



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

WESLEY KEVEM COSTA DA SILVA SOUSA

**O USO DE EXPERIMENTOS COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO NO ENSINO
DO ELETROMAGNETISMO: campo magnético gerado por corrente elétrica**

Campina Grande
2025

WESLEY KEVEM COSTA DA SILVA SOUSA

**O USO DE EXPERIMENTOS COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO NO ENSINO
DO ELETROMAGNETISMO: campo magnético gerado por corrente elétrica**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Curso Superior de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Me. Rodrigo Rodrigues da Silva

Campina Grande
2025

Catálogo na fonte:

Ficha catalográfica elaborada por Gustavo César Nogueira da Costa - CRB 15/479

S725u Sousa, Wesley Kevem Costa da Silva.

O uso de experimentos com materiais de baixo custo no ensino do eletromagnetismo: campo magnético gerado por corrente elétrica / Wesley Kevem Costa da Silva Sousa. - Campina Grande, 2025.

45 f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Física) - Instituto Federal da Paraíba, 2025.

Orientador: Prof. Me. Rodrigo Rodrigues da Silva.

1. Ensino de Física. 2. Eletromagnetismo - Experimentos didáticos. 3. Metodologias ativas. 4. Materiais de baixo custo no ensino. I. Silva, Rodrigo Rodrigues da II. Título.

CDU 37.09:53

WESLEY KEVEM COSTA DA SILVA SOUSA

**O USO DE EXPERIMENTOS COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO NO ENSINO
DO ELETROMAGNETISMO: campo magnético gerado por corrente elétrica**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Curso Superior de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Física.

Aprovado em: 11/08/2025

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Rodrigo Rodrigues da Silva – orientador
Instituto Federal da Paraíba

Prof. Dr. Alex Sander Barros Queiroz
Instituto Federal da Paraíba

Prof. Dr. Valdenes Carvalho Gomes
Instituto Federal da Paraíba

*Dedico esta conquista à minha família,
pelo apoio constante e por sempre
acreditarem em mim, vocês foram
fundamentais nesta caminhada.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus que me deu paz, sabedoria e energia para que este trabalho fosse concluído. Sem Ele nada seria possível.

Aos meus pais, irmão e demais familiares pelo incentivo, compreensão e carinho.

Aos meus professores Luciano, Alex Sander, Maxwell, Valdenes, Geraldo Mota, Francisco Geraldo, Denis por todo conhecimento transmitido e incentivo durante o curso. Especialmente agradeço ao Professor Rodrigo Rodrigues pela sua orientação, apoio e ensinamentos.

Aos meus amigos de turma Gabriel, João, Júnior, Thais, Heloisa, Thiago e Wisllan que participaram de tantos momentos importantes ao longo do curso e tornaram essa caminhada mais leve.

Aos membros da banca pelas contribuições que certamente enriqueceram esta versão final.

Enfim, agradeço a todas as pessoas que fizeram parte dessa etapa decisiva da minha vida.

RESUMO

Este trabalho analisou a utilização de experimentos com materiais de baixo custo no ensino do eletromagnetismo. Atualmente, estudos mostram que o ensino de Física no Brasil enfrenta diversos desafios. Além disso, para muitos alunos, a disciplina é considerada complexa e resumida apenas a cálculos e métodos repetitivos, tornando-se motivo de desmotivação para os estudos. Com isso, faz-se necessário que os professores de Física, visando melhorar o processo de ensino e aprendizagem da disciplina, busquem por metodologias diversificadas, como a utilização de experimentos em sala de aula. No entanto, levando-se em consideração as limitações enfrentadas, como a falta de estrutura nas escolas, as atividades podem ser elaboradas com materiais de fácil acesso. O estudo foi de abordagem qualitativa e quantitativa, para a coleta de dados, foram utilizados dois questionários, aplicados em momentos diferentes da pesquisa (pré e pós-abordagem dos conteúdos e experimentos propostos). O segundo instrumento utilizado foi a observação do envolvimento e desenvolvimento dos alunos durante as aulas, que foram estruturadas em forma de uma sequência didática. O desenvolvimento do eletromagnetismo com o auxílio de experimentos de baixo custo indicou uma melhora significativa na compreensão, no interesse e no envolvimento dos estudantes. Por outro lado, os dados analisados evidenciam que a maioria dos alunos apresenta dificuldades em compreender os conceitos do eletromagnetismo quando expostos apenas por meio de aulas teóricas. Acredita-se que os resultados desta pesquisa possam contribuir com o ensino do eletromagnetismo, e também de outros conteúdos da Física, pois os experimentos de baixo custo se mostraram uma alternativa viável frente à escassez de laboratórios equipados nas escolas públicas, permitindo que práticas experimentais sejam incorporadas ao cotidiano escolar, mesmo em contextos com recursos limitados.

Palavras-chave: Experimentos de baixo custo; Eletromagnetismo; Ensino de Física.

ABSTRACT

This study analyzed the impact of using low-cost experiments in teaching electromagnetism. Studies currently show that physics education in Brazil faces several challenges. Furthermore, for many students, the subject is considered complex and limited to calculations and repetitive methods, leading to demotivation. Therefore, professionals in the field, aiming to improve the teaching and learning process, must seek innovative methodologies, such as the use of experiments in the classroom. However, considering the limitations faced, such as the lack of infrastructure in schools, activities can be developed with readily available materials. The study adopted a qualitative approach. Data collection involved two questionnaires administered at different points in the study (pre- and post-coverage of the proposed content and experiments). The second instrument was observation of student engagement and development during classes, which were structured as a teaching sequence. The development of electromagnetism with the help of low-cost experiments indicated a significant improvement in student understanding, interest, and engagement. On the other hand, the analyzed data show that most students have difficulty grasping the concepts of electromagnetism when exposed solely through theoretical classes. It is believed that the results of this research can contribute to the teaching of electromagnetism, as well as other physics subjects, as low-cost experiments have proven to be a viable alternative to the scarcity of equipped laboratories in public schools, allowing experimental practices to be incorporated into daily school life, even in contexts with limited resources.

Keywords: Low-cost experiments; Electromagnetism; Physics Teaching.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Determinação de ΔB no ponto P, devido à corrente elétrica de intensidade i no elemento ΔL de um condutor.	15
Figura 2 –	campo magnético geradas ao redor de um condutor retilíneo: (A) Ilustração; (B) Ilustração com limalha de ferro	17
Figura 3 –	A regra da mão direita indica o campo magnético: polegar aponta a corrente, dedos curvados o sentido do campo.	17
Figura 4 –	Campo gerado por uma espira circular	18
Figura 5 –	Polo norte e sul em uma espira circular	19
Figura 5 –	Campo magnético gerado por um solenoide.	21
Gráfico 1 –	Afinidade com a disciplina de Física.	28
Gráfico 2 –	Como você se sente em relação aos estudos do conteúdo de Física.	29
Gráfico 3 –	Conhecimento do conteúdo.	29
Gráfico 4 –	Conhecimento dos campos magnéticos gerados por corrente elétrica.	30
Figura 7 –	Experimento fio reto e longo.	31
Figura 8 –	Experimento solenoide.	31
Figura 9 –	Experimento eletroímã.	32
Gráfico 5 –	Entendimento por conceitos	33

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	PRINCÍPIOS DO ELETROMAGNETISMO E O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO	13
2.1	NOÇÕES FUNDAMENTAIS DO ELETROMAGNETISMO	14
2.2	GERAÇÃO DE CAMPO MAGNÉTICO POR CORRENTE ELÉTA	15
2.2.1	Condutor retilíneo	16
2.2.2	Espira circular	18
2.2.3	Solenóide	19
2.3	IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DA FÍSICA	21
2.3.1	Atividade experimental e aprendizagem ativa	22
2.3.2	Experimentos simples e acessíveis no ensino do eletromagnetismo	23
2.4	ENSINO EXPERIMENTAL DO ELETROMAGNETISMO	24
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	26
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
	REFERÊNCIAS	36
	APÊNDICE A – SEQUÊNCIA DIDÁTICA E ROTEIROS EXPERIMENTAIS	38
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO 1	45
	APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO 2	46

1 INTRODUÇÃO

No cenário educacional brasileiro, o ensino de Física enfrenta desafios significativos, segundo Moreira (2018), essa é crise marcada pela redução da carga horária, pela ausência de aulas práticas e pela escassez de professores especializados. Além disso, há uma priorização da preparação para provas em detrimento da compreensão dos conteúdos, o que compromete a identidade da disciplina e mantém abordagens tradicionais centradas na figura do professor, negligenciando práticas mais críticas e integradoras.

Além disso, como resultado desses empecilhos, de acordo com Moreira (2021), “os alunos não aprendem Física significativamente. Memorizam mecanicamente fórmulas, definições, respostas certas, para serem reproduzidas nas provas e esquecidas logo depois”. Diante do exposto, considera-se que se torna um problema não só para os alunos, como também para os professores, pois para uma educação efetiva mudanças precisam ser feitas.

Ademais, o conteúdo do eletromagnetismo apesar de extremamente importante, por estar bastante ligado a diversas tecnologias do nosso cotidiano, como aparelhos eletrônicos e sistemas de comunicação, é um dos conteúdos que apresentam maiores barreiras na aprendizagem, como destaca Paz (2007), o eletromagnetismo é frequentemente apontado como um dos conteúdos de Física com maior grau de dificuldade de aprendizagem. Nesse mesmo sentido, de acordo com Oliveira (2007), a compreensão das leis e dos conceitos do Eletromagnetismo é dificultada principalmente por dois fatores: a complexidade matemática envolvida e a falta de atividades práticas. O autor destaca que os estudantes necessitam de abordagens mais interpretativas e visuais, indo além da teoria abstrata, para que consigam assimilar melhor os conteúdos da disciplina.

Dessa forma, as ideias apresentadas reforçam a importância de se buscar estratégias que facilitem o ensino dos conteúdos de eletromagnetismo, considerando sua relevância para a formação científica dos estudantes. Nesse contexto, a aprendizagem significativa torna-se um objetivo essencial. Para Ausubel (1982), esse tipo de aprendizagem ocorre quando os novos conhecimentos são integrados de maneira relevante aos saberes previamente adquiridos, promovendo maior compreensão e retenção. Complementando, Ausubel (2003) destaca que a aprendizagem significativa envolve a compreensão profunda dos conteúdos e sua conexão com estruturas cognitivas já existentes, favorecendo a construção de um repertório mais sólido e integrado. Assim, acredita-se que essa forma de aprendizagem mais concreta pode ser estimulada por meio de práticas educativas diversificadas, como, por exemplo, as atividades experimentais.

Segundo Rodrigues, Bezerra e Pereira (2021), o uso de atividades experimentais no ensino de Física tem se mostrado uma metodologia eficaz para favorecer o aprendizado, atuando como elemento motivador e facilitador da compreensão dos conteúdos, além de promover maior participação dos alunos nas aulas, em contraste com práticas tradicionais centradas apenas na exposição teórica e resolução de exercícios. Dessa forma, acredita-se que a experimentação surge como uma estratégia pedagógica eficaz, contribuindo na superação de muitos desses

empecilhos presentes no ensino do conteúdo do eletromagnetismo, permitindo aos estudantes explorar conceitos físicos de maneira prática e interativa.

Entretanto, levando em consideração as limitações existentes para os educadores da área como a ausência de laboratórios com equipamentos sofisticados nas escolas, os experimentos de baixo custo surgem como uma solução viável. Nesse sentido, Fonteles (2024), nos diz que, a adoção de experimentos de baixo custo configura-se como uma estratégia pedagógica eficiente, especialmente em realidades escolares com restrições orçamentárias, pois possibilita aos estudantes o contato direto com conceitos científicos fundamentais, sem depender de recursos sofisticados, tornando o ensino mais acessível e inclusivo. O autor reforça, ainda, que o uso de materiais acessíveis e de baixo custo nas atividades educativas favorece não apenas a aprendizagem significativa, mas também contribui para o desenvolvimento da curiosidade e da criatividade dos estudantes.

Essa realidade levanta uma questão central para esta pesquisa: como o uso de experimentos com materiais de baixo custo auxilia no ensino do campo magnético gerado por corrente elétrica?

Diante disso, acredita-se na hipótese que mesmo com todas dificuldades para o ensino do conteúdo do eletromagnetismo, sendo um dos maiores a falta de laboratórios equipados, ainda é possível trabalhar com experimentos de baixo custo no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que, os experimentos são uma ferramenta importante para ajudar os alunos a entender melhor os conceitos da disciplina de Física. Como ressalta Santos (2024), “a experimentação no ensino de Física desempenha um papel crucial na compreensão dos conceitos científicos e no desenvolvimento das habilidades práticas dos alunos”.

Para realizarmos o teste da hipótese, executamos um estudo de caso, de natureza qualitativa e quantitativa, onde a coleta de dados aconteceu através da aplicação de dois questionários e também de uma sequência didática. Foi aplicado inicialmente um questionário antes de abordar os conteúdos e realizar os experimentos, e outro após, a fim de avaliar a percepção dos estudantes sobre o impacto da experimentação no aprendizado, verificando se apoiam a utilização de experimentos aliados à teoria. A partir da análise dos dados coletados, pretende-se compreender melhor os benefícios e desafios dessa metodologia.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo principal analisar a influência dos experimentos com materiais de baixo custo no ensino do eletromagnetismo, considerando tanto a perspectiva teórica quanto a prática. Para isso, além da revisão bibliográfica sobre o tema, os dados obtidos nas atividades experimentais e nas respostas dos alunos serão discutidos e analisados.

O presente trabalho está estruturado, em 5 capítulos. O segundo capítulo aborda de forma clara os conceitos fundamentais do eletromagnetismo, discute o papel da experimentação no ensino de Física, explora metodologias ativas e destaca o uso de experimentos com materiais de baixo custo como ferramenta pedagógica no ensino desse conteúdo. O terceiro capítulo é dedicado aos procedimentos metodológicos, nos quais são descritas as características da pesquisa, o local de

realização, os instrumentos de coleta e o método de análise dos dados. No quarto capítulo, são apresentados os resultados e as discussões, evidenciando a importância dos experimentos de baixo custo nas aulas de Física. No último capítulo, são apresentadas as considerações finais, nas quais se discutem as possíveis contribuições e reflexões sobre a problemática que motivou o desenvolvimento deste trabalho.

2 PRINCÍPIOS DO ELETROMAGNETISMO E O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO

Será apresentado neste capítulo conceitos do eletromagnetismo, destacando a interação entre correntes elétricas e campos magnéticos, bem como a formação de polos magnéticos em condutores e bobinas. Além disso, discute-se o papel da experimentação no ensino de Física, evidenciando como atividades práticas permitem que os alunos relacionem a teoria à observação de fenômenos, o que acreditasse promover uma aprendizagem mais significativa.

2.1 NOÇÕES FUNDAMENTAIS DO ELETROMAGNETISMO

O surgimento do eletromagnetismo está associado às descobertas de Hans Christian Oersted, que, em 1820, ao observar o desvio da agulha de uma bússola próxima a um fio percorrido por corrente elétrica, identificou a relação entre eletricidade e magnetismo. Esse marco permitiu avanços significativos na área. Outros cientistas também contribuíram de forma relevante para o desenvolvimento do eletromagnetismo, como André-Marie Ampère, que construiu o primeiro eletroímã, essencial para a criação de dispositivos como o telefone e o telégrafo, e Michael Faraday, cuja descoberta da indução eletromagnética foi fundamental para o surgimento de geradores e transformadores elétricos. (RAMALHO; NICOLAU; TOLEDO 2009).

Ademais, outros cientistas tiveram suas colaborações, porém, James Clerk Maxwell, físico escocês, que teve uma contribuição teórica fundamental, conseguindo estabelecer uma teoria matemática consistente descrevendo de forma unificada os fenômenos elétricos e magnéticos.

Nesse contexto,

No desenvolvimento da Física, a teoria clássica da interação eletromagnética, formulada por Maxwell (fortemente influenciado pelas ideias de Faraday), desempenhou um papel central, como protótipo de uma teoria de campo. Ela permitiu, além disso, obter uma das grandes sínteses da ciência: a unificação do eletromagnetismo e da ótica, mostrando que a luz é uma onda eletromagnética. Além disso, serviu como ponte para a elaboração da teoria da relatividade restrita. Para isso, foi necessário modificar a própria mecânica newtoniana, mas a teoria de Maxwell permaneceu intacta. (NUSSENZVEIG, 2015).

Ainda, essa interação entre corrente elétrica e campo magnético é regida pelas equações de Maxwell, mas para fins didáticos, os conceitos centrais podem ser abordados de forma mais simples, começando pela eletricidade (cargas elétricas em movimento) e pelo magnetismo (forças entre ímãs ou entre correntes elétricas).

Desse modo, uma carga elétrica em movimento gera um campo magnético ao seu redor, e esse campo pode interagir com outras cargas ou campos magnéticos. A intensidade dessa interação depende da quantidade de carga, da velocidade do movimento e da geometria do sistema. Entre as grandezas fundamentais estão:

Corrente elétrica (I): Segundo Halliday, Resnick e Walker (2016), define-se como a razão entre a quantidade de carga elétrica (Q) que atravessa uma seção transversal de um condutor e o intervalo de tempo (Δt) considerado. No Sistema Internacional de Unidades (SI), a intensidade de corrente elétrica é adotada como a unidade fundamental elétrica, denominada ampère (símbolo: A), em homenagem ao físico e matemático francês André-Marie Ampère (1775–1836), um dos pioneiros no estudo do eletromagnetismo. Matematicamente, é expressa por:

$$I = \frac{Q}{\Delta t} \quad (1)$$

onde:

- I é a intensidade da corrente elétrica, em ampères (A);
- Q é a carga elétrica, em coulombs (C);
- Δt é o intervalo de tempo, em segundos (s).

Campo magnético (B): é uma grandeza vetorial que representa a influência magnética em torno de correntes elétricas ou materiais magnéticos. Ele é calculado de maneira distinta para cada dispositivo em que se encontra, como o solenoide, bobina chata, espira circular fio retilíneo e ímãs.

Por fim, essas foram algumas noções básicas sobre o eletromagnetismo, área da Física de bastante relevância, pois, através do seu estudo podemos entender sobre eletricidade, magnetismo, ondas eletromagnéticas, coisas que estão fortemente presentes em nosso cotidiano, por exemplo, em aparelhos eletrônicos, iluminação,

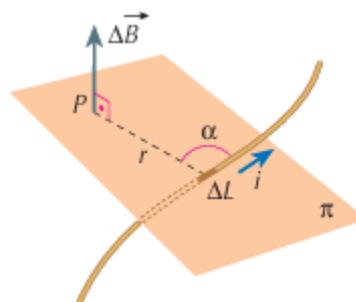
comunicação, medicina, etc. Por isso, o conhecimento em eletromagnetismo contribui para a formação de cidadãos críticos e conscientes do impacto da ciência na sociedade. A seguir aprofundaremos no estudo do campo magnético gerado por corrente elétrica.

2.2 GERAÇÃO DE CAMPO MAGNÉTICO POR CORRENTE ELÉTRICA

Durante muito tempo estudava-se as propriedades dos ímãs e da eletricidade de maneira distinta, sem ter a noção que houvesse alguma relação entre os dois fenômenos. No entanto, o marco dessa conexão entre eletricidade e magnetismo foi descoberta por Hans Christian Oersted em 1820. A partir disso, que se teve a noção de que tanto os ímãs quanto as correntes elétricas eram capazes de produzir os mesmos efeitos, ambos geravam um campo magnético ao redor do espaço que os cercavam.

Para determinar a intensidade desse campo magnético gerado por uma corrente elétrica, podemos utilizar lei de Biot-Savart. Se temos um condutor com um formato qualquer, no vácuo, percorrido por uma corrente elétrica de intensidade i . Seja ΔL um elemento muito pequeno desse condutor e P um ponto da região do espaço próximo ao condutor e à distância r de ΔL . Seja α ângulo entre ΔL e r , como ilustra a Figura 1. Observe que ΔL e r determinam o plano π .

Figura 1: determinação de ΔB no ponto P , devido à corrente elétrica de intensidade i no elemento ΔL de um condutor



Fonte: RAMALHO; NICOLAU; TOLEDO (2009, p. 306).

A lei de Biot-Savart nos diz que o vetor indução magnética ΔB no ponto P , gerado pela corrente elétrica de intensidade i no elemento ΔL do condutor, tem as seguintes características:

Direção e sentido: perpendicular ao plano π e o sentido é determinado pela regra da mão direita ilustrada na figura 4.

Intensidade: diretamente proporcional a i , a ΔL e ao $\sin \alpha$ e inversamente proporcional ao quadrado da distância r . Isso pode ser expresso pela seguinte fórmula:

$$\Delta B = \frac{\mu_0 i \Delta L \sin \alpha}{4\pi r^2} \quad (2)$$

- ΔB é o módulo do campo magnético, medido em tesla [T].
- μ_0 é a constante de permeabilidade magnética do vácuo, seu valor é $4\pi \cdot 10^{-7} \text{T} \cdot \text{m/A}$
- i é a corrente elétrica, medida em ampère [A].
- ΔL é o comprimento dos fragmentos do fio, medido em metros [m].
- r é a distância da partícula até o ponto em que se deseja medir o campo magnético, medida em metros [m].
- θ é o ângulo ente r e i , medido em graus [°].

2.2.1 Condutor retilíneo

Considere um fio condutor longo e retilíneo percorrido por uma corrente elétrica estacionária i . Experimentalmente, sabe-se que tal corrente produz um campo magnético no espaço ao seu redor. A observação com limalha de ferro ou bússolas mostra que as linhas de indução magnética formam **circunferências concêntricas** em torno do fio, localizadas em planos perpendiculares ao seu eixo (HALLIDAY;

Sentido: pode ser determinado pela regra da mão direita.

Intensidade: podemos aplicar a Lei de Ampère, que relaciona o campo magnético ao redor de um condutor à corrente elétrica que o atravessa:

$$\oint_{\gamma} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 i_{\text{enc}} \quad (3)$$

No caso de um condutor retilíneo, assume-se simetria cilíndrica: o módulo de B é o mesmo em todos os pontos a uma distância r do fio, e B é tangente à circunferência de raio r centrada no condutor. Assim, a integral se reduz a:

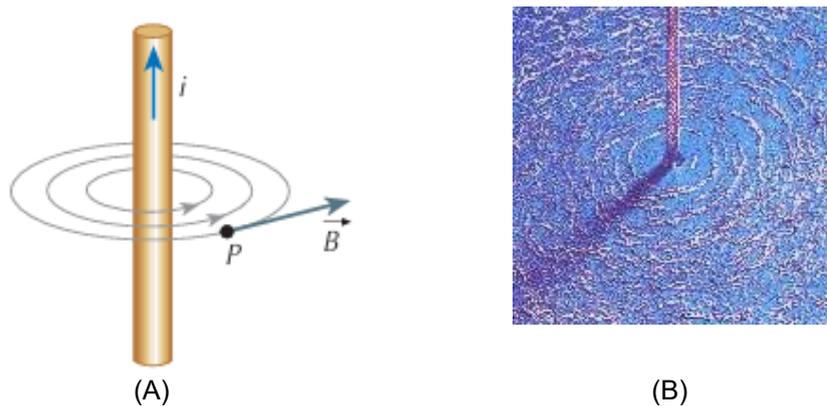
$$B \oint_{\gamma} dl = B (2\pi r) = \mu_0 i \quad (4)$$

Isolando B, obtém-se a expressão:

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r} \quad (5)$$

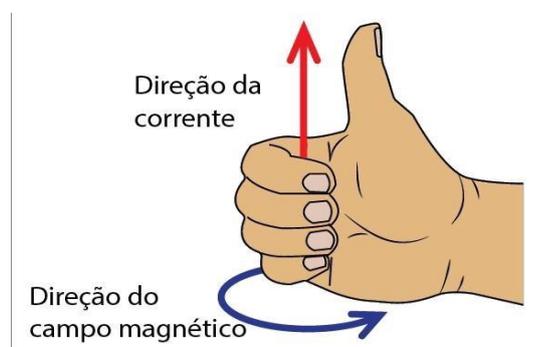
Portanto, a intensidade do campo magnético diminui inversamente com a distância ao fio e depende linearmente da corrente que o percorre. As figuras 2 e 3 ilustram características do campo ao redor de um condutor retilíneo e a regra da mão direita.

Figura 2: campo magnético geradas ao redor de um condutor retilíneo: (A) Ilustração; (B) Ilustração com limalha de ferro .



Fonte: (A) RAMALHO; NICOLAU; TOLEDO (2009, p. 311); (B) Magnetismo na web.

Figura 3: A regra da mão direita indica o campo magnético: polegar aponta a corrente, dedos curvados mostram o sentido do campo.

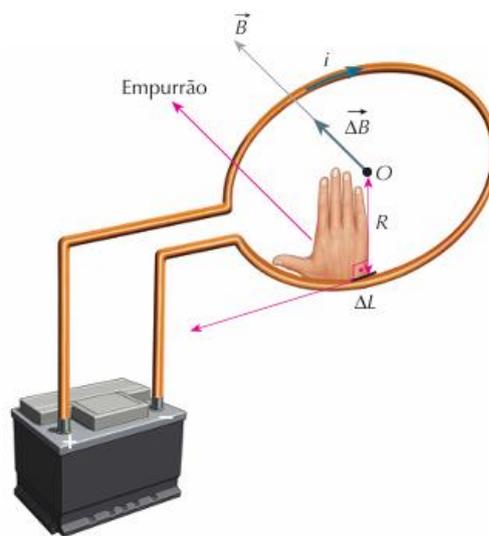


Fonte: Brasil Escola

2.2.2 Espira circular

Quando temos um fio dobrado formando uma espira de raio R percorrido por uma corrente elétrica de intensidade i como mostra a figura 4:

Figura 4: Espira circular percorrida por uma corrente elétrica



Fonte: Fonte: RAMALHO; NICOLAU; TOLEDO (2009, p. 307).

O vetor indução magnética B , no ponto O , apresenta as seguintes características:

Direção e sentido: é perpendicular ao plano da espira; o sentido é determinado pela regra da mão direita.

Intensidade: pode ser calculada pela lei de Biot-Savart. (2)

Como o ângulo entre R e ΔL é $\alpha = 90^\circ$, temos que:

$$\Delta B = \frac{\mu_0 i \Delta L}{4\pi R^2} \quad (6)$$

No ponto O , a intensidade de B será:

$$B = \sum \Delta B = \frac{\mu_0 i \Delta L}{4\pi R^2} \quad (7)$$

Logo,

$$B = \frac{\mu_0 i}{4\pi R^2} \sum \Delta L \quad (8)$$

Sendo $\Delta L = 2\pi R$ (Comprimento da circunferência), substituindo esse valor na equação anterior:

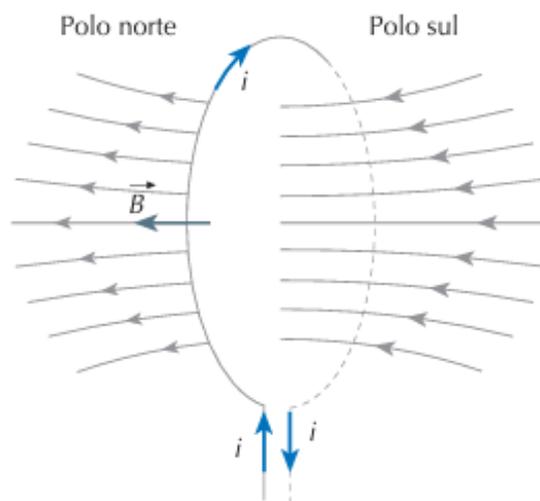
$$B = \frac{\mu_0 i}{4\pi R^2} 2\pi R \quad (9)$$

simplificando a expressão temos:

$$B = \frac{\mu_0 i}{2 R} \quad (10)$$

No campo magnético gerado por uma espira, atribui-se a ela um polo norte, do qual as linhas saem, e um polo sul, no qual elas chegam, como ilustra a figura 5:

Figura 5: Polo norte e sul em uma espira circular.



Fonte: RAMALHO; NICOLAU; TOLEDO (2009, p. 308).

2.2.3 Solenoide

Um solenoide ou bobina consiste em um fio condutor enrolado em forma de várias espiras circulares de mesmo raio, dispostas lado a lado e igualmente espaçadas. Quando uma corrente elétrica I percorre o fio, estabelece-se no interior do solenoide um campo magnético aproximadamente uniforme, cuja direção e sentido se assemelham ao de um ímã de barra: as linhas de indução emergem do polo norte e retornam pelo polo sul (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Sentido: pode ser determinado pela regra da mão direita.

Intensidade: o campo magnético no interior de um solenoide ideal (longo e com enrolamento uniforme), aplica-se a Lei de Ampère. (3)

Considerando um caminho de integração retilíneo ao longo do eixo do solenoide, o campo B é constante e paralelo a dl em seu interior, e praticamente nulo no exterior. Assim:

$$B l = \mu_0(n.l.i) \quad (11)$$

Onde:

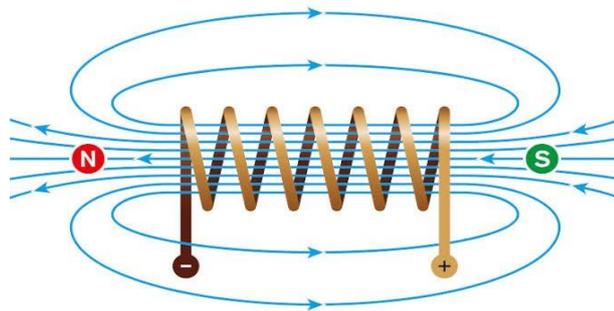
- B é o campo magnético no interior do solenoide,
- μ_0 é a permeabilidade do vácuo,
- n é a densidade de espiras (número de voltas por metro),
- I é a corrente elétrica.

Cancelando l em ambos os lados, obtemos:

$$B = \mu_0 n i \quad (12)$$

Esse campo é aproximadamente uniforme dentro do solenoide, tornando o solenoide um dispositivo ideal para demonstrar a criação de campos magnéticos intensos e controlados. A figura 6 ilustram o campo magnético gerado por um solenoide.

Figura 6: campo magnético gerado por um solenoide



Fonte: Prepara Enem

O solenoide possui uma grande aplicação industrial, um eletroímã por exemplo, que é uma barra de ferro envolvida por um solenoide, quando a corrente elétrica passa pelo fio originando um campo magnético, causa uma orientação dos ímãs elementares da barra de ferro, imantando-a. E a aplicação dos eletroímãs é diversa, como em campainhas, microfones, em guindastes eletromagnéticos, ressonâncias magnéticas, etc.

2.3 IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

O ensino de Física enfrenta diversas dificuldades, tanto por parte dos professores quanto dos alunos. Muitos estudantes consideram a disciplina abstrata e de difícil compreensão, especialmente quando os conteúdos são apresentados de forma puramente teórica, sem conexão com a realidade. Nesse sentido, um desses obstáculos segundo Moreira (2021), é que atualmente, o sistema educacional está fortemente influenciado por uma cultura voltada à testagem, conhecida internacionalmente como “ensinando para testar”. Nesse contexto, as escolas passam a funcionar mais como centros de treinamento do que como espaços de formação integral, e tanto professores quanto alunos são submetidos a uma lógica de preparação para o mercado, muitas vezes em detrimento de uma educação mais crítica e significativa.

Ainda, segundo Araújo (2025), no cenário educacional brasileiro contemporâneo, o ensino da disciplina ainda enfrenta obstáculos significativos, especialmente devido à predominância de métodos tradicionais e excessivamente

teóricos, que acabam afastando os estudantes da disciplina e dificultando a compreensão dos conceitos essenciais. Além disso, a falta de recursos didáticos, como materiais experimentais acessíveis, e a pouca formação continuada dos docentes contribuem para um ensino desmotivador e pouco atrativo.

Desse modo, a citação reforça a concepção da importância de se buscar alternativas que visem superar esses empecilhos, o que pode ser alcançado por meio de metodologias didáticas inovadoras, que tornem as aulas mais dinâmicas onde o aluno se sinta motivado a adquirir um conhecimento profundo.

Portanto, a Física pode se beneficiar enormemente do uso de experimentos como recurso pedagógico superando diversos obstáculos para tornar o ensino mais efetivo, já que “as atividades de laboratório constituem-se numa das mais importantes ferramentas didáticas no ensino das ciências e, em particular, no ensino da física” (AZEVEDO, 2009, p. 1). Também, existe o fato dessa abordagem está em consonância com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que valoriza atividades que colocam o aluno como protagonista do seu aprendizado, incentivando autonomia, investigação e postura crítica, está explícita em várias competências gerais, especialmente nas de números 2, 5, 6 e 10.

Diante do exposto, considera-se que a experimentação é de grande importância no ensino de Física, pois, por meio dela, os alunos conseguem visualizar e compreender melhor os conceitos estudados. Além disso, ela promove a conexão entre teoria e prática, tornando a aprendizagem mais concreta e significativa, o que contribui para a superação de muitas das dificuldades enfrentadas no ensino da disciplina.

2.3.1 Atividade experimental e aprendizagem ativa

Segundo Martin, Farias e Cristo (2015), nas metodologias ativas, o professor assume o papel de facilitador da aprendizagem, enquanto o aluno torna-se protagonista do processo, sendo visto como estudante ou educando em um ambiente dinâmico e construtivo. Essa mudança favorece uma interação mais ativa e pode impactar positivamente a percepção tanto dos professores quanto dos alunos em relação ao processo educativo. Ainda, segundo Vygotsky (1978), o aprendizado é

potencializado quando o aluno participa ativamente do processo de construção do conhecimento.

De acordo com Henriques, Prado e Vieira (2014), estudos mostram que métodos de aprendizagem ativa são mais eficazes do que as aulas expositivas tradicionais. Desse modo, acreditasse que é fundamental tornar o aluno um sujeito ativo no processo de ensino, e isso pode ser alcançado quando utiliza-se uma atividade experimental em sala de aula, ela faz com que os estudantes sejam mais participativos e que interajam diretamente com os fenômenos físicos, pois ele observa, manipula e analisa os fenômenos, desenvolvendo um pensamento mais crítico e profundo.

Portanto, as atividades experimentais constituem uma ferramenta poderosa no processo de ensino de ciências, pois podem proporcionar ao aluno construir um conhecimento de forma ativa e significativa, com isso o aprendizado se torna mais eficiente.

2.3.2 Experimentos simples e acessíveis no ensino do eletromagnetismo

A ausência de laboratórios nas escolas, especialmente nas instituições públicas, é uma realidade que compromete o ensino prático de disciplinas como a Física. Essa limitação dificulta a realização de atividades práticas, essenciais para a compreensão de conceitos abstratos, como os presentes no eletromagnetismo. Experimentos simples e de baixo custo surgem como uma alternativa viável para suprir a carência de recursos. Conforme ressalta Araújo (2025):

Um experimento de baixo custo é caracterizado pelo uso de materiais reutilizáveis ou facilmente disponíveis no comércio, oferecendo uma alternativa acessível aos experimentos comercialmente vendidos. Esse tipo de experimento pode servir como substituto para aqueles tradicionalmente realizados em laboratórios convencionais. Outra vantagem desse tipo de experimentos é que eles podem ser facilmente construídos pelos alunos. (ARAÚJO, 2025)

Além disso, Araújo (2025) ainda enfatiza que, o alto custo para a implantação de laboratórios de Física é um dos principais obstáculos enfrentados pelas instituições de ensino. Como alternativa, alguns professores têm adotado laboratórios de baixo

custo, buscando suprir a falta de estruturas tradicionais e oferecer aos alunos experiências experimentais mesmo com recursos limitados.

Segundo Rosito (2003), muitos professores acreditam que a ausência de um laboratório bem equipado impede a realização de atividades experimentais, o que acaba limitando o ensino de Física à teoria. No entanto, o autor defende que é possível realizar experimentos utilizando materiais de baixo custo, tanto em sala de aula quanto em outros espaços, o que pode, inclusive, estimular a criatividade dos alunos. Para ele, embora o laboratório tradicional seja importante, sua falta não deve ser motivo para restringir o ensino apenas ao livro-texto.

Diante do exposto, considera-se que o uso de experimentos simples e acessíveis no ensino do eletromagnetismo é uma alternativa viável frente a falta de laboratórios nas escolas. Além disso, essa prática torna a sala de aula em um laboratório, incentiva a participação dos alunos e estimulam sua criatividade, contribuindo para um ensino mais eficaz e significativo.

2.4 ENSINO EXPERIMENTAL DO ELETROMAGNETISMO

Segundo Rocha (2016), a experiência de anos como professor de eletrotécnica no ensino médio evidenciou que o ensino de eletromagnetismo apresenta grandes dificuldades para os alunos, tanto pela complexidade conceitual quanto pelas exigências matemáticas. O autor também aponta que essa percepção é compartilhada por outros professores da área, sendo comum o baixo desempenho dos estudantes, o que reforça a necessidade de metodologias mais eficazes no processo de ensino-aprendizagem desse conteúdo. Ainda, Rocha (2016) afirma que:

Podemos entender as dificuldades na aprendizagem destes conceitos observando as metodologias utilizadas atualmente, com excesso de atenção dada às aulas expositivas, cuja abordagem privilegia a aplicação de fórmulas e a realização de exercícios repetitivos em detrimento de abordagens mais práticas e conceituais que possibilitem uma associação dos conteúdos ministrados com a realidade e/ou experiências pessoais dos alunos. (ROCHA, 2016)

As afirmações reforçam a ideia de que é importante buscar alternativas para mudar essa realidade. Desse modo, a experimentação surge como uma ferramenta

para contribuir para uma melhora no ensino do eletromagnetismo. Por meio de atividades práticas, é possível aproximar os alunos da realidade dos fenômenos físicos, despertando o interesse e favorecendo a construção do conhecimento de forma mais participativa e autônoma.

Ainda, de acordo com Freire (1987), a educação libertadora não pode ser um ato de depósito de conteúdos, mas sim o da problematização dos homens em suas relações com o mundo. Logo, percebe-se que a aprendizagem do eletromagnetismo se torna melhor quando possibilita ao aluno a realização de atividades práticas.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa foi realizada com alunos de uma turma de 3º ano do ensino médio do Instituto Federal da Paraíba, campus Campina Grande, com o objetivo de investigar de que forma a construção e aplicação de experimentos com materiais de baixo custo podem contribuir para a aprendizagem significativa dos estudantes no conteúdo do campo magnético gerado por corrente elétrica. Para isso, foram desenvolvidas aulas conceituais, observações em sala, construção de experimentos com materiais acessíveis e, também, aplicação de questionários para coleta de dados que subsidiaram a análise da pesquisa.

Dos três experimentos realizados durante as aulas, os dois primeiros sobre o campo magnético gerado por um condutor retilíneo e por uma espira circular foram do tipo investigativo, pois os alunos participaram ativamente da montagem dos circuitos, da observação dos fenômenos e do registro de suas respostas. Já o terceiro experimento, realizado pelo professor para ilustrar o efeito do campo magnético em um solenoide, teve caráter demonstrativo, servindo como uma visualização direta do fenômeno sem a manipulação direta pelos alunos.

Este trabalho caracteriza-se como um estudo de caso, de natureza qualitativa e quantitativa. O objetivo principal foi investigar de que forma a construção e aplicação de experimentos de baixo custo pode contribuir para a aprendizagem significativa dos conceitos relacionados ao eletromagnetismo.

Na coleta de dados foram utilizados questionários, que foram aplicados em 2 momentos da pesquisa (Pré e Pós abordagem dos conteúdos e experimentos propostos), e o segundo instrumento utilizado foi a observação do envolvimento e desenvolvimento dos alunos durante as aulas, que foram estruturadas em forma de uma sequência didática (Apêndice A).

O primeiro questionário foi aplicado na primeira aula da sequência didática antes de abordar os conteúdos e teve com o objetivo de compreender quais as principais impressões dos 36 estudantes sobre a disciplina de Física e seus conhecimentos prévios sobre o conteúdo de eletromagnetismo, em especial sobre a formação de campo magnético gerado por corrente elétrica. Além disso, o segundo questionário foi aplicado na terceira e última aula da sequência didática, e teve como

objetivo identificar a visão dos estudantes sobre a importância do uso de experimentos de baixo custo como auxílio no ensino de Física e sua nova concepção sobre o conteúdo estudado.

Com o intuito de preservar o sigilo das respostas fornecidas pelos envolvidos, os alunos foram denominados pela palavra “Estudantes”, seguida por um número de 1 a 36. Para a análise dos dados coletados nesta pesquisa foi realizada com base na Análise de Conteúdo, conforme proposta por Bardin (2016). Por meio desse método, foi possível organizar e interpretar os dados de forma coerente com os objetivos da investigação

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O primeiro questionário (Apêndice B) foi aplicado no primeiro contato com os estudantes, afim de identificar a relação dos mesmos com a disciplina de Física, o conhecimento prévio sobre os conteúdos abordados posteriormente nas aulas e por último, identificar a importância do uso de experimentos em conjunto com a parte conceitual na disciplina.

No Gráfico 1, a primeira questão do questionário, que teve o intuito de avaliar o grau de afinidade dos alunos com a disciplina. Os resultados indicam que, embora parte dos estudantes se sinta confortável com a disciplina, ainda existe um grupo significativo que enfrenta dificuldades ou desmotivação, havendo uma divisão significativa na turma.

Gráfico 1: Afinidade com a disciplina de Física



Fonte: Autoria própria

Reforçando os resultados encontrados no gráfico, estudos apontam que a um grande número de estudantes que não possuem uma boa afinidade com a disciplina de Física, e que isso pode ser causado pelo ensino tradicional da disciplina que é muitas vezes descontextualizado e desestimulante para os alunos.

No Gráfico 2, estão os resultados da segunda questão, onde buscava-se analisar como os estudantes sentiam-se em relação aos estudos dos conteúdos da Física e com os resultados nota-se que apesar de uma parte dos alunos demonstrar uma boa relação, muitos ainda enfrentam dificuldades em compreender os conteúdos e demonstram pouco interesse pelos estudos em Física.

Gráfico 2: Como você se sente em relação aos estudos do conteúdo de Física



Fonte: Autoria Própria

Com estes resultados percebe-se que é importante buscar metodologias que melhore a afinidade dos estudantes com a disciplina, acredita-se que através de metodologias diversificadas como a experimentação o ensino pode se beneficiar.

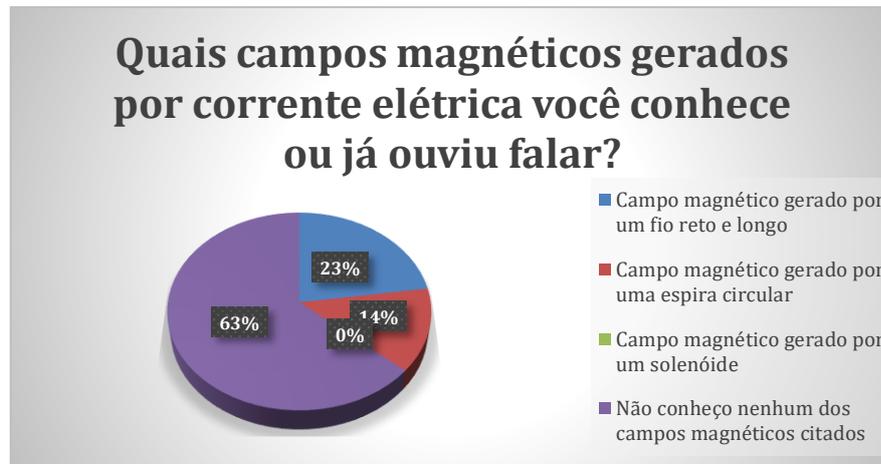
As questões 3, 4 e 5 do Questionário 1 foram elaboradas com o objetivo de analisar o conhecimento prévio dos alunos sobre o conteúdo que seria abordado na aula. No Gráfico 3, mostra que a maior parte dos Estudantes já havia estudado ou ouvido falar do conteúdo, no entanto, com as respostas apresentadas no Gráfico 4 ressalta que mais da metade da turma não tinham um conhecimento tão aprofundado sobre os conteúdos. Observe os gráficos a seguir:

Gráfico 3: Conhecimento do conteúdo



Fonte: Autoria Própria

Gráfico 4: Conhecimento dos campos magnéticos gerados por corrente elétrica



Fonte: Autoria Própria

Os dados revelam que, embora a maioria dos alunos tenham algum contato prévio com o tema, esse conhecimento se mostrou superficial. Tal informação reforça a necessidade de estratégias didáticas que vá além da abordagem puramente teórica e abstrata, promovendo uma aprendizagem mais significativa.

As questões 6 e 7 do Questionário 1, foram elaboradas com o objetivo de analisar a percepção dos estudantes sobre a forma como a disciplina de Física deve ser trabalhada em sala de aula, considerando a articulação entre os conteúdos conceituais e as atividades experimentais. Buscou-se, ainda, entender se os alunos acreditam que apenas a parte teórica é suficiente para a compreensão dos temas abordados. Os resultados foram unânimes, 100% dos estudantes participantes afirmaram que a Física deve ser ensinada em conjunto com atividades experimentais. Além do mais.

As aulas expositivas tiveram o objetivo de observar o envolvimento e o desenvolvimento dos estudantes na construção conceitual e experimental dos conteúdos propostos.

Com o intuito de abordar de forma eficiente todo o conteúdo, as aulas foram conduzidas de maneira dialogada, priorizando a construção coletiva do conhecimento por meio da articulação entre teoria e prática. Os principais tópicos foram apresentados no quadro, sempre relacionados a situações do cotidiano, favorecendo a contextualização e o significado dos conceitos. Para complementar a abordagem,

houve a realização de experimentos com materiais de baixo custo em cada aula, o que reforçou a compreensão dos temas trabalhados.

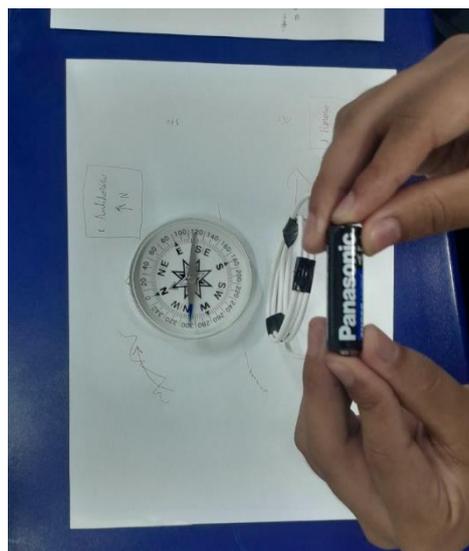
Ao longo da sequência, foram realizados três experimentos, (Figuras 7, 8 e 9), os primeiros 2 foram realizados pelos alunos e o ultimo pelo professor, e essas atividades experimentais foram estruturadas em dois momentos. No primeiro, os alunos realizaram a leitura e a compreensão do roteiro experimental, o que proporcionou maior autonomia e organização. Em seguida, ocorreu a montagem dos experimentos e a observação dos fenômenos físicos envolvidos.

Figura 7: Experimento fio reto e longo



Fonte: Autoria Própria

Figura 8: Experimento Solenoide



Fonte: Autoria Própria

Figura 9: Experimento Eletroímã



Fonte: Autoria Própria

Durante as aulas, observou-se que os alunos estavam bastante empolgados com a realização dos experimentos, e participativos nas aulas. Desse modo, percebe-se que essa metodologia conseguiu atrair o interesse dos estudantes e deixou as aulas mais dinâmicas, favorecendo um ambiente propício para uma melhor aprendizagem.

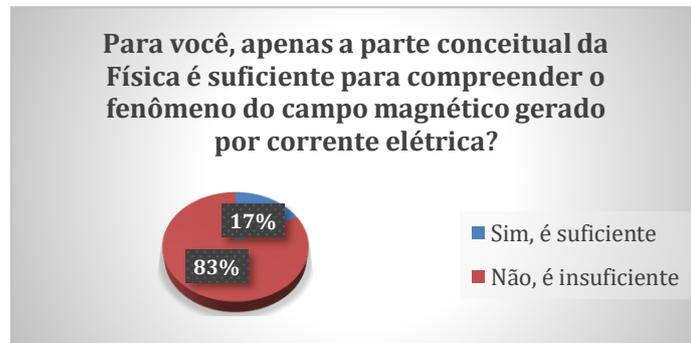
De acordo com Rocha (2016), observa-se que há um consenso entre diversos estudiosos de que a aprendizagem se torna mais significativa quando o aluno participa de atividades práticas bem estruturadas e com objetivos claros, pois essas experiências contribuem para a construção do conhecimento com base nos conteúdos trabalhados em sala de aula. Diante disso, e com as observações realizadas durante as aulas, entende-se que a conexão entre teoria e prática se faz necessário para uma aprendizagem eficiente.

O segundo questionário (Apêndice C) foi aplicado na terceira e última aula, e o mesmo teve como objetivo identificar a visão dos estudantes sobre a importância do uso de experimentos de baixo custo como auxílio no ensino de Física e sua nova concepção sobre o conteúdo estudado.

No Gráfico 5, está a primeira questão do segundo Questionário, que teve como objetivo compreender, na visão dos alunos, se aulas exclusivamente expositivas, com foco apenas na parte conceitual, seriam suficientes para a compreensão dos fenômenos físicos estudados. Com este resultado observasse a percepção dos alunos sobre a limitação das aulas puramente teóricas, pois a maioria dos estudantes

acredita que esse modelo de aula não é suficiente para garantir uma aprendizagem eficaz.

Gráfico 5: Entendimento por conceitos



Fonte: Autoria Própria

Em relação a combinação de aulas teóricas e práticas e experimentais em Física, Moreira (2021), relata que “No ensino da Física essa complementaridade é essencial para uma aprendizagem significativa dos conteúdos físicos.”. Desse modo, com os resultados obtidos, percebe-se, que integrar atividades experimentais ao ensino de Física, pode ser uma alternativa eficiente para proporcionar uma abordagem mais completa dos conteúdos, de acordo com os resultados encontrados na literatura.

A segunda questão, teve como objetivo compreender se após o desenvolvimento das aulas expositivas associadas à realização de experimentos, os estudantes seriam capazes de explicar o fenômeno do campo magnético gerado por corrente elétrica. Como resultado, observou-se que 92% dos alunos responderam de forma positiva. Isso foi confirmado após responderem as perguntas que foram feitas durante as aulas.

As questões 5 e 6, analisaram a relevância dos experimentos de baixo custo como recurso facilitador no processo de aprendizagem dos alunos. Os dados obtidos indicaram unanimidade, todos os estudantes afirmaram que os experimentos foram eficazes para tornar os conteúdos mais compreensíveis.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo principal analisar a influência dos experimentos com materiais de baixo custo no ensino do eletromagnetismo, considerando tanto a perspectiva teórica quanto a prática. Com base nos resultados encontrados no desenvolvimento da pesquisa, que ocorreu a partir da fundamentação teórica, da elaboração e aplicação de uma sequência didática e da análise dos questionários aplicados aos estudantes, pode-se identificar que o objetivo proposto foi alcançado.

Em relação aos principais resultados sobre o desenvolvimento do eletromagnetismo com o auxílio de experimentos com materiais de baixo custo, observou-se uma melhora significativa na compreensão, interesse e no envolvimento dos estudantes. Por outro lado, os dados analisados evidenciam que a maioria dos alunos apresentam dificuldades em compreender os conceitos do eletromagnetismo quando expostos apenas por meio de aulas teóricas. Desse modo, os resultados obtidos estão de acordo com as ideias de Rodrigues, Bezerra e Pereira (2021).

Além disso, os resultados desta pesquisa são úteis para o ensino do eletromagnetismo, e também de outros conteúdos da Física, pois os experimentos com materiais de baixo custo se mostraram uma alternativa viável frente à escassez de laboratórios equipados nas escolas públicas, permitindo que práticas experimentais sejam incorporadas ao cotidiano escolar mesmo em contextos com recursos limitados. Essa abordagem está de acordo com os princípios das metodologias ativas e com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que valorizam o protagonismo do aluno e a ligação entre teoria e prática.

Quanto a limitações, vale ressaltar dois importantes pontos, o primeiro é que essa pesquisa foi realizada com apenas uma turma de 3º ano, isso limita a possibilidade de generalizar os resultados para outras realidades escolares, o segundo ponto é que a sequência didática foi realizada em apenas três aulas, o que pode ter limitado o aprofundamento dos conceitos e a observação de impactos a longo prazo na aprendizagem dos alunos.

Posto isso, em relação as futuras investigações, recomenda-se que se faça uma análise do uso de experimentos em turmas, séries e escolas diferentes, para verificar se os resultados observados se mantêm em contextos variados, também, por

um período de tempo maior, para ver como a prática com experimentos influenciam de maneira contínua o aprendizado e o interesse dos alunos nas aulas de Física.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, J. V. de et al. **O ensino de Física na Educação Profissional e Tecnológica utilizando experimentos de baixo custo**. 2025.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos**: Uma Perspectiva Cognitiva. Editora Plátano, Portugal, 2003.
- AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**: Ensino Médio. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.
- BRASIL ESCOLA. **A regra da mão direita indica o campo magnético**: polegar aponta a corrente, dedos curvados mostram o sentido do campo. [imagem]. 2024. Disponível em: < <https://s5.static.brasilecola.uol.com.br/be/2024/12/esquema-ilustrativo-da-regra-da-mao-direita.jpg> >. Acesso em: 16 jun. 2025.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Representação da regra da mão direita**. [Imagem]. Portal do Professor, c2008. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/discovirtual/galerias/imagem/0000000677/0000007516.gif>. Acesso em: 18 jul. 2025
- FARIAS, P. A. M. de; MARTIN, A. L. de A. R.; CRISTO, C. S. **Aprendizagem ativa na educação em saúde**: percurso histórico e aplicações. Revista Brasileira de Educação Médica, v. 39, p. 143-150, 2015.
- FERREIRA, Álex; FERREIRA, L. G. **O ensino de física e suas relações**: o que dizem os licenciandos dessa área. Revista Ciências & Ideias ISSN: 2176-1477, p. 50-68, 2021.
- FONTELES, Tiago Santos. **O impacto da experimentação com kits de baixo custo na aprendizagem de ondas eletromagnéticas para o ensino fundamental**. Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências de São Bernardo, São Bernardo, 2024.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- GIORDAN, M. **O papel da experimentação no ensino de ciências**. Química Nova na Escola, v. 10, n. 10, p. 43-49, 1999.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos da Física**: Eletromagnetismo. v. 3. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- HENRIQUES, V. B.; PRADO, C. P. C.; VIEIRA, A. P. Editorial convidado: **aprendizagem ativa**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 36, n. 4, p. 4001-1 – 4001-3, 2014.
- MOREIRA, M. A. **Desafios no ensino da física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 43, p. e20200451, 2021.

MOREIRA, M. A. **Uma análise crítica do ensino de Física**. Estudos Avançados, v. 32, n. 94, p. 73–80, 2018.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de física básica: eletromagnetismo**. v. 3. São Paulo: Blucher, 2015.

OLIVEIRA, F. F. **Física moderna no ensino médio: O que dizem os professores**. Rev. Bras. de Ens. de Física, v. 29, n. 3, p.447-454. São Paulo. Abr. 2007.

OLIVEIRA, L. G. **A importância da Física experimental no processo de ensino e aprendizagem para os alunos de nível médio**. 2021.

PAZ, A. M. **Atividades Experimentais e Informatizadas: Contribuições para o Ensino de Eletromagnetismo**. 2007. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2007.

PREPARA ENEM. **Campo magnético gerado por um solenoide**. [imagem]. 2024. Disponível em: < <https://static.preparaenem.com/conteudo/images/campo-magnetico-solenoide.jpg> >. Acesso em: 16 jun. 2025.

RAMALHO, F.; NICOLAU, P.; TOLEDO, R. **Os fundamentos da física: eletricidade, magnetismo e física moderna**. Volume 3. 10. ed. São Paulo: Moderna, 2016.

ROCHA, C. H. da S. **A melhoria do processo de aprendizagem do eletromagnetismo com a utilização de experimentos de baixo custo**. 2016.

RODRIGUES, I. L.; BEZERRA, I. R.; PEREIRA, R. C. **Uma proposta de sequência didática com o uso de experimentação no ensino de Física**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, São Luís, 2021.

ROSITO, B. A. **O ensino de ciências e a experimentação**. In: ROSITO, B. A. Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003.

SALAS DE FÍSICA 8. **Campo magnético ao redor de um condutor retilíneo**. [Imagem]. Disponível em: <https://www.geocities.ws/saladefisica8/eletromagnetismo/condutor50.jpg>. Acesso em: 18 jul. 2025.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. Tradução de José Cipolla Neto, Luiz S. Menna Barreto e Solange A. da Rocha. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

APÊNDICE A – SEQUÊNCIA DIDÁTICA E ROTEIROS EXPERIMENTAIS

Sequencia didática: Campo magnético gerado por corrente elétrica.

Plano de Aula 1
<p>Docente: Wesley Kevem Costa da Silva Sousa Componente Curricular: Física Tema: Eletromagnetismo Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compreender como é formado o campo magnético gerado por um fio reto e longo. • Identificar a direção e a intensidade do campo magnético em torno de um fio longo. • Realizar um experimento simples e de baixo custo para observar o campo magnético gerado por um fio condutor. <p>Conteúdos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Campo magnético gerado por corrente elétrica. • Regra da Mão Direita para a direção do campo magnético. • Experimento simples utilizando fio, pilha e bússola para observar o campo magnético. <p>Recursos didáticos: Quadro branco, pincel, apagador, computador, televisão, slide, roteiro experimental, fio, pilha e bússola.</p> <p>Metodologia: Primeiramente, será entregue aos alunos, um questionário com objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema, após esse primeiro momento discutiremos algumas ideias dos estudantes sobre suas respostas. Em seguida, será realizado o experimento da seguinte maneira: a turma será dividida em grupos e cada um receberá o roteiro experimental e os materiais de baixo custo para realizar o experimento e anotarem as observações feitas. Após isso, o conteúdo será ministrado de maneira dialogada, elencando os principais tópicos do conteúdo no quadro e também com o auxílio de slides. Dessa forma, os alunos irão ter o conhecimento prático e teórico sobre o conteúdo.</p> <p>Avaliação: Os alunos serão avaliados através de sua participação, envolvimento e desenvolvimento na realização do experimento e exercícios.</p> <p>Referências: BISCUOLA, Gualter José; VILLAS, Boas Newton; HELÓU, Doca Ricardo. Tópicos de Física. volume 3. 18. ed. São Paulo: Saraiva Didático, 2012. JUNIOR, Francisco; FERRARO, Nicolau; SOARES, Paulo. Os fundamentos da Física. 10 ed. São Paulo: Moderna, 2009.</p>

Plano de Aula 2
<p>Docente: Wesley Kevem Costa da Silva Sousa Componente Curricular: Física</p>

Tema: Eletromagnetismo

Objetivos:

- Compreender como é formado o campo magnético gerado por uma espira circular
- Identificar a direção e a intensidade do campo magnético em torno de uma espira circular
- Realizar um experimento simples e de baixo custo para observar o campo magnético gerado por uma espira circular.

Conteúdos:

- Campo magnético gerado por corrente elétrica.
- Regra da Mão Direita para a direção do campo magnético.
- Experimento simples utilizando fio, pilha e bússola para observar o campo magnético.

Recursos didáticos: Quadro branco, pincel, apagador, computador, televisão, slide, simulador online, roteiro experimental, fio, pilha e bússola.

Metodologia:

Primeiramente, será revisado rapidamente com os alunos o conteúdo da aula anterior, logo após uma breve introdução sobre o que será abordado na aula. Em seguida, será realizado o experimento da seguinte maneira: a turma será dividida em grupos e cada um receberá o roteiro experimental e os materiais de baixo custo para realizar o experimento e anotarem as observações feitas. Após isso, o conteúdo será ministrado de maneira dialogada, elencando os principais tópicos do conteúdo no quadro e também com o auxílio de slides. Dessa forma, os alunos irão ter o conhecimento prático e teórico sobre o conteúdo.

Avaliação:

Os alunos serão avaliados através de sua participação, envolvimento e desenvolvimento na realização do experimento e exercícios.

Referências:

BISCUOLA, Gualter José; VILLAS, Boas Newton; HELÓU, Doca Ricardo. **Tópicos de Física. volume 3.** 18. ed. São Paulo: Saraiva Didático, 2012.
 JUNIOR, Francisco; FERRARO, Nicolau; SOARES, Paulo. **Os fundamentos da Física.** 10 ed. São Paulo: Moderna, 2009.

Plano de Aula 3

Docente: Wesley Kevem Costa da Silva Sousa

Componente Curricular: Física

Tema: Eletromagnetismo

Objetivos:

- Compreender como é formado o campo magnético gerado por um solenoide.
- Identificar a direção e a intensidade do campo magnético em torno de um solenoide
- Analisar através de um experimento simples e de baixo custo o campo magnético gerado por um solenoide.

Conteúdos:

- Campo magnético gerado por corrente elétrica.

- Regra da Mão Direita para a direção do campo magnético.
- Experimento simples utilizando fio, pilha, bússola e prego para observar o campo magnético.

Recursos didáticos: Quadro branco, pincel, apagador, computador, televisão, slide, site kahoot, roteiro experimental, fio, pilha, bússola e prego.

Metodologia:

Primeiramente, será revisado rapidamente o conteúdo da aula anterior, logo após será feita uma breve introdução do que será visto na aula. O conteúdo proposto será ministrado de maneira dialogada, elencando os principais tópicos do conteúdo no quadro e também com o auxílio de slides. Em seguida, será realizado um experimento demonstrativo para os alunos observarem o fenômeno, após o experimento a turma será dividida em duplas onde será realizado um Quis com objetivo de revisar todo o conteúdo das 3 aulas de uma forma prazerosa. Por fim, será entregue um questionário onde o mesmo terá como intuito compreender as novas considerações dos estudantes acerca dos temas abordados e também a importância da utilização dos experimentos para auxiliar as aulas de Física.

Avaliação:

Os alunos serão avaliados através de sua participação, envolvimento e desenvolvimento na realização do experimento e exercícios.

Referências:

BISCUOLA, Gualter José; VILLAS, Boas Newton; HELÓU, Doca Ricardo. **Tópicos de Física. volume 3.** 18. ed. São Paulo: Saraiva Didático, 2012.

JUNIOR, Francisco; FERRARO, Nicolau; SOARES, Paulo. **Os fundamentos da Física.** 10 ed. São Paulo: Moderna, 2009.

Roteiros experimentais

Roteiro Experimental aula 1

Experimento: Campo magnético gerado por um fio elétrico

Objetivo: Demonstrar que é possível criar um campo magnético com a eletricidade.

Contexto: Quando uma corrente elétrica atravessa um fio condutor, cria em torno dele um campo magnético. Este efeito foi verificado pela primeira vez por Hans Christian Oersted em abril de 1820. Ele observou que a agulha de uma bússola defletia de sua posição de equilíbrio quando havia próximo a ela um fio condutor pelo qual passava uma corrente elétrica

Material necessário:

10cm de fio condutor

1 pilha

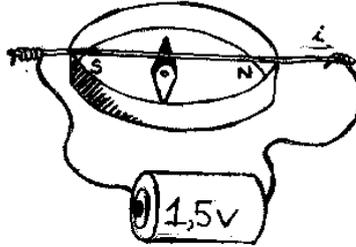
1 bússola

Fita isolante

Montagem do experimento:

Coloque a bússola sobre uma mesa plana e longe da influência de campos magnéticos que não o terrestre, como o de alto-falantes, por exemplo. Posteriormente, coloque o fio sobre a bússola, no sentido de sua agulha. Por fim, ligue o fio na pilha como mostra a figura 1 a seguir:

Figura 1: Montagem de experimento fio elétrico



Fonte: UNESP

Responda as questões abaixo

1. Posicionando um fio de cobre paralelamente à bússola, a agulha muda de posição? Por que?
2. O que acontece com a agulha da bússola, ao fechar o circuito? Por que?
3. Invertendo a polaridade da pilha, o que acontece?
4. O que o movimento da agulha indica?

Referencia:

LAVARDA, Francisco Carlos. Material baixo custo. Disponível em: Acesso em: 21 jun. 2025.

Roteiro Experimental aula 2

Experimento: Campo magnético gerado por uma espira circular

Objetivo: Neste experimento vamos mostrar que é possível criar um campo magnético igual a de um ímã natural com o uso da eletricidade.

Contexto: Quando uma corrente elétrica atravessa um fio condutor, cria em torno dele um campo magnético. Este efeito foi verificado pela primeira vez por Hans Christian Oersted em abril de 1820. Ele observou que a agulha de uma bússola defletia de sua posição de equilíbrio quando havia próximo a ela um fio condutor pelo qual passava uma corrente elétrica.

Uma bobina constitui-se de um fio condutor enrolado de tal modo que forma pelo menos uma espira. Se por ela passar uma corrente elétrica, gera-se um campo magnético no sentido perpendicular ao plano da bobina. Este arranjo em forma de espira faz com que apareçam na bobina polaridades norte e sul definidas. O resultado final é que a bobina possui polo norte e sul, tal como um ímã natural.

Material necessário:

10cm de fio condutor

1 pilha

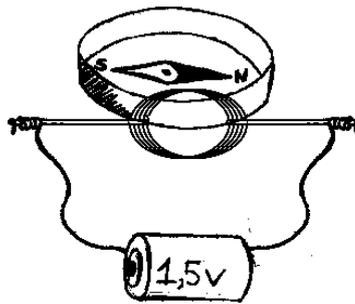
1 bússola

Fita isolante

Montagem do experimento:

- Coloque a bússola sobre uma mesa plana e longe da influência de campos magnéticos que não o terrestre, como por exemplo, alto-falantes.
- Para fazer a bobina, enrola-se o fio condutor num cano ou qualquer outro objeto cilíndrico, com cerca de 3 cm de diâmetro. Deve-se deixar livre as pontas do fio aproximadamente 5cm para conectar com a pilha e formar o circuito
- Use a fita isolante para não deixar que o círculo se desfaça
- Conecte as pontas do fio à pilha e em seguida aproxime a bobina na lateral da bússola como mostra a figura 2 a seguir:

Figura 2: Montagem de experimento espira circular



Fonte: UNESP

Referencia:

LAVARDA, Francisco Carlos. Material baixo custo. Disponível em: Acesso em: 21 jun. 2025.

Roteiro Experimental aula 3

Experimento: Campo magnético gerado por um solenoide

Objetivo: Neste experimento vamos mostrar que é possível criar um campo magnético igual a de um ímã natural com o uso da eletricidade.

Contexto:

Um solenóide constitui-se de um fio condutor enrolado de tal modo que forme uma sequência de espiras em forma de tubo. Se por ele passar uma corrente elétrica, gera-se um campo magnético no sentido perpendicular à uma seção reta do solenoide. Este arranjo em forma de tubo faz com que apareçam no solenoide polaridades norte e sul definidas. O resultado final é que o solenoide possui polo norte e sul, tal como um ímã natural.

Os materiais ferromagnéticos são constituídos de um número muito grande de pequenos ímãs naturais, conhecidos como dipolos magnéticos elementares. Este número é da mesma ordem do número de moléculas ou átomos que constituem o material. Sem a influência de um campo magnético externo, estes dipolos estão todos desalinhados, de forma que a soma total de seus campos magnéticos é nula, como mostra a Figura A.

Se inserirmos um prego, que é feito de um material ferromagnético, dentro de um solenoide, o campo magnético deste irá alinhar os dipolos do prego.

Os campos magnéticos dos dipolos se somam e temos então um novo campo magnético devido ao prego. No total, teremos a soma dos campos do solenoide mais o do prego. O conjunto de um solenoide com um núcleo de material ferromagnético é chamado de eletroímã.

Material necessário:

10cm de fio condutor

1 pilha

1 bússola

Prego de aço

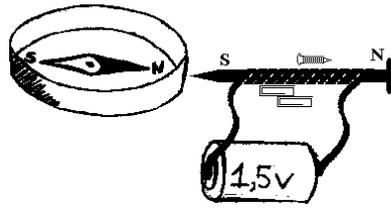
Material de teste (moeda, prego pequeno, clipe de papel, etc.)

Montagem do experimento:

- Coloque a bússola sobre uma mesa plana e longe da influência de campos magnéticos que não o terrestre, como por exemplo, alto-falantes.
- Para fazer o solenoide enrolar-se o fio condutor no prego ou em qualquer outro objeto maciço feito de aço, como por exemplo, um arame. Deve-se deixar livre duas pontas do fio condutor de aproximadamente 2 cm de comprimento com as extremidades descascadas, para a conexão com a pilha.
- Ligue os polos do eletroímã à pilha.
- Aproxime o eletroímã da lateral da bússola e faça movimentos circulares em torno dela para observar o movimento da agulha.
- Aproxime de pequenos objetos metálicos com pesos e tamanhos diferentes para observar a intensidade da força de atração.
- Repita os procedimentos acima depois de retirar o prego e compare a força de atração com a do eletroímã completo.

Esquema geral de montagem na figura 3 a seguir:

Figura 3: montagem experimento solenoide



Fonte: UNESP

Referencia: LAVARDA, Francisco Carlos. Material baixo custo. Disponível em:
Acesso em: 21 jun. 2025.

APÊNDICE B – QUESTIONARIO 1

Caro estudante, este questionário faz parte da pesquisa do Trabalho de Conclusão de Curso do estudante em Licenciatura em Física Wesley Kevem Costa da Silva Sousa, vale ressaltar que todas as respostas serão mantidas em total sigilo. Desde já, grato. Quaisquer dúvidas ou sugestões: (wesley.kevem@academico.ifpb.edu.br)

QUESTIONÁRIO 1

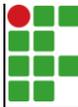
1. Qual seu grau de afinidade com a disciplina de física?
 Ótimo
 Bom
 Médio
 Ruim
2. Como você se sente em relação aos estudos do conteúdo de física?
 Gosto de estudar e me sinto estimulado
 Tenho dificuldade em entender os conteúdos abstratos e resolver problemas matemáticos
 Não tenho interesse pela matéria
 Outros (especificar): _____
3. Você já ouviu falar sobre campo magnético gerado por corrente elétrica?
 Sim, já estudei esse conteúdo
 Não, nunca estudei esse conteúdo
4. Quais campos magnéticos gerados por corrente elétrica você conhece ou já ouviu falar?
 Campo magnético gerado por um fio reto e longo.
 Campo magnético gerado por uma espira circular.
 Campo magnético gerado por um solenoide.
 Não conheço nenhum o conteúdo.
5. Você acredita que podemos facilmente ver aplicações práticas de um campo magnético gerado por corrente elétrica no nosso cotidiano?
 Sim
 Não
6. Na sua opinião, a disciplina de física deve ser desenvolvida em conjunto com atividades experimentais?
 sim
 Não
7. Para você, apenas a parte conceitual é necessária para se compreender os fenômenos físicos?
 sim
 não

APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO 2

Caro estudante, este questionário faz parte da pesquisa do Trabalho de Conclusão de Curso do estudante em Licenciatura em Física Wesley Kevem Costa da Silva Sousa, vale ressaltar que todas as respostas serão mantidas em total sigilo. Desde já, grato. Quaisquer dúvidas ou sugestões: (wesley.kevem@academico.ifpb.edu.br)

QUESTIONÁRIO 2

1. Para você apenas parte conceitual da física é suficiente para compreender os fenômenos do campo magnético gerado por corrente elétrica estudado?
 Sim, é suficiente
 Não, é insuficiente
 Sim
 Não
2. Você considera importante o uso de experimentos em conjunto com a teoria nas aulas sobre campo magnético gerado por corrente elétrica?
 Sim, é essencial para entender os conceitos
 Sim, mas não é imprescindível
 Não, prefiro uma abordagem mais teórica
 Não sei / Não tenho opinião formada
3. Após a montagem e execução do experimento você acredita que conseguiu assimilar melhor o conceito estudado?
 sim
 Não
4. Para você a utilização de experimentos de baixo custo auxiliam na aprendizagem?
 sim
 Não
5. Na sua opinião a utilização do experimento de baixo custo auxilia na sua resposta a questão 2?
 sim
 não

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus Campina Grande - Código INEP: 25137409
	R. Tranquílino Coelho Lemos, 671, Dinamérica, CEP 58432-300, Campina Grande (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0003-37 - Telefone: (83) 2102.6200

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

Entrega de TCC

Assunto:	Entrega de TCC
Assinado por:	Wesley Kevem
Tipo do Documento:	Anexo
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- Wesley Kevem Costa da Silva Sousa, ALUNO (202011240018) DE LICENCIATURA EM FÍSICA - CAMPINA GRANDE, em 20/08/2025 20:48:29.

Este documento foi armazenado no SUAP em 20/08/2025. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1581266

Código de Autenticação: d310ef3e59

