

CONSTRUINDO UM LEVITRON COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO



DANIEL GOMES DE SOUSA

PROF. DR. TIAGO DE JESUS SANTOS



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA NATUREZA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 59

PRODUTO EDUCACIONAL

CONSTRUINDO UM LEVITRON COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO

Daniel Gomes de Sousa
Prof. Dr. Tiago de Jesus Santos

Rio Branco Acre
2024



Daniel Gomes de Sousa

CONSTRUÇÃO DE UM LEVITRON COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO

Este produto educacional é parte integrante da dissertação: **CONSTRUÇÃO DE UM LEVITRON DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO DE FÍSICA E CIÊNCIAS**: uma abordagem freiriana para o ensino de Magnetismo no contexto do Novo Ensino Médio, desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo 59 – UFAC / IS Norte - AC, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:
Prof. Dr. Tiago de Jesus Santos

Rio Branco

2024

Agradecimentos

Gostaria de expressar minha sincera gratidão à Escola José Ribamar Batista ao qual faço parte do quadro de funcionários pela parceria na realização deste trabalho, com disponibilidade do espaço, pelo apoio ao desenvolvimento de todo o trabalho experimental e principalmente pelas devolutivas positivas no decorrer do processo de experimentação. Sem o generoso suporte fornecido por vocês, este trabalho de pesquisa não teria sido possível.

Agradeço profundamente à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), pelo investimento na minha formação acadêmica e pela confiança depositada em mim ao conceder essa bolsa de pesquisa. O apoio financeiro fornecido foi fundamental para a realização deste projeto, permitindo-me dedicar tempo e recursos necessários para conduzir as investigações, coletar dados, analisar resultados e redigir este trabalho.

Além disso, reconheço a importância do suporte e infraestrutura oferecidos pela instituição financiadora. Os recursos disponibilizados, como bibliotecas, laboratórios, equipamentos e acesso a bases de dados, foram de extrema relevância para o desenvolvimento desta pesquisa.

Agradeço também à equipe administrativa da instituição, responsável por todo o processo de seleção, gerenciamento e acompanhamento dos projetos financiados. Sua dedicação e profissionalismo contribuíram para que tudo transcorresse de maneira eficiente e transparente.

Espero que os resultados desta pesquisa possam não apenas corresponder às expectativas da Universidade Federal do Acre, mas também contribuir para o Ensino de Física e trazer benefícios para a sociedade como um todo.

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

Sumário

1. APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	6
2. SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS DE APROFUNDAMENTO COM FENÔMENOS MAGNÉTICOS.....	7
3. MAGNETISMO E LEVITAÇÃO MAGNÉTICA – UMA ABORDAGEM PARA O ENSINO MÉDIO	16
4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA SEGUNDO A PEDAGOGIA FREIRIANA NA CONSTRUÇÃO DE UM LEVITRON DE BAIXO CUSTO	25
5. CONSTRUÇÃO DE UM LEVITRON DE BAIXO CUSTO: GUIADO POR PRÁTICAS EXPERIMENTAIS ACERCA DOS FENÔMENOS MAGNÉTICOS	33
5.1 Experimento do campo magnético com diferentes geometrias de ímãs.....	34
5.2 Experimento do ferrofluido caseiro.....	35
5.3 Experimento do comportamento das linhas de campo magnético	36
5.4 Experimento do magnetismo terrestre.....	37
5.5 Construindo um levitron.....	39
REFERÊNCIAS	48

1. Apresentação do produto educacional

Um produto educacional é um item fundamental para um trabalho de dissertação e apresenta um caráter norteador para a concretização do trabalho, seja este de pesquisa ou experimental, agregando consigo itens fundamentais para uma análise qualitativa do processo. Essas características tornam **o produto educacional** uma produção obrigatória do MNPEF. Por ter cunho educacional, você professor pode utilizá-lo em sua proposta didática sem uma necessária consulta à dissertação.

Esse produto educacional refere-se a um experimento desafiador e lúdico sobre o fenômeno de levitação magnética, diretamente ligado ao processo de Ensino e Aprendizagem dos alunos, tornando a aula mais didática e atrativa possível. Essa proposta se justifica pela dificuldade dos alunos na compreensão dos fenômenos magnéticos atrelado às mudanças que ocorreram na carga horária da Base Comum na disciplina de Física.

A construção do levitron foi elaborada de forma descritiva a partir de pesquisas na área de Física que envolvem os fenômenos magnéticos. Podendo ser realizada por professores e estudantes que estão em busca de novas práticas educacionais ou novos conhecimentos. O fato de que uma escola pública contém em sua estrutura uma heterogeneidade de conhecimentos, dificuldades na elaboração de materiais didáticos, dificuldade na aquisição de materiais de laboratório, entre outros fatores, torna o desafio do experimento muito mais instigante.

Os estudantes de frente ao desafio podem sempre buscar novas formas de conhecimento, preenchendo lacunas presentes no seu percurso de ensino. Um estudante motivado e desafiado vislumbrando novas descobertas, desenvolve-se com mais habilidades e torna a sua formação mais enriquecedora e apta para buscar a sua autonomia no mundo em que vive. Os alunos criam expectativas para o êxito no trabalho, revendo conceitos, usando a pesquisa como ferramenta para a aquisição de conhecimentos científicos, o aprimoramento das suas atitudes enquanto estudante e o desenvolvimento da sua criatividade.

2. Sequências de aprofundamento com fenômenos magnéticos

No Quadro que segue serão apresentadas Sequências Didáticas (SDs) aplicáveis a investigação de fenômenos magnéticos com o intuito de nortear sua aplicabilidade com base na pedagogia freiriana.

Tema: Magnetismo	Ano: 2º Ano	Nº de Aulas: 10 (Cinco encontros de 2h)
Conteúdos Científicos Abordados:	Ímãs e suas diferentes geometrias, campo magnético de um ímã, linhas de campo magnético, ferrofluido e a interação com ímãs, Funcionamento de bússolas.	
Interesse e Motivação:	Os alunos serão instigados para a descoberta dos princípios de Magnetismo a partir da observação de fenômenos magnéticos aplicados com a utilização de materiais de baixo custo.	
Habilidades (BNCC):	<ul style="list-style-type: none"> • CNFI2MOA001 Reconhecer as propriedades elétricas e magnéticas dos diferentes materiais, interpretando-as a partir de conceitos e modelos físicos apropriados e identificando grandezas fundamentais que as caracterizam. • CNFI2MOA003 Compreender os modelos de campo elétrico e de campo magnético e utilizá-los adequadamente para interpretar fenômenos nos quais a interação eletromagnética é relevante/significativa. 	
Recursos de Ensino:	<ul style="list-style-type: none"> • Livro didático, caderno para anotações, Datashow, quadro magnético, laboratório de informática, bússolas, limalhas de ferro, ferrofluido caseiro, ímãs de diversas geometrias, lápis, caneta, pincel, Kit de Magnetismo. 	
Quadro de Aulas:	Aula 01: Apresentação da temática magnetismo com a exposição de experimentos básicos.	Organização da Turma: Organize os alunos em grupos de 4 estudantes para o desenvolvimento das atividades.
		Introdução: A aula se inicia com a apresentação da temática magnetismo apenas como palavra, sem mencionar qualquer característica ou especificação.
		Desenvolvimento: Siga as etapas que seguem e execute cada uma percebendo o sentido de cada momento. 1 - Entregue folhas de papel ofício em branco, lápis comum, lápis de cor, caneta e borracha para os estudantes. 2 – Avise-os que está vetada a consulta em livros, celulares ou qualquer meio de pesquisa.

3 - Peça para que eles representem através de desenhos tudo o que vêm à cabeça deles quando o tema é magnetismo. Para esses desenhos deve ser utilizada apenas uma folha, e os desenhos só poderão estar numa face dessa folha. Na face oposta peça aos estudantes para colocarem seu respectivo nome. Em hipótese alguma o estudante deverá identificar com seu nome a face que ele fará os desenhos. Eles terão 25 minutos para essa atividade.

4 - Numa segunda folha, peça para os estudantes escreverem com frases ou equações tudo o que vêm à cabeça deles quando o tema é magnetismo. Da mesma forma, cada estudante deverá escrever frases e eventualmente equações em apenas uma face dessa segunda folha. O nome também deverá ser colocado APENAS no verso da folha. Eles terão 25 minutos para essa atividade.

Observação: Note que cada estudante receberá, portanto, 2 folhas. Uma primeira folha nos primeiros 20 minutos de aula (folha para os desenhos), e uma segunda folha nos outros 20 minutos de aula (folha para escrita de texto e equações).

5 - Com a limalha de ferro e ímãs com diferentes geometrias, você professor deverá mostrar um primeiro campo magnético e após isso, deixá-los investigar com outros ímãs outros tipos de campo.

6 - Veja e reproduza (em 10 minutos) com seus alunos, o experimento contido no primeiro 1 minuto deste vídeo:

<https://www.youtube.com/watch?v=ZE84jQAWrE4&t=228s>

7 - Após isso (em 10 minutos), você caro professor deverá reproduzir esse experimento com seus estudantes: <https://www.youtube.com/shorts/ELUCuFo0SeA>

Importante: Observe que você deve fazer esse experimento com antecedência na sua casa, para já levar para a sala de aula, a folha contendo o desenho das linhas de campo tal qual no vídeo, e uma bússola, mostrando para seus estudantes o comportamento da bússola na presença de um ímã.

8 - Em seguida, você deve mostrar para seus estudantes o **experimento do**

ferrofluido (que você deve ter feito anteriormente na sua casa) já levando pronto. Mostre (Em 20 minutos) o experimento que você fez, e compartilhe com seus estudantes os *links* abaixo para que eles também possam fazer nas suas respectivas casas e levem o experimento pronto na aula seguinte. Relembre-os que para essa tarefa que eles devem fazer em casa, eles devem formar grupos de 4 pessoas. Para auxiliá-los no desenvolvimento do ferrofluido, compartilhe com eles esses 2 *links*:

<https://www.youtube.com/watch?v=a317hwca02I>

<https://www.youtube.com/watch?v=mUuXIWRwnGI>

Para essa atividade eles podem fazer a limalha usando esponja de aço (do tipo bombril), ou você professor pode doar uma certa quantidade de limalha de ferro para cada grupo, caso possua em laboratório.

9 - Nos últimos 10 minutos da aula, mostre a motivação dessa e das próximas aulas que virão, que será a construção de um levitron com materiais de baixo custo.

<https://www.youtube.com/watch?v=pNJ2EmR6GNo&t=3s>

Mostre também vídeos demonstrativos do levitron flutuando.

Observação: Diga para eles que o mesmo grupo que fará o ferrofluido deverá confeccionar um levitron caseiro em suas respectivas casas e que será apresentado por cada grupo. Diga que você fornecerá os ímãs necessários e que eles deverão desenvolver com toda a sua criatividade. Reforce a importância de que eles podem se reunir nas suas casas ou na escola com bastante antecedência ao dia da apresentação, porque é trabalhoso colocá-lo para flutuar. Informe que você dará todo o suporte técnico para cada grupo.

Conclusão:

Forneça para eles o “Manual do Levitron” (em anexo no Guia de Construção), além de um conjunto de vídeos do *youtube* e materiais sobre com o construir um levitron de baixo custo. Expresse com exatidão e

		<p>encantamento que o desenvolvimento do experimento é fundamental para a compreensão da temática magnetismo.</p>
		<p>Avaliação: Avalie o engajamento do aluno com a temática, a partir do registro das práticas executadas em sala de aula, o foco nas exposições e a curiosidade em questionamentos.</p>
<p>Aula 02: Exposição do ferrofluido caseiro e das linhas de campo magnético.</p>		<p>Organização da Turma: Organize a turma em formato circular com o objetivo de verificar o engajamento do aluno com as exposições e os registros que serão feitos.</p> <p>Introdução: A aula se inicia com uma breve discussão do que foi trabalhado nas aulas anteriores com a apresentação dos experimentos de magnetismo.</p> <p>Desenvolvimento: No primeiro momento, inicie a aula com a mostra que deve ser realizada pelos estudantes dos experimentos ferrofluido que cada grupo deve ter feito como tarefa de casa proposta nas aulas anteriores. Determine o tempo de 50 minutos para a execução dessa atividade.</p> <p>Observação: Oriente os estudantes a registrarem tudo que for realizado durante essa atividade. Você pode utilizar esse momento como forma de avaliar o engajamento com a prática.</p> <p>Para o segundo momento da aula, siga as etapas que seguem para que a atividade seja proveitosa e você possa analisar todas as estratégias de execução.</p> <p>1 - Utilizando kits de magnetismo que a escola dispõe, mostre para eles o comportamento das linhas de campo magnético utilizando diferentes geometrias de ímãs. Utilize um kit de acrílico em que você pode colocar o ímã no centro. Mostre para os estudantes como pequenas bússolas se alinham ao campo. Inverta o ímã e peça para eles notarem o que acontece com aquelas pequenas bússolas. Enfatize como a agulha da bússola é afetada pelo campo magnético.</p> <p>2 - Olhando para esse experimento, peça que eles, individualmente, desenhem numa folha em branco,</p>

		<p>usando lápis de cor, a geometria das linhas de campo magnético que eles estão observando. Peça para eles colocarem seus nomes apenas no verso da folha, nunca na mesma face em que eles fizerem os desenhos.</p> <p>Observação: Recolha as folhas e guarde-as. Não as misture com as folhas das aulas anteriores. Inclusive, você pode colocá-las em pastas com datas, para que saiba quando foram aplicadas e para que não se misturem.</p> <p>3 - Verifique como está o andamento das discussões e da confecção dos levitrons de cada grupo. Veja se eles já começaram a tentar fazer. Lembre-os para não deixar para última hora, já que eles vão ter que se dedicar para que obtenham levitação e para que possam apresentar seus levitrons.</p> <p>Observação: Importante que você defina um prazo específico para as apresentações dos levitrons.</p>
	<p>Aula 03: Representação do campo magnético terrestre e o comportamento das linhas de campo magnético.</p>	<p>Conclusão: Finalize a aula escolhendo junto com seus alunos um prazo específico para as apresentações dos levitrons, ressaltando a importância da execução da atividade para o sucesso das práticas de magnetismo.</p> <p>Avaliação: Propor aos alunos que os registros através de fotografias, serão utilizados como critério avaliativo de sua disciplina ou da avaliação da aprendizagem das habilidades trabalhadas.</p> <p>Organização da Turma: No primeiro momento reúna a turma em formato circular para a sua exposição do experimento. No segundo momento, separe a turma em grupos de 4 estudantes (os mesmos grupos que devem estar construindo o Levitron).</p> <p>Introdução: A aula se inicia com a revisão do que foi trabalhado nas aulas anteriores, mencionando o conceito do ferrofluido exposto e o prático produzido pelos estudantes.</p> <p>Desenvolvimento: No primeiro momento da aula (20 minutos) Desenvolva com os estudantes um protótipo representativo do campo magnético terrestre. Note que você precisará de bolas de isopor. O ideal é que as bolas não sejam ocas, sejam maciças. Caso não encontre</p>

bolas maciças, será preciso encontrar um jeito para manter o ímã no centro da esfera. Siga os dois links abaixo para verificar a execução da atividade: <https://www.youtube.com/watch?v=aX7n9h9l-g4>
<http://www.cienciatube.com/2013/04/experiencia-de-fisica-campo-magnetico.html>

Observações: Em casa, você professor pode preparar duas bolas de isopor. Em uma delas, você não precisa fazer nada. Na segunda bola de isopor, você precisará posicionar um ímã tal qual representado nos vídeos apresentados nos *links* anteriores. Leve essas duas bolas de isopor e limalha de ferro para a sala de aula. Realize o procedimento de jogar limalha de ferro nas duas bolinhas, tanto que contém o ímã, quando a que não contém o ímã. Em apenas 1 delas será possível ver as linhas de campo magnético. Questione os alunos como eles justificariam o que estão observando. Por que uma das bolinhas apresenta linhas de campo magnético e a outra não? Que tipo de propriedade física eles propõem para a bolinha que apresenta campo magnético? Usando uma bússola, aproxime das bolinhas de isopor e peça para os estudantes observarem o que acontece com a agulha da bússola quando eles a aproximam da bolinha que não tem as linhas de campo e da bolinha que tem as linhas de campo. Peça para eles fazerem uma analogia com a Terra. E pergunte para eles, como eles explicariam a atração das bússolas pela Terra. Que tipo de propriedade interna a Terra teria para que as bússolas sofressem atração magnética?

No segundo momento da aula, siga os passos que seguem para que obtenha um desenvolvimento mais significativo na atividade experimental.

1 - Usando outras bolinhas, peça para os alunos (em grupos de 4 estudantes) reproduzirem o mesmo experimento que você professor acabou de apresentar para eles. Oriente-os durante a realização do experimento.

2 - Peça para os estudantes (individualmente) representarem numa face de uma única folha (folha de papel ofício branca), através de desenhos e

		<p>de escrita textual, o que eles observaram do experimento e como eles responderiam aos questionamentos feitos no final do primeiro momento da aula. Peça para que os desenhos e as respostas escritas sejam feitos numa única folha e numa única face. A face que conterá os desenhos não poderá ter nenhuma identificação do estudante. Peça para que eles registrem o nome apenas na face oposta a que conter os desenhos e as respostas escritas. Recolha todas as folhas.</p> <p>Observação: Oriente-os a realizarem todos os registros durante a execução da atividade.</p> <p>Conclusão: Finalize a aula lembrando da importância dos estudantes manterem o foco na construção do levitron, bem como sempre buscar o resgate e possibilitar momentos para que você possa orientá-los na construção do dispositivo e também em momentos que você possa ceder materiais (ímãs e outros objetos) para os mesmos.</p> <p>Avaliação: Avalie o engajamento do aluno com a temática trabalhada a partir do registro das atividades realizadas e o progresso conceitual em cada momento. Oportunize a liberdade para que eles exerçam suas criatividade e estabeleçam esse aspecto como critério avaliativo.</p>
	<p>Aula 04: Apresentação dos levitrons para a análise do fenômeno de levitação magnética.</p>	<p>Organização da Turma: Divida a turma nos grupos formados durante a construção dos levitrons para a exposição dos experimentos produzidos.</p> <p>Introdução: Nessa aula serão feitas várias apresentações dos levitrons construídos para a verificação do fenômeno de levitação magnética.</p> <p>Desenvolvimento: Inicie a aula fazendo uma breve revisão do que foi trabalhado para em sequência iniciar a apresentação dos levitrons confeccionados pelos alunos. Caso eles não tenham conseguido fazer, e caso você, caro professor, tenha conseguido, apresente o seu. Caso nem eles nem você tenham conseguido obter levitação, tanto você quanto os alunos devem levar o que fizeram (mesmo não funcionando), e a partir de vídeos que</p>

		<p>você pode projetar para eles, em que contenha a confecção de levitrons caseiros e funcionando, conduza a aula, discutindo com os alunos hipóteses de o porquê o de vocês não funcionou. Estimule os alunos (em grupo) a relacionarem o material que eles têm na mesa para a confecção dos levitrons com o que já foi discutido até então sobre campos magnéticos. Você deve ajudá-los a compreenderem o funcionamento do levitron, o porquê ele levita, e relacionar isso com campos magnéticos, propriedades magnéticas dos materiais e força magnética.</p> <p>Fotografe os alunos discutindo, os materiais de cada grupo em cima das mesas, os alunos ao redor da mesa discutindo sobre o material e sobre o possível desenvolvimento do levitron.</p> <p>Observação: Reiterando que caso os alunos não tenham conseguido fazer seus levitrons, apresente o que você fez. Caso o seu levitron também não obtenha fluabilidade, apresente-o mesmo assim, discutindo toda a física envolvida e relacionando com tudo o que eles viram sobre magnetismo nas aulas anteriores. A construção do levitron se tornará "projeto desafio" para a sua dinâmica em sala de aula e se tornará agregador para a compreensão dos fenômenos magnéticos.</p> <p>Conclusão: Finalize a aula apresentando um breve <i>feedback</i> do que achou da prática realizada pelos alunos e apresente a proposta de avaliação final nas próximas aulas.</p> <p>Avaliação: Avalie o engajamento dos alunos com a proposta e com o domínio dos conhecimentos de física no que se trata magnetismo.</p>
	<p>Aula 5: Avaliação do progresso das práticas de magnetismo.</p>	<p>Organização da turma: Organize a turma em fileiras lineares, objetivando uma avaliação individual.</p> <p>Introdução: Nessa aula você aplicará uma avaliação individual sobre o que os alunos compreenderam da temática magnetismo.</p>

Desenvolvimento: Utilize as etapas seguintes para que o momento seja exitoso e você possa atingir o seu objetivo de verificar o progresso dos alunos.

No primeiro momento da Aula (50 minutos):

1 - Entregue folhas de papel ofício em branco, lápis comum, lápis de cor, caneta e borracha para os estudantes.

2 – Avise-os que está vetada a consulta em livros, celulares ou qualquer meio de pesquisa.

3 - Peça para que eles representem através de desenhos tudo o que vêm à cabeça deles quando o tema é magnetismo. Para esses desenhos deve ser utilizada apenas uma folha, e os desenhos só poderão estar numa face dessa folha. Na face oposta peça aos estudantes para colocarem seu respectivo nome.

Observação: Em hipótese alguma o estudante deverá identificar com seu nome a face que ele fará os desenhos. Eles terão 25 minutos para essa atividade.

4 - Numa segunda folha, peça para os estudantes escreverem com frases ou equações tudo o que vêm à cabeça deles quando o tema é magnetismo. Da mesma forma, cada estudante deverá escrever frases e eventualmente equações em apenas uma face dessa segunda folha.

Observação: O nome também deverá ser colocado APENAS no verso da folha. Eles terão 25 minutos para essa atividade.

5 - Note que cada estudante receberá, portanto, 2 folhas. Uma primeira folha nos primeiros 20 minutos de aula (folha para os desenhos), e uma segunda folha nos outros 20 minutos de aula (folha para escrita de texto e equações).

6 - Recolher todas as folhas contendo as respostas.

No segundo momento da Aula (50 minutos), reproduza para os estudantes esses 2 vídeos em 20 minutos que trata sobre a História do Eletromagnetismo:
<https://www.youtube.com/watch?v=agoy2NIJUJc&t=3s>
<https://www.youtube.com/watch?v=EOqnkL9IxY>

	<p>Conclusão: Utilize os últimos 30 minutos para dúvidas, perguntas e questionamentos dos estudantes, ressaltando nesse momento sua avaliação de todo percurso e a importância das práticas realizadas para a compreensão da temática magnetismo.</p> <p>Avaliação: Avaliação final em descrição na linha abaixo.</p>
Avaliação Final:	Verificação do progresso dos estudantes durante todas as atividades, utilizando os registros da aula de avaliação final (Aula 5) desta sequência didática.
Finalização da SD:	<p>Estratégias de recuperação: Poderá ser aplicada, caso haja necessidade, uma avaliação discursiva ou oral, verificando os conceitos físicos assimilados da temática magnetismo.</p> <p>Indicações de vídeos: Canais do <i>Youtube</i> como Manual do Mundo, Ciência Todo Dia e Física de Atom.</p> <p>Indicações de filmes: A Vastidão da Noite X-Men O filme (2000) O Diário Secreto (2017)</p>

Tabela 2.1 Sequências Didáticas para o aprofundamento de fenômenos magnéticos possíveis de aplicação para a construção de conhecimento alicerçada com o princípio da Causalidade Freiriana.

Fonte: Autoral.

3. Magnetismo e levitação magnética – uma abordagem para o Ensino Médio

"Quando os pólos magnéticos contrários estavam do mesmo lado, havia um efeito produzido no raio polarizado, e assim a força magnética e a luz foram provadas para ter relação uma com a outra." (Michael Faraday, 1845)

O magnetismo é um fenômeno fascinante que circunda diversas áreas da física e desempenha um papel extremamente importante no nosso cotidiano. O estudo do magnetismo proporciona uma compreensão mais profunda dos princípios físicos que regem o comportamento dos ímãs e dos materiais magnéticos.

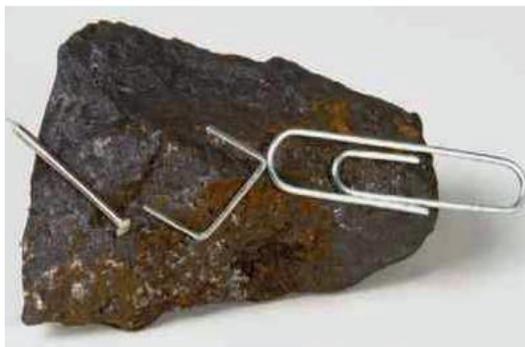


Figura 3.1 Pedra de magnetita atraindo um clipe, um grampo e um prego.
Fonte: <https://www.sciencephoto.com/media> Acesso em 07 de agosto de 2024.

Ao explorar o magnetismo no ensino médio, é essencial começar com uma compreensão básica dos conceitos fundamentais. Os alunos aprendem que um ímã tem dois polos, o Norte e o Sul, e que esses polos interagem de maneiras específicas. Eles também descobrem que os opostos se atraem, enquanto os iguais se repelem, princípios essenciais no magnetismo. Assertivamente, os estudantes exploram as propriedades dos campos magnéticos. Eles aprendem que um ímã cria um campo magnético ao seu redor, que pode ser visualizado com a ajuda de limalhas de ferro ou usando uma bússola. Compreender como as linhas de campo magnético se comportam ao redor de diferentes formas de ímãs é crucial para entender como os ímãs interagem entre si e com outros materiais.

Os discentes também mergulham no estudo dos fenômenos magnéticos induzidos. Eles aprendem sobre a indução magnética, onde um campo magnético em mudança pode gerar correntes elétricas em condutores próximos. Este princípio é fundamental para o funcionamento de geradores elétricos e transformadores, e sua compreensão é essencial para os estudantes que desejam seguir carreiras em engenharia elétrica, eletrônica e a carreira de Física. Exploram as aplicações práticas do magnetismo em diferentes contextos, como na tecnologia de armazenamento de dados em discos rígidos e na geração de imagens em ressonância magnética (RM). Eles também aprendem sobre os usos do magnetismo na vida cotidiana, desde o funcionamento de ímãs de geladeira até os princípios por trás dos trens de levitação magnética.

Numa ação que pode ser observada podemos verificar na capacidade que um ímã tem ao concentrar a atração em dois pontos específicos. Se aproximarmos um ímã em formato de barra de uma porção de limalha de ferro (pequenos fragmentos de ferro), perceberemos que esta terá concentração nas extremidades de um ímã (fig. 3.2).

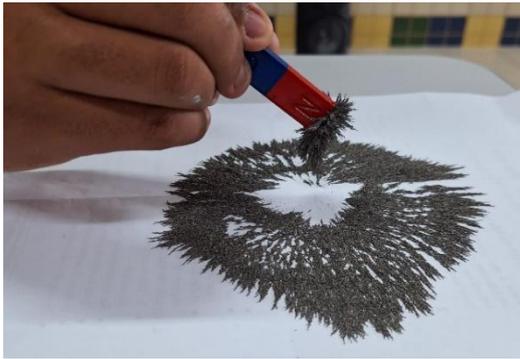


Figura 3.2a Limalhas de ferro atraídas por ímã.
Fonte: Autoral.



Figura 3.2b Limalhas de ferro concentradas nas extremidades do ímã.
Fonte: Autoral.

A atração e repulsão magnética são fenômenos fundamentais que ocorrem devido às propriedades intrínsecas dos materiais magnéticos. A atração magnética ocorre quando dois polos magnéticos opostos se aproximam. Por exemplo, quando o polo norte de um ímã é trazido perto do polo Sul de outro ímã, eles se atraem. Esse fenômeno pode ser observado em ímãs de geladeira, onde o ímã atrai objetos metálicos para sua superfície.

Por outro lado, a repulsão magnética acontece quando dois polos magnéticos iguais são aproximados. Se o polo norte de um ímã for trazido perto do polo Norte de outro ímã, ou se o polo Sul for trazido perto do polo sul, eles se repelirão. Esse comportamento é facilmente demonstrado com ímãs de barra ou discos, onde os ímãs tendem a se afastar quando seus polos iguais são aproximados. A figura 3.3 exemplifica a ação de atração e repulsão em ímãs circulares.

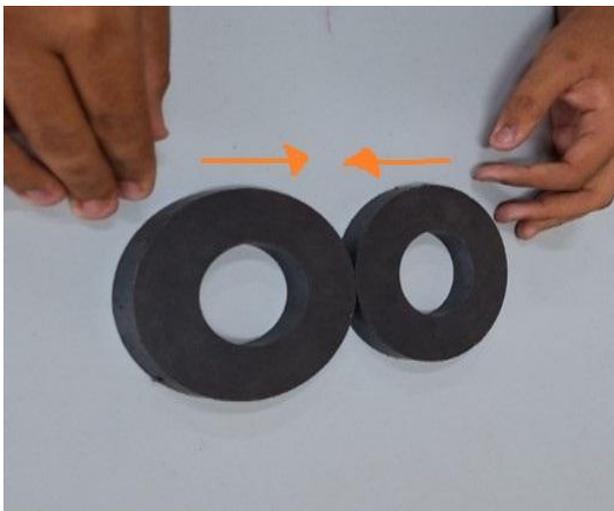


Figura 3.3a Aproximando ímãs circulares em polos diferentes, verificamos a atração magnética.

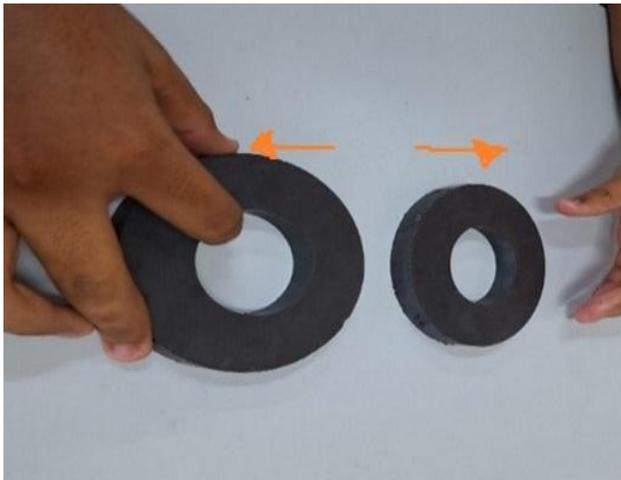


Figura 3.3b Aproximando ímãs circulares, invertendo um dos ímãs, tem-se polos iguais nas extremidades. Em consequência, os ímãs se afastam. Verificamos a repulsão magnética.

Fonte: Autoral.

Esses fenômenos são explicados pelo conceito de linhas de campo magnético. Quando dois ímãs são aproximados, as linhas de campo magnético que emanam de cada um interagem entre si. Em caso de atração, as linhas de campo magnético se unem, enquanto em caso de repulsão, elas se afastam uma da outra.

Compreender a atração e repulsão magnética é crucial para diversas aplicações práticas, como o desenvolvimento de motores elétricos, onde a interação entre ímãs é aproveitada para gerar movimento.

A intensidade de \mathbf{B} é trivial para a compreensão da força magnética. Obtemos o campo elétrico em um ponto, colocando uma carga de prova nesse ponto e medindo a força \mathbf{F} que atua sobre a carga. Definimos o campo elétrico \mathbf{E} pela equação:

$$\mathbf{F} = q \mathbf{E} \text{ ou } \mathbf{E} = \frac{\mathbf{F}}{q}$$

Físicos tentaram definir a intensidade de \mathbf{B} a partir da força sofrida por uma carga elétrica pela ação de \mathbf{B} .

A manifestação magnética, que advém da interação eletromagnética, é uma das quatro interações fundamentais da natureza, juntamente com a interação gravitacional, a interação nuclear fraca e a interação nuclear forte. O magnetismo é verificado comumente da interação entre objetos que possuem propriedades magnéticas, como ímãs e materiais ferromagnéticos.

O magnetismo é uma propriedade intrínseca de alguns materiais, como o ferro, o cobalto e o níquel. Os elétrons em átomos desses materiais possuem momentos magnéticos individuais e, em materiais ferromagnéticos, esses momentos magnéticos tendem a se alinhar, criando regiões chamadas de domínios magnéticos. Quando esses

domínios estão alinhados, o material se torna magnetizado e exibe propriedades magnéticas.

Em experimentos que podem ser realizados, se faz necessário verificar se na região em que os mesmos podem ser feitos, não existe um campo elétrico. Análises feitas a partir dos resultados, mostrarão que:

- O campo magnético não atua sobre uma carga elétrica em repouso;
- Quando a velocidade \mathbf{v} da carga tem a mesma direção de \mathbf{B} , este não atua sobre a carga;
- Quando existe força magnética, esta é simultaneamente perpendicular a \mathbf{v} e a \mathbf{B} ;
- Quando a força magnética existe, sua intensidade é simultaneamente proporcional a $|q|$ e ao produto $v \cdot \sin \theta$.

Assim, podemos escrever:

$$\mathbf{F} = k |q| \mathbf{v} \sin \theta$$

em que k é uma constante de proporcionalidade.

Esse fato foi trivial para que os físicos escolhessem a intensidade do campo magnético (\mathbf{B}) para ressignificar essa constante:

$$k = |\mathbf{B}| = B$$

Chegamos então à equação

$$\mathbf{F} = \mathbf{B} |q| \mathbf{v} \sin \theta$$

Onde:

\mathbf{F} é a força magnética em Newtons (N).

q é a carga da partícula em Coulombs (C).

\mathbf{v} é a velocidade da partícula em metros por segundo (m/s).

\mathbf{B} é a densidade de fluxo magnético em Teslas (T).

Essa equação mostra que a força magnética é proporcional à carga da partícula, à sua velocidade e à intensidade do campo magnético.

A força magnética tem várias aplicações importantes em diferentes áreas da ciência e da tecnologia. Algumas delas incluem: Motores elétricos e geradores, onde a força magnética é usada para converter energia elétrica em energia mecânica e vice-versa; Ressonância magnética nuclear (RMN), uma técnica poderosa usada em medicina para imagens do corpo humano; Levitação magnética, onde a força magnética é usada para suspender objetos sem contato físico com superfícies sólidas. O conceito de levitação

magnética pode ser verificado por meio do desenvolvimento de experimentos de baixo custo. Nessa dissertação, para trabalharmos esse conceito, desenvolvemos um levitron.

Analisando a interação magnética, podemos pensar e descrever como ímãs campos magnéticos e quais são suas características. Os campos magnéticos são uma parte fascinante do nosso universo, desempenhando um papel crucial em muitos fenômenos naturais e tecnológicos. Dizemos que cada ímã cria em torno de si um campo magnético e que esse campo vai atuar em outro ímã (ou um corpo de ferro qualquer) produzindo a força. O campo é uma grandeza vetorial, sendo assim, deve ser descrito a forma de determinar o módulo, a direção e o sentido do campo magnético de um ímã.

Podemos determinar a direção do campo magnético \mathbf{B} em um ponto se colocarmos nesse ponto uma pequena bússola. A direção desse campo será definida pela direção em que a agulha ficará em equilíbrio. Podemos exemplificar conforme o resultado da figura 3.4 ao ser colocado uma pequena bússola em diversos pontos ao redor de um ímã em forma de barra.

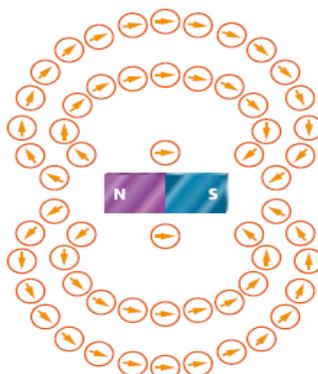


Figura 3.4 Comportamento da agulha de uma bússola em aproximação a um ímã de barra.
Fonte: Sampaio e Calçada, 2005.

Nota-se que o polo Norte da agulha é atraído pelo polo Sul do ímã. Logo:

O sentido de \mathbf{B} é do de afastamento do polo norte do ímã e de aproximação do polo sul.

Conforme a figura 3.5 podemos verificar uma representação análoga ao campo elétrico: nas regiões em que as linhas se encontram mais próximas, o campo é mais intenso que nas regiões em que elas estão mais afastadas.

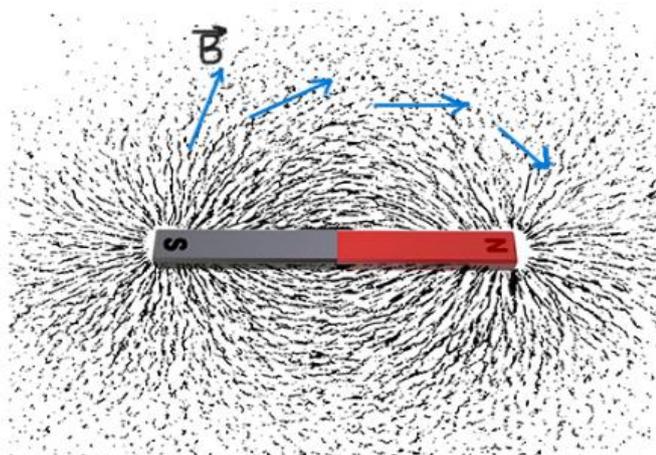


Figura 3.5. Campo magnético em torno de um ímã em forma de barra.
Fonte: <https://vamosestudarfisica.com/campomagnetico-e-as-propriedades-dos-imas/>
(ADAPTADA).

As linhas de campo magnético são uma representação visual poderosa e intuitiva dos campos magnéticos, desempenhando um papel fundamental na compreensão e visualização desses fenômenos complexos. São linhas imaginárias que representam a direção e a intensidade do campo magnético em um determinado ponto no espaço. Essas linhas são desenhadas de tal forma que, em qualquer ponto ao longo de uma linha, a direção da linha indica a direção do vetor de campo magnético e a densidade das linhas indica a intensidade do campo magnético naquele ponto.

Cada linha de campo magnético tem uma origem e um destino. A origem é o polo norte magnético, de onde as linhas emergem, e o destino é o polo sul magnético, onde as linhas entram no ímã. Essas linhas formam um laço contínuo e fechado, nunca se cruzando.

O padrão das linhas de campo magnético ao redor de um ímã depende da forma e da orientação do ímã. Em um ímã em forma de barra, as linhas de campo magnético saem do polo norte e entram no polo sul, formando um padrão de linhas que se estende do Norte para o Sul em um padrão arqueado. Podemos verificar o comportamento das linhas de campo em torno de um ímã espalhando, em seu entorno, limalha de ferro. Na figura 3.6 apresentamos os resultados obtidos para um ímã de barra (fig. 3.6a) e outro em forma de U (fig. 3.6b).

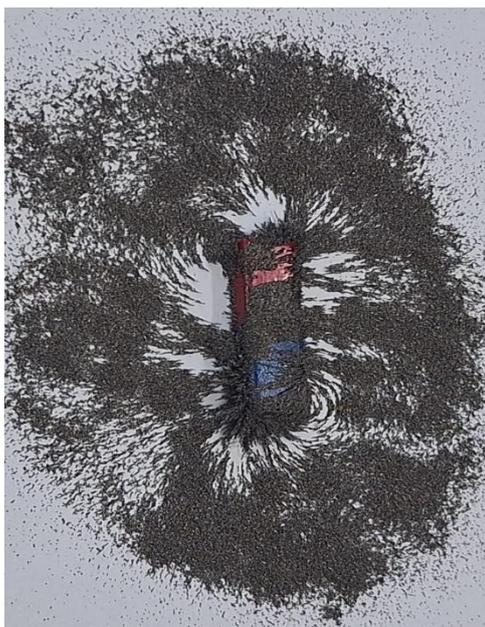


Figura 3.6a Ímã em forma de barra.
Fonte: Autoral.



Figura 3.6b ímã em forma de *U*.
Fonte: Autoral.

Na figura 3.6b percebemos que há uma região entre os braços do *U* em que as linhas de campo são aproximadamente paralelas. Isso significa que, em todos os pontos dessa região, \mathbf{B} tem aproximadamente a mesma direção e o mesmo sentido. Quando as linhas são exatamente paralelas, dizemos que o campo é **uniforme** e, nesse caso, pode-se demonstrar que, em todos os pontos dessa região, \mathbf{B} também tem o mesmo módulo.

É importante analisarmos também o comportamento do campo magnético em planetas rochosos, exclusivamente o nosso planeta, que tem seu núcleo composto por material líquido com propriedades ferromagnéticas. Temos então, o campo magnético \mathbf{B} terrestre, dado ao cunho científico uma área de estudo extremamente importante: o geomagnetismo. O geomagnetismo é o campo da ciência que estuda o magnetismo da Terra e seus efeitos sobre os processos geofísicos e astronômicos. O campo magnético da Terra é gerado por correntes elétricas no núcleo externo líquido do planeta. Este núcleo composto principalmente de ferro e níquel, e as correntes elétricas são geradas pelo movimento convectivo do material no núcleo líquido, induzido pelo calor interno da Terra proveniente do decaimento radioativo e do resfriamento adiabático.

Esse campo é aproximadamente equivalente a um dipolo magnético, com um polo norte magnético próximo ao polo sul geográfico e um polo sul magnético próximo ao polo norte geográfico. Essa orientação é crucial para a navegação e orientação de bússolas

magnéticas. A figura 3.7 nos traz uma representação do comportamento do campo magnético terrestre.

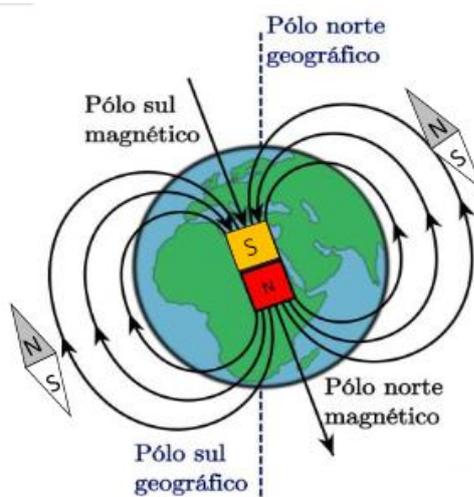


Figura 3.7. A terra como um gigantesco ímã em forma de barra com uma inclinação em relação ao eixo de rotação.

Fonte: <https://professorpinguim.com.br/blog/tudo-sobre-campo-magnetico-de-ima-exercicios-resolvidos/> Acesso em 27 de junho de 2024.

O campo magnético da Terra não é estático e sofre variações temporais e espaciais. Estas variações podem ser causadas por mudanças no fluxo de correntes elétricas no núcleo da Terra e por processos geofísicos externos, como a atividade solar.

Ao longo da história da Terra, o campo magnético experimentou inúmeras inversões, onde os polos magnéticos norte e sul trocaram de lugar. Essas inversões são registradas em rochas e minerais magnéticos e fornecem informações sobre a dinâmica do núcleo terrestre ao longo do tempo geológico.

O geomagnetismo desempenha um papel fundamental em uma variedade de fenômenos geofísicos e astronômicos: Proteção contra Radiação Solar - O campo magnético da Terra desvia e protege a Terra da radiação solar nociva, formando a magnetosfera; Navegação e Orientação - O campo magnético da Terra é utilizado por muitas espécies de animais, como aves e tartarugas marinhas, para navegação e orientação durante suas migrações. Além disso, é essencial para a navegação humana, fornecendo uma referência magnética para a orientação de bússolas; Estudo da Crosta Terrestre - O geomagnetismo é usado para mapear e estudar a crosta terrestre, através de técnicas como a magnetometria aerotransportada e marinha. Essas técnicas fornecem informações sobre a estrutura geológica e tectônica da Terra.

A compreensão de fenômenos magnéticos naturais como o campo magnético terrestre e suas propriedades nos permitem pensar em aplicações tecnológicas e até num certo grau, futuristas, como é o caso da levitação magnética. Compreender as características de um ímã, com diferentes geometrias, nos instiga na determinação do que chamamos de variação do campo magnético. Um objeto que necessariamente possa a vir a levitar, sofrerá a ação da variação desse campo magnético. Para que ocorra é necessário que haja a existência de um campo magnético que não seja fixo, mas que responda à posição do momento. Isso pode ser alcançado pela introdução de material diamagnético nas proximidades de um ímã. O ímã cria uma imagem no supercondutor, e a força entre o ímã e sua imagem é repulsiva. A força repulsiva é autorregulada, aumentando à medida que o ímã se aproxima do supercondutor, e diminuindo à medida que se afastam. Assim ocorre a levitação magnética. Veja a figura 3.8.

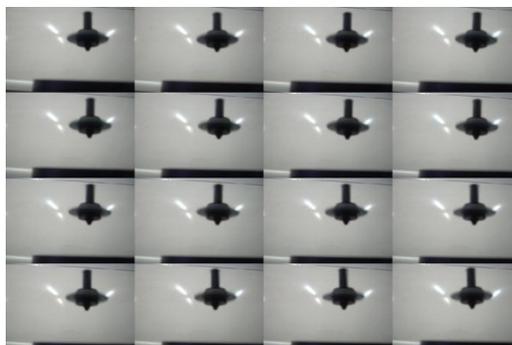


Figura 3.8. Representação da levitação de um pião em ação com um ímã-base no experimento Levitron.
Fonte: Prof. Dr. Tiago de Jesus Santos, 2022.

4. Fundamentação teórica segundo a Pedagogia Freiriana na Construção de um levitron de baixo custo

O ensino de magnetismo é um tema fascinante e relevante no currículo de ciências do Ensino Médio. Para tornar esse conteúdo mais envolvente e significativo para os estudantes, práticas experimentais são uma abordagem pedagógica valiosa. As atividades práticas permitem que os alunos explorem conceitos teóricos de magnetismo de forma concreta, proporcionando uma experiência prazerosa e enriquecedora de aprendizado.

Uma das vantagens das práticas experimentais é que elas estimulam a curiosidade dos estudantes e os aproximam do mundo real. Os experimentos permitem que eles observem fenômenos magnéticos acontecendo diante de seus olhos, o que facilita a compreensão dos princípios subjacentes. Além disso, a manipulação dos materiais e

equipamentos durante as atividades práticas ajudam a fortalecer o entendimento dos conceitos complexos de magnetismo.

Durante as aulas práticas, os alunos podem explorar diversas propriedades do magnetismo, como *atração e repulsão magnética*, o conceito de *polos magnéticos*, as interações entre *ímãs e materiais ferromagnéticos*, entre outros. Eles podem realizar experimentos para descobrir como gerar um campo magnético ou como determinar a direção de uma bússola usando conceitos relacionados à *magnetização terrestre*. Além disso, os experimentos possibilitam que os estudantes aprendam a trabalhar com dados, fazer observações e registrar resultados. Essas habilidades são fundamentais não apenas para o entendimento do magnetismo, mas também para o desenvolvimento de uma mentalidade científica e habilidades práticas que serão úteis ao longo de suas vidas.

Uma dualidade importante nesse contexto pode ser preponderante: É importante que os estudantes tenham a oportunidade de escolherem os experimentos que gostam como também é extremamente importante que os professores escolham experimentos adequados ao nível de aprendizado dos alunos e que forneçam o suporte necessário durante as atividades. Na educação praticada nas escolas, Freire aborda um problema fundamental sobre os conteúdos e indaga quem os escolhe, a favor de quem, contra quem (FREIRE, 1992, p. 110). Além disso, é fundamental fazer a conexão entre os resultados dos experimentos e os conceitos teóricos, garantindo que os estudantes compreendam a relevância dos experimentos para o entendimento geral do magnetismo. Você educador pode explorar e incorporar conhecimentos e práticas científicas presentes nas comunidades dos alunos, permitindo que eles se reconheçam como agentes ativos na construção do conhecimento científico.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) (LDB, 2017) destaca a importância do ensino de ciências na formação dos estudantes, enfatizando a necessidade de promover o desenvolvimento de habilidades e competências científicas. Ela prevê que o ensino de ciências deve proporcionar aos alunos o conhecimento dos fundamentos científicos e tecnológicos, assim como o desenvolvimento do pensamento crítico, da criatividade e da capacidade de resolver problemas (LDB, 2017 pág. 25). Além disso, ressalta que o ensino de ciências deve ser contextualizado, ou seja, relacionado com a realidade dos estudantes e com os desafios enfrentados pela sociedade. Isso implica em promover a articulação entre os conhecimentos científicos e as questões ambientais, sociais, éticas e tecnológicas.

No contexto do sistema organizado pela LDB, necessariamente temos a necessidade de relacionar com o termo *alfabetização científica*. A alfabetização científica é um conceito fundamental no campo da educação conforme podemos verificar em (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001) e (MORTIME; MACHADO, 2009) com o termo letramento científico, que prediz a apropriação e domínio do conhecimento sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade, tornando o aluno protagonista de qualquer atividade que ele realizará no decorrer da vida, seja no âmbito social, cultural ou político. Refere-se à capacidade de compreender, usar e aplicar o conhecimento científico no cotidiano, permitindo que as pessoas tomem decisões informadas e participem ativamente da sociedade moderna, cada vez mais baseada na ciência e na tecnologia.

Não podemos dissociar a alfabetização científica em detrimento das relações sociais. A formação de um indivíduo é influenciada por diversos fatores, e a influência social desempenha um papel significativo nesse processo. A sociedade em que vivemos, com suas normas, valores, crenças e estruturas, molda e influencia a maneira como nos desenvolvemos como seres humanos.

A ciência, por si mesma, não cria consciência nem garante a liberdade. Ela pode gerar conhecimentos importantes, mas que não necessariamente levam a uma prática transformadora. (FREIRE, 1997)

Ao se propor a falar do mecanismo social de um indivíduo, nos remetemos à pedagogia freiriana e suas correntes ideológicas e concretas diante de um modelo específico de educação emancipadora.

Paulo Freire foi um renomado educador e filósofo brasileiro que desenvolveu uma abordagem educacional que considera a formação crítico-analítica, a fim de tornar o indivíduo protagonista do seu processo educativo. Sua teoria e prática pedagógica foram influentes no campo da educação, especialmente na perspectiva da educação popular e da promoção da justiça social (FREIRE, 1983).

A pedagogia do oprimido (FREIRE, 2005, pp. 65-67), parte de uma visão crítica da sociedade, na qual as relações de opressão e dominação são identificadas como obstáculos para o desenvolvimento pleno das pessoas. Freire acreditava que a educação poderia ser uma ferramenta para a libertação e a transformação social, permitindo que os oprimidos se tornassem sujeitos ativos e críticos de sua própria realidade.

Uma das principais ideias de Freire é a importância da conscientização. Ele defendia que os oprimidos precisam se tornar conscientes das estruturas sociais e políticas que os mantêm oprimidos, para que possam lutar por sua própria libertação (FREIRE, 1968). A educação, nesse sentido, deveria ser um processo dialógico, no qual educadores e educandos se engajam em um diálogo horizontal e participativo, compartilhando conhecimentos e experiências.

A ciência se faz com fatos como uma casa se faz com pedras, mas uma acumulação de fatos não é mais ciência do que um monte de pedras é uma casa. (FREIRE, 1996)

Na perspectiva de Freire, a educação deve ser baseada na problematização da realidade. Em vez de simplesmente transmitir informações aos alunos, os educadores devem incentivar a reflexão crítica sobre o mundo e as condições sociais em que vivem. Os conteúdos curriculares devem estar conectados às experiências de vida dos educandos, permitindo que eles identifiquem e analisem as causas de sua opressão.

Além disso, a pedagogia do oprimido enfatiza a importância da ação transformadora. “Você só trabalha realmente em favor das classes populares se você trabalha com elas, discutindo com respeito seus sonhos, seus desejos, suas frustrações, seus medos, suas alegrias” (FREIRE, 2007, p.42). Freire acreditava que a educação não pode se limitar ao ambiente escolar, mas deve se estender à prática social e política. Os educandos são encorajados a se envolverem em ações concretas para mudar sua realidade, participando de movimentos sociais, reivindicando direitos e promovendo a justiça social.

A abordagem de Freire também valoriza a cultura e a identidade dos educandos. Ele defendia que a educação deve reconhecer e valorizar a diversidade cultural, evitando a imposição de valores e conhecimentos externos. Os educadores devem respeitar e valorizar o conhecimento e a sabedoria presentes nas comunidades, permitindo que os educandos se reconheçam como sujeitos ativos e protagonistas de sua própria aprendizagem.

A pedagogia do oprimido teve um impacto significativo na educação ao redor do mundo, especialmente em contextos de luta por justiça social e inclusão. A abordagem de Freire destaca a importância da conscientização, da participação ativa dos educandos e do diálogo como ferramentas para a transformação social e a promoção da igualdade. Embora Paulo Freire seja mais conhecido por suas contribuições para a pedagogia crítica

e a educação popular, sua abordagem também pode ser aplicada ao ensino de ciências. Embora ele não tenha desenvolvido uma teoria específica para o ensino de ciências, seus princípios pedagógicos podem ser adaptados para essa área do conhecimento.

Freire enfatizava a importância da conscientização crítica e da problematização da realidade. No ensino de ciências, isso significa ir além da simples transmissão de fatos e conceitos científicos, e engajar os alunos em uma reflexão crítica sobre a ciência e seu impacto na sociedade. Os educadores podem incentivar os alunos a questionarem, investigar e analisar os fundamentos e as aplicações da ciência, levando em consideração as implicações éticas, sociais e ambientais.

A abordagem dialógica também é central na pedagogia de Freire. No ensino de ciências, isso implica em promover um diálogo aberto e horizontal entre professores e alunos, onde as experiências, conhecimentos prévios e perspectivas dos estudantes são valorizados e incorporados ao processo de aprendizagem. Os educadores podem incentivar a participação ativa dos alunos, promovendo discussões, debates e atividades práticas que envolvam a exploração de conceitos científicos.

A contextualização é outro princípio importante da pedagogia de Freire que pode ser aplicado ao ensino de ciências. Os educadores podem conectar os conteúdos científicos com a realidade dos alunos, relacionando-os a problemas e situações do cotidiano. Isso ajuda os estudantes a perceberem a relevância da ciência em suas vidas, bem como a entenderem seu potencial transformador.

A valorização da cultura e dos conhecimentos locais também é uma perspectiva importante na pedagogia freiriana, e pode ser aplicada ao ensino de ciências. Para Freire (2001), não pode existir “prática educativa neutra, descomprometida, apolítica”.

No entanto, é importante ressaltar que a abordagem de Freire no ensino de ciências deve ser adaptada e combinada com os princípios e objetivos específicos da disciplina. A aprendizagem dos conceitos e métodos científicos também é fundamental, mas deve ser integrada com uma perspectiva crítica, reflexiva e contextualizada.

Uma das questões centrais abordadas por Freire é a importância da leitura crítica da palavra como uma ferramenta para a conscientização e a transformação social. Para Freire, a leitura da palavra vai além de simplesmente decodificar símbolos escritos. É um processo ativo de compreensão e interpretação, que envolve uma análise crítica do contexto social, político e cultural em que as palavras são produzidas e recebidas. Segundo ele, a leitura da palavra está intrinsecamente ligada à leitura do mundo.

Freire defende que a leitura crítica da palavra é uma forma de desvelar as relações de poder presentes na sociedade. Através dessa leitura, as pessoas são incentivadas a questionar as estruturas de dominação e opressão, a reconhecer as contradições e injustiças existentes e a buscar a transformação social. Uma das principais dele é a sua proposta de educação libertadora, na qual a leitura da palavra desempenha um papel fundamental. Ele argumenta que a educação deve ser um processo dialógico, no qual educadores e educandos se engajam em uma troca igualitária de conhecimentos e experiências. Nesse contexto, a leitura crítica da palavra permite que os educandos se tornem sujeitos ativos na construção do conhecimento e na transformação da realidade.

Freire também enfatiza a importância da leitura da palavra como uma forma de resistência cultural. Ele reconhece que as palavras podem ser usadas como instrumentos de dominação e opressão, mas também podem ser uma ferramenta de empoderamento. Através da leitura crítica, as pessoas podem reivindicar sua voz, resgatar sua história e cultura e construir uma identidade coletiva. É importante observar que essas citações não são exclusivamente focadas na ciência em si, mas enfatizam a importância de abordar a ciência de maneira crítica, contextualizada e ética no processo educacional.

Paulo Freire reconhecia a importância da experimentação no processo educacional. Ele valorizava a aprendizagem baseada na prática e na experiência concreta, onde os estudantes têm a oportunidade de investigar, explorar e vivenciar o conhecimento de forma ativa. Para Freire, a experimentação vai além da simples execução de atividades práticas. Envolve a reflexão crítica sobre as experiências vividas e a busca por significado e compreensão mais profundos. Através da experimentação, os estudantes são desafiados a questionar, investigar e analisar a realidade, construindo conhecimentos de maneira mais autônoma e crítica.

A experimentação proporciona aos estudantes a chance de colocar em prática os conceitos teóricos e ver suas aplicações no mundo real. De fato, o que explicita a causalidade freiriana no processo de aprendizagem e no desenvolvimento do conhecimento, norteando o sentido da linguagem científica na compreensão dos fenômenos envolvidos. No processo de experimentação verificamos a leitura do fenômeno antecedendo a linguagem mais formal, refletindo em uma aprendizagem mais aprimorada. Isso os ajuda a fazer conexões mais significativas entre a teoria e a prática, tornando o aprendizado mais concreto e contextualizado. Além disso, a experimentação promove o desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais. Os estudantes

aprendem a observar, coletar dados, formular hipóteses, realizar experimentos, analisar resultados e tirar conclusões. Eles também desenvolvem habilidades de trabalho em equipe, resolução de problemas e pensamento crítico.

A abordagem de Freire enfatiza a importância dos estudantes se tornarem sujeitos ativos e protagonistas do processo de aprendizagem (FREIRE, 1996) A experimentação proporciona um ambiente em que os estudantes podem exercer sua agência, explorar sua curiosidade e construir conhecimentos de forma participativa. No entanto, é importante destacar que a experimentação não deve ser vista como um fim em si mesma, mas como parte de um processo educacional mais amplo. A reflexão crítica sobre as experiências vividas é fundamental para o desenvolvimento de uma compreensão mais profunda e para a promoção da transformação social.

Com a implementação do Novo Ensino Médio houve uma redução considerável de carga horária na base comum curricular, afetando de forma considerável a disciplina de Física. Nessa perspectiva as instituições de ensino tiveram que planejar estratégias para se adequarem ao novo modelo e organizar planos de cursos viáveis ao desenvolvimento do processo de aprendizagem. Vale destacar que uma redução de carga horária consequentemente afeta na quantidade de conteúdos considerados fundamentais para uma base sólida ao desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

Ao analisarmos esse contexto, o produto educacional foi fundamentado visando minimizar os impactos negativos adquiridos pelas mudanças na implementação do Novo Ensino Médio, principalmente potencializando a experimentação como um recurso didático fundamental na busca de uma aprendizagem mais significativa e capacitada para dirimir as deficiências específicas em Física.

Por se tratar de uma ênfase prática, a modalidade de pesquisa aplicada durante o desenvolvimento do produto educacional possuiu um caráter quantitativo e qualitativo. Sobre o caráter quantitativo, a análise foi feita diretamente pelo quantitativo de dados coletados, principalmente pela escolha de uma turma de 2º ano com 28 alunos, tendo em vista a estrutura da sala de aula e pela heterogeneidade dos alunos. Isso se justifica com Alencar (2000):

“A investigação científica, sob a perspectiva positivista, destaca a importância do teste de validade de uma hipótese pela experimentação. O objetivo maior da experimentação é medir ou quantificar a extensão pela qual uma relação causa-efeito existe. Os cientistas dessa concepção teórica acreditam que os métodos utilizados pelas ciências naturais podem ser aplicados aos estudos da vida social. A vida social seria, portanto, mensurável e quantificável tendo o pesquisador a

sua disposição dados estatísticos (evidências empíricas) para explicar a realidade social” (ALENCAR, p.61-63, 2000).

Quanto ao aspecto qualitativo, a análise foi estruturada e executada pela avaliação progressiva a partir dos procedimentos experimentais desenvolvidos, utilizando critérios descritos e amparados pela LDB. Esse método qualitativo, segundo Ramires; Pessoa:

“A pesquisa qualitativa tem como identidade o reconhecimento da existência de uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, de uma interdependência viva entre sujeito e objeto e de uma postura interpretativa, constituindo-se como um campo de atividade que possui conflitos e tensões internas. A palavra qualidade deriva de qualitas e significa essência. Assim, qualidade designa parte essencial, aquilo que é mais importante e determinante. Qualidade sinaliza o horizonte da intensidade, que vai além da extensão. Significa outra dimensão fundamental de fenômenos qualitativos, que é sua busca de profundidade e plenitude.” (RAMIRES; PESSOA, p. 25, 2013).

A escolha da turma foi seguindo critérios importantes na relação entre o desenvolvimento prático e teórico, alinhado às avaliações realizadas pela gestão da escola em reuniões pedagógicas com a equipe docente. Alguns aspectos foram objetos de análise: o apego com a prática experimental, a criatividade dos estudantes, a assiduidade dos estudantes nas aulas, a curiosidade deles por fenômenos físicos e principalmente a flexibilidade do currículo.

Diante de toda a estrutura do processo de pesquisa, o processo de experimentação dos fenômenos magnéticos se torna claramente envolvido pela pedagogia freiriana no que concerne ao princípio da causalidade

“A leitura do mundo precede a leitura da palavra, daí que a posterior leitura desta não possa prescindir da continuidade da leitura daquele”. (FREIRE, 1989).

A partir do momento da aquisição dos materiais necessários, você pode dividir a sua turma em grupos de 4 ou 5 componentes. Necessariamente será extremamente importante a mostra do levitron flutuando, para que eles tenham a sensação de observação desse objeto em relação com o fluxo de campo magnético. Motivados pela observação, incentivar os mesmos a construção dos seus próprios.

Durante os processos de confecção dos levitron muitas ideias podem surgir entre os alunos, com o objetivo de buscar soluções para as situações-problemas que possam

surgir. Nessa parte você poderá notar nitidamente a pedagogia Freiriana, com base na observação do experimento, exemplificando a *leitura do mundo*, os alunos perceberão que as competências e habilidades conceituais serão facilitadas. E isso exatamente nas discussões mais abstratas da temática do magnetismo, no que irão constar as simbologias adequadas e no formalismo físico-matemático, que exemplificarão exatamente a *leitura da palavra*.

Esse tipo de abordagem no ensino-aprendizagem é bem mais amplo de que uma mera aplicação ao magnetismo. A metodologia Freiriana é perfeitamente aplicável ao ensino de qualquer ramo da ciência e o fato de o tema escolhido ser magnetismo, se deu justamente porque este assunto apresenta atividades didático-experimentais muito interessantes, por se tratar de um tema importante principalmente para o Ensino de Física.

A partir do momento em que os levitrons de cada grupo estiverem em condições de fluabilidade, poderá ser feita uma gincana do levitron que permanecer por mais tempo flutuando. Para isso quando cada grupo colocar seu levitron em funcionamento, será gravado um vídeo e será calculado o tempo em que cada levitron levitou. Cada grupo terá um total de 10 tentativas de fluabilidade e você pode considerar a tentativa que registrar o maior tempo flutuando. O grande campeão será aquele grupo que conseguir maior tempo de fluabilidade.

5. Construção de um levitron de baixo custo: guiado por práticas experimentais acerca de fenômenos magnéticos

O levitron é o ponto alto de todo o processo de experimentação. Ou seja, para alcançar o objetivo de construção dele, deve-se passar por diversas fases de experimentação, que nesse caso, tornam-se fundamentais para o aprimoramento dos fenômenos magnéticos. A lista abaixo consta todos os experimentos que devem ser desenvolvidos anterior à construção do levitron:

1. Experimento do campo magnético com diferentes geometrias de ímãs
2. Experimento do ferrofluido caseiro
3. Experimento do comportamento das linhas de campo magnético
4. Experimento do magnetismo terrestre

5.1 Experimento do campo magnético com diferentes geometrias de ímãs

Objetivo: Verificar campos magnéticos com ímãs de diferentes geometrias.

Materiais necessários:

- ímãs circulares com e sem furo;
- ímãs retangulares;
- ímãs em formato de U;
- limalhas de ferro;

Procedimento experimental: Com a limalha de ferro, faça a demonstração de um campo magnético e proponha que os estudantes realizem a verificação de outros campos magnéticos, utilizando ímãs com diferentes geometrias (Figura 1). O intuito dessa prática será instigar os alunos na percepção do comportamento do campo magnético, a partir de uma prática lúdica e um primeiro contato com materiais ferromagnéticos (ímãs e limalhas de ferro) (Figura 2).



Figura 5.1 Ímãs com diferentes geometrias.

Fonte: Autoral.

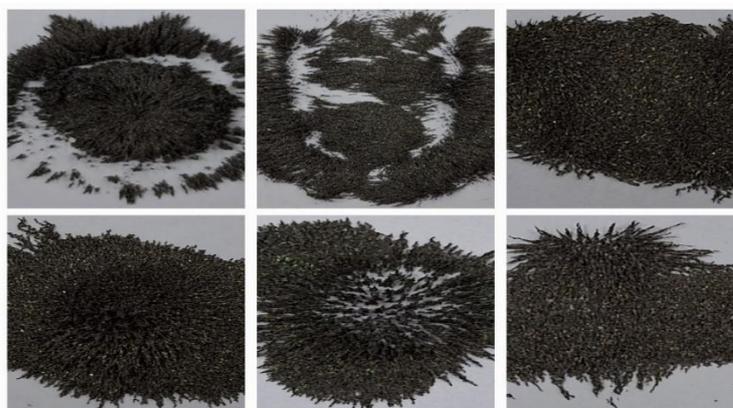


Figura 5.2 Visualização dos campos magnéticos de ímãs com diferentes geometrias.

Fonte: Autoral.

5.2 Experimento do ferrofluido caseiro

Objetivo: Analisar o comportamento do ferrofluido caseiro construído a partir de materiais alternativos.

Materiais necessários:

- esponja de aço;
- óleo de cozinha;
- peneira;
- tampa transparente;
- isqueiro;

Procedimento experimental: Os estudantes devem preparar em suas casas o ferrofluido caseiro. Para isso, eles utilizarão materiais simples como esponja de aço, óleo de cozinha, peneira e uma tampa transparente. Os passos serão os seguintes:

1. Faça a queima de alguns pedaços de esponja de aço. Após isso, esfregue o que restou com objetivo de obter pó.
2. Utilize a peneira para que resíduos maiores sejam retirados garantindo um melhor resultado.
3. Misture o pó de aço obtido com pequenas porções de óleo de cozinha.
4. Faça o teste do ferrofluido, colocando-o em uma tampa transparente e aproximando-o de um ímã na parte debaixo da tampa.



Figura 5.3 Montagem do ferrofluido caseiro, utilizando o pó da esponja de aço queimada e visualização dos espinhos da mistura com o óleo de cozinha e a interação com um ímã.

Fonte: Autoral.

5.3 Experimento do comportamento das linhas de campo magnético

Objetivo: Analisar o comportamento das linhas de campo magnético com ímãs de diferentes geometrias.

Materiais necessários:

- kits de magnetismo de acrílico;
- ímãs com diferentes geometrias;
- Lápis ou pincel;
- bússola;

Procedimento experimental: Utilize kits de magnetismo que você disponha e demonstre para os estudantes, o comportamento das linhas de campo magnético utilizando diferentes geometrias de ímãs. Os passos serão os seguintes:

1. Utilize um kit de acrílico com um ímã no centro.
2. Utilize pequenas bússolas para que os alunos percebam que elas se alinham ao campo magnético. Eles perceberão como a agulha da bússola foi afetada pelo campo magnético do ímã.
3. Oriente os estudantes a aproximarem um ímã retangular de uma bússola.
4. Peça para os estudantes movimentarem o ímã retangular para observar o comportamento das linhas de campo.
5. Oriente os estudantes a deverão fazer os registros desse fenômeno em desenho e em imagens.

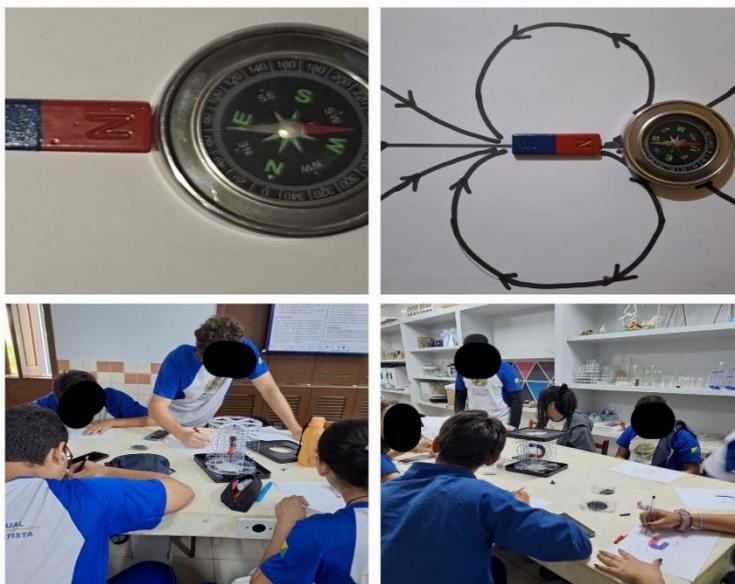


Figura 5.4 Comportamento da bússola na interação com um ímã, visualização do campo magnético com o kit de acrílico com o ímã no centro e registros em desenho.

Fonte: Autoral.

5.4 Experimento do magnetismo terrestre

Objetivo: Analisar o comportamento das linhas de campo magnético com ímãs de diferentes geometrias.

Materiais necessários:

- bolas de isopor idênticas;
- ímã;
- palitos de dente;
- base de isopor;
- limalhas de ferro.
- bússola.

Procedimento experimental: Com a utilização de 2 bolas de isopor, especificamente a primeira sem o ímã no centro e a outra com o ímã inserido no centro, os estudantes desenvolverão um protótipo representativo do campo magnético terrestre. Os passos são os seguintes:

1. Jogue limalhas de ferro em ambas as bolas de isopor e instigue os alunos na observação.
2. Pergunte aos estudantes o que eles puderam observar nessa situação. Com a limalha sendo jogada sobre as duas bolas, eles perceberão que apenas àquela em que o ímã estava inserido foi possível a visualização das linhas de campo magnético (Figura 1).



Figura 5.5 Procedimentos para a visualização das linhas de campo magnético com a inserção de um ímã no centro da bola de isopor.

Fonte: Autoral.

3. Na sequência aproxime uma bússola da bola de isopor que apresentar as linhas de campo magnético e peça para que os estudantes vejam o que acontece neste momento. Eles deverão perceber que a agulha no interior se alinhará ao campo magnético gerado.
4. Pergunte aos estudantes se existe alguma relação desse fenômeno com o nosso planeta. As respostas adequadas deverão partir de que eles compreendam que as bússolas funcionam na terra graças ao fato de que o planeta é um ímã gigantesco com a presença de um campo magnético. A existência desse campo magnético se deve ao fato do material líquido no interior do planeta com propriedades ferromagnéticas (exemplificado na bola de isopor com o ímã no centro).



Figura 5.6 Visualização das linhas de campo magnético e a interação de uma bússola em contato com essas linhas de campo magnético.

Fonte: Autoral.

5.5 Construindo um Levitron

O desafio de construção do levitron é instigante na formalização conceitual do magnetismo. Assim, abaixo temos um guia que tem a função de mostrar o passo a passo necessário para que você (professor ou aluno), possa montar um levitron, utilizando seus conhecimentos e sua criatividade em utilizar materiais de baixo custo da sua casa ou adquiridos em estabelecimentos comerciais (serralheria, eletrônicas, mercearias etc.).

O que é um Levitron?

Levitron é um experimento em que um pião flutua sobre uma base magnética. Levitrons costumam ser comercializados em lojas de brinquedos e eletrônicos, mas podem ser desenvolvidos a partir de materiais caseiros, sendo o objeto principal, ímãs circulares. A fim de atingir a fluatibilidade prolongada é imprescindível cuidados minuciosos envolvendo geometria, peso e alinhamento. Organizamos abaixo, tópicos que se seguidos cuidadosamente, permitirá o sucesso do experimento.

1-Conceitos básicos de magnetismo envolvidos no experimento

2-Material e métodos

3-Solução para eventuais problemas observados

1- Conceitos básicos de magnetismo envolvidos no experimento

O princípio da inseparabilidade dos polos magnéticos prediz que todo ímã tem dois polos, polo Norte e polo Sul, e que estes são inseparáveis. A figura 1 traz a representação de um ímã e seus respectivos polos inseparáveis. Se quebrarmos um ímã em 2 pedaços ou mesmo em múltiplos fragmentos, cada pedaço continuará tendo polos Norte e Sul.



Figura 5.7. Representação de um ímã retangular com seus polos.

Fonte: Autoral.

De observações experimentais com ímãs, percebe-se facilmente 2 fenômenos magnéticos: atração e repulsão. Dessas observações empíricas, podemos afirmar que:

- Polos iguais se repelem;
- Polos diferentes se atraem.

Veja a representação mostrada na figura 5.8.

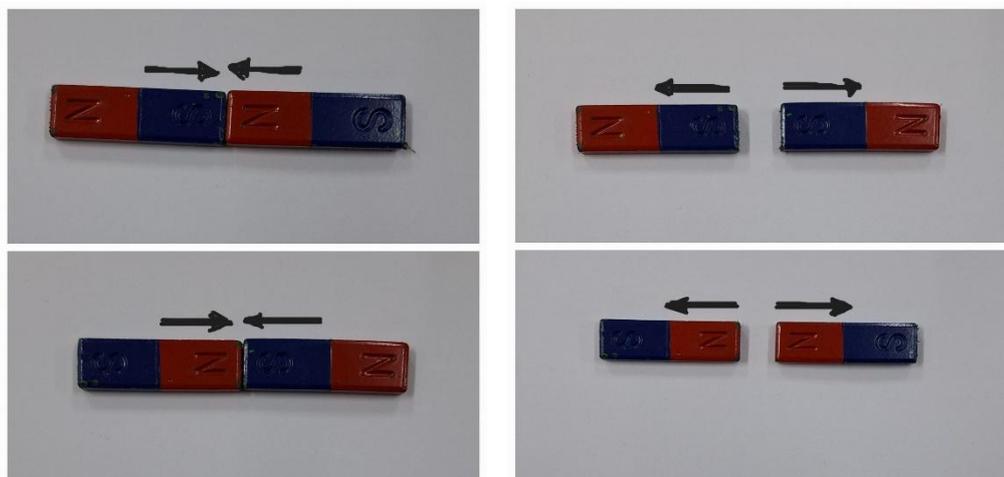


Figura 5.8. Representação da atração e repulsão entre ímãs.
Fonte: Autoral.

Fenômenos como o apresentado na figura 5.8, podem ser utilizados para, explorando outras geometrias de ímãs e buscando estabilidade mecânica, obter flutuabilidade, como é o caso do levitron, fazendo uso de geometrias circulares para os ímãs.

O Levitron adquire flutuabilidade quando submetido à rotação na presença de uma força magnética repulsiva proveniente da interação entre um ímã presente no pião e de pelo menos um outro presente numa base fixa. Ao fenômeno da flutuabilidade por meio de ímãs denominamos levitação magnética. As figuras 5.9, 5.10 e 5.11, ilustram a observação da levitação magnética.



Figura 5.9

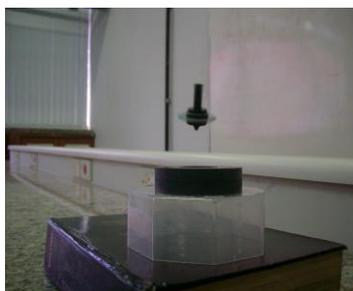


Figura 5.10



Figura 5.11

Fonte: Autores

2- Material e métodos

- 2 ímãs circulares de 7 cm de diâmetro externo e 3 cm de diâmetro interno;
- 1 ímã circular de 1,5 – 2,0 cm de diâmetro externo e 0,5 cm de diâmetro interno;
- 1 eixo de plástico ou madeira;
- arruelas variadas de papel e plástico com diferentes densidades;
- um prato fino, ou tampa de margarina, ou tampa de tupperware, contanto que seja, obrigatoriamente, liso;
- pequenos pedaços de madeira ou calços de papel dobrado para servirem de niveladores da base.

Na figura 5.12 podemos ver os ímãs utilizados para a base, as arruelas de diferentes tipos de materiais e com diferentes densidades, o ímã utilizado no pião, além de um protótipo de pião montado.



Figura 5.12
Fonte: Autores

Obtenção do material:

***Ímãs da base**

Os ímãs que compõem a base podem ser obtidos a partir de alto-falantes. Um exemplo desse modelo de ímã está na figura 5.13. Para este projeto de montagem, sugerimos que os ímãs da base tenham de 7 a 8 cm de diâmetro externo, com 2,5 – 3 cm de diâmetro interno. Caso 1 ímã não apresente intensidade suficiente, recomenda-se utilizar mais ímãs acoplados, até que seja alcançada a intensidade de força magnética necessária para que o pião flutue.



Figura 5.13 Ímã encontrado em alto-falantes.
Fonte: Autores

***Ímã do pião:**

O ímã do pião pode ser obtido de fones de ouvido e devem ter 1,5 – 2 cm de diâmetro externo, e 0,5 cm de diâmetro interno. Um exemplo desse tipo de ímã é mostrado na figura 5.14.



Figura 5.14
Fonte: Autores

***Arruelas**

As arruelas podem ser feitas utilizando papéis de diferentes densidades e tampas de plástico como as de margarina. Recomendamos umas 2 arruelas de material plástico, contendo 2,5 cm de diâmetro externo. Essas arruelas além de ajudarem na estabilidade do pião, tem a função de proteger o ímã de eventuais impactos. Além das duas 2 arruelas plásticas citadas, recomendamos umas 10 de materiais com densidades diversas. Essas arruelas devem ter 1,5 cm de diâmetro externo. Um exemplo dessas arruelas estão apresentadas na figura 5.15.



Figura 5.15: Exemplos de arruelas
Fonte: Autores

***Eixo**

O Eixo que comporá o centro do pião pode ser de material plástico ou de madeira e deve ter um diâmetro compatível com o diâmetro interno do ímã do pião. Recomendamos um comprimento de 3,5 cm para o eixo. Pode ser obtido a partir de hashis utilizados na culinária asiática e que são bem comuns em supermercados brasileiros.

***Tampa plástica ou prato fino de vidro liso**

A tampa lisa será utilizada para que o pião seja colocado para girar em sua superfície e, em seguida, levantada, até que o pião adquira flutuabilidade.

***Niveladores**

Pequenos pedaços de madeira ou calços de papel dobrado para servirem de niveladores da base. Os niveladores podem ser feitos de madeira ou simplesmente com papel dobrado. A função dos niveladores é realizar ajustes finos a fim de nivelar a adequadamente a base, conforme a necessidade de correções para que a flutuabilidade seja alcançada. Uma ilustração de nivelador pode ser vista na figura 5.16. Sugerimos de 4 niveladores para a base.



Figura 5.16 Niveladores de madeira
Fonte: Autores

Montagem do levitron

O pião

Organize o ímã (do pião), o eixo e as arruelas conforme ilustrados na figura 5.17.

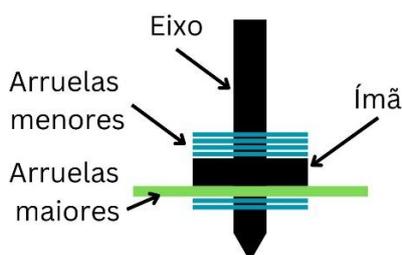


Figura 5.17 Esquema de montagem do pião.
Fonte: Autoral

As arruelas e o ímã devem ficar justas no eixo, de forma a ficarem fixas. Sugerimos que ao confeccionar o pião, coloque para girar numa mesa ou chão liso, e verifique se há estabilidade de giro. Um indicativo que o pião está adequado quanto à estabilidade é que ele deve girar com seu eixo predominantemente da vertical e sem trepidações. Isso garantirá que o pião está estável, mas não que ele flutue. Para que a flutuabilidade seja atingida, o peso do pião é fundamental, por isso, arruelas sempre poderão ser acrescentadas ou retiradas, para que adquira o peso ideal.

3- Solução para eventuais problemas observados

Observe as figuras 5.18 e 5.19. Nelas, observamos a necessidade de que ao colocar o pião para girar numa superfície lisa, a fim de verificarmos sua estabilidade, é preciso que o pião não trepide e que seu eixo fique predominantemente na vertical durante o movimento de rotação.



Figura 5.18



Figura 5.19

Fonte: Autores

Caso o pião esteja rotacionando de forma suave e estável, podemos testá-lo na base magnética. Para isso, mantendo a base magnética fixa e utilizando-se de uma tampa ou prato fino liso, giramos o pião sobre a base e a levantamos vagarosamente até que o pião experimente uma condição de imponderabilidade e flutue no ar. Uma observação fundamental é que o polo do ímã da parte inferior do pião, seja atraído quando colocado no centro ímã da base e repellido quando afastado da base por meio da tampa lisa. Essa sequência está ilustrada nas figuras 5.20 a 5.23.



Figura 5.20



Figura 5.21



Figura 5.22



Figura 5.23

Fonte: Autores

Ao levantar a tampa lisa com o pião girando, se o pião saltar da base, significa que está muito leve, logo, faz-se necessário acrescentar arruelas ao pião. Se o pião, ao levantar o prato liso, não tender a flutuar, é porque está muito pesado, então, arruelas devem ser retiradas do pião. Se o pião tender a flutuar, mas guinar para o lado, significa que a base está desalinhada, o que pode ser corrigida com os niveladores até que o alinhamento adequado permita as condições ideais de levitação. As figuras 5.24 a 5.27 ilustram o pião guinando para as laterais da base.

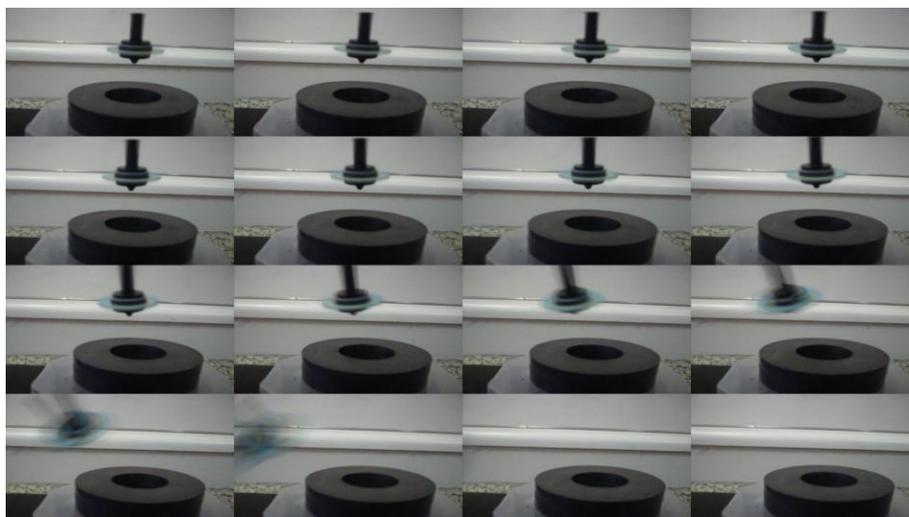


Figura 5.24

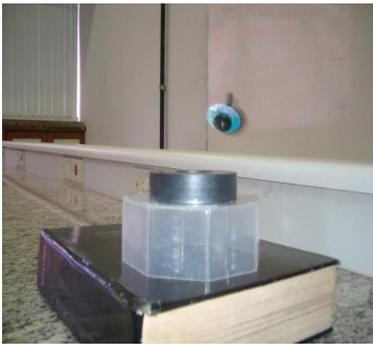


Figura 5.25



Figura 5.26
Fonte: Autores

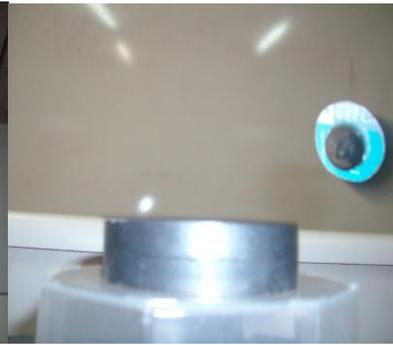


Figura 5.27

As figuras 5.28 a 5.30 mostram o Levitron flutuando adequadamente até perder energia de rotação após alguns segundos de giro, e cair sobre a base.

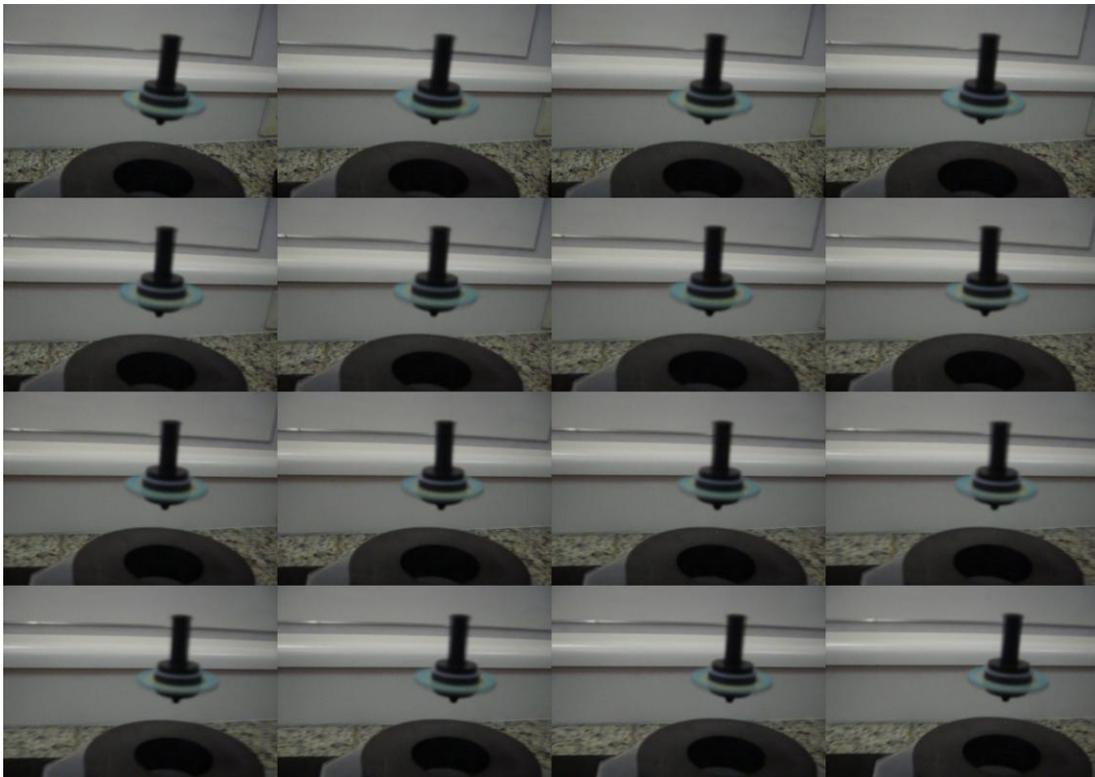


Figura 5.28

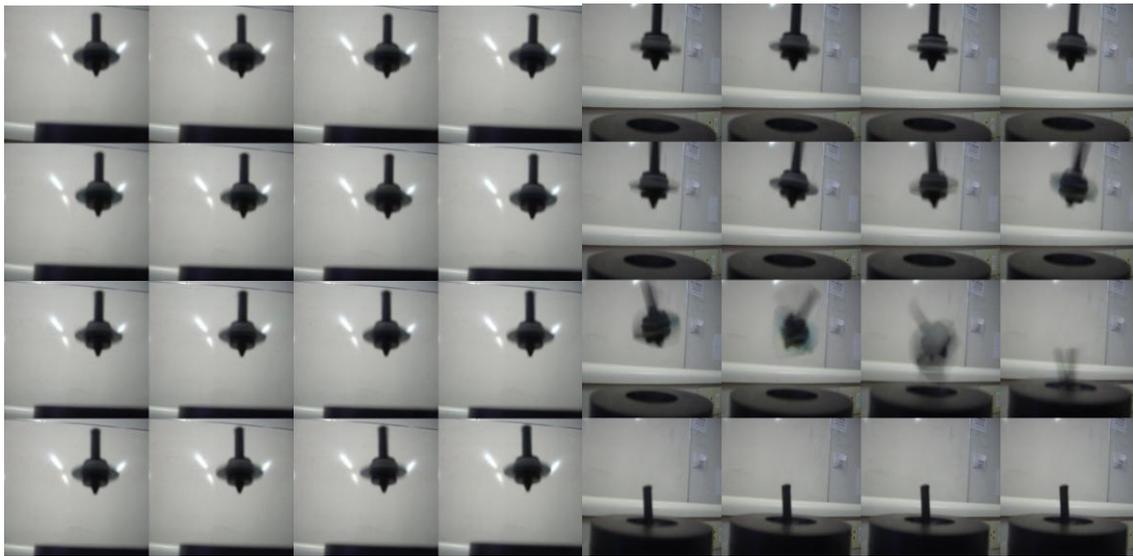


Figura 5.29

Figura 5.30

Fonte: Autores

Considerações Finais

Este roteiro é apenas um guia para a construção prévia do experimento pelo professor. Nossa proposta não é que este guia seja utilizado pelo aluno, pois o manual apresenta solução a certos problemas, que devem ser construídos através de discussão, ideias, debates e conclusões elaboradas pelos próprios alunos. O que propomos é que o experimento seja desenvolvido de forma que os alunos (em grupo) discutam acerca de problemas que encontrarão durante sua construção. Neste sentido o papel do professor é de mediador entre o conhecimento construído pelo aluno e o conhecimento científico, inserindo neste elo o vocabulário físico adequado. A ideia é que sirva de motivação para o estudo da teoria e que haja entendimento entre a matemática e os diversos fenômenos físicos envolvidos. O professor pode trabalhar desde a mecânica newtoniana: (leis de Newton, equilíbrio estático e dinâmico, centro de massa, forças dissipativas, pressão, torque, momento e velocidade angular, energia) até magnetismo: (campo magnético, força magnética, correntes de Foucault). Uma sugestão é que seja primeiramente proposta a construção do pião, sem informar sobre a base magnética. O professor pode levar um pião já feito e solicitar em aulas anteriores que os alunos tragam o material necessário. Com o material em mãos, é solicitado que observem o pião feito e que tentem reproduzi-lo. Depois disso, o professor apresenta um (vídeo confeccionado por ele) de um levitron em funcionamento e propõe aos alunos a tentativa de colocarem os seus para funcionar. A partir desse ponto é que surgirão os problemas e através deles, dúvidas e soluções serão tecidas pelos alunos. Com esta abordagem espera-se que haja um maior entendimento de

conceitos físicos, já que atividades dessa natureza vêm sendo amplamente discutida de forma positiva por profissionais da educação e em particular do Ensino de Física.

REFERÊNCIAS

<https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/529732/leidediretrizesebases1ed.pdf> Acesso em 22 de julho de 2023.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. **Alfabetização científica no contexto das séries iniciais**. Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências, v. 3, n. 1, jun. 2001.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **A Linguagem em uma Aula de Ciências. Presença Pedagógica**, v. 2, n. 11, p. 49-57, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

FREIRE, P. **Educação como prática de liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1968.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo, Paz e Terra, 1996.

NUSSENZVEIG, H.M. **Física Básica -Eletromagnetismo** (Edgard Blucher Ltda, São Paulo, 1997), v. 3, cap. 7, primeira edição.

TIPLER, Paul A.; MOSCA, Gene, **Física para Cientistas e Engenheiros** - Vol. 3, 5a ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

ROSITO, B.A. **O ensino de Ciências e a experimentação**. In: MORAES, R. Construtivismo e Ensino de Ciências: Reflexões Epistemológicas e Metodológicas. 2 ed. Porto Alegre: Editora EDIPUCRS, 2003. p. 195-208.

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 22/10/2024 às 18h.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. (2000). “**Experimentação no ensino médio: Novas possibilidades e tendências**”. in **Caderno de Resumos do VII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, pág. 134-135 e CD-ROM, Florianópolis- SC, 27 a 31/03/2000.

CANDIDO, Sanan Zambelli Sylvestre. **Ensino por Investigação: Uma abordagem para o estudo do Magnetismo**. Tese (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Espírito Santo. Cariacica, 2021.

GALVÃO, Cristian William Sanan. **Conceitos de eletromagnetismo a partir do funcionamento de um dínamo.** Tese (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2022.

FERREIRA, Hugo Pelle. **Sistema de levitação magnética como produto.** Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2019.