento baseado na eletricidade e no magnetismo.

Foi proposto a construção de um mapa conceitual sobre todas as aulas anteriores aos alunos

#### **2.6.5 Recursos utilizados**

Trabalho em grupo, onde os alunos vão construir e discutir suas observações. Quadro e giz, textos, vídeos.

#### **2.6.6 Avaliação da aprendizagem**

Durante toda a aula, na participação e envolvimento dos alunos.

Discussões entre os alunos com a interferência do professor caso seja necessário.

### **2.7 AULA 7**

#### **2.7.1 Identificação**

Tema Amplo: Eletromagnetismo

Tema da aula: Aplicações do eletroímã aplicações na medicina – O exame de ressonância nuclear magnética

Tempo estimado: 50 min

#### **2.7.2 Justificativa**

Conhecer um pouco sobre as aplicações do eletromagnetismo especialmente na medicina.

Compreender sobre a aplicabilidade dos conceitos físicos e modelos matemáticos em nosso cotidiano.

### **2.7.3 Objetivo(s) da aula**

Compreender o princípio básico do exame RMN.

Perceber como nossas células se comportam, o porquê da eficácia desse exame.

### **2.7.4 Metodologia de Ensino**

*Questão Motivadora:*

*Você já fez ou provavelmente conhece alguém que já tenha feito o Exame de Ressonância Magnética Nuclear. Como funciona esse exame?*

Essa aula terá o formato tradicional, com aspectos de seminário, onde serão apresentados aos alunos o exame de ressonância magnética nuclear, o princípio de seu funcionamento e o como a água, abundante em nosso organismo, é a grande responsável pela aplicabilidade do mesmo. O material usado neste trabalho encontra-se no ANEXO 1 deste material.

### **2.7.5 Recursos utilizados**

Quadro e giz, textos onde os alunos terão oportunidades de questionarem, tirar dúvidas a fim de construir conhecimento.

### **2.7.6 Avaliação da aprendizagem**

Durante toda a aula, na participação e envolvimento dos alunos.

Discussões entre os alunos com a interferência do professor caso seja necessário.

## REFERÊNCIAS BÁSICAS

CORREIO. O mistério oculto do magnetismo. Disponível em: [http://correio.rac.com.br/\\_conteudo/2018/04/opiniaio\\_segunda\\_feira/542894-o-misterio-oculto-do-magnetismo.html](http://correio.rac.com.br/_conteudo/2018/04/opiniaio_segunda_feira/542894-o-misterio-oculto-do-magnetismo.html). Acesso em nov. 2020.

MÁXIMO Antônio, ALVARENGA Beatriz. **Física**. Ed.Scipione. São Paulo, 2016.

MUNDO EDUCAÇÃO. Experimento de Oersted. Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/experimento-oersted.htm>. Acesso em nov. 2020.

PIETROCOLA, Maurício. **Física em contextos**. Editora do Brasil: São Paulo, 2016.

SUPER. Como foi inventada a bússola. Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-foi-inventada-a-bussola/>. Acesso em nov. 2020

## APÊNDICE A – ROTEIRO PARA CONSTRUÇÃO DA BÚSSOLA

### Objetivos

Construir e observar o funcionamento de uma bússola magnética.

### Materiais Utilizados

1 ímã, 1 agulha, 1 pedaço de barbante fino, 1 rolha, 1 pote de iogurte vazio..

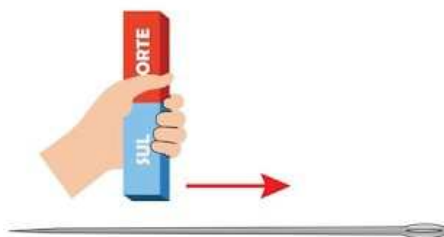
(Escolha o material para a agulha, qualquer pedaço de metal que pode ser magnetizado, como uma agulha de costura, um clipe de papel, alfinete de segurança, um grampo de cabelo).

### Montagem e Procedimento

Magnetizar a agulha pode ser feito passando-se o ímã natural várias vezes sobre ela, esfregue um dos polos do ímã na agulha sempre na direção do seu comprimento e sentido e no sentido do centro para a ponta (Figura 3). Providencie um recipiente e uma base de apoio para a agulha da bússola, como uma cortiça do tamanho de uma moeda ou uma tampa de refrigerante (Figura 4).

*(Faça movimentos firmes e na direção e sentido do comprimento, não faça movimentos "vai e volta" sempre ao longo do seu comprimento.. Com o outro polo do ímã faça o mesmo procedimento, mas agora atritando-o do centro para a cabeça, para imantar um material basta esfregar nele o ímã diversas vezes, sempre na mesma direção e num mesmo sentido. Compare com uma bússola comercial para identificar o Norte e o Sul da bússola).*

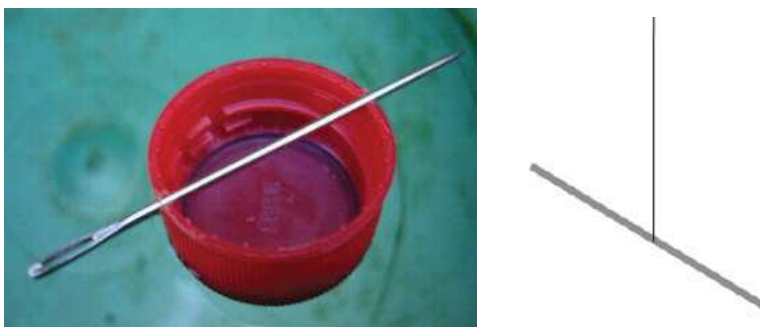
Figura 3 - Imantando a agulha



Fonte. [umcursodefisica/eletromagnetismo/imas-e-campo-magnetico](http://umcursodefisica/eletromagnetismo/imas-e-campo-magnetico)



Figura 4 - Bússola caseira



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 5 - Construção da bússola



Fonte: wiki.how.com

O importante na construção da bússola é que a agulha esteja livre para girar, e a agulha se orientará na direção norte-sul terrestre.

Neste site você encontra uma outra sugestão para construir sua bússola, vale conferir:

<http://chc.org.br/acervo/construa-sua-propria-bussola/>

## APÊNDICE B – CAMPO MAGNÉTICO E PROPRIEDADES MAGNÉTICAS DOS MATERIAIS

Em 1820, o físico dinamarquês Oersted demonstrou que um fio percorrido por corrente elétrica produzia uma perturbação na agulha de uma bússola, mais tarde, descobriu-se que ali havia a presença de um campo magnético ( $\vec{B}$ ). Encontrou então a conexão entre eletricidade e magnetismo, uma revolução na física. Sabe-se hoje que o campo magnético é produzido por cargas em movimento e que o movimento dos elétrons nos orbitais e seu spin originam as propriedades magnéticas dos materiais.

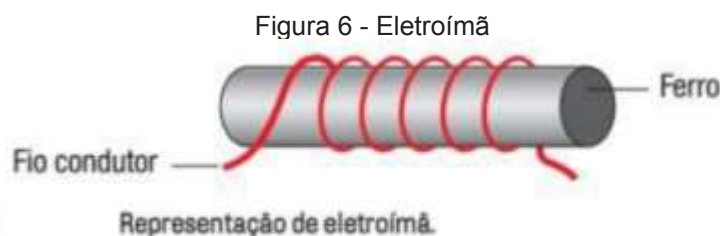
Pode-se dizer que o magnetismo dos materiais resulta da combinação do momento angular orbital e do momento angular de spin do elétron, tem origem então em sua estrutura atômica. O modo como se dá essa combinação define o comportamento magnético dos materiais. Classificam-se em:

- **Diamagnéticos:** quando na presença de um campo magnético externo, eles até se organizam criando um campo magnético em sentido contrário ao que foi submetido e desaparecem assim que o campo externo é removido. Por essa razão, esse tipo de material não é atraído por ímãs.
- **Paramagnéticos:** são materiais que possuem os elétrons desemparelhados, mas quando submetidos a um campo magnético externo, se alinham de acordo com o campo ao qual foram submetidos, mas que desaparece assim que o campo externo é retirado, por isso, são fracamente atraídos por ímãs.
- **Ferromagnéticos:** são materiais que adquirem campo magnético no mesmo sentido do campo que o gerou e esse campo se mantém mesmo quando o material é removido. São fortemente atraídos por ímãs, podemos dizer que há um tipo de memória magnética.

## APÊNDICE C - BOBINAS, TOROIDES E SOLENOIDES

Texto Adaptado. AURELIO e TOSCANO. Física, Interação e Tecnologia.

O fenômeno observado por Oersted permitiu estabelecer inúmeros outros trabalhos pois foi quem enfim, encontrou a relação entre a eletricidade e o magnetismo, tornando possível, por exemplo, a construção do eletroímã - um “ímã” que mantinha essas características apenas quando atravessado por corrente elétrica (Figura 6), podemos dizer, um ímã que pode ser ligado e desligado. Uma tecnologia ainda hoje muito usada em aparelhos elétricos, instrumentos de pesquisa e tecnologia nos diversos ramos da ciência.



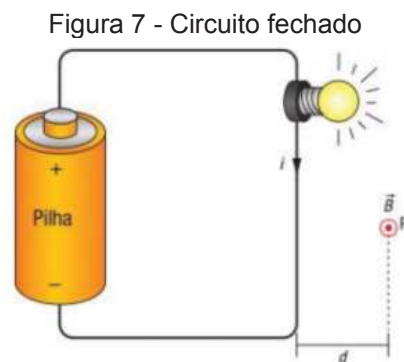
Fonte. fisica-interacao-e-tecnologia-vol-3-2016-editora-leya

Quando o fio tem a forma de uma espiral, é chamado solenoide.

O valor do campo magnético produzido pelas correntes elétricas nos circuitos podem ser obtidos através das expressões matemáticas a seguir.

- **Circuito com Fio retilíneo:**

O campo magnético nesse circuito depende basicamente de dois fatores, a intensidade da corrente e a distância ao fio. Quanto maior a corrente, maior o campo magnético e quanto maior a distância do fio menor o campo magnético naquele ponto (Figura 7).



Fonte. fisica-interacao-e-tecnologia-vol-3-2016-editora-leya

Consideremos que o valor da constante  $k$  depende do material que envolve o fio e que, para um fio retilíneo, temos que:

$k = \frac{\mu}{2\pi}$ , e  $\mu$  representa a permeabilidade magnética do meio:

$$B = \frac{\mu}{2\pi} \cdot \frac{i}{d}$$

- **Circuito em Bobinas:**

Fio condutor elétrico enrolado em si mesmo ou em volta de uma superfície também condutora (Figura 9).

Sua aplicação mais evidente é a de produzir magnetismo, tornando a bobina um eletroímã, pois onde há corrente elétrica, há campo elétrico e um campo magnético ( $\vec{B}$ ).

Como pode-se comprovar que o campo magnético ao redor de um fio é circular e perpendicular a ele, uma maneira fácil de ampliar o campo magnético é enrolar o fio como uma bobina.

- **Solenóide:**

Um fio condutor dobrado em forma de hélice ou definido como um conjunto de espiras de mesmo eixo espaçadas uniformemente (Figura 8).

Com a passagem de corrente elétrica, cria-se um campo magnético ao redor do mesmo e em seu interior.

- **Toroide:**

Um bobina cilíndrica, recebe o nome de toroide. Pode-se dizer que é um solenoide que foi encurvado até formar um anel (Figura 8).

O campo magnético produzido pela corrente elétrica em um solenoide pode ser calculado no seu interior, ao longo do seu eixo central, longe das bordas ou próximo às bordas. Seu valor depende da intensidade da corrente elétrica, do número de voltas (N) do solenoide e de seu comprimento (L). Quanto mais juntas as voltas estão umas das outras, maior o valor do campo magnético.

A expressão matemática da intensidade do campo magnético é:

$$B = \mu \cdot \frac{N}{L} \cdot i$$

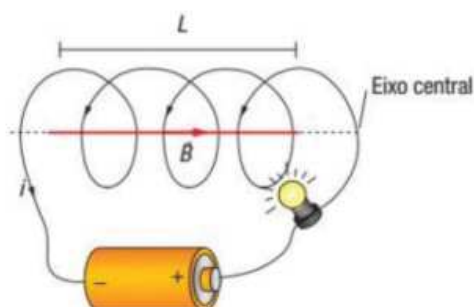
Onde:  $B$  é o valor do campo magnético,  $k = \mu$  é a própria permeabilidade magnética do meio,  $N$  o número de voltas,  $L$  o comprimento do fio e  $i$ , a intensidade da corrente elétrica.

Figura 8 - Solenoide e toroide



Fonte. [herwing-oli.blogspot.com/2018/08/bobinas-las-bobinas-son-un-elemento](http://herwing-oli.blogspot.com/2018/08/bobinas-las-bobinas-son-un-elemento)

Figura 9 - Circuito fechado com solenoide



Fonte. [fisica-interacao-e-tecnologia-vol-3-2016-editora-leya](http://fisica-interacao-e-tecnologia-vol-3-2016-editora-leya)

## APÊNDICE D - CONSTRUÇÃO DO BALANÇO ELETROMAGNÉTICO

### Objetivo

Demonstrar a ação da força magnética sobre um condutor retilíneo percorrido por uma corrente elétrica e submetido a um campo magnético.

### Materiais Utilizados

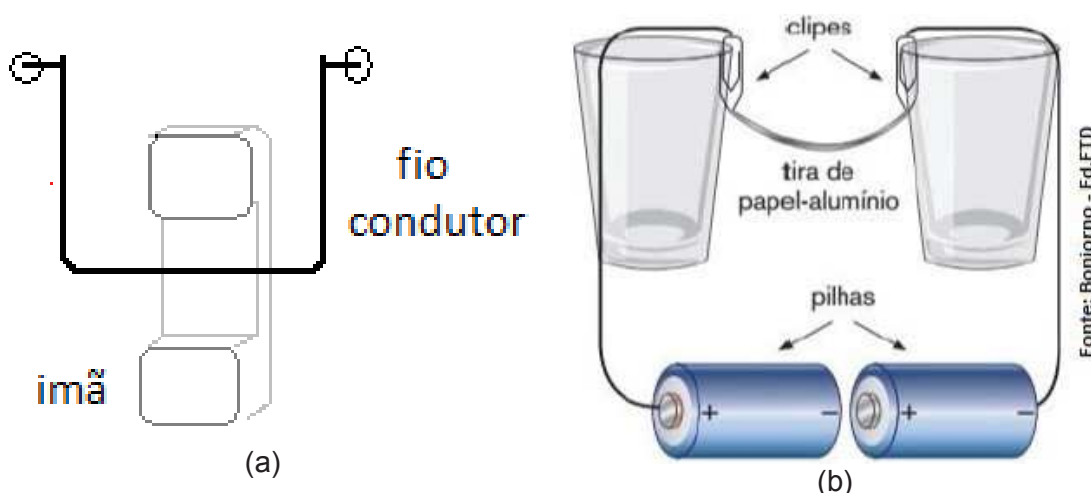
1 fio metálico (retilíneo e rígido) ou copos plásticos para estrutura, 1 ímã com forma de ferradura ou ímãs qualquer, 1 fonte de baixa tensão (bateria de 9V ou 12V) ou pilhas, cabos conectores, fio condutor fino ou fita de papel alumínio culinário.

(Escolher o material para montar a estrutura do balanço, madeira, canos de PVC, tubos de caneta, palitos de picolé, fio rígido ou copos plásticos).

Montar a estrutura, Figura 10, usando como base um pedaço de madeira, papelão, massa de epóxi ou de modelar.

O balanço para funcionar deve ter a seguinte configuração:

Figura 10 - Construção do balanço eletromagnético



Após a montagem, conectar a fonte de energia, pilha. Observar o que acontece.

## APÊNDICE E – FORÇA MAGNÉTICA

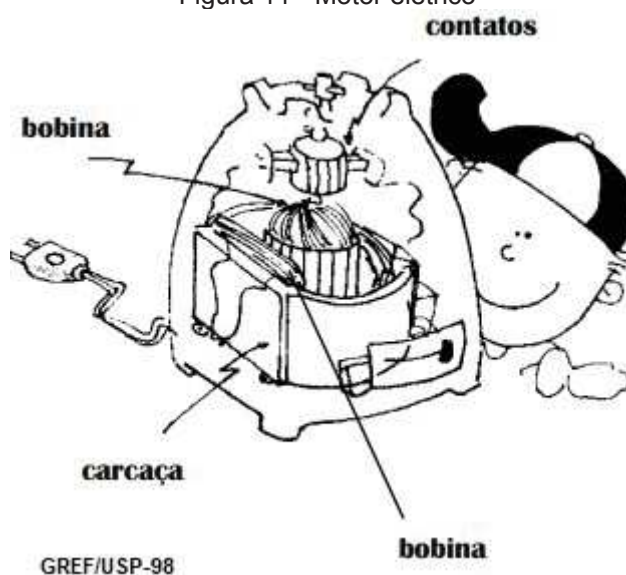
Um dos primeiros indícios da existência de uma interação entre o magnetismo e a eletricidade foi a observação do desvio de uma bússola em relação à sua orientação usual quando está próxima de um fio conduzindo corrente elétrica. Dessa forma podemos concluir que a agulha da bússola se movimenta devido a existência de uma força agindo nela.

Essa força, chamada força magnética, é também conhecida por força de Lorentz é o resultado da interação entre dois corpos dotados de propriedades magnéticas como ímãs ou cargas em movimento.

Os motores elétricos utilizam a força magnética que atua sobre cargas em movimento para transformar energia elétrica em energia mecânica.

Nos aparelhos eletrodomésticos existem várias bobinas, ligadas e desligadas alternadamente, mantendo o motor funcionando

Figura 11 - Motor elétrico

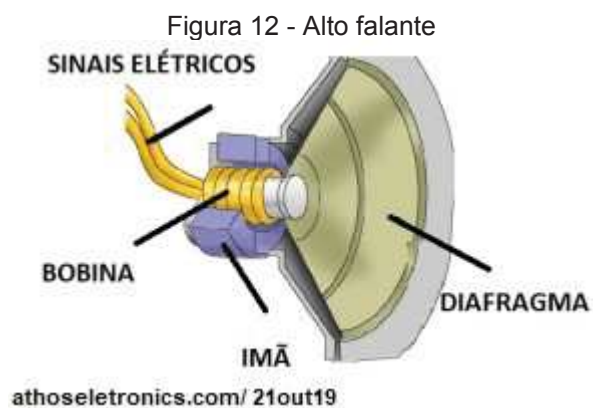


Fonte: GREF.Edusp.

Nos liquidificadores (Figura 11), furadeiras, batedeiras, os motores elétricos não apresentam ímãs e sim, bobinas tanto no eixo como fora dele.

Nos alto-falantes (figura 12), um eletroímã é envolvido por um ímã permanente, no formato de um anel fixo. Quando passa corrente elétrica, o ímã

interage com o eletroímã que se movimenta e move o cone, que provoca uma vibração produzindo som que se propaga no ar.



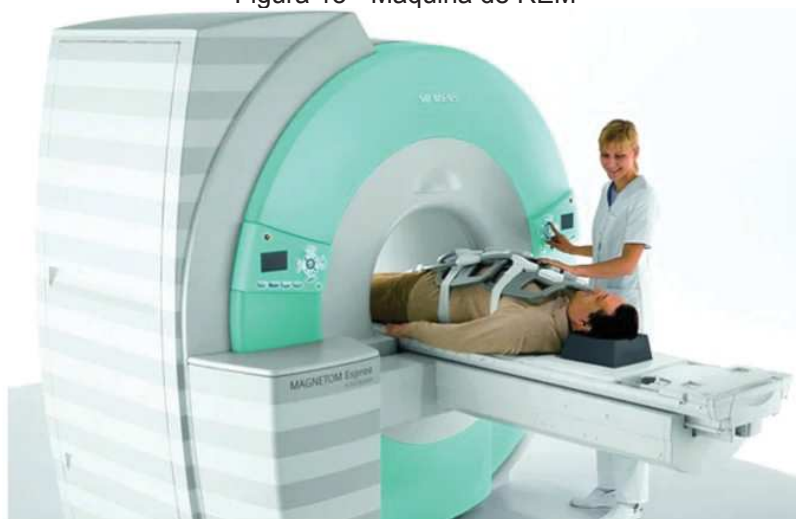
Fonte: Athos Eletrônica



## APÊNDICE F – O EXAME DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

A máquina de ressonância magnética, Figura 13, tem um grande ímã que interage com nosso corpo por meio de campos magnéticos e pulsos de radiofrequência. Assim, cria imagens em alta definição em três planos: horizontal, vertical e com o corpo dividido em camadas.

Figura 13 - Máquina de REM



Com um visual meio futurista, a ressonância magnética ainda assusta algumas pessoas. Foto: Divulgação/SAÚDE é Vital

Fonte: Saúde e vida

Serve para fazer pesquisa e análise de doenças neurológicas, ortopédicas, abdominais, cervicais e cardíacas. O teste pode diagnosticar, para ter ideia, esclerose múltipla, câncer, infartos, fraturas e até infecções. Para detectar tendinites, hérnias de disco e lesões de ligamento, assim como, o Alzheimer, atrofia e lesões nos vasos sanguíneos cerebrais (que podem indicar um AVC).

A ressonância nuclear magnética usa o fato de certos átomos se comportarem como pequenos ímãs. Os átomos podem se alinhar com um campo magnético aplicado. Essa técnica usa essa interação para determinar a concentração dos diferentes átomos e sua distribuição no corpo humano. Cada átomo possui uma frequência de ressonância (os núcleos dos átomos emitem ondas eletromagnéticas captadas por antenas) diferente para um mesmo campo magnético aplicado. Como o corpo humano é basicamente composto de água, com grande quantidade de hidrogênio, facilmente medido com esta técnica, e o fato de não emitir

radiação é um excelente exame diagnóstico. Para medir outros átomos, muda-se a frequência do campo magnético aplicado.

## **APÊNDICE G – ADAPTAÇÃO DA SD PARA O ENSINO DE JOVENS E ADULTOS**

A seguir apresentamos uma sugestão de adaptação no roteiro para aplicação da SD na educação de jovens e adultos (EJA).

### **AULA 1**

#### **Eletromagnetismo**

##### **Concepções espontâneas sobre magnetismo**

Tempo estimado: 1 aula - 50 min

Fazer um Brainstorming sobre ímã e magnetismo com os alunos buscando conhecer as concepções espontâneas dos alunos;

Distribuir entre os grupos os folhetos do ANEXO 1 para serem discutidos entre si e depois socializarem as opiniões de cada grupo.

Sobre os folhetos, temas como:

- Colchões magnéticos;
- Pulseira quântica;
- Economizador magnético de combustível;
- Fechadura magnética;
- Exame de ressonância nuclear magnética.

### **AULA 2**

#### **Eletromagnetismo**

##### **Conhecendo uma bússola**

Tempo estimado: 1 aula - 50 min

Começar a aula falando sobre os alimentos ricos em Ferro e questionar, por exemplo, como seria esse ferro?

- Pedir sugestões de como poderíamos comprovar a presença desse ferro nos alimentos.
- Como vocês imaginam que é o ferro presente nos alimentos?

Demonstrar a presença do metal nos cereais matinais ricos dessa substância, triturado em água, fazendo uso de um ímã para atrair e aglutinar o ferro.

Propor algumas questões para fomentar as observações e comentários dos alunos durante a execução da tarefa.

1. Que diferenças ou semelhanças podem ser citadas entre os campos magnético, campos gravitacional e campos elétrico?
2. Você saberia dizer por que uma bússola funciona no planeta Terra?

Propor a construção das bússolas, utilizando o roteiro do APÊNDICE A, que deverão ser feitas uma por grupo, com materiais diferentes e comparadas com bússolas comerciais.

### **AULA 3**

#### **Eletromagnetismo**

#### **Experiência de Oersted e a força magnética**

Tempo estimado: 1 aula - 50 min

Nessa aula, os alunos em grupo devem experimentar o balanço eletromagnético, feito com madeira, ou palitos de picolé, ou tubos de caneta, ou qualquer outro material similar.

Brincar com os balanços, verificar, experimentando se todos são eficientes. Qual seria mais eficiente? O que faz a “bobina” mover-se? Que força é essa?

Conceituar força magnética.

Dar início à aula, lançando questionamentos acerca do tema envolvido, procurando proporcionar ao aluno momentos de observação e descobertas.

1. Sobre o surgimento de corrente elétrica em condutores, você sabe como isso acontece?
2. Identifiquem, neste experimento, as principais características do campo magnético que surgem por meio de corrente elétrica.

Escolher o material para montar a estrutura do balanço, madeira, canos de PVC, tubos de caneta, palitos de picolé, fio rígido. Utilize as orientações do APÊNDICE D.

Após a montagem, conectar a fonte de energia, pilha. Observar o que acontece.

Pense e pondere procurando responder às questões.

## **AULA 4**

### **Eletromagnetismo**

#### **O eletroímã**

Tempo estimado: 1 aula - 50 min

Construir eletroímãs no formato de um desafio/competição procurando perceber e entender a presença de uma força magnética, construídos com material de baixo custo.

Verificar, num eletroímã, o surgimento de uma força magnética.

Perceber que ímãs (eletroímãs) podem ser ligados e desligados.

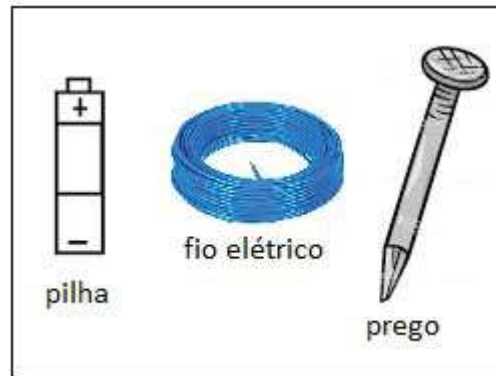
Nessa aula, os alunos em grupo devem montar eletroímãs após fornecidos o kit com o material para confecção dos mesmos, uma vez que o fio de cobre flexível é o melhor para esse propósito e não se encontra em lojas mais facilmente.

Para construir o eletroímã, vale saber que é um dispositivo constituído de um núcleo de ferro (prego) recoberto por espiras (voltas) de um fio metálico. Nesses dispositivos, o campo magnético é obtido quando as espiras são percorridas por corrente elétrica. Você deve usar o kit, Figura 14, para montar o mesmo.

Brincar com os eletroímãs, verificar, experimentando se todos são eficientes, procurando responder às questões:

- 1- Sobre a dependência entre o campo magnético, a corrente elétrica e o tipo de condutor, exemplifique, caso haja, alguma?
- 2- Você saberia dizer alguma aplicação desse tipo de fenômeno na indústria?
- 3- Você saberia diferenciar força magnética de força elétrica e de força gravitacional?

Figura 14 - Kit para construção do eletroímã



Fonte: Acervo próprio

## ANEXO 1 – FOLHETOS ILUSTRATIVOS

Figura 15 - Folder colchão magnético

# Colchões Magnéticos



- \* **COM INFRA-VERMELHO LOGO**
- \* **ENERGIA BIO-QUANTICA E**
- \* **VIBRO-MASSAGEM**

**produtos com alta tecnologia em benefício da sua saúde!**

**NATWS**  
**Gold**  
Produtos Naturais

**15 ANOS**  
**DE GARANTIA**



***Benefício de um sono reparador***

**Melhora a circulação sanguínea** 80% das doenças provêm da má circulação (Universidade de Tóquio)  
**Contribui para a renovação celular** (Universidade de Cambridge - Grã Bretanha) **Melhora a atividade das células da pele** (Universidade Federal da Itália) **Ajuda na redução do ácido láctico** (Universidade Federal da Murcia - Espanha) **Promove a flexibilidade muscular** Os músculos vão endurecendo à medida em que envelhecemos **Eficiente contra inflamação, inchaço, dores e febre** (Pesquisas realizadas com Seres Humanos - PóntyPool, Gales - UK) **Ideal para a proteção da coluna vertebral** Ortopedia equilibrada entre anatomia e peso corporal **Promove a auto massagem relaxante (DO-IN)** Contribui para o equilíbrio emocional **Menor movimentação durante o sono** Fortalece o Sistema Imunológico

[www.natwsgold.com.br](http://www.natwsgold.com.br)

Fonte: natwsgold.com.br

Figura 16 - Folder pulseira magnética

**TRUQUE 'QUÂNTICO'**

Pulseira de R\$ 130 promete melhorar fluxo de energia no corpo

**O QUE A PULSEIRA PROMETE**

- > Aumento do equilíbrio, da força, da flexibilidade e da capacidade de concentração
- > Segundo os fabricantes, o holograma presente no produto otimiza a fluência energética natural do corpo

**O QUE DIZEM OS ESPECIALISTAS**

- > O holograma presente na pulseira não tem a capacidade de trazer esses benefícios

**As últimas derrotas da pulseira**

Set.2010	Nov.2010	Dez.2010
> A Anvisa suspende a propaganda dos efeitos terapêuticos das pulseiras no Brasil	> Espanha multa a revendedora em 15 mil euros por propaganda enganosa	> Itália multa distribuidora em 300 mil euros > Revendedora australiana é obrigada a admitir que as pulseiras não têm comprovação e a reembolsar clientes

Fonte: [ondagringa.com.br](http://ondagringa.com.br)



Figura 17 - Folder sobre economizadores magnéticos de combustível

COMBUSTÍVEL POUCO OXIGÊNIO

COMBUSTÍVEL MUITO OXIGÊNIO

MOLECULAS DESORDENADAS  
COMBUSTÍVEL POBRE

MOLECULAS ORDENADAS  
COMBUSTÍVEL EFICIENTE

Max EPR

Tecnologia Magnética

EPR

Máxima Economia  
Máxima Potência  
Máxima Redução de Gases

**SUPER ECONOMIZADOR DE COMBUSTÍVEL**

**EPR**

ECONOMIA ACIMA DE 20% ESPERA AMORTIZAR O INVESTIMENTO EM MENOS DE 10.000 KM

Fonte: mercado livre.com

Figura 18 - Informe fechadura magnética



**FECHADURA MAGNÉTICA**



**M150 ECO**

MD94 V12

A IPEC se reserva no direito de alterar o produto aqui apresentado sem aviso prévio.

**2 INSTALAÇÃO ELÉTRICA**

O eletroimã é adaptável a qualquer controle de acesso, desde que seguidas as exigências técnicas, como tensão de alimentação e corrente nominal.

Para manter o eletroimã em funcionamento (magnetizado) é necessário um comando Normalmente Fechado (NF), alimentando-o.

Necessitando desligar o eletroimã (desmagnetizado), sua alimentação deve ser cortada.

**3 ITENS INCLUSOS**

- 1 unidade - Eletroimã
- 3 unidades - Cantoneiras para fixação
- 1 unidade - Kit de fixação
- 1 unidade - Blanque

**4 DADOS TÉCNICOS DO ELETROIMÃ**

FORÇA DE TRACÇÃO (kgF)	150
TENSÃO (VDC)	12
CORRENTE NOMINAL (mA)	460
DIMENSÕES (C X L X P)	145 x 47 x 28
PESO SEM SUPORTE (KG)	0,800
POTÊNCIA (W)	4,47
TEMPERATURA (°C)	-15 a 50
CONSUMO MENSAL (KWH)	~3,42

**5 ESQUEMA DE LIGAÇÃO**

Fio vermelho é positivo (+)  
Fio azul é o negativo (-)  
A tensão de alimentação: 12 VDC

ESQUEMA DE LIGAÇÃO UTILIZANDO A FONTE CARREGADOR ELETRÔNICO COM TIMER 2A(A2070)



A utilização da "Fonte Carregador Eletrônico com Timer 2A (A2070), mantém a Fechadura Magnética M150 ECO em funcionamento mesmo com a falta de energia.

\*A Fonte Carregador com Timer, Bateria e o Botão NA, são itens vendidos separadamente.

**CIRCUITO DE PROTEÇÃO**

Na Fechadura Magnética M150 ECO, todo o circuito de proteção está dentro do blanque facilitando sua desmagnetização.

**PROCEDIMENTOS DE CONSERVAÇÃO**

Para manter o equipamento funcionando é necessário:

- Fazer a limpeza da face da fechadura mensalmente com um pano umedecido com querosene.
- Re-apertar os parafusos de suporte do eletroimã.
- Não solde, não pinte, não lixe e não deforme a superfície magnética do blanque.

**ATENÇÃO**

- Esse produto não é resistente a chuva, granizo, baixas temperaturas e variação de pressão.
- Antes de descartar este produto o usuário deve verificar a legislação vigente neste país de modo que atenda, de forma adequada, as leis de preservação do meio ambiente e descarte de produtos eletro-eletrônicos.
- Produto fabricado com metais aprovados pelos órgãos ambientais.
- As Travas eletromagnéticas possuem um acabamento cromo para dar beleza ao produto e garantir que não apareça marcas de ferrugem durante o tempo de uso do produto. Portanto as Travas eletromagnéticas não podem ser instaladas em áreas de extrema exposição ao sol, chuva e maresias. Caso isso ocorra a garantia será suspensa automaticamente.
- A IPEC não recomenda o uso do produto em portões sociais. Pois nesses portões é importante que se instalem fechaduras eletromecânicas que mantêm o portão sempre trancados mesmo na falta de energia.

**IMPORTANTE!**

O blanque, já sai de fabrica montado e pré-ajustado.

Caso necessário ajuste mais fino para suprir as diferenças das portas (estar fora de nível ou esquadro), soitar o parafuso que segura o blanque, para que haja uma folga maior de pressão nos anéis de borracha, assim deixando o blanque mais flexível suprimindo esta deficiência.

**1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMENTO**

A fechadura magnética M150 ECO (eletroimã) é um dispositivo que tem como princípio de funcionamento a força de tração eletromagnética. Sua função se dá através do contato das superfícies do blanque e do eletroimã resultando numa força de tração, de aproximadamente 150kgf.

Deslocamento sempre no sentido de tração, e não no cisalhamento



Blanque

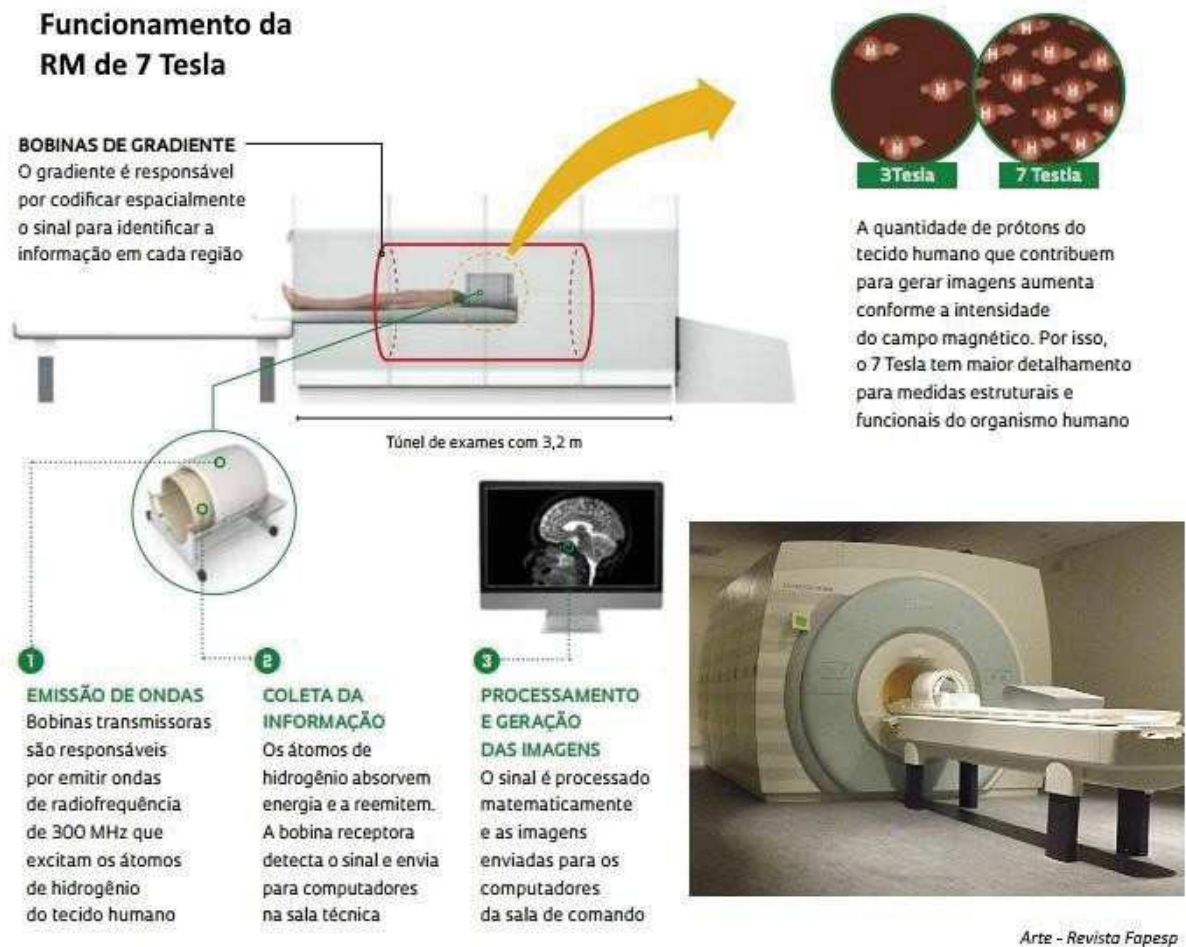
Eletroimã

Força de Tração

Força de cisalhamento

Fonte: livrozila.com

Figura 19 - Folder funcionamento da Ressonância Magnética



Fonte: operamundi.uol.com.br

Figura 20 - Folder exame de ressonância magnética

## Ressonância magnética

### Para que serve?

Examina com detalhes ossos, tórax, pulmões, coração e vasos sanguíneos

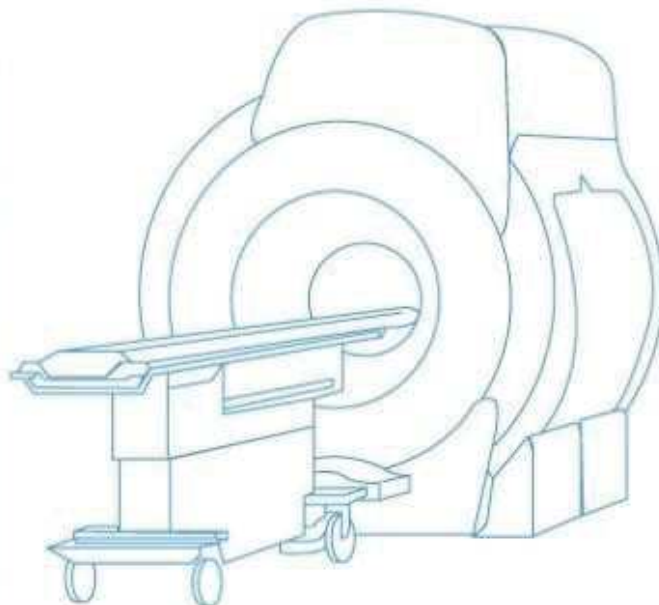
### Como funciona?

Não usa radiação, mas um grande ímã

O campo magnético alinha as moléculas de água e hidrogênio para um mesmo lado do corpo

Esse campo é desligado, mas a máquina capta a marca deixada

O tubo tem uma campainha e um comunicador por voz, se precisar de ajuda



### Cuidados

Como a tinta da tatuagem contém metais, é preciso usar uma toalha úmida sobre o desenho durante o exame. Caso contrário, há o risco de queimaduras

É proibida para portadores de marcapasso, que pode deslocado pelo campo magnético, e para quem tem implante auditivo

Fonte: ortodontia.com.br