



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS SÃO RAIMUNDO NONATO
CURSO LICENCIATURA EM FÍSICA**

DANIELA LANDIM CASTRO

**PISTÃO MAGNÉTICO COM UM SOLENÓIDE: UM ESTUDO SOBRE
ELETROMAGNETISMO E TRANSFORMAÇÕES DE ENERGIAS.**

SÃO RAIMUNDO NONATO

2025

DANIELA LANDIM CASTRO

PISTÃO MAGNÉTICO COM UM SOLENÓIDE: UM ESTUDO SOBRE
ELETROMAGNETISMO E TRANSFORMAÇÕES DE ENERGIAS.

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Licenciatura de Física do
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí, Campus São Raimundo
Nonato.

Orientador: Prof. Dr. Rafael de Alencar Rocha.

SÃO RAIMUNDO NONATO

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Castro, Daniela Landim

C355p Pistão magnético com um solenóide : um estudo sobre eletromagnetismo e transformações de energias / Daniela Landim Castro. - 2025.
42 p.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus São Raimundo Nonato, 2025.

Orientador : Prof Dr. Rafael de Alencar Rocha.

1. pistão magnético. 2. sequência didática. 3. transformação de energia. 4. campo magnético. I. Título.

CDD - 530

Elaborado por Uliscley Silva Gomes CRB 15/938

DANIELA LANDIM CASTRO

PISTÃO MAGNÉTICO COM UM SOLENÓIDE: UM ESTUDO SOBRE
ELETROMAGNETISMO E TRANSFORMAÇÕES DE ENERGIAS.

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Licenciatura em Física do
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí, Campus São Raimundo
Nonato.

Aprovada em: 10/07/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Rafael de Alencar Rocha (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Profa.Esp. Aline Simões dos Santos
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. Guilherme Severino Mendes Araújo
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Dedico este trabalho ao meu filho Noah, aos meus pais, aos meus irmãos e ao meu esposo, que sempre estiveram prontos para me apoiar. A vocês, minha eterna gratidão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me permitir chegar até aqui. Sou imensamente grata pela sabedoria, paciência e pelas incontáveis bênçãos recebidas durante esses quatro anos. Em cada momento dessa caminhada, senti Sua presença me fortalecendo.

Aos meus pais, Manoel e Luzia, minha eterna gratidão pelo apoio incondicional, por acreditarem em mim e, sobretudo, por cuidarem com tanto amor do meu filho durante minha ausência. Sua dedicação foi essencial para que eu pudesse concluir essa etapa da minha vida.

Aos meus irmãos, Matheus, Mathias, Karolina e Rafaela, agradeço por estarem ao meu lado, contribuindo em inúmeros momentos ao longo do processo e me auxiliando sempre que precisei.

Ao meu esposo Fredson, expresso minha profunda gratidão, pela paciência e pelo apoio incondicional, por compreender minha ausência durante todos esses anos.

À minha amiga e irmã de caminhada, Sara, agradeço profundamente por cada palavra de incentivo, carinho e apoio. Sua presença foi um alento nos momentos difíceis e uma inspiração constante. Levarei você para sempre em meu coração.

Ao meu amigo Adriano, registro meu sincero agradecimento por estar sempre disposto a ajudar. Em cada dúvida surgida, você esteve presente com uma solução e com palavras de apoio. Gratidão por tudo.

Agradeço também às amigas Kaylane e Kacila, pela parceria, companheirismo e apoio ao longo dessa jornada. Sou grata a Deus por ter dividido essa caminhada com vocês.

Aos amigos Cássia, Patrícia, Anne e Thaylan, obrigada por cada momento compartilhado. As risadas, os desafios e as superações tornaram essa trajetória mais leve e significativa.

Ao meu orientador, professor Rafael, minha gratidão pela paciência, orientação e apoio contínuo ao longo da realização deste trabalho. Sua contribuição foi fundamental para minha formação acadêmica.

Por fim, agradeço ao IFPI e a todos os professores do campus São Raimundo Nonato, que foram peças-chave na minha trajetória. Em especial, à professora Aline, por seus ensinamentos, motivação e amizade, e ao professor Antônio, por sua dedicação e acolhimento à nossa turma.

"Porque sou eu que conheço os planos que
tenho para vocês, diz o Senhor, planos de
fazê-los prosperar e não de lhes causar
dano, planos de dar-lhes esperança e um
futuro."

Jeremias 29:11

RESUMO

Este trabalho consiste na construção do aparato experimental denominado pistão magnético e na elaboração de uma sequência didática como material de apoio para o ensino de Física no terceiro ano do Ensino Médio. A pesquisa teve como embasamento teórico os autores Young, Hugh D. (2015), Kazuhito e Fuke (2016), Hewitt, Paul G. (2015), entre outros. A abordagem adotada é de natureza qualitativa, com o objetivo de aprofundar e detalhar a compreensão dos fenômenos envolvidos no experimento proposto. O desenvolvimento do trabalho ocorreu desde a montagem do protótipo até a análise de seu funcionamento, com o intuito de observar os fenômenos físicos envolvidos. Dessa forma, foram evidenciadas as transformações de energia eletromagnética em energia mecânica, por meio do campo magnético gerado pelo solenóide, além da demonstração da relação entre corrente contínua, força magnética e campo magnético no funcionamento do aparato experimental. Com base nisso, propõe-se uma sequência didática com o objetivo de estruturar os conceitos abordados, interligando teoria e prática. O experimento é utilizado como ferramenta pedagógica para demonstrar os fenômenos físicos envolvidos, facilitando sua visualização e compreensão pelos estudantes.

Palavras-chave: pistão magnético; sequência didática; transformação de energia; campo magnético.

ABSTRACT

This work consists of the construction of an experimental apparatus called a magnetic piston and the development of a didactic sequence as support material for teaching Physics in the third year of high school. The research was theoretically based on the authors Young, Hugh D. (2015), Kazuhito and Fuke (2016), Hewitt, Paul G. (2015), among others. The approach adopted is qualitative in nature, aiming to deepen and detail the understanding of the phenomena involved in the proposed experiment. The development of the work involved the assembly of the prototype and the analysis of its operation, with the objective of observing the physical phenomena involved. In this context, the transformations of electromagnetic energy into mechanical energy were demonstrated through the magnetic field generated by the solenoid. Furthermore, the relationship between direct current, magnetic force, and magnetic field in the operation of the experimental apparatus was illustrated. Based on this, a didactic sequence is proposed with the objective of structuring the concepts addressed, interconnecting theory and practice. The experiment is used as a pedagogical tool to demonstrate the physical phenomena involved, facilitating students' visualization and understanding.

Keywords: magnetic piston; didactic sequence; energy transformation; magnetic field; electromagnetism.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1t- Minério de Ferro	16
Figura 2- Mapa da Manisa/ Turquia	16
Figura 3- Ímã Permanente	17
Figura 4- Divisão de Imãs	18
Figura 5- Linhas de Campo Magnético	18
Figura 6- Repulsão e Atração dos Pólos	19
Figura 7- Regra da Mão Esquerda	20
Figura 8- Regra da Mão Direita	21
Figura 9- Solenóide	22
Figura 10- Transformação de Energia Potencial em Cinética	24
Figura 11- Partes Aparato Experimental	28
Figura 12- Funcionamento do Protótipo	29
Figura 13- Circuito Fechado, passagem de corrente elétrica	29
Figura 14- Circuito aberto, ausência de corrente elétrica	30
Figura 15 - Representação do Campo Magnético no Solenóide	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Materiais utilizados	28
Tabela 2: Tensões observadas	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SD	Sequência Didática
----	--------------------

LISTA DE SÍMBOLOS

$\vec{B}$ vetor campo magnético

$\vec{F}$ Força magnética

$\vec{v}$ vetor velocidade da carga

i intensidade da corrente elétrica

q quantidade de carga elétrica

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 Campo Magnético e Forças Magnéticas	16
2.2 Representação do Campo Magnético (B)	18
2.3 Força Magnética em Ímãs e materiais Ferromagnéticos	19
2.4 Força Magnética em Cargas Elétricas em movimento	19
2.5 Força Magnética sobre um Condutor Conduzindo uma Corrente	20
2.6 Solenóide: Conceito e Construção	21
2.7 – Conservação da Energia e suas Transformações	22
2.7.1 – Tipos de Energias	23
2.8 – Importância da Experimentação no Processo de Aprendizagem	24
2.9 – Sequência Didática	25
3. METODOLOGIA	27
3.1 Descrição dos materiais para a construção do Aparato Experimental	27
3.1.1 Esquema representado com números das partes individuais do Aparato	28
3.2. Esquema representativo do funcionamento do protótipo com o solenóide	29
3.3 Organização da Sequência Didática	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física no Ensino Médio muitas vezes enfrenta desafios no que se remete a compreensão de conteúdos considerados complexos e abstratos. Entre esses conteúdos, destacam-se os conceitos relacionados ao eletromagnetismo, que envolvem campo magnético, corrente elétrica, força magnética e transformações de energia, que são frequentemente apresentados de maneira excessivamente teórica. Nesse contexto, o uso de experimentos surge como um recurso complementar para facilitar a compreensão nas aulas, tornando-as mais demonstrativas e explicativas.

De acordo com Clerici et al. (2017, p. 2), apud Galiazzi et al. (2001), afirmam: “uma das metodologias mais adotadas atualmente é a experimentação, uma vez que é considerada, pelos professores, uma atividade fundamental e capaz de transformar o ensino de física e/ou ciências”. Sendo assim, as práticas experimentais se destacam, pois permitem que os alunos consigam visualizar melhor os fenômenos e conectá-los com suas vivências.

Consequentemente o estudo sobre eletromagnetismo e energia no processo de ensino-aprendizagem serve como base para a compreensão de diferentes tecnologias essenciais no cotidiano, um exemplo prático está a geração e distribuição de energia elétrica, como também o funcionamento dos motores elétricos e as redes de comunicações. No entanto, ensinar esses conceitos no ensino médio favorece a alfabetização dos conhecimentos científicos dos discentes, fazendo com que os capacite a compreender o funcionamento de tecnologias atuais e futuras.

Apesar de sua importância, observa-se que o ensino de eletromagnetismo e Energia ainda é abordado de forma superficial em muitas salas de aula, seja pela falta de recursos ou pela ausência de materiais didáticos que articulem teoria e prática. Diante disso, este trabalho propõe o desenvolvimento de uma sequência didática como material de apoio aos professores de Física do Ensino Médio, voltada ao estudo do eletromagnetismo e das transformações de energia, por meio da construção e utilização do aparato experimental, o Pistão Magnético. Para alcançar essa proposta, o presente trabalho foi estruturado com os seguintes objetivos:

- Construir o aparato experimental Pistão Magnético com a utilização de materiais de fácil acesso;

- Investigar as transformações de energias ocorridos no Pistão Magnético;
- Produzir uma sequência didática como material auxiliar para docentes de Física no terceiro ano do Ensino Médio.

A abordagem adotada neste trabalho é de natureza qualitativa, tendo como objetivo aprofundar e detalhar a compreensão dos fenômenos físicos envolvidos no experimento proposto, possibilitando uma análise mais significativa dos conceitos trabalhados. Para isso, este trabalho está estruturado em quatro seções interligadas, que vão desde a fundamentação teórica até a conclusão dos pontos mais relevantes para o estudo.

Na primeira seção, apresenta-se a fundamentação teórica com o objetivo de contextualizar e revisar conceitos-chave, como campo magnético, forças magnéticas, força magnética em ímãs e materiais ferromagnéticos, força magnética em cargas elétricas em movimento, solenóide, conservação da energia e suas transformações, tipos de energia, entre outros. Além disso, essa seção destaca a importância da experimentação no processo de aprendizagem, bem como a aplicação da sequência didática como uma ferramenta eficaz para o ensino.

Na segunda seção, é apresentada a metodologia de maneira detalhada, com o objetivo de demonstrar a preparação dos materiais utilizados e os esquemas representativos sobre o funcionamento do protótipo. Além disso, essa seção aborda a elaboração da sequência didática como recurso pedagógico, proposta como material auxiliar para docentes de Física do terceiro ano do Ensino Médio, com o uso do aparato experimental.

Na terceira seção, apresenta-se a análise dos resultados obtidos por meio da observação do funcionamento do protótipo desenvolvido. Entre esses resultados, destaca-se a relação entre o funcionamento e a variação da tensão elétrica aplicada.

A quarta e última seção apresenta as considerações finais do trabalho. São destacados os principais pontos observados durante o desenvolvimento da pesquisa, bem como possíveis contribuições do aparato experimental juntamente com a sequência didática para o processo de ensino-aprendizagem. Além disso, sugere-se possíveis aperfeiçoamentos com objetivo de promover o aprendizado dos alunos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção apresenta a estrutura do referencial teórico sobre os aspectos considerados importantes para o embasamento deste trabalho. Tendo como principal objetivo proporcionar uma base de conhecimentos científicos sobre o tema abordado.

2.1 Campo Magnético e Forças Magnéticas

O magnetismo é um fenômeno conhecido há mais de dois mil anos. Os primeiros registros de materiais com características magnéticas foram encontrados na região de Magnésia, localizada onde hoje é a Turquia, e foi a partir desse nome que surgiu o termo “magnetismo” (Young, Hugh D 2015). Como mostram as figuras 1 e 2 respectivamente.

Figura 1 - Minério de ferro.



Fonte: Eurico Zimbres (2020)

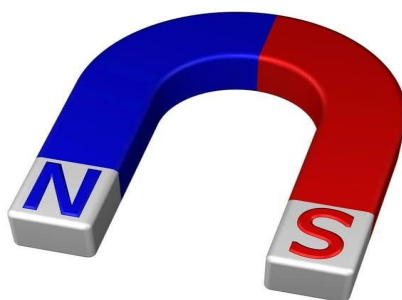
Figura 2 – mapa da Manisa/Turquia



Fonte: Rarelibra (2006)

Atualmente esses fragmentos são conhecidos como ímãs permanentes, encontrados nos mais diversos aparelhos e equipamentos eletroeletrônicos, como o que se vê em caixas acústicas e fornos de micro-ondas. Chamamos de ímã qualquer substância capaz de atrair determinados metais. No entanto, eles são capazes de exercerem força tanto sobre outro ímã quanto sobre um objeto de ferro que ainda não foi imantado (Young, Hugh D, 2015). Os ímãs permanentes apesar da diversidade de formas possuem características comuns bem definidas, pois eles apresentam pólos magnéticos, conhecidos como pólo Norte (N) e pólo Sul (S), com capacidade de atrair pólos diferentes e repelir seus iguais (Figura 3).

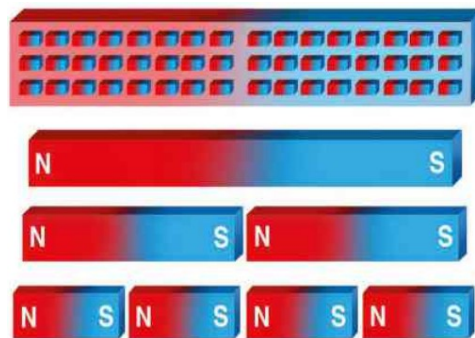
Figura 3: ímã permanente.



Fonte: A. Rudolf (2024).

Cabe destacar uma importante propriedade dos ímãs, conhecida como inseparabilidade dos pólos. Isso significa que é impossível separar o pólo Norte do polo Sul. Independentemente de quão pequena seja a divisão realizada, sempre haverá a presença dos mesmos, tanto norte como sul. Esse fenômeno ocorre porque os ímãs são formados por pequenos ímãs chamados de elementares ou moleculares, que já estão organizados de forma alinhada, com seus pólos Norte e Sul voltados na mesma direção (KAZUHITO; FUKU, 2016) — conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4 - Divisão de Ímãs.

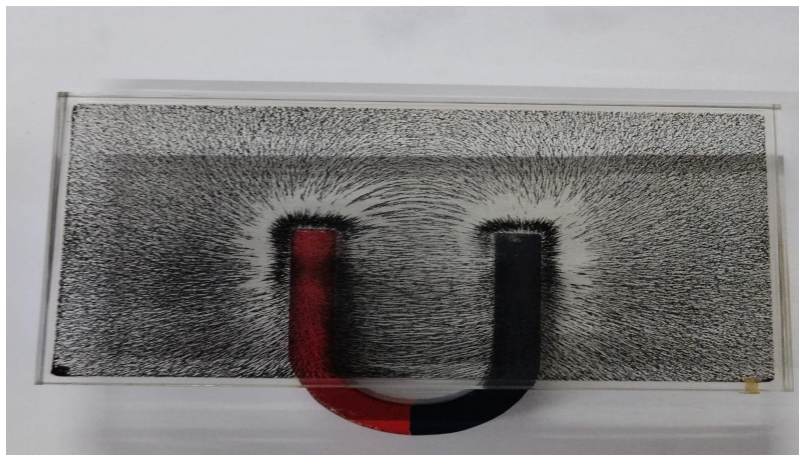


Autor: Luis Moura.

2.2 Representação do Campo Magnético ($\vec{B}$)

Um campo magnético pode ser visto através das linhas de campo magnético, nas quais essas linhas são usadas como um artifício para facilitar a visualização desse campo. São representadas de tal modo que a linha que passa em cada ponto seja tangente ao vetor campo magnético $\vec{B}$ no ponto considerado, (Young, Hugh D, 2015, pág. 225), mostrado na Figura 5.

Figura 5 – Linhas de campo magnético.



Fonte: Elaborado pelo autor 2025

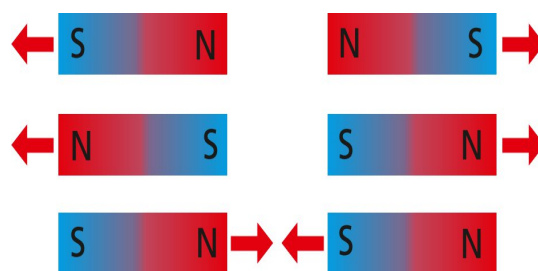
Diante dos estudos sobre as linhas de campo, é visto a presença de importantes propriedades, nas quais são sempre linhas fechadas, nunca se cruzam e quanto maior a concentração das linhas, mais intenso é o campo. É visto também que o sentido do campo no exterior do ímã vai sempre do pólo Norte para o polo Sul,

onde as linhas se encontram, (Young, Hugh D,2015).

2.3 Força Magnética em Ímãs e materiais Ferromagnéticos

A força magnética resulta da interação entre corpos com propriedades magnéticas, podendo agir entre ímãs, entre ímãs e materiais ferromagnéticos ou entre cargas elétricas em movimento, como em fios com corrente. Quando há a presença de um campo gerado por um ímã, em suas proximidades sofre uma certa influência ao seu redor, onde pode exercer forças magnéticas sobre outros objetos magnéticos, Kazuhito e Fuke (2016).

Figura 6: Repulsão e Atração dos pólos



Autor: Luis Moura.

Na figura 6, observa-se um exemplo de campo magnético gerado entre dois ímãs. É possível notar a interação entre os polos, percebendo que polos iguais se repelem, enquanto polos diferentes se atraem.

2.4 Força Magnética em Cargas Elétricas em movimento

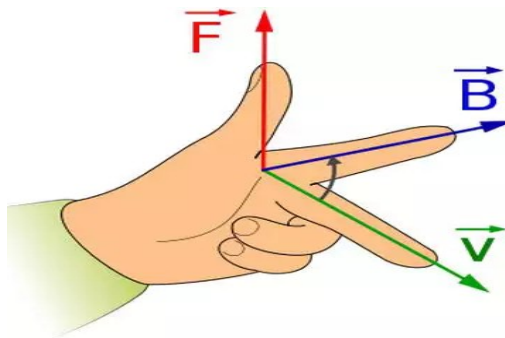
Quando uma carga elétrica se move dentro de um campo magnético, ela sofre a ação de uma força chamada força magnética. Essa força não existe se a carga estiver parada — ela só aparece quando há movimento, Young, Hugh D, (2015). No entanto, quatro características principais da força magnética podem ser destacadas: primeiro, seu módulo é proporcional ao módulo da carga elétrica; segundo, é proporcional à intensidade do campo magnético ($\vec{B}$); terceiro, depende da velocidade da partícula; e, por fim, a força magnética não tem a mesma direção

do campo magnético, conforme indica a equação (1)

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

Na busca por desenvolver alguma técnica que determine o sentido da força magnética, Fleming apresenta a regra da mão esquerda, utilizada quando a força magnética opera sob uma carga ou corrente elétrica em um fio quando imerso em campos magnéticos, Kazuhito e Fuke (2016). (Figura 7).

Figura 7 – Regra da mão esquerda



Fonte: ARudolf (2024)

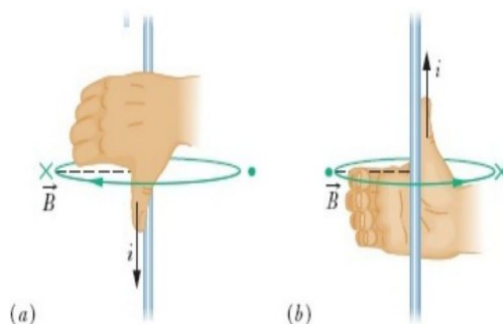
Podemos observar que o polegar indica o sentido da força magnética $\vec{F}$, o indicador representa o campo magnético $\vec{B}$ e o dedo médio indica o sentido da velocidade $\vec{v}$.

2.5 Força Magnética sobre um Condutor Conduzindo uma Corrente

A força magnética ($\vec{F}$) em um condutor que conduz corrente (i) surge quando esta é colocado em um campo magnético ($\vec{B}$). Trata-se de uma grandeza vetorial, com intensidade, direção e sentido. Observa-se que a direção da força magnética é perpendicular ao plano que contém o fio e o campo magnético. O sentido da força e o campo magnético é determinado pela regra da mão direita, como ilustrado na Figura 8, observa-se que o polegar aponta o sentido da corrente elétrica i e os

demais dedos apontam para o sentido do campo magnético $\vec{B}$, Young, Hugh D,(2015).

Figura 8 – Regra da mão direita



Fonte: Halliday e Resnick (2016).

Um exemplo prático comum das forças magnéticas exercidas sobre um fio condutor de corrente é observado nos alto-falantes. O campo magnético presente neles é radial, gerado por um ímã permanente, que exerce uma força sobre a bobina do alto-falante. Essa força é proporcional à corrente que passa pela bobina, e o seu sentido pode ser para a direita ou para a esquerda, dependendo da direção da corrente, Young, Hugh D,(2015).

2.6 Solenóide: Conceito e Construção

Um solenóide é um conjunto de espiras formadas por um fio condutor conectado a uma diferença de potencial. Observa-se que essa diferença de potencial, aplicada ao fio enrolado em espiral, é capaz de gerar um campo magnético, (Dariolli; Alvarez; Lunazzi, 2017). A intensidade desse campo pode ser aumentada de acordo com o número de voltas do fio e com a intensidade da corrente elétrica que o percorre, conforme indicado na equação (2).

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{2 \cdot R} \quad (2)$$

É visto que a intensidade do campo magnético é inversamente proporcional ao raio da circunferência. Ou seja, quanto menor o raio da espira, maior será a intensidade do campo magnético. Observa-se também que a intensidade do campo

magnético é diretamente proporcional à intensidade da corrente elétrica — isso significa que, quanto maior a corrente, maior será o campo gerado. Além disso, quanto maior o número de espiras (voltas do fio), maior será a intensidade do campo magnético. De acordo com Baguinski (2020), é importante destacar que esse campo magnético é finito, dissipando-se assim que a corrente elétrica é interrompida (Figura 9).

Figura 9 – Solenóide



Fonte: elaborado pelo autor (2025)

Segundo Kazuhito e Fuke (2016), o campo magnético gerado por um solenóide apresenta direção e sentido bem definidos, sendo visualizado por meio das linhas de campo, que aparecem no interior do solenóide de forma paralela, uniforme e bem distribuída. É importante destacar que sua polaridade magnética se assemelha ao comportamento de um ímã eletromagnético, apresentando dois pólos: norte e sul. Dessa forma, gera-se um eletroímã temporário, o que significa que esse dispositivo produz campo magnético apenas quando há corrente elétrica passando por ele. Assim que essa corrente é interrompida, o campo magnético deixa de existir.

2.7 – Conservação da Energia e suas Transformações

De acordo com Hewitt, Paul G (2015) O estudo das diversas formas de energia e suas transformações de uma forma em outra levaram a uma das maiores generalizações da Física – a lei de preservação da energia. Essa lei afirma que a energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada de uma forma para outra. Esse princípio destaca que a energia é uma grandeza conservada, ou seja, mantém sempre o mesmo valor em determinadas condições. Isso ocorre em sistemas fechados, nos quais não há atuação de forças dissipativas, como o atrito ou o arrasto. Nesses casos, a quantidade total de energia permanece constante,

caracterizando um exemplo de conservação da energia mecânica. Além disso, a energia pode se transformar em diferentes formas, como energia potencial gravitacional ou energia cinética. Para definirmos a energia mecânica total de um sistema, é necessário calcular a soma da energia cinética com a energia potencial gravitacional, expressa pela seguinte equação matemática.

$$E_m = K + U \quad (3)$$

Onde o E_m é a energia mecânica total, K é a energia cinética e U é a energia potencial elétrica.

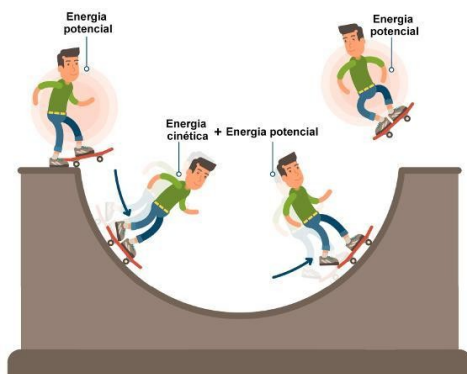
2.7.1 – Tipos de Energias

As energias podem se manifestar de diferentes formas, dependendo do contexto em que se apresentam, sendo utilizadas ou transformadas (Marques, Máximo e Alvarenga, 2009). Um exemplo de energia está associado ao movimento dos corpos, no que diz respeito à energia cinética: quanto maiores a velocidade e a massa em uma determinada situação, maior será a energia cinética envolvida. Vale destacar que a massa e a velocidade são grandezas diretamente proporcionais à energia cinética, como demonstrado na Equação 4.

$$K = \frac{m \cdot v^2}{2} \quad (4)$$

Outra forma de energia está relacionada à posição ou à condição que determinado corpo ocupa. Por exemplo, quanto mais alto estiver o corpo em relação ao solo, maior será a sua energia potencial gravitacional. Na figura 10 é possível observar uma transformação de energia acontecendo.

Figura 10: transformação de energia potencial em cinética



Fonte : <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/energia-mecanica.htm>

Diante do exemplo acima, é possível observar que a energia cinética com a energia potencial intercambiam-se, enquanto a energia mecânica é constante. Em contextos onde há movimentação de cargas elétricas — como nos circuitos utilizados em residências — temos a manifestação da energia elétrica. Em que pode ser produzida de várias formas, seja de Fontes renováveis como solar, eólica ou biomassa, como também de fontes não renováveis. Já a energia relacionada à agitação das partículas é chamada de energia térmica. Assim, quanto maior a agitação das partículas, maior será a energia térmica do sistema.

2.8 – Importância da Experimentação no Processo de Aprendizagem

De acordo com (Araújo; Abid, 2003), as dificuldades enfrentadas no ensino de Física não surgiram recentemente. Há bastante tempo, esses obstáculos vêm sendo identificados, o que tem motivado diversos pesquisadores a investigar suas origens e os impactos que provocam no processo educacional. Nesse cenário, o uso de experimentos construídos com materiais de baixo custo surge como uma alternativa; pois o mesmo, proporciona aos estudantes de Física maior clareza, facilitando o entendimento e a formação de pensamentos, de conceitos sobre o eletromagnetismo e outros conteúdos presentes na grade curricular. Sabendo que alguns desses conceitos físicos estudados são considerados abstratos, o experimento faz com que os alunos sejam capazes de visualizar os fenômenos estudados, tornando uma aprendizagem mais sólida, (Silva e Patricia Alves 2018, p.56).

[...] à construção e a realização de um conjunto de experimentos qualitativos e quantitativos, utilizando materiais recicláveis e/ou de baixo custo pode tornar uma excelente oportunidade pedagógica e de grande incentivo ao desenvolvimento científico nas escolas públicas de ensino médio. Além disso, o trabalho visa à melhoria da participação e do aprendizado dos alunos, nas aulas teóricas de física, estimulado pela verificação dos fenômenos físicos nas atividades[...] (Silva,2016).

Nesse sentido, é visto a real importância da prática experimental, tanto para a efetivação do conhecimento, como também o estímulo aos alunos o estudo dos fenômenos físicos, despertando a curiosidade e fazendo com que relacionem os conceitos estudados com o seu cotidiano.

Defendido por muitos autores, a experimentação se configura como um recurso de grande importância capaz de contribuir significativamente para a construção de conceitos (Ferreira, 2010). Nesse contexto, o uso de experimentos não apenas sana a falta de interesse dos alunos, mas também os desafios da abstração.

2.9 – Sequência Didática

Considerando que a sequência didática é um conjunto de tarefas interligadas, estruturadas passo a passo com o objetivo de alcançar metas atribuídas pelo docente a certos conteúdos, convém ressaltar que ela abrange atividades e avaliações que podem durar dias ou semanas. No ensino de Física, especialmente em temas como transformações de energia, campo magnético, força magnética, entre outros, a aplicação de uma sequência didática bem elaborada pode ser particularmente eficaz para a compreensão dos conceitos complexos envolvidos. Dessa forma, Zabala (1998) caracteriza a sequência didática como:

“Sequências Didáticas” como sendo “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos” (Zabala,1998,p.18.)

Tendo em vista, uma sequência didática é organizada de maneira a possibilitar um processo interativo entre o docente e os alunos, com o propósito de

atingir um conjunto de decisões para que as tarefas colaborem no processo de ensino-aprendizagem, valorizando as respostas e questionamentos da turma. Ainda assim De acordo com Souza e Pires (2012), ao planejar uma sequência didática, é viável combinar diversas abordagens e recursos pedagógicos, como: aulas expositivas, apresentações, momentos para questionamentos, resolução de problemas, aulas práticas, jogos, atividades, leituras, dinâmicas, fóruns e discussões, entre outros.

Assim, para Silva et al., (2020), a sequência didática representa uma possibilidade de intervenção pedagógica, a respeito de um conteúdo específico que, ao ser discutido em sala de aula, possibilita ao aluno o entendimento de temas considerados difíceis, como a estequiometria.

Portanto, as sequências didáticas (SD) são apresentadas como uma ferramenta pedagógica composta por um conjunto de atividades interconectadas, focadas em um tema principal, com a finalidade de aprimorar habilidades e competências. Oliveira (2013) enfatiza que a SD proporciona ao professor aulas que conduzem os discentes a uma reflexão e apreensão acerca do ensino proposto, além de almejar que estes conhecimentos adquiridos sejam levados à vida dos estudantes por toda a sua trajetória de vida.

3. METODOLOGIA

A metodologia desenvolvida neste trabalho de pesquisa é de natureza qualitativa. De acordo com Prodanov e Freitas (2013), a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são elementos fundamentais no processo de pesquisa qualitativa. Esse método tem como principal fonte direta para a coleta de dados o ambiente natural, sendo o pesquisador o instrumento-chave nesse processo.

Ainda segundo os autores, Prodanov e Freitas (2013), na análise dos dados coletados, não há preocupação em comprovar hipóteses previamente estabelecidas. No entanto, isso não exclui a existência de um quadro teórico que oriente a coleta, a análise e a interpretação dos dados. Assim, percebe-se que esse procedimento contribui significativamente para a construção de novos conhecimentos. Além da observação, a interpretação dos significados atribuídos aos sujeitos e às suas experiências mostra-se necessária e válida.

Para isso, a pesquisa foi dividida em três etapas. A primeira consistiu na construção e no desenvolvimento do aparato experimental, com o objetivo de descrever os materiais utilizados. Na segunda etapa, foi apresentado o funcionamento do protótipo, demonstrando como ocorrem as transformações de energia, bem como sua relação com um circuito elétrico e o comportamento diante da variação da tensão elétrica. E na terceira etapa corresponde à construção da sequência didática, que tem como finalidade nortear os docentes no processo de ensino-aprendizagem.

3.1 Descrição dos materiais para a construção do Aparato Experimental

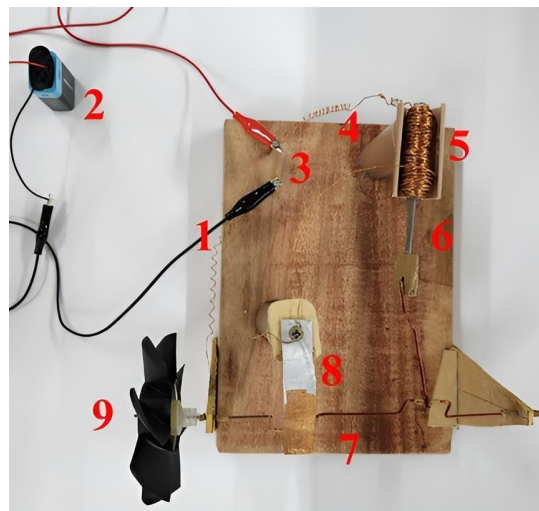
Nessa seção, serão descritos os materiais utilizados para a construção do protótipo e adaptações necessárias para sua finalização, mostrado na tabela 1.

Tabela 1: Materiais utilizados

1. Base de Madeira	7. Tubo de caneta
2. Fio de cobre esmaltado	8. Parafusos
3. Virabrequim feito com fio de cobre rígido	9. Bastão de cola quente
4. Filete de lata para construir a chave	10. Fita isolante
5. Peça de MDF	11. Cano PVC
6. Cooler/Ventoinha	12. Bateria (12V)

3.1.1 Esquema representado com números das partes individuais do Aparato

Figura 11: Partes do Aparato.



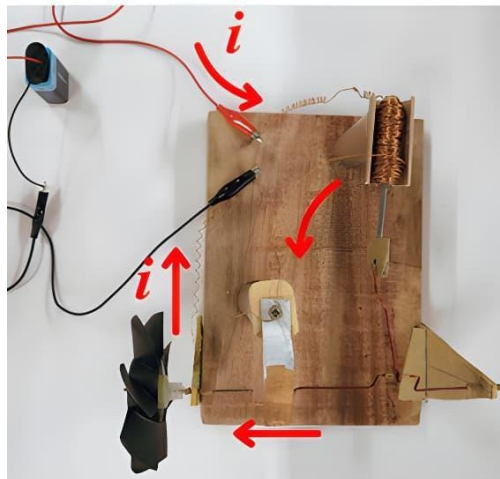
Fonte: Elaborado pelo Autor, (2025)

Observa-se na figura 11 a estruturação esquemática do protótipo, cujos componentes foram numerados para facilitar a identificação. Inicialmente, foi utilizado um fio de ligação com um jacaré na extremidade para o fechamento do circuito, conforme indicado pelo número 1. O número 2 representa uma bateria de 9 volts, responsável por alimentar e fornecer energia ao protótipo. No número 3, temos uma base de madeira com dimensões de $20 \times 15 \times 2$ cm, sobre a qual estão acoplados dois pedaços de cano (número 4), que funcionam como suporte para a bobina em carretel, produzida com um tubo de caneta esferográfica e fio de cobre

esmaltado de 0,57mm (número 5). Também está fixado em um pedaço de cano uma haste reaproveitada de latinha de alumínio, que atua como chave de ignição, indicada pelo número 8. O número 6 corresponde ao pistão, confeccionado a partir de um prego de 5 cm. Já o número 7 representa o virabrequim, produzido com fio de cobre rígido de 17 centímetros de comprimento e com diâmetro de 2,6 mm, que tem característica de um virabrequim comum, porém, como um fio condutor. Por fim, o número 9 que identifica uma ventoinha de cooler, acoplada ao eixo do virabrequim, cuja propulsão permite sua rotação.

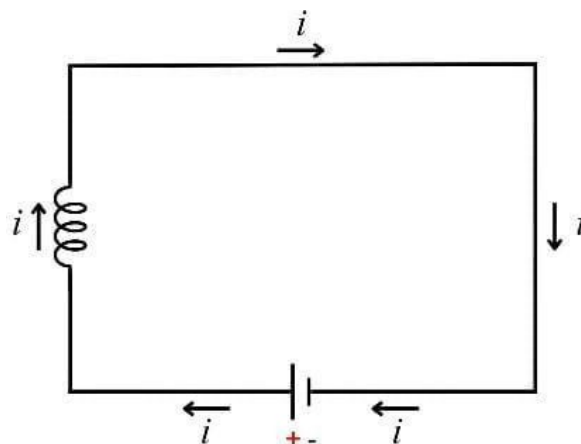
3.2. Esquema representativo do funcionamento do protótipo com o solenóide

Figura 12: funcionamento do protótipo.



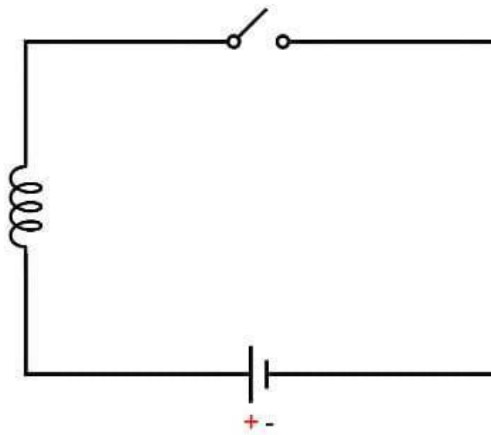
Fonte : Elaborado pelo autor, (2025)

Figura 13: circuito fechado, passagem de corrente elétrica.



Fonte: Elaborado pelo Autor, (2025)

Figura 14 : circuito aberto, ausência de corrente elétrica.

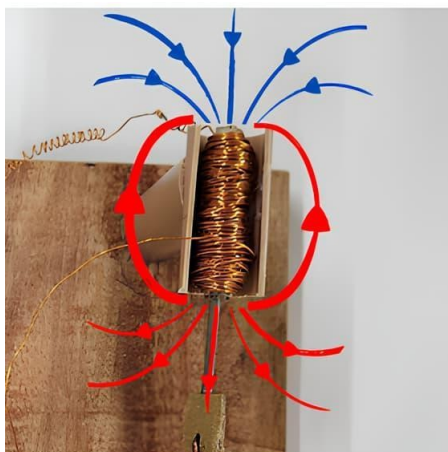


Fonte : Elaborado pelo autor,(2025)

O funcionamento do protótipo é semelhante ao de um circuito elétrico, com uma distinção importante em relação a um componente comum: o interruptor, responsável por ligar e desligar o sistema, como mostrado nas figuras 13 e 14.

No protótipo, a corrente gerada pela bateria percorre a bobina, criando um eletroímã que atrai o pistão para seu interior. Em seguida, a chave de ignição deixa de tocar no virabrequim, abrindo o circuito e interrompendo a passagem da corrente elétrica, conforme ilustrado na figura 12. Devido à rotação gerada pela ventoinha, o virabrequim continua girando até entrar novamente em contato com a chave de ignição, fechando o circuito. Dessa forma, o motor entra em funcionamento por meio da ativação e desativação sucessivas do eletroímã. Esse processo permite observar a transformação de energia no sistema: quando a corrente passa pela bobina e gera um campo magnético capaz de rotacionar a ventoinha, ocorre a conversão de energia eletromagnética em energia mecânica.

Figura 15: representação do campo magnético no solenóide.



Fonte: Elaborado pelo autor,(2025)

É possível observar que o campo magnético nas extremidades do solenóide não é uniforme, devido à presença de efeitos de borda, que causam distorções na direção e no sentido do campo, mostrado na figura 15. Observa-se também que o sentido da corrente elétrica percorre o solenóide entrando pelo polo norte e saindo pelo polo sul. Uma das principais vantagens do eletroímã, formado por uma bobina, em comparação com o ímã permanente, é a possibilidade de controlar seu campo magnético, como sua intensidade ou até mesmo desligá-lo, a partir da variação de corrente elétrica que passa pela bobina.

No caso deste experimento, a bobina foi construída com aproximadamente 580 voltas de fio condutor, quantidade necessária para induzir um campo magnético com intensidade suficiente para atrair o pistão.

3.3 Organização da Sequência Didática

Considerando a construção do aparato experimental apresentado neste trabalho de pesquisa, propõe-se uma sequência didática para o 3º ano do Ensino Médio, com o objetivo de estruturar e interligar os conteúdos teóricos abordados em sala de aula com o experimento proposto. A sequência didática é organizada em etapas que incluem a contextualização dos conteúdos, como as transformações de energia eletromagnética em energia mecânica, integradas a outros conceitos, como corrente contínua, campo magnético, força magnética e o funcionamento do solenóide. Sendo exemplificada com a demonstração do aparato experimental construído.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta etapa da pesquisa, apresentaremos e discutiremos os resultados obtidos por meio das observações realizadas durante a construção e o funcionamento do aparato experimental. A construção do protótipo levou cerca de uma semana, incluindo a preparação dos materiais utilizados até sua fase final, com os testes de funcionamento.

Em um primeiro momento, foi feita a montagem do protótipo, cujo teste inicial de funcionamento ocorreu sem o uso da ventoinha e com uma determinada voltagem em corrente contínua. Esse teste revelou dificuldade na rotação do virabrequim após certo intervalo de tempo, com a perda da velocidade gradativamente. Ao perceber essa limitação, a ventoinha foi acoplada ao virabrequim e, em seguida, realizou-se novo teste utilizando a mesma voltagem. Foi possível observar uma situação diferente: a ventoinha passou a manter seu movimento rotacional por mais tempo, o que contribuiu para a continuidade do movimento do virabrequim. Esse comportamento ocorreu devido ao aumento da energia cinética no sistema. Sendo a energia cinética diretamente proporcional à massa do corpo e sua velocidade. Assim, com adição da peça ao conjunto, o sistema adquiriu maior inércia, favorecendo o funcionamento contínuo do protótipo. É importante destacar que essa inércia é responsável pelo giro completo do virabrequim, pois, no momento em que o circuito é aberto, seu movimento não deve cessar, para que assim ele volte a fechar o circuito, permitindo novamente a passagem da corrente elétrica.

Logo após o desligamento do protótipo da corrente elétrica, observou-se que a ventoinha tendia a perder velocidade, resultando em seu repouso após determinado tempo. Isso ocorreu devido à resistência do ar e também à dissipação de energia na forma de som.

4.1. Tabelas com tensões observadas durante os testes de funcionamento

Tabela 2: tensões observadas

Primeiro teste	Segundo teste	Terceiro teste	Quarto teste	Quinto teste
4 Volts	5 Volts	7 Volts	9 Volts	12 Volts

Inicialmente, foi realizado o primeiro teste utilizando uma fonte de alimentação com regulagem de voltagem. Com uma tensão de 4 volts, observou-se que não houve nenhum movimento no protótipo, pois a intensidade da corrente elétrica não foi suficiente. Em seguida, ajustou-se a voltagem para 5 volts, observando-se uma situação diferente: ocorreu movimento suficiente para rotacionar o virabrequim acoplado à ventoinha, sendo essa a tensão mínima necessária para o funcionamento do protótipo.

Na sequência, realizou-se um novo teste com 7 volts e observou-se um movimento mais rápido da ventoinha. Percebendo que o aumento da voltagem acelerava o movimento, foram realizados mais dois testes, com 9 volts e 12 volts, respectivamente. Em ambos os casos, confirmou-se que, à medida que a tensão aumentava e, conseqüentemente, a energia potencial, o movimento da ventoinha também se intensificava, permitindo observar com mais clareza maiores vibrações no protótipo, além do aumento do ruído e do aquecimento do solenoide. Com isso, percebeu-se que uma tensão superior a 12 volts pode ser considerada perigosa.

Esse aquecimento levou à escolha do fio de cobre com 0,57mm de diâmetro para a construção do solenóide. Vale ressaltar que, em testes realizados com uma bobina produzida com fio de 2,6 mm de diâmetro, foi observado um aquecimento excessivo, com grande probabilidade de danificar a fonte de alimentação e derreter os fios. Devido à alta espessura e, conseqüentemente, maior resistência do material, desta forma, requerendo maior corrente para induzir um campo magnético na bobina de intensidade suficiente para atrair o pistão.

Diante das observações realizadas, foi possível identificar as transformações de energia envolvidas. Uma dessas transformações está relacionada ao ruído sonoro do protótipo à medida que a voltagem aumenta. Com esse barulho, podemos perceber a conversão da energia cinética em ondas sonoras, que se dissipam no ambiente. Além disso, o funcionamento do protótipo está diretamente ligado a uma transformação de energia, a energia potencial elétrica fornecida ao sistema é

convertida em energia cinética, perceptível no movimento de rotação da ventoinha.

Um ponto bastante interessante a ser mencionado está relacionado à sua forma simples e portátil. Sabendo que sua voltagem mínima de funcionamento é de 5 volts, pode-se utilizar uma bateria comum de 9 volts como fonte de alimentação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O foco principal deste projeto orientou-se a construção do dispositivo experimental — Pistão Magnético — e, a partir dele, criar uma sequência didática específica para o ensino de Física no terceiro ano do Ensino Médio. Ao longo do processo, foram investigados e aplicados conceitos essenciais, como corrente elétrica contínua, campo magnético, força magnética e as conversões de energia eletromagnética em energia mecânica.

O experimento mostra-se uma ferramenta educacional que pode ser eficiente, devido à sua facilidade de uso, custo acessível e à habilidade de tornar palpáveis fenômenos que costumam ser abstratos para os alunos. As experiências feitas com variadas tensões destacaram a conexão entre a corrente elétrica e o funcionamento do sistema, validando os conceitos físicos em questão.

A proposta de sequência didática teve como objetivo integrar teoria e prática de forma relevante, sugerindo atividades que estimulem a reflexão, a pesquisa e a participação ativa dos estudantes. A utilização do pistão magnético como recurso educacional permite uma exploração experimental dos conceitos, aumentando o envolvimento e a compreensão dos fenômenos físicos.

Chega-se à conclusão de que o equipamento criado e os recursos de apoio elaborados têm o potencial de auxiliar significativamente no processo educacional, facilitando o aprendizado da Física de maneira mais acessível, relevante e envolvente para os estudantes do Ensino Médio. Sugere-se que investigações futuras analisem possíveis alterações no experimento e a implementação da sequência nas aulas, com o objetivo de mensurar seu efeito pedagógico e incentivar aperfeiçoamentos constantes.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176–194, jun. 2003.
- BAGUINSKI, F. *Eletroímã*, Porto Alegre: [s.n.], 2020. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/amlef/glossario/eletroima-2/>. Acesso em: 18 agosto. 2024.
- BEWZENKO, C. C. et al. Motor eletromagnético com 1 solenoide. In: MOSTRA DE ENSINO, PESQUISA, EXTENSÃO E CIDADANIA - (MEPEC), 2018, Blumenau, SC. Resumos... Blumenau: IFC, 2018. v.3 p. 41-42.
- CARDOSO, D. S.; FAEL, P. O.; ESPÍRITO-SANTO, A. A review of micro and mild hybrid systems. *Energy Reports*, v. 6, p. 385–390, fev. 2020.
- CLERICI, K. S. et al. **Garrafa de Leiden**: praticando ação e reflexão em sala de aula. IV CIECITEC, 2017.
- DARIOOLI, A. E. V.; ALVAREZ, F.; LUNAZZI, J. J. Motor “de quem” movido a energia eletromagnética: Tópicos de ensino de Física. Campinas: Instituto de Física Gleb Wataghin, 2017.
- FERREIRA, L.H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C. D. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. *Química nova na escola*, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.
- GUERRA, A.; REIS, J. C.; BRAGA, M. Uma abordagem histórico-filosófica para o eletromagnetismo no ensino médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Florianópolis – SC, v. 21, p. 224, 2004.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. S. *Fundamentos de Física: eletromagnetismo*. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. v. 3
- HEWITT, Paul G. **Física conceitual**. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. Tradução: Trieste Freire Ricci. Revisão técnica: Maria Helena Gavina.
- KAZUUHITO, K.; FUKE, L. F. *Física para o ensino Médio*, vol. 3 : eletricidade, física moderna. / 4 ed. São Paulo: Saraiva, 2016.
- KOHORI, Rodolfo Kasuyoshi. Estratégias experimentais de ensino visando contribuir com o ensino de Física de modo significativo: atividades de eletricidade, magnetismo e eletromagnetismo. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/135949>. Acesso em: 15 nov. 2024
- MARTINS, R. A. Oersted e a descoberta do eletromagnetismo. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, Campinas, n. 10, p. 89-114, 1986.

MARQUES, Alfredo; MÁXIMO, Luiz; ALVARENGA, Beatriz. Física: ciência e tecnologia. Volume 1. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2009.

OLIVEIRA, M. M. Sequência Didática Interativa no processo de formação de Ciências. Petrópolis: Vozes, 2013.

Origens e evolução das ideias da física/ José Fernando M. Rocha (Org.) - 2 ed.- Salvador :EDUFBA,2015.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico**: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2. ed. Nova Hamburgo: Feevale, 2013. E-book.

SILVA, Patricia Alves Da. Dificuldades de aprendizagem no ensino de física: uma revisão de literatura. Anais VII ENALIC... Campina Grande: Realize Editora, 2018.

SILVA, A. A. T.; CATÃO, V.; DA SILVA, ANDRADE, A. F. Análise de uma sequência didática investigativa sobre estequiometria abordando a química dos sabões e detergentes. Revista Prática Docente, v. 5, n. 2, p. 1256-1277, 2020.

SILVA, J.C.X.; LEAL, C. E .S. Proposta de laboratório de física de baixo custo para escolas da rede pública de ensino médio. Revista Brasileira de Ensino de Física, v.39,2016.

SOUZA, A. P.; PIRES, D. X. Uma proposta teórica-experimental de sequência didática sobre interações intermoleculares no ensino de química, utilizando variações do teste da adulteração da gasolina e corantes de urucum (A theoretical-experimental proposal, in teaching sequences about intermolecular interactions). Investigações em Ensino de Ciências, v. 17, n. 2, p. 385-413, 2012.

Young, Hugh D.Física III, Sears e Zemansky: eletromagnetismo/ Hugh D. Young, Roger A. Freedman ; colaborador A. Lewis Ford ; tradução Lucas Pilar da Silva e Daniel Vieira; revisão técnica Adir Moysés Luiz. – 14. ed. – São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar.Tradução de Ermani F. Da Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICE A –SEQUÊNCIA DIDÁTICA

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Duração : 4 aulas

Turma: 3º série/ Ensino médio

Disciplina: Física

Tema: transformações de energia eletromagnética em energia mecânica, corrente contínua, campo magnético, força magnética e o funcionamento do solenóide.

Habilidade:

(EM13CNT308) - Analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos, redes de informática e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos.

(EM13CNT204) – Elaborar explicações e previsões a respeito dos movimentos de objetos da Terra, no Sistema Solar e no universo com base na análise das interações gravitacionais.

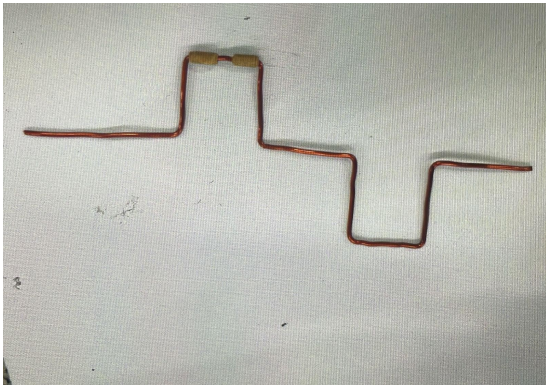
Objetivo gerais:

- Compreender a conversão de energia elétrica em energia mecânica por meio de campos magnéticos.
- Relacionar os conceitos de corrente contínua, campo magnético e força magnética ao funcionamento de um solenóide.
- Aplicar esses conhecimentos à observação e análise do aparato experimental: o pistão magnético.

Aulas:	Atividade em sala:	Metodologia:	Atividade para o aluno:
1°	Aula Teórica sobre os conceitos básicos de Corrente contínua, Campo magnético e Força magnética, conectando com situações reais.	Explicação breve com slides ou quadro; Exibição de vídeos curtos mostrando motores elétricos, eletroímãs e solenoides em aplicações do cotidiano;	Analisar o aparato experimental Pistão Magnético e fazer um fichamento com as partes individuais do protótipo relacionando com o conteúdo estudado.
2°	Aula teórica explicando como o solenóide gera campo magnético e transforma energia elétrica em mecânica. Detalhar a Estrutura do solenóide e Campo magnético de um fio enrolado.	Apresentar detalhada o funcionamento do solenóide com esquemas; Demonstração de eletroímãs com o aparato experimental o pistão magnético;	Fazer uma discussão em sala sobre: o que acontece com o campo quando aumenta a corrente? O que pode-se concluir com base nas observações?
3°	Aula teórica sobre o funcionamento do protótipo, abordando a Montagem e Comportamento de cada conceito abordado nas aulas anteriores.	Demonstração prática com o aparato experimental. identificar os materiais utilizados e suas principais características;	Realizar uma Análise coletiva sobre funcionamento: o que gera o movimento? O que acontece quando a voltagem aumenta?
4°	Consolidar os aprendizados e avaliar a compreensão dos conceitos abordados nas aulas anteriores.	Elaboração de um esquema explicativo no quadro. Questionário com questões objetivas e discursivas.	Construir uma pequena redação: Explique com suas palavras como o pistão magnético transforma energia elétrica em movimento.

APÊNDICE B - FOTOS DAS PARTES DO APARATO EXPERIMENTAL

VIRABREQUIM: 17 CM DE COMPRIMENTO



Fonte : Elaborada pelo autor,(2025).

FILETE DE LATA DE ALUMÍNIO: 5 CM DE COMP.



Fonte : Elaborado pelo autor,(2025)

PREGO COM BIELA: 5 CM DE COMP.



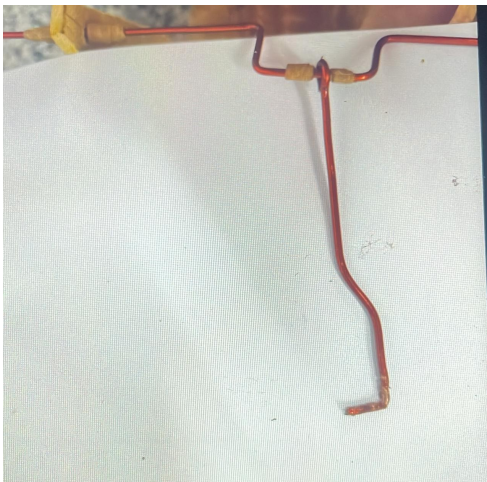
Fonte: Elaborado pelo autor,(2025).

BOBINA EM CARRETEL: 0,57 MM.



Fonte: Elaborado pelo autor,(2025) .

SUORTE PARA BIELA: 5 CM DE COMP.



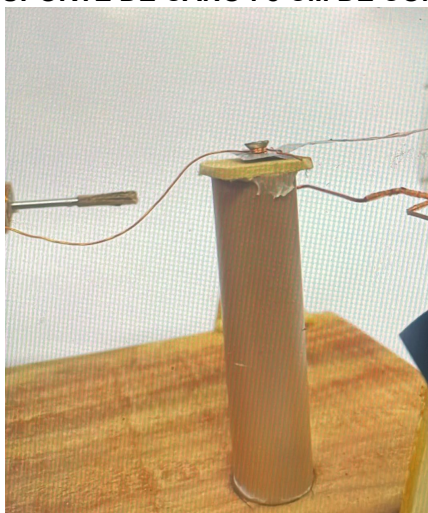
Fonte: Elaborado pelo autor,(2025).

VENTOINHA DE COOLER.



Fonte : Elaborado pelo autor

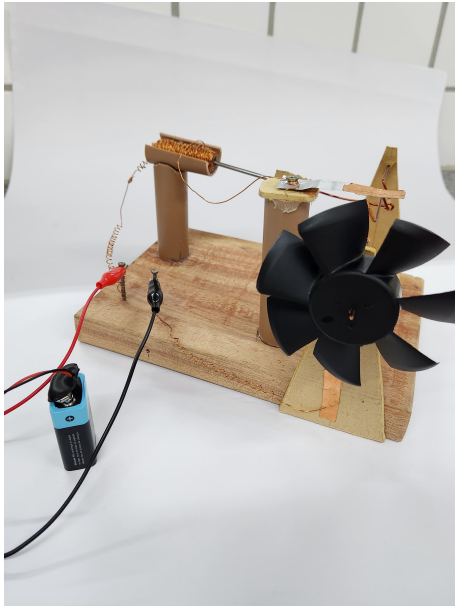
SUORTE DE CANO : 8 CM DE COMP.



Fonte : Elaborado pelo autor,(2025).

APÊNDICE C - APARATO EXPERIMENTAL

APARATO MONTADO.



Fonte : Elaborado pelo autor,(2025).

APARATO MONTADO.



Fonte: Elaborado pelo autor, (2025).