



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO – UFMA
CENTRO DE CIÊNCIAS DE SÃO BERNARDO
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS – QUÍMICA**

BERNARDO JOSÉ SILVA DOS SANTOS

**O IMPACTO DA EXPERIMENTAÇÃO COM KITS DE BAIXO CUSTO, COMO
FERRAMENTA FACILITADORA, NO ENSINO DOS PRINCÍPIOS DO
ELETROMAGNETISMO**

São Bernardo – MA

2023

BERNARDO JOSÉ SILVA DOS SANTOS

**O IMPACTO DA EXPERIMENTAÇÃO COM KITS DE BAIXO CUSTO, COMO
FERRAMENTA FACILITADORA, NO ENSINO DOS PRINCÍPIOS DO
ELETROMAGNETISMO**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Naturais/Química da Universidade Federal do Maranhão UFMA – Centro de Ciências de São Bernardo, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Ciências Naturais/Química.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Targino Gurgel

**São Bernardo – MA
2023**

Santos, Bernardo José Silva dos.

O impacto da experimentação com kits de baixo custo, como ferramenta facilitadora, no ensino dos princípios do eletromagnetismo / Bernardo José Silva dos Santos. - 2023. 58 p.

Orientador(a): Thiago Targino Gurgel.

Monografia (Graduação) - Curso de Ciências Naturais - Química, Universidade Federal do Maranhão, São Bernardo, 2023.

1. Atividades experimentais de baixo custo. 2. Eletromagnetismo. 3. Ensino de física. 4. Kit de experimentos. I. Gurgel, Thiago Targino. II. Título.

BERNARDO JOSÉ SILVA DOS SANTOS

**O IMPACTO DA EXPERIMENTAÇÃO COM KITS DE BAIXO CUSTO, COMO
FERRAMENTA FACILITADORA, NO ENSINO DOS PRINCÍPIOS DO
ELETROMAGNETISMO**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Naturais/Química da Universidade Federal do Maranhão UFMA – Centro de Ciências de São Bernardo, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Ciências Naturais/Química.

Aprovada em: 14/12/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Thiago Targino Gurgel (orientador)

Doutor em Física – UFMA

UFMA – Campus São Bernardo

Profa. Rosa Maria Pimentel Cantanhede

Doutora em Educação – UFF

UFMA – Campus São Bernardo

Prof. Josberg Silva Rodrigues

Doutor em Física Teórica – UFMA

UFMA – Campus São Bernardo

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha imensa gratidão a todos que foram parte essencial nesta jornada e contribuíram para a realização deste trabalho:

Primeiramente, agradeço a meu Deus, que me presenteou com a vida e guiou meus passos, concedendo-me fé e determinação para alcançar meus objetivos. Sem sua orientação, nada seria possível e não teria chegado onde estou hoje. A ele dedico minha mais profunda gratidão.

À minha família, meu alicerce, manifesto minha imensa gratidão. Sem o apoio constante, a força e os sacrifícios de minha mãe, pai e irmãos, não teria vencido os obstáculos e conquistado meus sonhos. Eles foram fundamentais em cada etapa deste caminho.

Ao meu orientador, Professor Thiago Targino Gurgel, expresso minha sincera gratidão pela orientação, conselhos e apoio valioso durante toda a elaboração deste trabalho. Sua sabedoria, direcionamento e amizade foram essenciais para minha jornada acadêmica, tornando-se não apenas um guia acadêmico, mas também um grande amigo.

Aos colegas de turma, em especial ao meu quarteto, agradeço por estarem ao meu lado em cada momento deste percurso. Juntos, enfrentamos desafios, compartilhamos aprendizados e nos apoiamos mutuamente em todas as situações.

Expresso meu agradecimento à instituição formadora por proporcionar não apenas conhecimento, mas também oportunidades significativas para o meu crescimento acadêmico e pessoal, agradeço aos professores, em especial ao Professor Dr. Josberg, meu sincero reconhecimento por sua dedicação ao ensino e por se tornar não apenas um mentor, mas também um amigo ao longo desses quatro anos de estudo.

A cada um que fez parte desta jornada, meu mais profundo agradecimento. Sozinho, não teria alcançado este marco significativo em minha vida.

RESUMO

Este estudo investigou o impacto da experimentação com kits de baixo custo como ferramenta facilitadora no ensino dos princípios do eletromagnetismo em uma escola de ensino médio. A experimentação proporciona aos alunos a oportunidade de entender os conceitos físicos por meio da experiência prática, o desenvolvimento de tais atividades como estratégia de ensino é considerado uma parte fundamental do aprendizado de física. O objetivo Investigar os impactos da experimentação com experimentos de baixo custo como ferramenta facilitadora para o ensino dos princípios do eletromagnetismo no Ensino Médio. A abordagem inovadora adotada consistiu na utilização de kits de experimentos práticos em atividades como a montagem de motores elétricos simples, criação de um "trem magnético caseiro" e construção de um "gerador lanterna". Estas atividades foram desenvolvidas para explorar os conceitos do eletromagnetismo, incentivando os alunos a observar, registrar e discutir criticamente os fenômenos observados. O foco do estudo não se concentrou nos ímãs de neodímio em si, mas sim na aplicação prática dos experimentos para promover uma compreensão mais profunda dos princípios do eletromagnetismo. Ao término do projeto, buscou-se não apenas um entendimento mais robusto dos conceitos, mas também uma maior motivação e interesse pela física. Os resultados evidenciaram que a utilização de kits de experimentos de baixo custo promoveu uma experiência de aprendizado mais enriquecedora e estimulante para os estudantes. Concluiu-se que essa abordagem pode ser fundamental para práticas pedagógicas futuras, enriquecendo o currículo escolar e favorecendo uma educação mais eficaz no campo do eletromagnetismo.

Palavras-chave: Ensino de física; eletromagnetismo; kit de experimentos; atividades experimentais de baixo custo.

ABSTRACT

This study investigated the impact of experimenting with low-cost kits as a facilitating tool in teaching the principles of electromagnetism in a high school. Experimentation provides students with the opportunity to understand physics concepts through practical experience, developing such activities as a teaching strategy is considered a fundamental part of learning physics. The objective Investigates the impacts of experimentation with low-cost experiments as a facilitating tool for teaching the principles of electromagnetism in high school. The innovative approach adopted consisted of using practical experiment kits in activities such as assembling simple electric motors, creating a "homemade magnetic train" and building a "lantern generator". These activities were developed to explore the concepts of electromagnetism, encouraging students to observe, record and critically discuss the observed phenomena. The focus of the study was not on the neodymium magnets themselves, but rather on the practical application of the experiments to promote a deeper understanding of the principles of electromagnetism. At the end of the project, we sought not only a more robust understanding of the concepts, but also a greater motivation and interest in physics. The results showed that the use of low-cost experiment kits promoted a more enriching and stimulating learning experience for students. It was concluded that this approach could be fundamental for future pedagogical practices, enriching the school curriculum and favoring more effective education in the field of electromagnetism.

Keywords: Physics teaching, electromagnetism, experiment kit, low-cost experimental activities.

LISTA 1 (FIGURAS)

Figura 1- Experimento de Oersted	20
Figura 2 - Experimento de Faraday	22
Figura 3 – Lei de Gauss para o campo elétrico	23
Figura 4 – Lei de Gauss para o campo magnético	23
Figura 5 – Lei de Ampère-Maxwell	23
Figura 6 – Lei de Faraday	23
Figura 7– Mapa conceitual sobre o eletromagnetismo	24
Figura 8– "Motor homopolar"	26
Figura 9– "Trem magnético caseiro"	27
Figura 10– "Gerador lanterna"	28

LISTA 2 (GRÁFICOS)

Gráfico 1 – O que ocorre no experimento de Oersted quando uma corrente elétrica passa por um fio próximo a uma agulha magnética?	29
Gráfico 2 – Qual é a principal contribuição do experimento de Faraday para o campo da indução magnética?	31
Gráfico 3 – Qual é o fenômeno responsável pela criação de um campo magnético ao redor de um fio condutor percorrido por corrente elétrica?	32
Gráfico 4 – Qual é a relação entre o fluxo de elétrons em um condutor e a criação de um campo magnético ao redor desse condutor?	33
Gráfico 5 – Por que um ímã atrai certos materiais, como ferro, e repele outros, como alumínio?	34
Gráfico 6 – Qual é a relação entre o campo magnético de dois ímãs quando são aproximados um do outro?	35
Gráfico 7 – Qual é a grandeza responsável por gerar um campo magnético ao redor de um condutor percorrido por corrente elétrica?	36
Gráfico 8 – Dois fios paralelos possuem correntes elétricas no mesmo sentido. O campo magnético gerado por um fio afeta o outro fio de que maneira?	37
Gráfico 9 – A intensidade do campo magnético gerado por um fio condutor é maior quando	38
Gráfico 10 – Quando um fio percorrido por corrente elétrica é enrolado em forma de bobina, o campo magnético	39
Gráfico 11 – Quando dois campos magnéticos se somam, formando um campo resultado maior, esse fenômeno é chamado de	40
Gráfico 12 – O que acontece com o campo magnético gerado por uma bobina quando a corrente elétrica aumenta?	41
Gráfico 13 – O que é um <i>solenóide</i> ?	42
Gráfico 14 – Qual é o princípio básico de funcionamento de um motor elétrico?	43
Gráfico 15 – O que é um campo elétrico?	44

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1 Ensino de física e o papel da experimentação.....	14
2.2 Experimentos de baixo custo.....	17
2.3 Eletromagnetismo	19
2.3.1 Contribuições de Oersted.....	19
2.3.2 Ampere.....	21
2.3.3 Faraday.....	21
2.3.4 Maxwell	22
2.4 Ímãs de neodímio	24
3 METODOLOGIA	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) DO PROFESSOR	52
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DA PESQUISA ACADÊMICA	53
APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) DOS ESTUDANTES	57

1 INTRODUÇÃO

A Física é uma disciplina que requer diversas habilidades, tais como abstração, raciocínio, pensamento crítico, reflexão, criatividade e experimentação. No entanto, nem todos os alunos desenvolvem adequadamente essas habilidades durante sua formação. Como resultado, muitos professores acabam recorrendo a métodos tradicionais de ensino, baseados na transmissão de conteúdos e resolução de exercícios. Esse problema gera um preconceito dos alunos em relação à disciplina de Física, o que torna o processo de ensino ainda mais difícil e perpetua o problema (RAHAL; LUZ, 2009).

É indubitável que, há bastante tempo, o ensino de Física tem se baseado em uma enorme carga de conteúdo, aulas tradicionais e uma abordagem excessivamente focada na matematização mecânica. Essa forma de abordagem é considerada por Moreira (2011b) como algo arraigado historicamente no processo de ensinar e aprender, em que o professor detém o controle absoluto do discurso e o estudante é um mero receptor de informações, aprendendo de forma passiva e memorística.

O eletromagnetismo é uma área fundamental da Física que estuda as relações entre a eletricidade e o magnetismo e possui grande relevância na compreensão de diversos fenômenos do mundo contemporâneo. De acordo com Paz (2007):

Dentre os conteúdos de Física que apresentam um grau maior de dificuldade de aprendizagem, comparado aos demais, está o Eletromagnetismo. Os professores, de modo geral, declaram que os estudantes expressam dificuldades na aprendizagem dos fenômenos, leis e conceitos que o envolvem. (PAZ, 2007, p.17).

A utilização de experimentos no ensino de física proporciona uma abordagem prática para os conteúdos aprendidos em sala de aula, permitindo uma compreensão mais clara. Por meio dos experimentos, é possível encontrar soluções não apenas para questões acadêmicas, mas também para problemas do dia a dia, como transporte urbano, energia e seus recursos (PREUSSLER, 2017).

O ensino do eletromagnetismo como outros conteúdos da física são aparentemente complexos de serem compreendidos somente com uso da

teoria, isso é agravado com a narrativa de quem sem um laboratório equipado é possível desenvolver tais conceitos físicos, Para Rosito (2003, p.206):

Muitos professores acreditam que o ensino experimental exige um laboratório montado com materiais e equipamentos sofisticados, situando isto como a mais importante restrição para o desenvolvimento de atividades experimentais. Acredito que seja possível realizar experimentos na sala de aula, ou mesmo fora dela, utilizando materiais de baixo custo, e que isto possa até contribuir para o desenvolvimento da criatividade dos alunos. Ao afirmar isso, não quero dizer que dispense a importância de um laboratório bem equipado na condução de um bom ensino, mas acredito que seja preciso superar a ideia de que a falta de um laboratório equipado justifique um ensino fundamentado apenas no livro-texto." (ROSITO, 2003, p.206) .

Nesse contexto, a proposta deste trabalho científico visa investigar o uso da experimentação com a utilização dos kits de experimentos de baixo custo, como facilitadores no processo de aprendizagem do eletromagnetismo entre alunos do terceiro ano do ensino médio. O foco principal reside no desenvolvimento de experimentos práticos acessíveis em sala de aula, utilizando a experimentação como ferramenta para demonstrar os princípios do eletromagnetismo, o objetivo central é avaliar o impacto direto da experimentação por meio desses kits de experimentos de baixo custo na compreensão dos alunos sobre os princípios fundamentais do eletromagnetismo. Pretende-se avaliar o aprendizado dos alunos por meio da aplicação de questionários, medindo a eficácia dessa abordagem experimental para o entendimento dos conceitos abordados.

Dessa forma, o presente trabalho se justifica como forma de estimular o interesse dos alunos pela disciplina de física, proporcionando uma aprendizagem mais significativa e concreta. Ao utilizar experimentação aliada com os kits de experimentos de baixo custo como recurso didático, os estudantes poderão visualizar e experimentar os princípios do eletromagnetismo de forma palpável, o que certamente facilitará a compreensão e tornará o aprendizado mais atrativo.

Além disso, a utilização dos experimentos como recurso didático permitirá a realização de atividades práticas, Araújo e Abib (2003) afirmam que professores e alunos indicaram que utilizar atividades experimentais como estratégia de ensino de física era uma das formas mais eficazes de minimizar

dificuldades na aprendizagem e no ensino de física de maneira significativa e consistente.

Diante disso, a metodologia utilizada teve uma abordagem qualitativa, com o objetivo de avaliar o impacto direto da experimentação por meio desses kits de baixo custo na compreensão dos alunos sobre os princípios fundamentais do eletromagnetismo, o estudo foi realizado com os alunos do terceiro ano do ensino médio da escola CE. São Francisco.

A coleta de dados consistiu em observar o desenvolvimento significativo dos alunos durante a realização de experimentos de física que envolviam o uso desses kits. Essa pesquisa foi aplicada a partir de três momentos em sala, no primeiro momento foi feito o diagnóstico dos conhecimentos prévios, com uso de questionário digital, em um segundo momento foi ministrada aulas experimentais com o uso dos kits de experimentos de baixo custo, de forma a proporcionar aos alunos uma experiência prática sobre os princípios do eletromagnetismo, O terceiro momento foi feita a aplicação de um novo questionário digital para os alunos, tendo como objetivo analisar suas respostas após a aula com experimentos.

Neste contexto o objetivo de quantificar o progresso dos alunos ao longo dos três momentos da pesquisa. Gráficos foram utilizados para representar visualmente os resultados obtidos, permitindo uma análise comparativa e identificando tendências ou padrões de desenvolvimento. Estes gráficos foram utilizados para organizar os dados de forma mais precisa e facilitar a comparação entre as respostas dos alunos nos questionários. Além disso, foram realizadas análises qualitativas dos dados, buscando identificar principais dificuldades e dúvidas dos alunos, bem como os conceitos que foram melhor compreendidos. Essas análises permitiram uma avaliação detalhada do impacto das aulas experimentais com os kits de experimentos de baixo custo no aprendizado dos alunos, fornecendo subsídios para futuras intervenções pedagógicas e aprimoramento do ensino de física.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A Física faz parte da ciência e tem como objetivo compreender e controlar a natureza. No entanto, ela não é fixa e pode ser modificada à medida

que o conhecimento humano avança. A Física busca apresentar conceitos de forma precisa, sem margem para interpretações divergentes. De acordo com Rego (2014), uma afirmação científica só pode ser substituída por outra quando é testada e comprovada. Portanto, não deve ser abandonada sem fundamentos sólidos.

Segundo Gaspar (2004), na ciência a única certeza é a falta de certezas. Quanto mais se busca respostas na ciência, mais se descobre que há muito a ser conhecido. Desconhecer a ciência é ignorar a vasta gama de conquistas alcançadas pela humanidade.

Além disso, a Física está relacionada com outras áreas do conhecimento, como a matemática, e não possui limites bem definidos, o que a torna cada vez mais fascinante.

2.1 Ensino de física e o papel da experimentação

O objetivo da educação, de acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), é fazer com que o aluno seja mais participativo, enfocando o processo de ensino-aprendizagem, a fim de contribuir verdadeiramente para a construção do seu conhecimento científico. Nesse sentido, a física deve ser incluída nesse propósito, buscando constantemente maneiras de contribuir para a formação crítica dos estudantes. No entanto, observa-se que as abordagens metodológicas na escola ainda possuem um caráter mais tradicional, afastando-se do que já é conhecido pelos estudantes, enfatizando a memorização de fórmulas, definições e conceitos científicos, especialmente no campo da física.

O modelo de ensino tradicional, muito presente nas escolas brasileiras, é caracterizado pela transmissão de conteúdos de forma unidirecional e pela figura central do professor, enquanto o aluno é tratado apenas como um espectador passivo. No entanto, esse método se mostra um obstáculo para a formação de indivíduos reflexivos e críticos em relação ao mundo ao seu redor, incluindo questões políticas e atuais. De acordo com Leão (1999, p. 190) afirma que:

A abordagem tradicional do ensino parte do pressuposto de que a inteligência é uma faculdade que torna o homem capaz de armazenar informações, das mais simples as mais complexas. Nessa perspectiva

é preciso decompor a realidade a ser estudada com o objetivo de simplificar o patrimônio de conhecimento a ser transmitido ao aluno que, por sua vez, deve armazenar tão somente os resultados do processo. (LEÃO,1999, p. 190).

Portanto, é necessário que a realização de uma atividade prática seja acompanhada pela explicação teórica, a fim de possibilitar a reflexão e a discussão. Isso se deve ao fato de que o ensino da ciência não pode acontecer sem um embasamento conceitual e histórico, sendo necessário um suporte teórico que proporcione a contextualização e resulte nas respostas aos questionamentos (GUIMARÃES, 2009).

Nesse sentido, enfatiza-se a importância do método de ensino que promove a investigação e a descoberta como forma de aprendizado. A contextualização se apresenta como um guia nesse processo, levando em consideração o conhecimento prévio dos alunos sobre determinados assuntos e os conteúdos específicos que explicam os fenômenos relacionados a eles (COELHO;MARTINS, 2020). Dessa forma, o aprendizado é facilitado por meio dessa relação, permitindo que os alunos compreendam o verdadeiro significado dos conhecimentos abordados em sala de aula e posteriormente aplicá-los em seu dia a dia. Essa abordagem está relacionada com o construtivismo (SILVA, 2007).

O ensino de física é uma área fundamental para o desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico dos estudantes. Nesse sentido, a experimentação desempenha um papel crucial, pois permite aos alunos vivenciar e compreender conceitos teóricos por meio da prática, a experimentação é uma ferramenta essencial no ensino de física, pois possibilita aos estudantes a construção do conhecimento por meio da observação e da investigação, Segundo Barreiro e Bagnato (1992, p.240)

As aulas demonstrativas, nas quais a discussão de conceitos é acompanhada de experimentos feitos na sala de aula, onde o estudante observa os acontecimentos, já é uma praxe constante em várias universidades conceituadas e a sua praxe como geradora de interesse pelo assunto tem tido resultados positivos. (BARREIRO E BAGNATO,1992, p.240).

A experimentação proporciona aos alunos a oportunidade de entender os conceitos físicos por meio da experiência prática, o desenvolvimento de tais

atividades como estratégia de ensino é considerado uma parte fundamental do aprendizado de física, e não é novidade que elas desempenham um papel importante no ensino de ciências (Marineli e Pacca 2006).

Além disso, a experimentação ajuda a despertar o interesse dos alunos pela disciplina, estimulando sua curiosidade e motivação para aprender. Ela proporciona uma forma mais concreta e prática de aprendizagem, fazendo com que os estudantes entendam melhor os conceitos teóricos, pois podem visualizar os resultados e entender as relações de causa e efeito.

O método experimental promove uma maior interação entre professor e alunos, possibilitando o planejamento conjunto e o uso de estratégias de ensino que auxiliam na compreensão dos processos científicos (MORAES, 2008). As atividades práticas devem estar conectadas aos conhecimentos teóricos e as discussões em grupo devem complementar o ensino, e não ocorrer isoladamente, desta forma, os alunos também têm a oportunidade de desenvolver habilidades importantes para o seu futuro, como trabalho em equipe, comunicação e pensamento crítico. Eles aprendem a investigar, formular hipóteses, realizar procedimentos, analisar resultados e tirar conclusões, o que contribui para seu desenvolvimento

Nos últimos anos, várias pesquisas têm destacado a relevância do uso de experimentos como uma maneira de lidar com os desafios enfrentados ao trabalhar com a disciplina de Física. Além disso, essas pesquisas têm revelado a atual situação do ensino dessa matéria no país, de acordo com as Diretrizes Curriculares da Educação Básica de Ciências (2008, p. 76):

A inserção de atividades experimentais na prática docente apresenta-se como uma importante ferramenta de ensino e aprendizagem, quando mediada pelo professor de forma a desenvolver o interesse nos estudantes e criar situações de investigação para a formação de conceitos (DIRETRIZES CURRICULARES DA EDUCAÇÃO BÁSICA DE CIÊNCIAS, 2008, p. 76).

A experimentação é uma estratégia de ensino de física que tem sido defendida há algum tempo e tem prevalecido como uma opção viável. Ao longo dos anos, tanto em projetos nacionais quanto internacionais, essa abordagem tem sido incorporada ao ensino. A ideia de atividade experimental difere dos experimentos tradicionais, pois busca-se explorar diferentes conceitos de aprendizagem e testar hipóteses. Além disso, ela também envolve diferentes

atitudes por parte de professores e alunos em relação ao conhecimento, enfatizando a importância das atividades práticas como complemento ao estudo teórico (Seré et al. 2003).

Conforme mencionado por Manacorda (2022), a ênfase é dada à relevância da experiência direta com os materiais como um princípio educacional e como uma forma de facilitar o acesso aos conhecimentos científicos produzidos.

O que mais importa, pedagogicamente, é aquele contato ativo com uma grande quantidade de materiais que oferece o modo de atingir todos os recursos da ciência e, antes disso, chegar à compreensão da sociedade (MANACORDA, 2001, p. 318).

Definida dessa forma, a atividade experimental tem como finalidade aplicar a teoria para resolver desafios e dar significado à educação em Ciência, sendo uma atividade genuinamente teórico-experimental (ZANON; FREITAS, 2007).

De acordo com Azevedo et al. (2017), é possível notar que a abordagem metodológica com uso de atividades experimentais pode ser bastante útil para compreender fundamentos teóricos na prática. Isso ocorre devido ao aprendizado adquirido por meio das atividades realizadas nos experimentos, além da exposição dos alunos a problemas reais. Uma atividade experimental bem estruturada e fundamentada pode despertar a curiosidade dos alunos, incentivando-os a compreender o fenômeno observado e outros fenômenos da natureza de forma mais ampla. Isso também estimula o desenvolvimento da habilidade de investigação científica, como afirmado por Costa (2015).

Em suma, o ensino de física e o papel da experimentação são temas essenciais para a formação dos estudantes. Através da experimentação, eles podem vivenciar e compreender conceitos teóricos, desenvolver habilidades e competências fundamentais, e estabelecer uma conexão entre a teoria e a prática.

2.2 Experimentos de baixo custo

Materiais alternativos de baixo custo são recursos simples, acessíveis e econômicos, facilitando o processo de ensino-aprendizagem. Esses materiais

são essenciais para a realização de experimentos indispensáveis no ensino de Física. O interesse em experimentos de baixo custo visa aprimorar os objetivos didáticos, promovendo uma interação mais efetiva entre a teoria aprendida em sala de aula e a prática vivenciada no cotidiano do aluno (LABURÚ; SILVA; BARROS, 2008).

Na realidade escolar, experimentos de baixo custo oferecem várias vantagens, como a dispensa do uso de laboratórios em diversas propostas. Atividades podem ocorrer em ambientes alternativos, como salas de aula ou pátios, e os materiais de fácil obtenção possibilitam que os alunos construam os equipamentos em casa, eliminando a necessidade de manutenção e assistentes de laboratório. Essa praticidade resolve a questão do tempo na preparação de atividades experimentais, permitindo que os professores orientem os alunos com uma explicação básica. Educadores que incorporam experimentos de baixo custo enfatizam a importância da construção pelos alunos, promovendo habilidades manuais e cuidado com o material produzido. Esses experimentos são projetados para serem acessíveis a professores e alunos, sem dificuldades significativas na implementação (LABURÚ; SILVA; BARROS, 2008).

O uso de kits de experimentos em aulas de física desempenha um papel essencial na aprendizagem dos alunos. Esses kits oferecem uma abordagem prática que permite aos estudantes explorar conceitos abstratos de maneira tangível. A realização de experimentos não só consolida os conhecimentos teóricos, mas também desenvolve habilidades práticas, como o método científico e a resolução de problemas. A experimentação proporciona um ambiente dinâmico que estimula o interesse e a curiosidade dos alunos, facilitando uma compreensão mais profunda e duradoura dos princípios físicos. Assim, os kits de experimentos se destacam como ferramentas valiosas, enriquecendo o processo educativo e contribuindo para uma formação mais completa e envolvente.

A opção por usar materiais simples não se justifica apenas pelo aspecto financeiro, mas também pela necessidade de permitir que o aluno compreenda integralmente o processo de conhecimento. Isso se dá através da construção, pelo próprio aluno, dos aparatos que serão objeto de estudo. A familiaridade com esses materiais aproxima o aluno do conhecimento científico,

evidenciando que a ciência Física possui aplicações no mundo real ao seu redor. Adicionalmente, viabiliza que ele teste hipóteses de maneira criativa, com base nas propriedades conhecidas ou supostas dos materiais e nos testes realizados com eles.

2.3 Eletromagnetismo

O eletromagnetismo é um campo essencial da física que investiga a interação entre eletricidade e magnetismo. Durante o século XIX, ocorreram avanços significativos nesse campo graças às pesquisas realizadas por Michael Faraday e James Clerk Maxwell.

A compreensão dos fenômenos elétricos e magnéticos remonta à antiguidade, sendo inicialmente explorada por Tales de Mileto. Tales observou que o âmbar (elektron em grego), uma resina fossilizada de árvores coníferas, ao ser friccionado, adquire a capacidade de atrair objetos leves, como penas e plumas. Seus registros também abrangem propriedades notáveis da magnetita, um óxido de ferro encontrado como minério na província vizinha de Magnésia. Fragmentos de magnetita demonstram atração ou repulsão, dependendo da orientação, e possuem a capacidade constante de atrair o ferro. Os termos "eletricidade" e "magnetismo" têm origens em "elektron" e "magnetita", respectivamente. Além disso, os chineses já possuíam conhecimento sobre o magnetismo, inventando a bússola por volta do século 3 a.C., também com base na magnetita (ARAGÃO, 2006).

Anos mais tarde, Benjamim Franklin (1706 – 1790) introduziu a ideia de eletricidade positiva e negativa. Ele descobriu o fenômeno do "poder das pontas" para atrair e dissipar eletricidade, ao mesmo tempo em que inventou o para-raios. Em 1800, Alessandro Volta (1745 – 1827) avançou com a invenção da pilha voltaica, possibilitando um controle mais refinado da eletricidade e suas correntes, viabilizando a condução de experimentos significativos.

2.3.1 Contribuições de Oersted

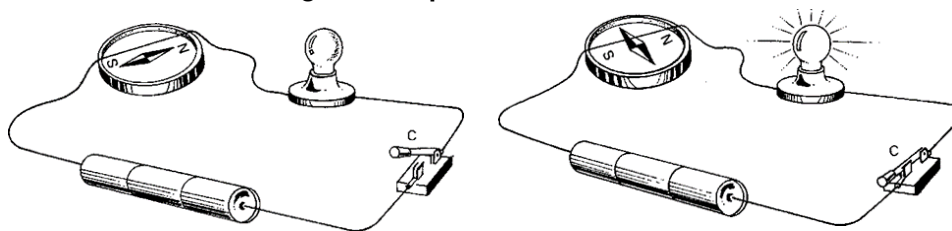
Uma das descobertas cruciais que impulsionaram o desenvolvimento do

eletromagnetismo foi a constatação de que uma corrente elétrica conduzida por um fio pode gerar um campo magnético ao seu redor. Essa conexão foi estabelecida por Hans Christian Oersted em 1820, Oersted considerou que, de forma semelhante a um fio eletrizado e brilhante que emana luz e calor em todas as direções, o efeito magnético também se propagaria da mesma forma, ou seja, em todas as direções. Oersted utilizou como evidência desse argumento o exemplo de agulhas que são magnetizadas sem serem diretamente afetadas pelos raios (MARTINS, 1986).

A proposta era criar uma corrente elétrica utilizando um dispositivo chamado de aparelho galvânico de frascos, que substituíam as pilhas da época. Essa corrente seria direcionada através de um fio de platina e colocado sobre uma bússola coberta com vidro, em uma configuração diferente da perpendicularidade. Em junho de 1820, Oersted obteve resultados visíveis ao utilizar uma pilha com maior potência. Inicialmente, o movimento da bússola não era muito forte, pois Oersted acreditava que a corrente elétrica precisava gerar calor e luz no fio para produzir efeitos magnéticos. Por isso, utilizava apenas fios finos (MARTINS, 1986). Porém, ao repetir o experimento com fios de diâmetros maiores, os resultados foram mais expressivos, (conforme a figura 1). Dessa forma, Oersted concluiu “que a corrente elétrica produz um campo magnético com movimento circular ao seu redor” (OERSTED, 1827 apud MARTINS, 1986, p.99).

Depois que Oersted divulgou seu trabalho, muitos físicos não acreditaram no fenômeno. Não era porque não fosse possível haver uma relação entre eletricidade e magnetismo, na verdade isso era perfeitamente aceitável. O que não se conseguia compreender era a existência do campo magnético que circulava em torno do fio.

Figura 1- Experimento de Oersted



Fonte: MORETTO, 1989

2.3.2 Ampere

Dentre os diversos impactos causados por essa reação, é possível mencionar a mudança de direcionamento dos estudos do físico e matemático André Marie Ampère (1775 - 1836). Ampère considerou a teoria de Oersted absurda e buscou simplificar o eletromagnetismo através da eletrodinâmica, enfatizando a interação entre correntes elétricas e explicando o magnetismo como resultado secundário de correntes circulares. Na visão de Ampère, a principal vantagem dessa abordagem reside no fato de que as forças entre correntes elétricas são simplesmente de atração e repulsão, eliminando a quebra de simetria. Isso ocorre porque o próprio ímã se torna o centro de um fenômeno de rotação que permite explicar a direção do movimento da bússola. Ampère buscou excluir da física o conceito de campo magnético, o qual, de forma geral, ainda não era conhecido. (BASSALO, 1996, p. 313).

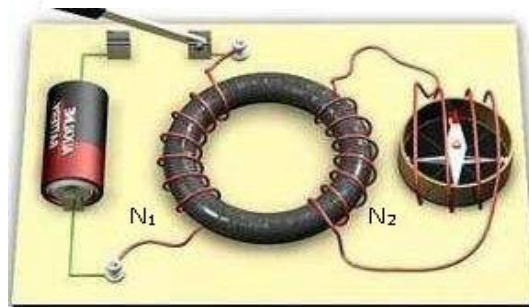
2.3.3 Faraday

Outro físico que marcou o século XIX por sua genialidade e requinte experimental, foi o inglês Michael Faraday (1791-1867), Faraday ficava por horas observando o efeito descoberto por Oersted, idealizando um outro experimento que consistia de um circuito vertical, com um fio suspenso mergulhado num cilindro de mercúrio que continha um ímã no seu interior, ao fechar o circuito, o fio passou a girar em torno do ímã. Faraday havia criado movimento a partir da eletricidade.

Em 1831, Faraday teve a ideia de enrolar dois circuitos separados em um anel, (conforme a figura 2). Em um dos circuitos, ele conectou uma pilha e no outro um aparelho galvânico. Ao ligar a pilha, o aparelho galvânico indicou o surgimento de uma corrente que logo parou. No momento em que uma corrente elétrica foi gerada na primeira espira, observou-se a ocorrência de um pulso de corrente na segunda espira, tanto no momento em que o circuito foi fechado quanto quando o circuito foi aberto, porém em direção contrária. Essa relação entre o campo magnético e o campo elétrico gerado é conhecida atualmente como Lei de Indução de Faraday. (BASSALO, 1996, p. 119). Quando Faraday desligava a pilha, uma corrente no sentido contrário era

observada. Para explicar esse fenômeno, Faraday aplicou limalha de ferro em um ímã e observou o padrão que se formava, que ele chamou de linhas de força magnética. Ele identificou a intensidade magnética pelo aumento de linhas de força em uma determinada região (TORT, 2004).

Figura 2 - Experimento de Faraday



Fonte: CHIQUETTO, 1996

2.3.4 Maxwell

O matemático James Clerk Maxwell (1831-1879) consolidou as contribuições de Ampère, Faraday, Lenz e Gauss, que exploravam fenômenos elétricos e magnéticos, e apresentou sua própria contribuição crucial: a ideia de que a variação de um campo elétrico pode resultar em um campo magnético induzido.

Foi proposto o trabalho intitulado "*A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field*" neste trabalho foi apresentado um conjunto de equações que descreviam os fenômenos eletromagnéticos (HURAY 2011). Essas equações são conhecidas atualmente como as equações de Maxwell. Além disso, em conjunto com a lei de força de Lorentz, essas equações fundamentam o estudo do eletromagnetismo clássico, como afirmado por GRIFFITHS (2011).

Ao realizar essa tarefa, Maxwell formulou as leis que descrevem as relações entre campo elétrico e magnético e suas fontes. Essas leis são compostas pela lei de Gauss da eletricidade e a lei da Faraday-Lenz, que descrevem as diferentes formas de geração de campo elétrico, e pela lei de Gauss do magnetismo e a lei de Ampère-Maxwell, que estão relacionadas à

geração de campo magnético, as quatro equações de Maxwell são as seguintes:

Figura 3 – Lei de Gauss para o campo elétrico

$$\Phi_E^S \equiv \oiint_S \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{Q_S}{\epsilon_0}$$

Fonte: Autoria própria

Figura 4 – Lei de Gauss para o campo magnético

$$\Phi_B^S \equiv \oiint_S \vec{B} \cdot d\vec{s} = 0$$

Fonte: Autoria própria

Figura 5 – Lei de Ampère-Maxwell

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_c + \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\Phi_E^C}{dt}$$

Fonte: Autoria própria

Figura 6 – Lei de Faraday

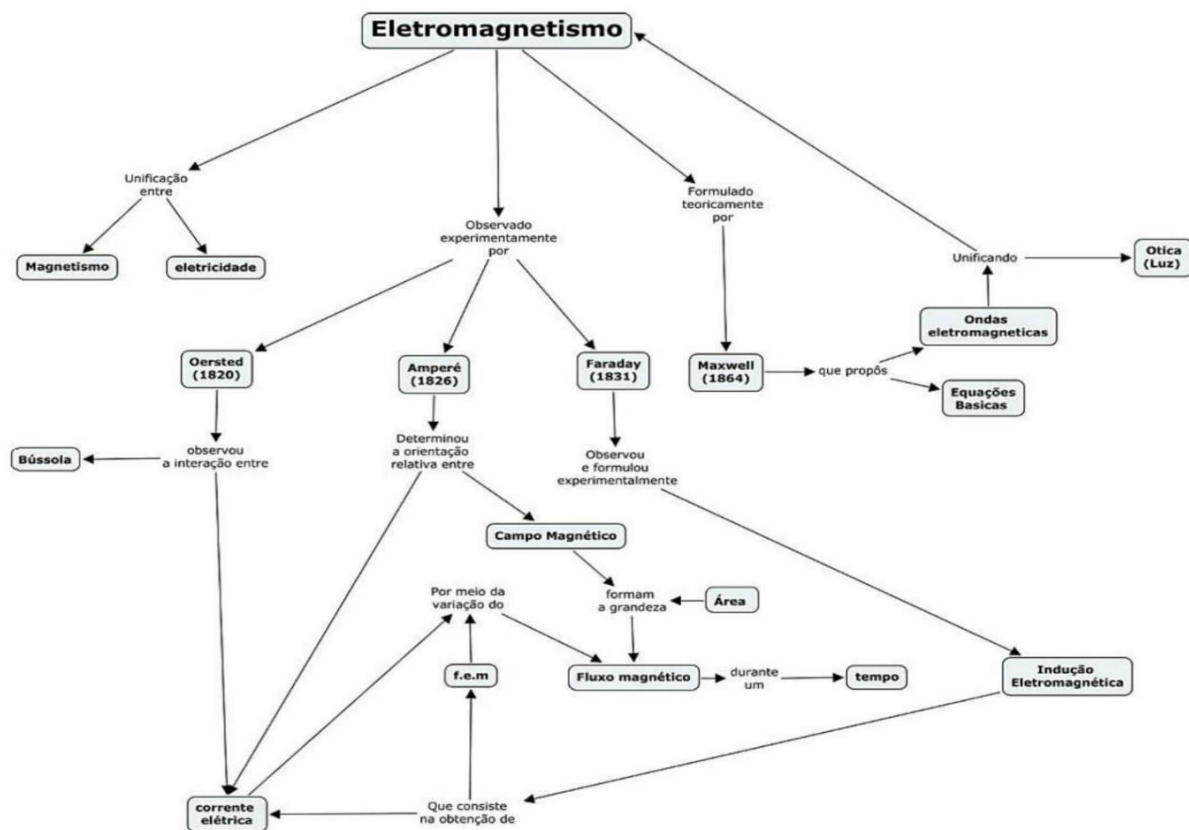
$$\oint_C \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \frac{d\Phi_B^C}{dt}$$

Fonte: Autoria própria

Estas quatro equações descrevem como cargas elétricas geram campos elétricos (Figura 3 - Lei de Gauss), a inexistência experimental de monopolos magnéticos (Figura 4 - Lei de Gauss para o magnetismo), a relação entre correntes elétricas e variações no campo elétrico para produzir campos magnéticos (Figura 5 - Lei de Ampère-Maxwell), e como variações no campo magnético geram campos elétricos (Figura 6 - Lei de Faraday). Além dessas, a única lei a ser acrescentada é a expressão da Força de Lorentz, que define o impacto dos campos elétricos e magnéticos na força exercida sobre uma carga puntiforme (q) em movimento no espaço, com velocidade vetorial $\vec{v} \rightarrow$.

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

Figura 7– Mapa conceitual sobre o eletromagnetismo.



Fonte: ARAÚJO, 2010

2.4 Ímãs de neodímio

Os ímãs de neodímio são considerados ímãs de terras raras e pertencem à categoria de super ímãs. Eles são produzidos utilizando métodos metalúrgicos aplicados na fabricação de materiais à base de pó. Ao contrário dos metais, esses ímãs se assemelham mais a cerâmicas, o que resulta em uma estrutura quebradiça. Os super ímãs de neodímio possuem um campo magnético extremamente poderoso. Em comparação com os ímãs de ferrite, eles são 18 vezes mais massivos, o que lhes confere uma força de atração maior. Devido a essa característica, a indústria tem buscado cada vez mais o neodímio para produzir ímãs em tamanhos compactos. Assim, os super ímãs possuem uma alta força de atração magnética, mesmo em dimensões reduzidas.

No ano de 1983, foram encontrados os ímãs feitos com neodímio, também conhecidos como "super ímãs", devido ao fato de possuírem o campo

magnético mais forte entre todos os tipos de ímãs (Botelho, 2008). Apesar de serem relativamente caros, é fácil encontrá-los nos cabeçotes de leitura dos *drivers* de DVD. Com o descarte frequente desses dispositivos eletrônicos, os *drivers* podem ser adquiridos com facilidade. Os ímãs de neodímio, devido ao seu tamanho reduzido, foram escolhidos para facilitar sua instalação na roda de 66 mm do protótipo construído.

O incrível poder magnético do ímã de neodímio é resultado de sua fórmula química única, que amplifica o campo magnético do material. Essa fórmula envolve a combinação de neodímio, ferro e boro, representada como Nd₂Fe₁₄B.

O ímã de neodímio tem grande importância na conversão de energia por meio de máquinas, elas são equipadas com ímãs permanentes para produção em grande escala, se tornou viável graças aos avanços no desenvolvimento dos superímãs de TR. A partir dos anos 1980, pesquisadores como Sagawa et al. (1984a,1984b) realizaram estudos intensivos em diferentes instituições para substituir os ímãs de Samário-Cobalto (SmCo), resultando no desenvolvimento dos superímãs de neodímio (Nd), especialmente os da família neodímio-ferro-boro (NdFeB). A utilização desses ímãs tornou a produção de energia elétrica por fontes eólicas competitiva, com custos de geração comparáveis aos da energia hidrelétrica no Brasil (GWEC, 2017). Além disso, esses ímãs possibilitaram a fabricação de veículos elétricos eficientes e com boa autonomia, como os produzidos pela empresa Tesla, que recentemente liberou suas patentes, inclusive as relacionadas aos motores elétricos com ímãs permanentes (AGRELA, 2019), entre outras aplicações.

Em resumo, os ímãs de neodímio são amplamente utilizados devido às suas propriedades magnéticas excepcionais, tais como alta remanência, coercividade e energia de produto elevadas. No entanto, é fundamental considerar sua sensibilidade à temperatura para garantir o desempenho adequado desses ímãs em diferentes aplicações.

3 METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado utilizando uma abordagem qualitativa que envolveu observação, interação e participação dos sujeitos participantes da

pesquisa. Priorizou-se o aspecto objetivo como forma de compreender os dados (KNECHTEL, 2014). A pesquisa foi desenvolvida a partir de uma revisão de literatura, etapa essencial em qualquer trabalho científico, pois fornece embasamento teórico para a construção da pesquisa (AMARAL, 2007).

Além disso, foi conduzida uma pesquisa de campo, uma vez que essa abordagem possibilita que o pesquisador obtenha informações diretamente da população pesquisada, sendo necessário que ele vá até o local onde o fenômeno acontece/aconteceu, com o objetivo de coletar um conjunto de informações sobre o problema em questão (GONSALVES, 2001). Neste sentido, a pesquisa foi realizada em uma escola estadual localizada na área urbana de Santana do Maranhão – MA, que oferece o ensino médio.

A amostra deste estudo foi composta por uma turma com 35 alunos do terceiro ano do ensino médio, que já possuía conhecimento prévio básico sobre eletromagnetismo. O projeto teve um tempo de duração de três semanas com três etapas, cada semana aconteceu uma etapa do projeto em sala de aula. Na primeira semana/momento, foi realizado o diagnóstico dos conhecimentos prévios dos alunos. Foi aplicado questionário digital para coletar informações sobre o conhecimento prévio dos alunos em relação ao tema eletromagnetismo (APÊNDICE B).

Na segunda semana/momento, três experimentos foram realizados com kits de experimentos de baixo custo, proporcionando aos alunos uma experiência prática sobre os princípios do eletromagnetismo. Os experimentos eram de baixo custo, permitindo que os alunos pudessem replicá-los em casa ou em sala de aula. O primeiro experimento consistiu na fabricação de um "motor homopolar", utilizando pilhas, ímãs de neodímio e fio de estanho, como ilustra na figura 8:

Figura 8– "Motor homopolar"



Fonte: Arquivo pessoal, 2023.

Neste experimento, a corrente elétrica flui através do fio de estanho, criando um campo magnético ao redor do fio, de acordo com a regra da mão direita. Os ímãs, posicionados nos lados opostos da pilha, interagem com esse campo magnético, gerando uma força de Lorentz.

A força resultante faz com que o conjunto (pilha, fio e ímãs) entre em movimento rotativo. Este movimento demonstra a conversão de energia elétrica proveniente da pilha em movimento mecânico, mostrando os princípios da interação entre campos magnéticos e corrente elétrica, conforme previsto pela Lei de Ampère e a Lei de Faraday. Alguns fenômenos físicos foram destacados na explicação deste experimento como: Lei de Lenz onde a corrente induzida cria um campo magnético oposto ao campo magnético inicial, força de Lorentz onde a corrente elétrica no condutor cria uma força magnética de Lorentz que impulsiona o movimento, conservação do momento angular, onde o movimento rotacional do fio de estanho é mantido devido à conservação do momento angular, campo magnético gerado pelos ímãs entre outros.

O segundo experimento foi a criação de um "trem magnético caseiro", utilizando pilhas, ímãs de neodímio e um rolo de 10 metros de fio de estanho, como ilustra a figura 9:

Figura 9– “Trem magnético caseiro”



Fonte: Arquivo pessoal, 2023.

Neste experimento, a corrente elétrica da pilha flui pelo fio de estanho, gerando um campo magnético ao seu redor, conforme previsto pela Lei de Ampère. Os ímãs nas extremidades da pilha interagem com esse campo magnético, criando uma força magnética de Lorentz que impulsiona o trem magnético ao longo do trilho.

O movimento do trem ilustra a aplicação prática dos princípios de eletromagnetismo, demonstrando como a interação entre campos magnéticos e corrente elétrica pode ser utilizada para gerar movimento. Este experimento simples destaca conceitos fundamentais de física, como a Lei de Ampère, em uma configuração interessante de um trem magnético caseiro.

O terceiro experimento foi um "gerador lanterna", para o qual foram necessários leds, fio de cobre, seringa e ímãs de neodímio, como ilustrado na figura 10:

Figura 10– "Gerador lanterna"



Fonte: Arquivo pessoal, 2023.

Neste experimento, ao mover o fio de cobre rapidamente através do campo magnético gerado pelos ímãs, ocorre uma variação no fluxo magnético através da bobina de fio de cobre. De acordo com a Lei de Faraday da indução eletromagnética, essa variação no fluxo magnético induz uma corrente elétrica na bobina.

Os LEDs conectados à bobina acendem quando a corrente elétrica passa por eles, demonstrando a geração de energia elétrica a partir do movimento relativo entre a bobina e os ímãs. Este experimento ilustra a conversão de energia mecânica em energia elétrica por meio da indução eletromagnética.

A terceira semana/momento, consistiu na aplicação de um novo questionário digital para os alunos, com o objetivo de analisar suas respostas após a aula com os experimentos.

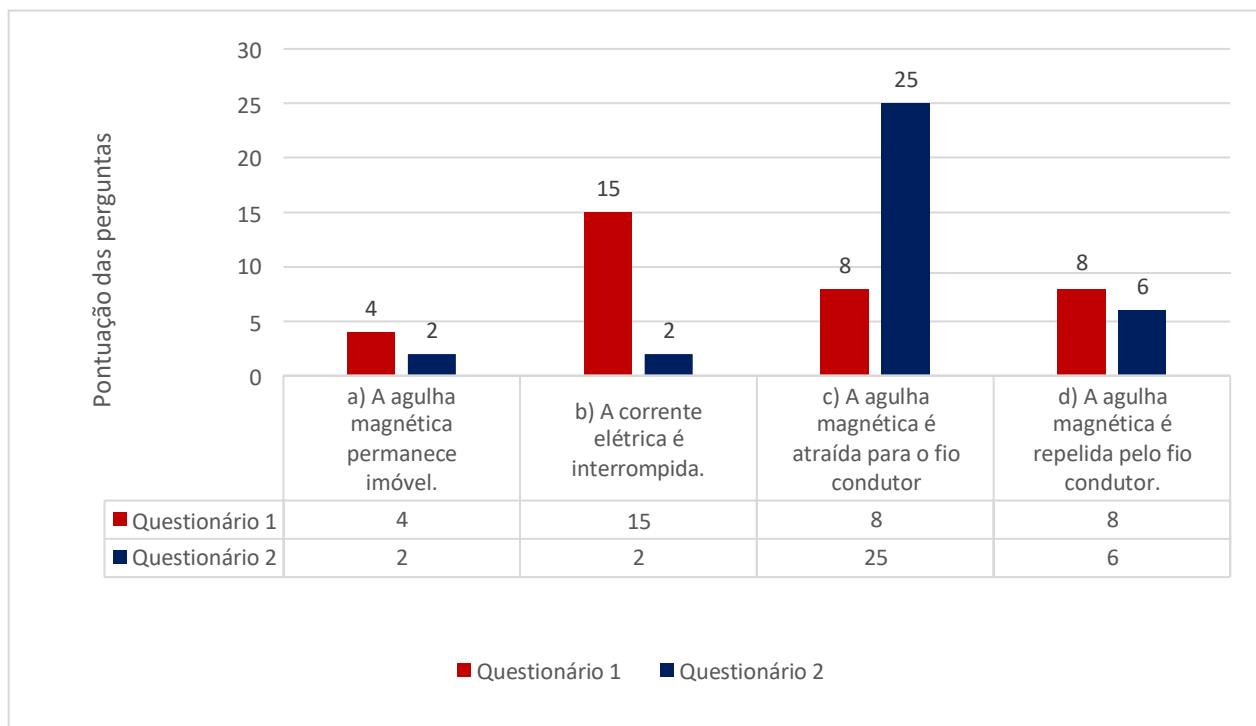
Desta forma, objetivo central é avaliar o impacto direto da experimentação por meio de kits de experimentos de baixo custo na compreensão dos alunos sobre os princípios fundamentais do

eletromagnetismo, entre os alunos do terceiro ano do ensino médio, através de questionários digitais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados deste estudo, provenientes dos procedimentos delineados na seção anterior e fundamentados nos três momentos mencionados, serão apresentados por meio de uma análise gráfica comparativa entre os dados coletados nos dois questionários. A pesquisa envolveu a participação de 35 alunos do terceiro ano do ensino médio, todos matriculados na Escola CE. São Francisco de Santana do Maranhão. Ao aplicar os questionários, buscou-se compreender as variações nas respostas e nas percepções dos alunos ao longo das duas etapas, o que será demonstrado visualmente por meio de gráficos detalhados nesta análise de dados. Esses gráficos serão ferramentas fundamentais para ilustrar as tendências e as diferenças observadas entre as respostas dos alunos.

Gráfico 1 – O que ocorre no experimento de Oersted quando uma corrente elétrica passa por um fio próximo a uma agulha magnética?



Fonte: Autoria própria

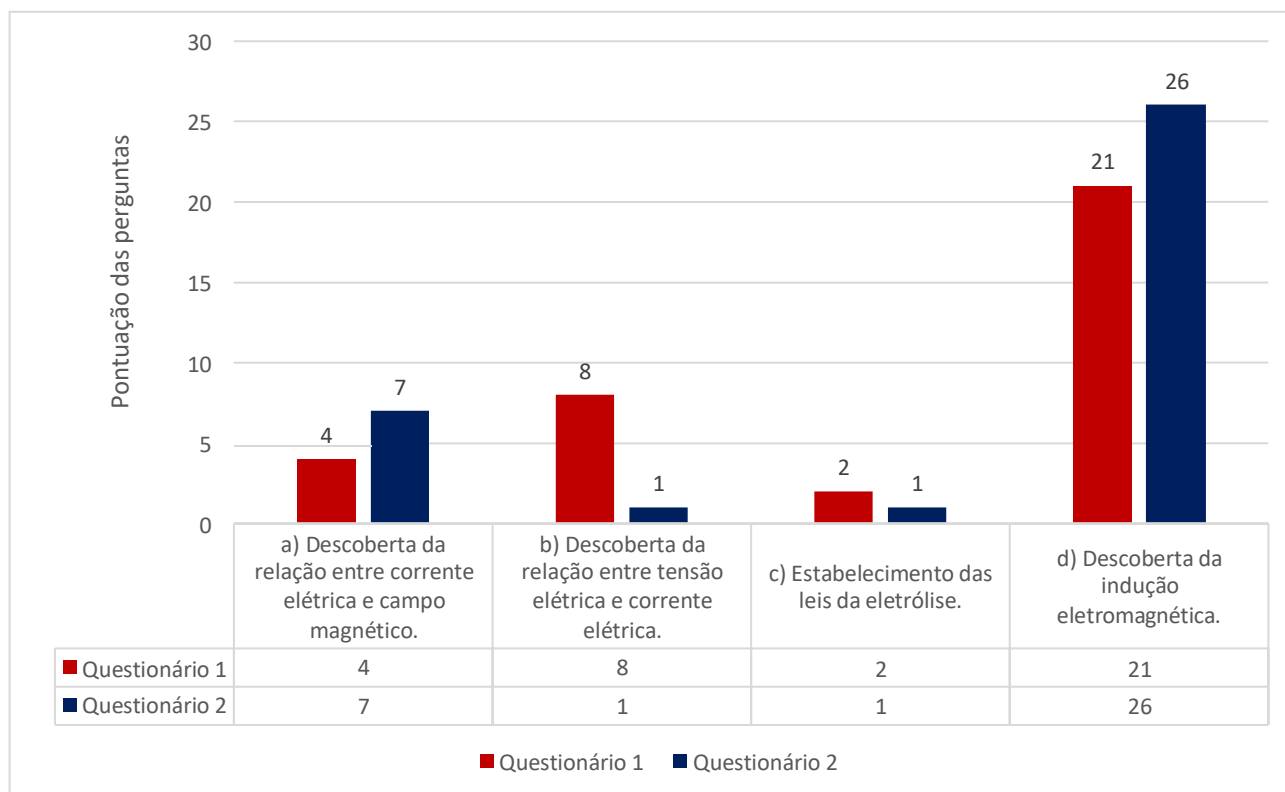
Com base nas respostas obtidas nos dois questionários, foi elaborado um gráfico para ilustrar os resultados das respostas dos alunos. O questionário inicial, representado pela cor vermelha, foi administrado antes da implementação das atividades experimentais em sala de aula. Por outro lado, o segundo questionário, identificado pela cor azul, foi aplicado uma semana após a aula prática focada no uso do kit de experimentos de baixo custo, para compressão do eletromagnetismo.

Observou-se que, no tocante à primeira questão referente ao experimento de Oersted “o que ocorre no experimento de Oersted quando uma corrente elétrica passa por um fio próximo a uma agulha magnética?”, a maioria dos alunos selecionou erroneamente as opções. Alguns optaram por afirmar que a agulha magnética permanece imóvel, uma resposta incorreta, enquanto outros indicaram, em sua maioria, que a corrente elétrica é interrompida, também uma resposta equivocada. Apenas 8 dos 35 alunos acertaram a alternativa correta, designada pela letra C, que afirma que a agulha magnética é atraída para o fio condutor. Em resumo, a maioria dos alunos antes da experiência prática cometeram equívocos quanto à resposta correta.

Todavia, no segundo questionário, aplicado uma semana após a aula com experimentos, verificou-se que a maioria dos alunos que antes haviam errado suas respostas corrigiram-nas para a alternativa correta. Se previamente somente 8 dos alunos haviam assinalado a alternativa correta (letra C), no segundo questionário houve um incremento substancial, atingindo 25 acertos dentre os 35 alunos. Logo, a maioria dos alunos conseguiu, de fato, identificar a resposta correta.

Isso evidencia uma evolução notável do entendimento dos alunos entre o primeiro questionário, realizado antes da experimentação, e o segundo questionário, efetuado após a realização dos experimentos. Essa constatação ratifica a premissa de que a aplicação de atividades experimentais possibilita uma compreensão mais aprofundada dos conceitos físicos subjacentes ao eletromagnetismo (ROSA, 2003, p. 101).

Gráfico 2 – Qual é a principal contribuição do experimento de Faraday para o campo da indução magnética?

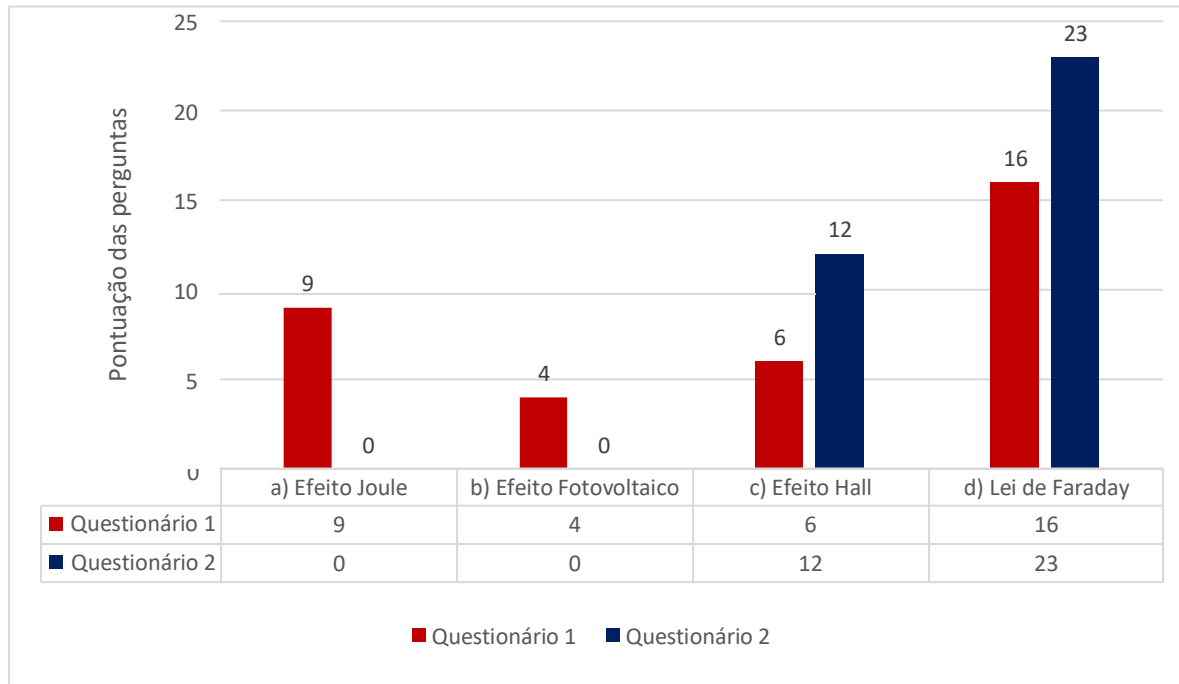


Fonte: Autoria própria

Ao analisar o gráfico referente à segunda questão presente nos dois questionários, constatou-se que, em ambos (questionário 1 e questionário 2), a maioria dos 35 alunos participantes assinalou a alternativa D como resposta para a pergunta "qual é a principal contribuição do experimento de Faraday para o campo da indução magnética?", apontando corretamente a descoberta da indução eletromagnética. Embora a maior parte dos alunos no primeiro questionário, administrado antes da experimentação, tenha acertado a resposta correta, destaca-se um aumento considerável no número de respostas corretas no segundo questionário, realizado logo após a experimentação em sala de aula. Este incremento foi de aproximadamente 5 alunos a mais que acertaram a resposta adequada, indicando um avanço, ainda que modesto, nas respostas corretas em relação à segunda questão, isso mostra que o indivíduo se engaja na ação, reflexão e interpretação do experimento, reconhecendo que a ação e a reflexão estão intrinsicamente

ligadas, pois juntas contribuem para a obtenção de aprendizado com significado (VASCONCELOS; LEÃO, 2017).

Gráfico 3 – Qual é o fenômeno responsável pela criação de um campo magnético ao redor de um fio condutor percorrido por corrente elétrica?



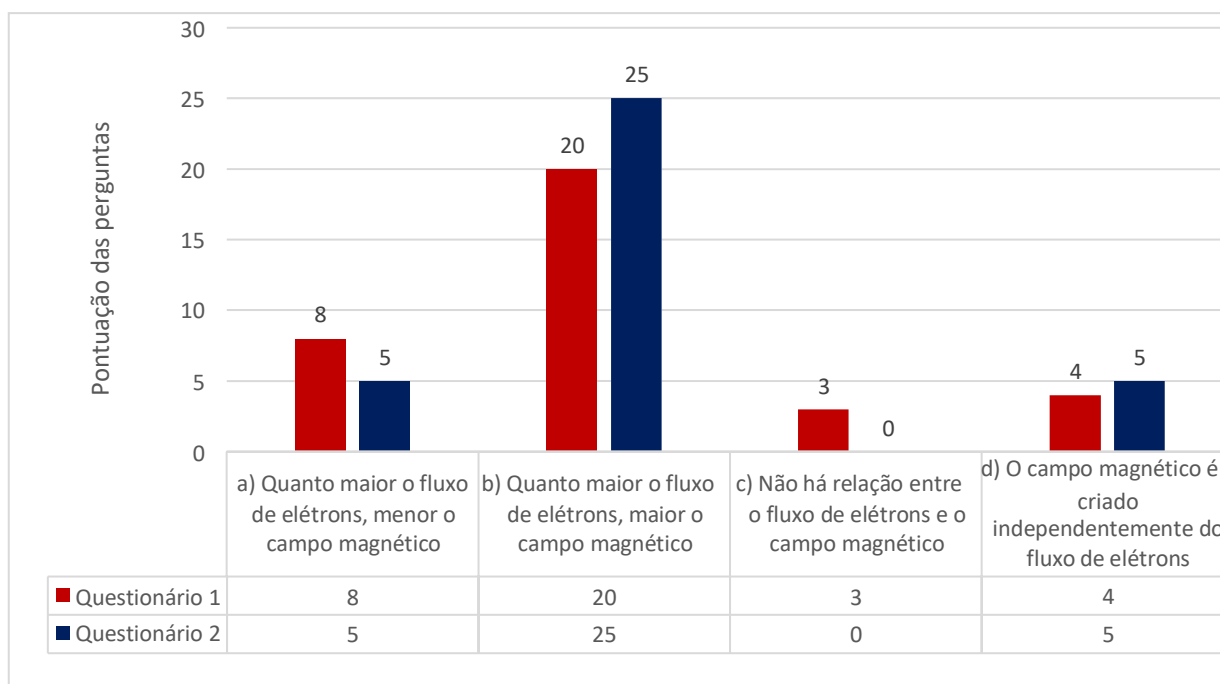
Fonte: Autoria própria

Após analisar o gráfico relacionado à terceira pergunta, que indaga sobre o fenômeno responsável pela criação de um campo magnético ao redor de um fio condutor percorrido por corrente elétrica, observa-se que em ambos os questionários (1 e 2), a maioria dos 35 alunos envolvidos na pesquisa selecionou corretamente a alternativa D, associada a Lei Faraday. No primeiro questionário, realizado anteriormente à experimentação, cerca de 16 alunos entre os 35 responderam corretamente. Contudo, destaca-se um progresso no segundo questionário, conduzido uma semana após a aplicação prática com os experimentos utilizando os kits de experimentos de baixo custo, onde aproximadamente 23 dos 35 alunos acertaram a resposta correta.

Este resultado aponta para uma redução nos erros e um aumento significativo no número de acertos entre o primeiro e o segundo questionário, evidenciando um notável avanço em relação às respostas obtidas anteriormente à aplicação dos experimentos. Isso prova que os estudantes

demonstraram envolvimento e entusiasmo ao realizar as atividades, especialmente quando os experimentos foram montados com sucesso e funcionaram adequadamente o que destaca a natureza atrativa da prática experimental, além de seu potencial para prender a atenção dos alunos e promover o estímulo ao aprendizado (GRASSELLI; GARDELLI, 2014).

Gráfico 4 – Qual é a relação entre o fluxo de elétrons em um condutor e a criação de um campo magnético ao redor desse condutor?



Fonte: Autoria própria

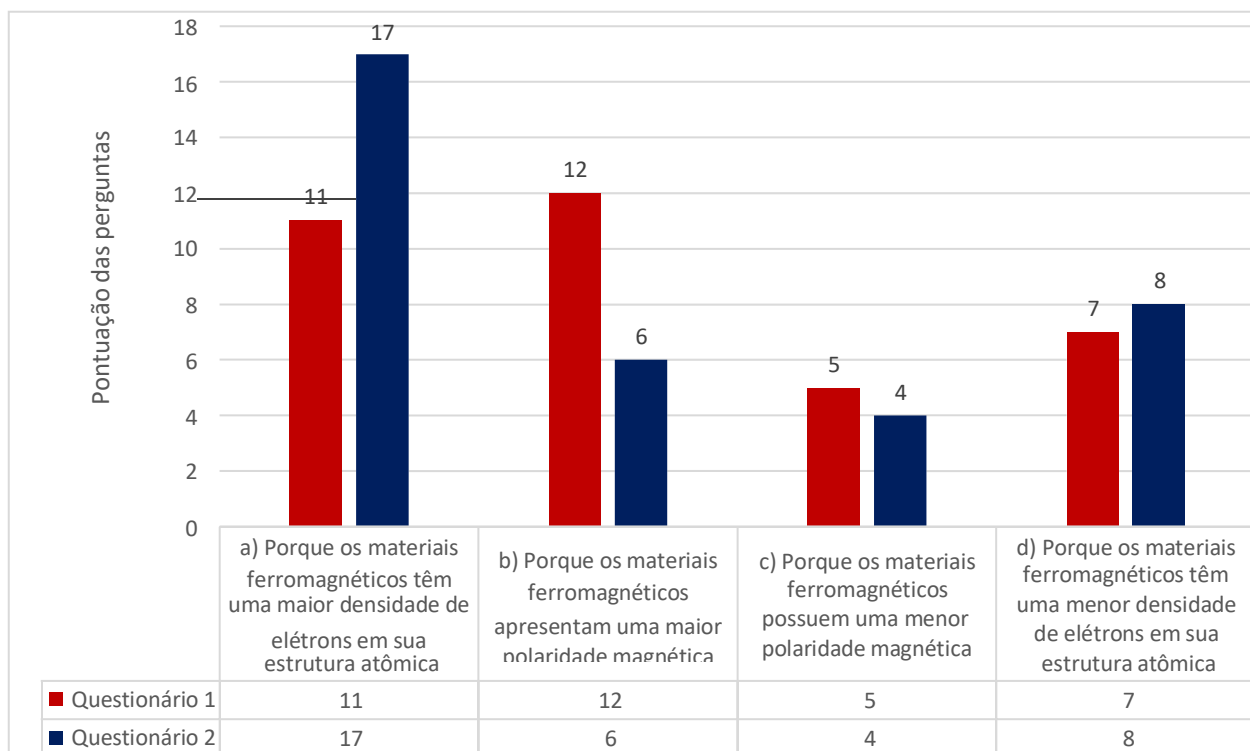
Assim como na análise da terceira questão, é notável que, na quarta indagação, a maioria dos alunos respondeu corretamente, relacionando o fluxo de elétrons em um condutor à criação de um campo magnético ao redor deste. Em ambos os questionários (primeiro e segundo), a alternativa B - que associa o aumento do fluxo de elétrons ao aumento do campo magnético - foi escolhida corretamente pela maioria dos alunos.

No questionário 1, dos 35 participantes, 20 responderam corretamente, representando cerca de 57,1% de acertos. Já no questionário 2, esse número aumentou para 25 alunos, totalizando aproximadamente 71,4% de acertos. Esse aumento evidencia um avanço significativo entre os dois questionários.

Notavelmente, ocorreu um aumento de 5 acertos, destacando a eficácia da aula prática na melhoria do entendimento dos alunos.

Este resultado ressalta que a aula experimental contribuiu para um maior número de acertos na resposta correta, demonstrando a influência positiva dessas práticas no aprendizado dos alunos em relação ao tema eletromagnetismo (CHAVES; HUNSCHE, 2014, p. 4-5).

Gráfico 5 – Por que um ímã atrai certos materiais, como ferro, e repele outros, como alumínio?

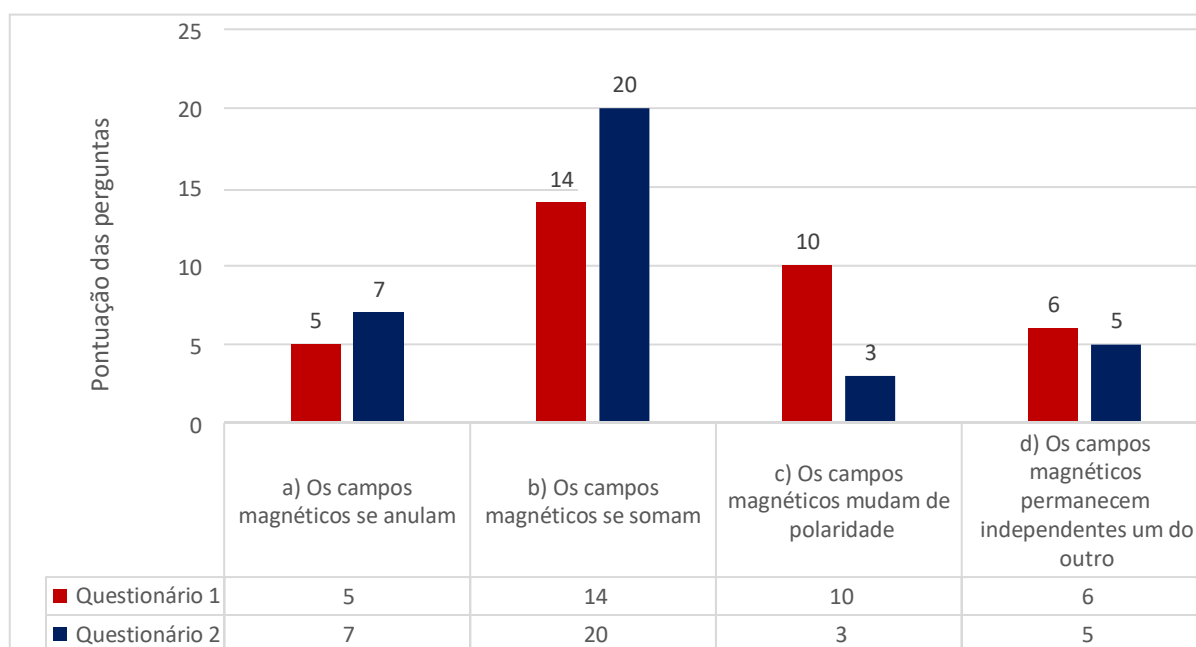


Fonte: Autoria própria

Ao analisar o gráfico da questão 5, observa-se que no primeiro questionário, aplicado antes da experimentação em sala de aula, apenas 11 dos 35 alunos responderam corretamente à pergunta sobre por que um ímã atrai certos materiais como ferro e repele outros como alumínio. As respostas incorretas foram distribuídas da seguinte forma: 12 alunos escolheram a opção B, 5 a opção C e 7 a opção D, resultando em apenas aproximadamente 31,4% de acertos nessa questão antes da experimentação. Já no segundo questionário, após a utilização dos kits de experimentos de baixo custo, cerca de 17 alunos responderam corretamente à alternativa A (Porque os materiais

ferromagnéticos têm uma maior densidade de elétrons em sua estrutura atômica). Isso representa um cerca de 48,6% de acertos após a experimentação, indicando uma melhora significativa no entendimento dos alunos em relação ao eletromagnetismo quando a experimentação é incorporada às aulas, em comparação com o método tradicional. De acordo com Silva et al. (2020), as atividades experimentais têm a capacidade de serem consideradas como estratégias de descoberta, já que exploram aspectos motivacionais dos alunos, os quais amplificam seu processo de aprendizagem.

Gráfico 6 – Qual é a relação entre o campo magnético de dois ímãs quando são aproximados um do outro?

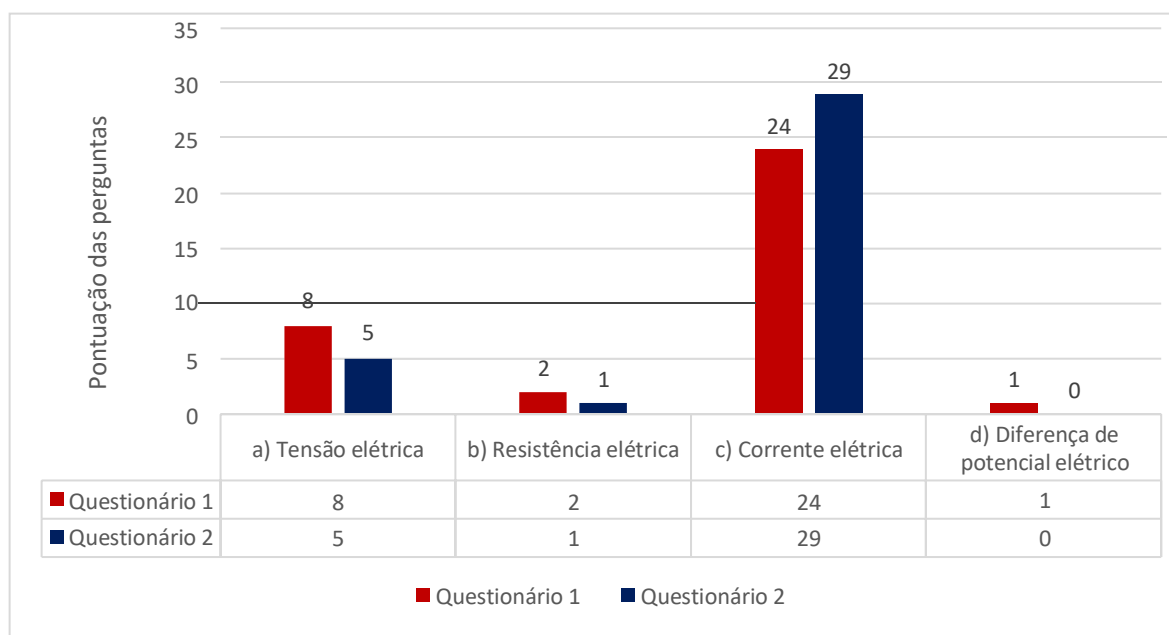


Fonte: Autoria própria

Ao analisar o gráfico da sexta questão presente nos dois questionários, observa-se uma variação nas respostas coletadas no primeiro questionário. Na pergunta sobre a relação entre os campos magnéticos de dois ímãs quando aproximados, 5 alunos escolheram a alternativa incorreta A, 14 optaram corretamente pela alternativa B (soma dos campos magnéticos) e 10 e 6 alunos escolheram as alternativas incorretas C e D, respectivamente. Assim, apenas 40% dos 35 alunos responderam corretamente no primeiro questionário.

No segundo questionário, o qual foi aplicado depois da aula com experimentos, houve uma melhora significativa no número de acertos da questão. A alternativa correta B teve um aumento de acertos, passando de 14 para 20 alunos, representando aproximadamente 57,1% de acertos. Isso evidencia que o uso da experimentação na aula de eletromagnetismo, especialmente com os ímãs de neodímio, contribuiu significativamente para o aumento do entendimento dos princípios do eletromagnetismo, já que o uso de um material experimental com linguagem simples e sem níveis de complexidade pode efetivamente reforçar os conceitos físicos que contribuem para a aprendizagem dos alunos (CARVALHO, 2010).

Gráfico 7 – Qual é a grandeza responsável por gerar um campo magnético ao redor de um condutor percorrido por corrente elétrica?

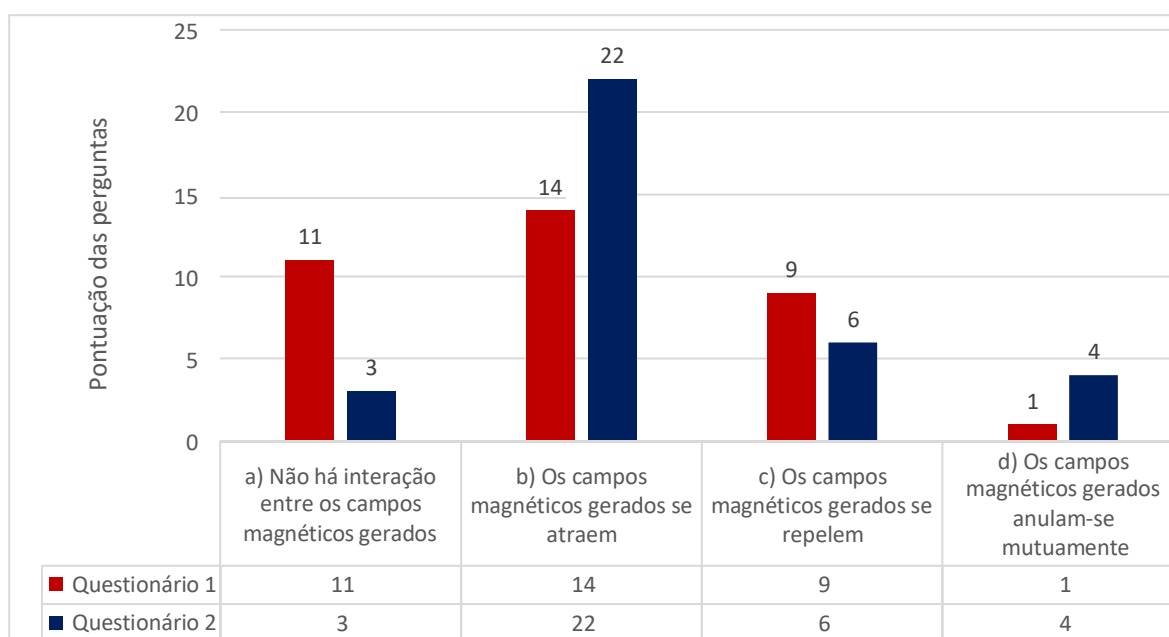


Fonte: Autoria própria

O sétimo gráfico revela um ponto interessante: a aplicação da sétima questão em ambos os questionários, sendo o primeiro antes do uso da experimentação, evidenciando o conhecimento prévio dos alunos sobre eletromagnetismo. No primeiro questionário, 24 dos 35 alunos responderam corretamente à pergunta “qual é a grandeza responsável pela geração de um campo magnético ao redor de um condutor percorrido por corrente elétrica?” (Alternativa C, corrente elétrica), representando cerca de 68,6% de acertos.

Após o uso da experimentação, no segundo questionário, houve um aumento significativo nos acertos. Dos 35 alunos, 29 responderam corretamente (82,9% dos alunos) a alternativa C. Embora a maioria já tivesse acertado no primeiro questionário, é notável que aqueles que erraram inicialmente e acertaram posteriormente possivelmente obtiveram uma melhor compreensão do conteúdo com a experimentação. Esse aumento de 5 alunos que acertaram a alternativa C no segundo questionário ressalta como o uso da experimentação amplia a compreensão dos princípios do eletromagnetismo. Esse método é crucial na sala de aula, pois permite aos alunos interagir mais em sala de aula, além de fazê-los alcançar uma melhor compreensão desses conceitos (CARVALHO, 2010).

Gráfico 8 – Dois fios paralelos possuem correntes elétricas no mesmo sentido. O campo magnético gerado por um fio afeta o outro fio de que maneira?



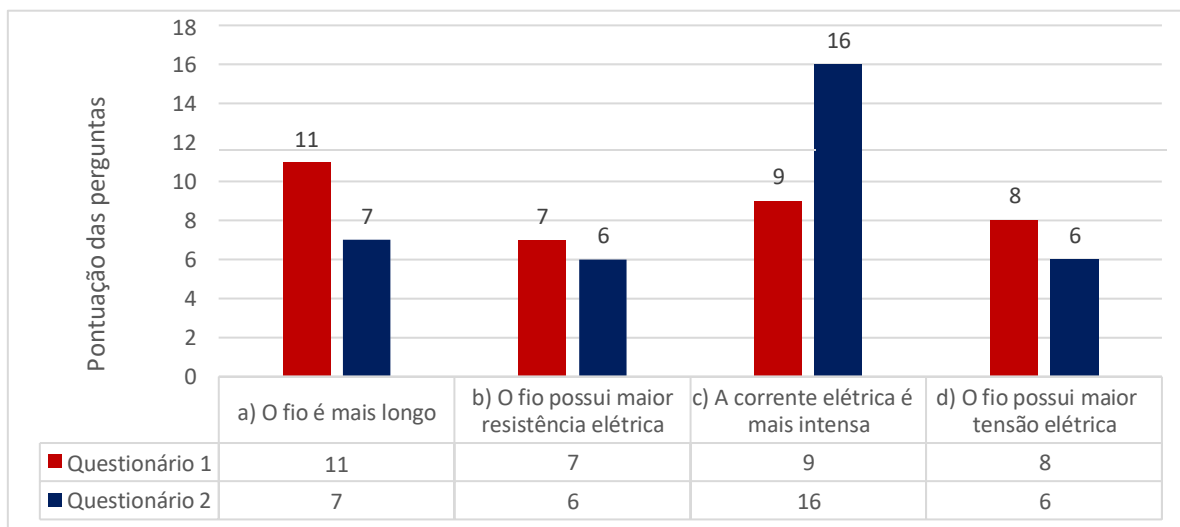
Fonte: Autoria própria

A análise do Gráfico 8 revela dados semelhantes ao gráfico 6. No primeiro questionário, aplicado antes da experimentação em sala para os 35 alunos da pesquisa, 14 acertaram corretamente a pergunta “dois fios paralelos possuem correntes elétricas no mesmo sentido. O campo magnético gerado por um fio afeta o outro fio de que maneira?”, desses, 14 alunos escolheram a alternativa B, indicando que a uma atração entre os campos magnéticos

gerados. No entanto, assim como na questão anterior, houve diversidade nas respostas: 11 alunos escolheram erroneamente a letra A, 9 optaram pela letra C (incorreta), e 1 escolheu a letra D. Apenas 40% dos alunos do primeiro questionário responderam corretamente com a letra B.

No segundo questionário, semelhante ao gráfico da questão 6, houve avanço significativo nos acertos. No primeiro questionário, 11 alunos marcaram a letra A, que reduziu para 3 no segundo questionário; 9 alunos escolheram a letra C no primeiro, já no segundo diminuindo para 6; enquanto a letra D teve um aumento de 1 para 4. O destaque foi a letra B, a alternativa correta, escolhida por 22 dos 35 alunos, representando 62,9% de acertos. Esse segundo questionário foi aplicado após a experimentação para compreensão dos princípios do eletromagnetismo Silva et al. (2020). Esses dados refletem que o uso da experimentação melhorou substancialmente a compreensão desses conceitos, conforme evidenciado no Gráfico 8.

Gráfico 9 – A intensidade do campo magnético gerado por um fio condutor é maior quando:



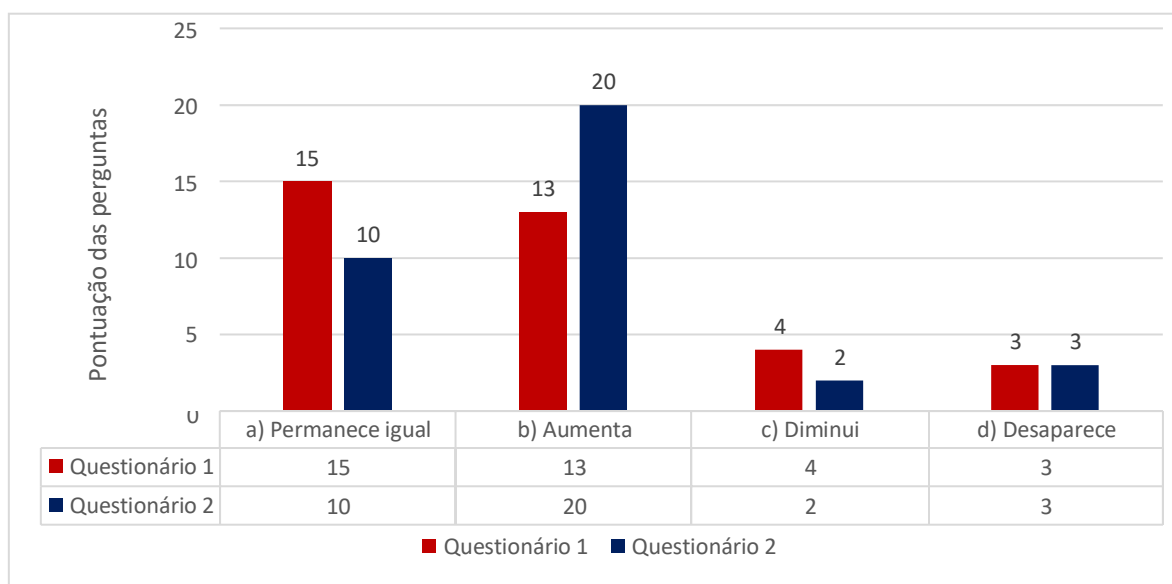
Fonte: Autoria própria

Após analisar o gráfico relacionado à nona questão presente nos questionários 1 e 2, observa-se que, no questionário 1, houve uma variedade de respostas sobre a intensidade do campo magnético gerado por um fio condutor. A maioria dos alunos, cerca de 11 de 35, escolheu a alternativa A, enquanto 7 optaram pela letra B, 9 pela letra C (a resposta correta) e 8 pela

letra D, a alternativa mais citada como a correta para os alunos no primeiro questionário foi a letra A, a mesma não é a alternativa correta da questão.

No entanto, no questionário 2, realizado após a experimentação em sala de aula com os ímãs de neodímio para compreensão do eletromagnetismo, houve uma notável melhora no número de respostas corretas. Enquanto apenas 9 alunos acertaram a questão no primeiro questionário, marcando a alternativa C, no segundo questionário, esse número aumentou para 16 alunos, representando aproximadamente 45,7% dos participantes. Isso indica um avanço considerável no entendimento do conteúdo após a utilização dos kits de experimentos de baixo custo como recurso didático, resultando em melhores desempenhos no questionário 2 em comparação ao questionário 1. Analisar e interpretar o experimento é fundamental, reconhecendo a íntima ligação entre a ação e a reflexão, já que ambas colaboram para alcançar um aprendizado significativo (VASCONCELOS; LEÃO, 2017).

Gráfico 10 – Quando um fio percorrido por corrente elétrica é enrolado em forma de bobina, o campo magnético:



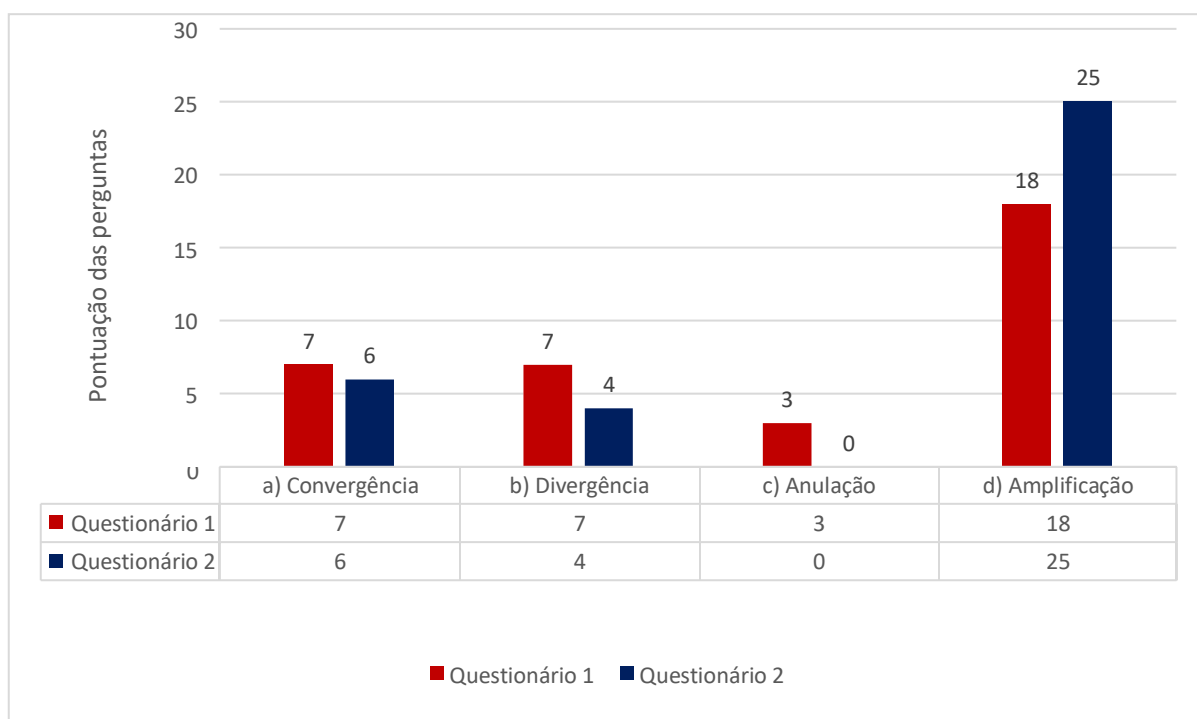
Fonte: Autoria própria

No gráfico 10, é evidente o panorama dos conhecimentos prévios dos alunos sobre eletromagnetismo antes da experimentação. No primeiro questionário, referente à pergunta “quando um fio percorrido por corrente elétrica é enrolado em forma de bobina, o campo magnético:”, 15 dos 35 alunos

optaram incorretamente pela alternativa A, enquanto apenas 13 escolheram a resposta correta, representando aproximadamente 37,1% dos alunos.

No entanto, no segundo questionário, após a utilização dos kits de experimentos de baixo custo como recurso didático para compreender o eletromagnetismo, houve um notável aumento no número de respostas corretas. Os acertos subiram de 13 para 20 alunos, evidenciando um avanço considerável na compreensão dos conceitos. A porcentagem de acertos passou de 37,1% para 57,1%, indicando um aumento significativo de 7 alunos que agora acertaram a alternativa correta. Este progresso reflete a influência positiva da utilização dos experimentos na compreensão dos alunos em relação a esses conceitos (SOUZA, 2014).

Gráfico 11 – Quando dois campos magnéticos se somam, formando um campo resultado maior, esse fenômeno é chamado de:



Fonte: Autoria própria

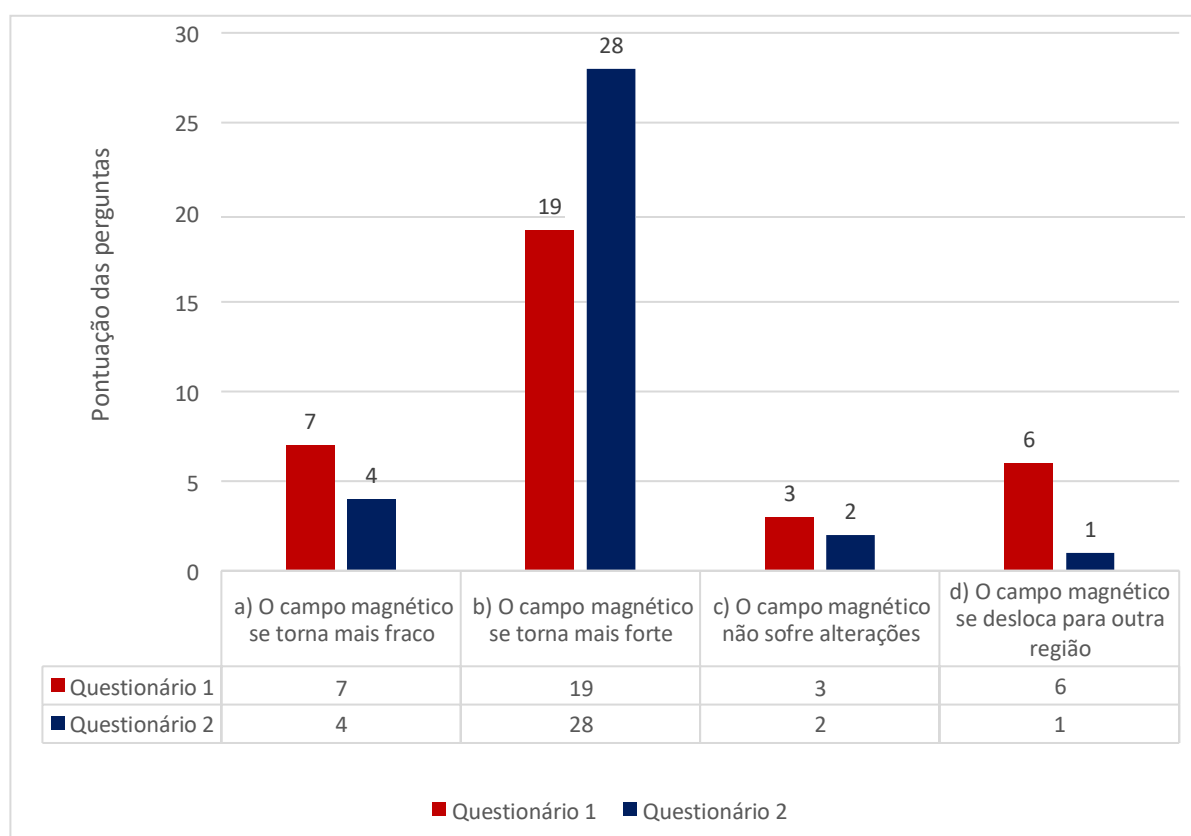
Analisando o 11º gráfico da 11ª questão nos questionários 1 e 2, nota-se uma evolução no desempenho dos alunos. No questionário 1, aplicado antes dos experimentos, 18 dos 35 alunos acertaram a alternativa correta sobre a amplificação do campo magnético (letra D), representando 51,4% de

acertos. Esse resultado inicial demonstra um conhecimento prévio dos alunos sobre o eletromagnetismo, antes mesmo da experimentação em sala de aula.

Após uma semana, realizou-se a aula prática, na qual os alunos puderam compreender conceitos como eletricidade e leis do eletromagnetismo. Posteriormente, aplicou-se o questionário 2, revelando um aumento no número de acertos para 25 alunos, ou seja, 71,4% de acertos.

Esse crescimento expressivo, de 51,4% para 71,4%, ressalta o impacto positivo da experimentação no aprendizado dos alunos em relação aos conceitos do eletromagnetismo. Essa evidência reforça a importância da experimentação como ferramenta facilitadora para uma melhor compreensão desses conceitos (SOUZA, 2014).

Gráfico 12 – O que acontece com o campo magnético gerado por uma bobina quando a corrente elétrica aumenta?



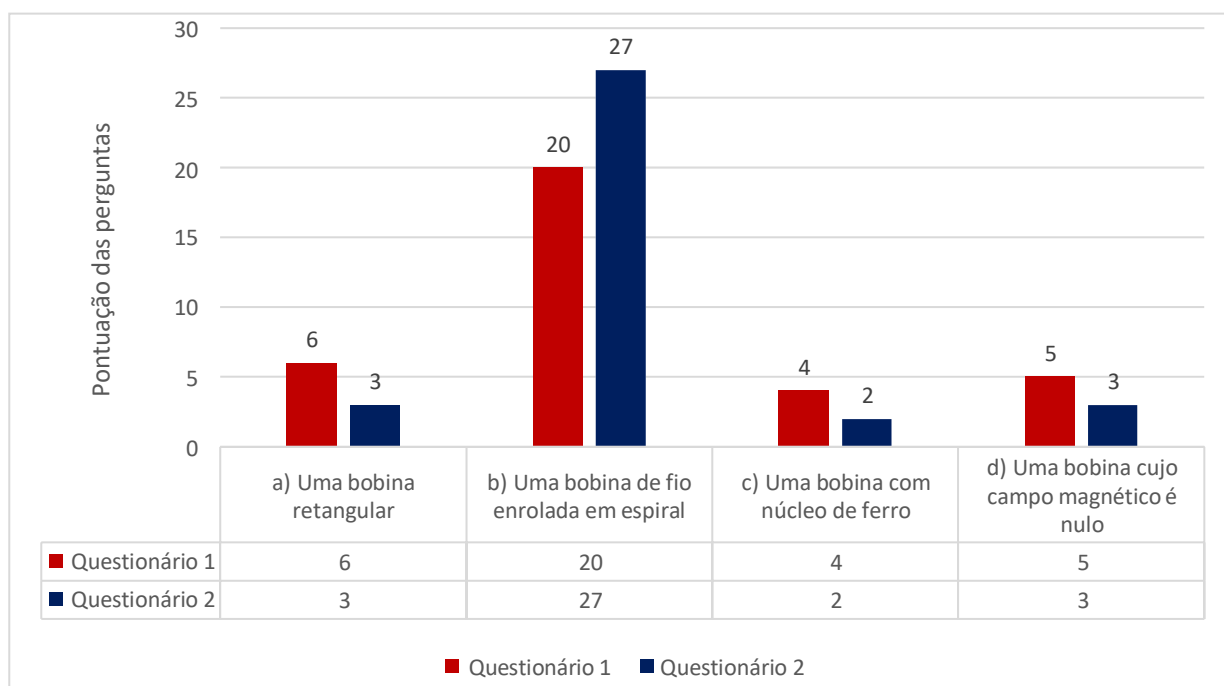
Fonte: Autoria própria

Este gráfico analisa os acertos e erros dos alunos nos 1º e 2º questionários aplicados em sala de aula. O 1º questionário foi distribuído antes

da utilização de experimentos na turma do 3º ano do Ensino Médio, composta por 35 alunos participantes da pesquisa. Na 12ª questão deste questionário, que indaga sobre o que ocorre com o campo magnético de uma bobina quando a corrente elétrica aumenta, a alternativa mais escolhida foi a letra B, a resposta correta que descreve o fortalecimento do campo magnético. Mesmo sem a aplicação da experimentação, os alunos apresentaram bom desempenho, demonstrando conhecimento prévio sobre o eletromagnetismo, com aproximadamente 19 acertos entre os 35 alunos presentes, totalizando 54,3% de respostas corretas para a alternativa B.

Após a aula experimental, um segundo questionário foi aplicado para avaliar o desempenho dos alunos. Observou-se que, após a aplicação dos experimentos, o número de acertos aumentou de 19 para 28 alunos, atingindo 80% de acertos para a alternativa correta, letra B, na 12ª questão. Esse aumento significativo dos acertos evidencia que a experimentação contribuiu para uma melhor compreensão dos conceitos de eletromagnetismo, mostrando que esses experimentos, utilizando os kits de baixo custo, são eficazes para promover o aprendizado no campo do eletromagnetismo (CARVALHO, 2010).

Gráfico 13 – O que é um solenoide?



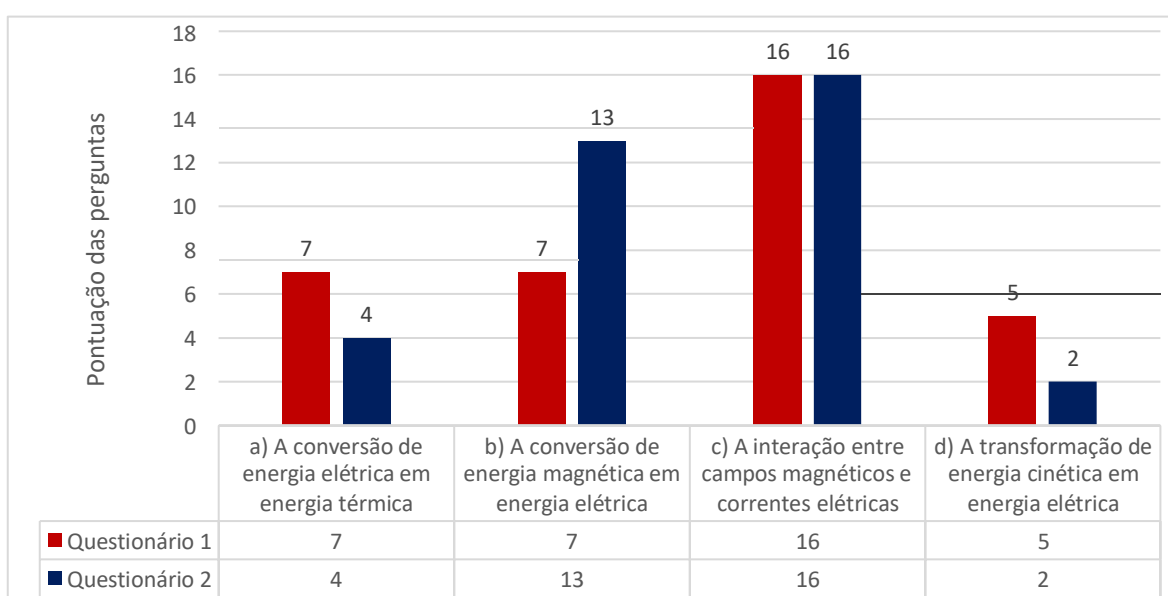
Fonte: Autoria própria

O gráfico número 13, referente à 13ª pergunta “o que é um *solenoide*?” presente nos questionários 1 e 2, exibe o desempenho dos alunos em ambas as avaliações. No primeiro questionário, aplicado antes dos experimentos, aproximadamente 20 alunos acertaram corretamente a alternativa B, descrevendo corretamente o *solenoide* como “uma bobina de fio enrolada em espiral”, o que corresponde a cerca de 57,1% dos 35 alunos participantes.

Ao analisar o segundo questionário, nota-se uma redução nos erros e um aumento significativo nos acertos, refletindo uma tendência similar a outras questões. O número de acertos passou de 20 para 27, um aumento de 7 acertos, os acertos correspondem a aproximadamente 80% dos alunos da turma que participaram do projeto, esse segundo questionário foi aplicado após a realização do projeto com a utilização de experimentação para compreensão do eletromagnetismo.

Esses resultados evidenciam que a experimentação trouxe melhorias significativas em comparação com o método tradicional de ensino ao longo do período dedicado ao estudo do eletromagnetismo. Isso sublinha a importância de incorporar a experimentação nesses conceitos, o que favorece a compreensão dos alunos, estimula a interação em sala de aula e promove maior interesse e engajamento na compreensão desses conceitos (VASCONCELOS; LEÃO, 2017).

Gráfico 14 – Qual é o princípio básico de funcionamento de um motor elétrico?



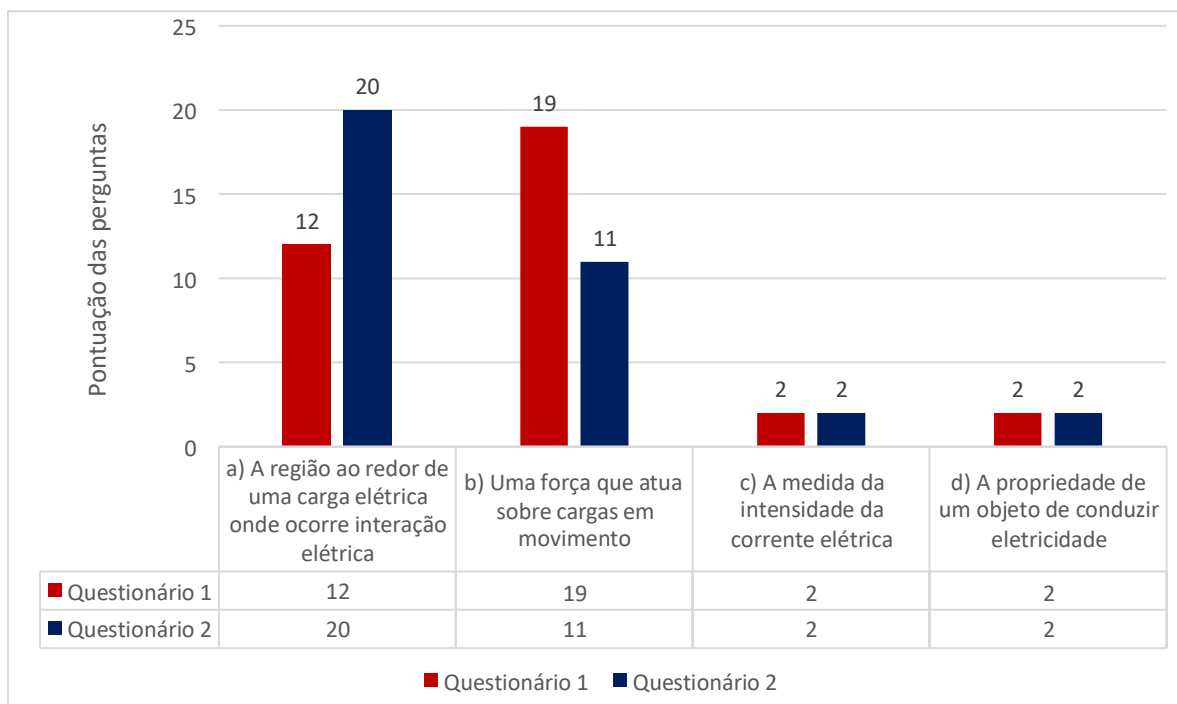
Fonte: Autoria própria

O gráfico número 14 trouxe resultados distintos dos anteriores. Ele está relacionado à pergunta “qual é o princípio básico de funcionamento de um motor elétrico?”. No primeiro questionário, aplicado antes de toda a experimentação, apenas 16 dos 35 alunos acertaram corretamente a alternativa C, representando aproximadamente 45,7% da turma. As respostas restantes foram distribuídas entre as letras A, B e D, cada uma marcada por 7 alunos.

Após a aula experimental sobre eletromagnetismo, verificou-se que houve mudanças nas escolhas dos alunos. Por exemplo, o número de respostas na letra A diminuiu de 7 para 4, enquanto na letra B aumentou de 7 para 13 alunos. No entanto, apenas 16 alunos continuaram a acertar corretamente a alternativa, correspondente à letra C, da mesma forma que no primeiro questionário. Já na letra D, houve uma redução de 7 para 2 respostas.

A incorporação da experimentação em sala de aula não garante necessariamente que a atividade resultará em aprendizado significativo (SILVA e ZANON, 2000). No entanto, representa uma tentativa válida, uma vez que a atividade experimental possui potencial para ser significativa, é provável que os alunos não tenham compreendido completamente alguns conceitos.

Gráfico 15 – O que é um campo elétrico?



Fonte: Autoria própria

A 15ª questão apresenta um gráfico dos resultados das respostas dos alunos do 3º ano do ensino médio à pergunta "O que é um campo elétrico?". No primeiro questionário, aplicado antes da experimentação em sala de aula com os 35 alunos, a maioria escolheu erroneamente a alternativa D, que descreve uma força atuando sobre cargas em movimento, sendo, na verdade, a alternativa "A" resposta correta. Dos 35 alunos, 19 marcaram erroneamente essa alternativa. Apenas 12 responderam corretamente, descrevendo o campo elétrico como a região ao redor de uma carga elétrica onde ocorre interação elétrica, o que representa 34,3% dos alunos que escolheram a alternativa "A".

Após a experimentação em sala de aula com experimentos de baixo custo, houve um aumento gradual no número de respostas corretas no segundo questionário. No 1º questionário, 19 alunos marcaram erroneamente a alternativa B, já no segundo esse número foi reduzindo para 11 após a experimentação. Apenas 12 alunos haviam escolhido corretamente a alternativa A no primeiro questionário, mas esse número aumentou para 20 após a experimentação. Isso corresponde a 57,1% dos alunos que responderam corretamente à 15ª pergunta.

Este aumento significativo nos acertos evidencia a melhoria na compreensão dos conceitos de eletromagnetismo entre os alunos do terceiro ano devido à utilização dos experimentos em sala de aula. Destaca-se a importância de aplicar essa metodologia para promover melhor compreensão desses princípios e estimular o interesse dos alunos em relação a esses conceitos, Silva et al. (2020).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino de Física no ensino médio tem sido objeto de múltiplos estudos com o intuito de tornar o processo de aprendizagem mais dinâmico. Diversas metodologias têm sido desenvolvidas com esse propósito.

Neste estudo, foram abordados os conceitos do eletromagnetismo, tais como corrente elétrica, lei de Faraday, campo magnético, interação entre campos, entre outros princípios inerentes a essa área do conhecimento, investigou e analisou o emprego da experimentação atrelada a kits de experimentos de baixo custo como valioso recurso didático, visando facilitar a

compreensão e a assimilação dos complexos princípios do eletromagnetismo entre os alunos do terceiro ano do ensino médio. Os objetivos traçados inicialmente foram plenamente alcançados ao realizar uma minuciosa análise do impacto da experimentação no entendimento dos alunos, utilizando questionários como ferramenta de avaliação.

De forma inicial, após a aplicação do primeiro questionário, conduzido antes da utilização dos experimentos, os resultados obtidos pelos alunos foram considerados satisfatórios. Entretanto, após a realização de uma aula prática repleta de três experimentos meticulosamente elaborados, abarcando os fundamentos do eletromagnetismo, houve uma notável e evidente ascensão na compreensão e absorção desses conceitos por parte dos alunos. Esse progresso expressivo foi claramente verificado e reforçado pelo segundo questionário aplicado após a conclusão desses experimentos.

Os gráficos meticulosamente gerados a partir dos resultados obtidos nos questionários ressaltam e sublinham essa significativa melhoria observada. O segundo questionário revelou uma notável e expressiva elevação nas respostas corretas fornecidas pelos alunos, demonstrando um nível superior de entendimento e domínio dos conceitos, diretamente correlacionado com a implementação e execução dos experimentos em ambiente escolar. Esses resultados ressaltam de maneira indubitável a importância crucial da experimentação como ferramenta imprescindível para a compreensão dos princípios do eletromagnetismo, alavancando o processo de ensino-aprendizagem ao facilitar a assimilação dos conteúdos, promover o interesse intrínseco dos alunos por esses conceitos fundamentais e, sobretudo, ratificar a eficácia desse método pedagógico.

Recomenda-se veementemente a ampliação e a aplicação contínua de práticas experimentais não somente no contexto das aulas de eletromagnetismo, mas também em diversas áreas da física, dada a evidente contribuição dessas práticas na otimização do entendimento e na consolidação dos conceitos pelos estudantes. Esse processo não só aprimora a vivência educacional, tornando-a mais eficiente e atraente, mas também estimula o ímpeto dos alunos para explorar e compreender os aspectos basilares da física com maior profundidade e entusiasmo.

6 REFERÊNCIAS

AGRELA, L. Elon Musk libera patentes da Tesla para ajudar a salvar o planeta. **Revista Exame**. São Paulo: Editora Abril, 2019. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/tecnologia/elon-musk-libera-patentes-da-tesla-para-ajudar-a-salvar-o-planeta/>. Acesso em 21 jul. 2023.

AMARAL, João Joaquim Freitas do. **Como fazer uma pesquisa bibliográfica**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2007. Disponível em: <http://200.17.137.109:8081/xiscanoe/courses1/mentoring/tutoring/Como%20fazer%20pesquisa%20bibliografica.pdf>. Acesso em: 20 out. 2023.

ARAGÃO, M. J. **História da Física**. Ed. Interciência. Rio de Janeiro, 2006. 224 p.

ARAÚJO, S. M. Mapa conceitual sobre eletromagnetismo e indução eletromagnética. Disponível em: <
<http://sidneymaiaaraujo.blogspot.com/2010/07/mapa-conceitual-sobreeletromagnetismo.html>>. Acesso em: 29 set. 2023.

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. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/PLkjm3N5KjnXKqDsXw5Dy4R/?lang=pt>. Acesso em 05 out. 2023.

AZEVEDO, G. T. d.; PEIXOTO, C. J. T.; BARGOS, F. F.; MENEGATTI, C. R. Gerador trifásico de baixo custo para o ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, SciELO Brasil, v. 39, n. 3, p. e3503, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0292>. Acesso em: 24 out. 2023.

BARREIRO, Águida Celina de Méo; BAGNATO, Vanderlei Salvador. **Aulas demonstrativas nos cursos básicos de física**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 9, n. 3, p.238-244, dez. 1992.

BASSALO, José Maria F. **Nascimento da Física (3500 a.C – 1900 a.D.)**. Belém: Editora universitária UFPA, 1996.

Botelho, I. J. (2008). **Modelagem e Controle Linear de um Sistema de Levitação de Ímã Permanente**. 137 p. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Curso de Engenharia de Sistemas. São Paulo-SP. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/D.3.2008.tde-31032008-160753>. Acesso em 20 out. 2023.

CARVALHO, A. M. P. Ensino de física. In: . São Paulo: Cengage Learning, 2010. cap. **As práticas experimentais no ensino de Física**, p. 53–77. ISBN 978-85-221-1062-9.

CHAVES, Jossuele Maria Fagundes; HUNSCHE, Sandra. **Atividades experimentais demonstrativas no ensino de Física: panorama a partir de eventos da área**. Universidade Federal do Pampa. Rio Grande do Sul, 2014. Disponível em: <https://dspace.unipampa.edu.br/handle/riu/1028>. Acesso em 12 set. 2023.

CHIQUELLO, M. et alli. **Física: volume 3**. São Paulo: Scipione, 1996.

COELHO, DIANA LOPES; DE LIMA, SANDRO MARTINS. As contribuições da contextualização no ensino de química. **Aninc-Anuário do Instituto de Natureza e Cultura**, v. 3, n. 1, p. 129-131, 2020. Disponível em: <https://i3d.me/9Hh5zQ>. Acesso em 16 de jul. 2023.

CONSELHO, Energia Eólica Global. GWEC Global Wind Report 2019. **Conselho Global de Energia Eólica: Bonn, Alemanha**, 2017. Disponível em: <https://i3d.me/0Hykug>. Acesso em 23 de fev. 2023.

COSTA, J. R. d. **Uma proposta problematizadora para o ensino de eletromagnetismo sob uma perspectiva histórico-experimental: O telégrafo**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática - PPGECEM) — Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016. 138 f. Disponível em: <https://i3d.me/MeQjJA>. Acesso 21 de nov. 2023.

COSTA, Luciano Gonsalves; BARROS, Marcelo Alves. O ensino de Física no Brasil: problemas e desafios. **Matemática, Química, Física**, 2015. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/21042_8347.pdf. Acesso em: 27 ago. 2023.

GASPAR, Alberto. Física série Brasil. Editora **Ática: São Paulo**, 2004. Disponível em: https://scholar.google.com/scholar?cluster=17040376512968540437&hl=pt-BR&as_sdt=2005&scioldt=0,5. Acesso em 12 de out. 2023.

GODOY A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **RAE-Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 2, mar-abr, p. 57-63, 1995.

GRASSELLI, Erasmo Carlos; GARDELLI, Daniel. O ensino da física pela experimentação no ensino médio: da teoria à prática. **Os Desafios da Escola Pública Paraense na Perspectiva do Professor**, 2014. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_uem_fis_artigo_erasmo_carlos_grasselli.pdf. Acesso em: 08 nov. 2023.

GRIFFITHS, D. **Eletrodinâmica**. 3. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2011. Disponível em: http://unaerp.bv3.digitalpages.com.br/users/publications/9788576058861/pag-es/_1. Acesso em 04 de mai. 2023.

GONSALVES, Elisa Pereira. **Iniciação à pesquisa científica**. 2 ed. São Paulo: Alínea, 2001.

GUIMARÃES, Cleidson Carneiro. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química nova na escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

HURAY, Paul G. Maxwell's equations. John Wiley & Sons, 2011. Disponível em: https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=HURAY%2C+Paul+G.+Maxwell%27s+equations.+John+Wiley+%26+Sons%2C+2011.&btnG=. Acesso em 25 de ago. 2023.

KNECHTEL, Maria do Rosário. Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada. **Curitiba: Intersaberes**, 2014. Disponível em: <https://i3d.me/O-8g5w>. Acesso 12 de abr. 2023.

LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M.; BARROS, M. A. Laboratório caseiro – pára – raios: Um experimento simples e de baixo custo para a eletrostática. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 1, 2008. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5165970>. Acesso em 21 de ago. 2023.

LEÃO, Denise Maria Maciel. Paradigmas contemporâneos de educação: escola tradicional e escola construtivista. **Cadernos de pesquisa**, São Paulo, p. 187-206, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-15741999000200008>. Acesso em 20 de ago. 2023.

MANACORDA, M. A. **História da educação: da antiguidade aos nossos dias**. 9. ed. São Paulo: Cortez, 2022. Disponível em: <https://i3d.me/hqOL6A>. Acesso em 24 de nov. 2023.

Marineli, F. e Pacca, J. L. A. Uma interpretação para dificuldades enfrentadas pelos estudantes em um laboratório didático de física. **Revista Brasileira de ensino de Física**, v. 28, n. 4, p. 497-505, (2006). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/zGxWQ3TpZwDBsKZyLKW53bx/?lang=pt>. Acesso em 10 de set. 2023.

MORAES, Roque (Org.). **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. 3 ed. EdUPUCRS, Porto Alegre, 2008. Moreira, M. A. (2011b). **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas**. Aprendizagem Significativa em Revista. v1(2), p. 43-63.

MORETTO, V. P. Eletricidade e Eletromagnetismo. ed. Ática, 3a ed, 1989.

ORSTED, HANS CHRISTIAN. Experiências sobre o efeito do conflito elétrico sobre a agulha magnética. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, v. 10, p. 115-122, 1986. Disponível em: <https://www.cle.unicamp.br/eprints/index.php/cadernos/article/view/1227>. Acesso em 12 de nov. 2023.

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. 228 p. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/90462>. Acesso em 13 de set. 2023.

PREUSSLER, V. P.; SCHMIDT DA COSTA, C. D.; MÄHLMANN, C. M. A importância da experimentação no ensino de física. **VI Seminário nacional da infância e educação**. UNISC, 2017. Disponível em: https://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/pibid_unisc/article/view/17861/4715. Acesso em 29 de mai. 2023.

RAHAL, FAS; DIDÁTICOS NO ENSINO DE FÍSICA, Jogos. um exemplo na termodinâmica. **Simpósio Nacional de Ensino de Física**, v. 18, 2009.

REGO, Sheila Cristina Ribeiro. A imagem da ciência e as imagens visuais na formação superior e as pesquisas sobre o ensino de física. **Cadernos CEDES**, v. 34, p. 69-85, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ccedes/a/NRGrVb9f9tXfmZ5P8QtdMHv/?lang=pt>. Acesso em 12 de jul. 2023.

ROSITO, B. A. O ensino de ciências e a experimentação. In: SILVA, L. H. A. S.; ZANON, L. B. **Construtivismo e ensino de ciências**: reflexões epistemológicas e metodológicas. 2. ed., Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=rWM04D8mJkC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. Acesso em 23 de out. 2023.

ROSA, C. W. da. Concepções teórico-metodológicas no laboratório didático de física na universidade de passo fundo. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.**, vol.5, n.2, p. 101, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/wB3nC5YmhLYzr4wdn9m9QTc/?lang=pt>. Acesso em 14 de abr. 2023.

SAGAWA, M. et al. Permanent magnet materials based on the rare earth-iron-boron tetragonal compounds. **IEEE Transactions on Magnetism**, v. 20, n.5: p. 1584–1589, 1984. CiteSeerX 10.1.1.533.8984. doi 10.1109/TMAG.1984.1063214. Disponível em: <https://cir.nii.ac.jp/crid/1521417754954308352>. Acesso em 23 de mai. 2023.

SÉRÉ, Marie-Geneviève; COELHO, Suzana Maria; NUNES, António Dias. O papel da experimentação no ensino da física. **Caderno brasileiro de ensino de física**, v. 20, n. 1, p. 30-42, 2003. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6560>. Acesso em 12 de abr. 2023.

SILVA, Erivanildo Lopes da. **Contextualização no ensino de química**: idéias e proposições de um grupo de professores. 2007. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/marco2012/quimica_artigos/context_ens_quim_dissert.pdf. Acesso em 10 de mai. 2023.

SILVA, J. N. A.; VASCONCELOS NETO, J. A.; XIMENES, C. A. P.; MORAIS, A. C. S. A **experimentação como ferramenta motivacional no ensino de física**/ Experimentation as a motivational method in physics teaching. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 12, 2020, p. 102473-102485. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n12-664>. Acesso em: 02 de nov. 2023.

SILVA, L. H. de A.; ZANON, L. B. “A experimentação no ensino de Ciências”. In: SCHNETZLER, R. E ARAGÃO, R. de. **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. 1ª ed. São Paulo: UNIME, 2000.

SOUZA, Ródnei Almeida. **Teoria da Aprendizagem Significativa e experimentação em sala de aula: Integração, teoria e prática**. Novas Edições Acadêmicas, 2014. Disponível em: https://ppgefhc.ufba.br/sites/ppgefhc.ufba.br/files/rodnei_almeida_souza_-_dissertacao_teorica_da_aprendizagem_significativa_e_experimentacao_em_sala_de_aula.pdf. Acesso em 23 de fev. 2023.

THIOLLENT, M. **Pesquisa-ação nas organizações**. São Paulo: Ed. Atlas, 1997.

TORT, Alexandre C.; CUNHA, Alexander M.; ASSIS, André KT. Uma tradução comentada de um texto de Maxwell sobre a ação a distância. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, p. 273-282, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/rbepf/a/Lt3mfNh4Mxw4P3jhR585PWS/?lang=pt>. Acesso em 03 de nov. 2023.

VASCONCELOS, Claudete Oliveira Lima; LEÃO, Marcelo Franco. Uso de experimentos com material concreto e simulações PhET no estudo de cinemática na Educação de Jovens e Adultos. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 23, p. 1-11, 2017. Disponível em: <https://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2017/12/Art9-vol.23-Dezembro-2017.pdf>. Acesso 10 de nov. 2023.

ZANON, D. A. V.; FREITAS, D. A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. **Ciências e Cognição**, v. 10, n. 4, p. 93-103, 2007. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/622>. Acesso em 15 de fev. 2023.

**APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(TCLE) DO PROFESSOR**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

Fundação Instituída nos termos da Lei nº 5.152, de 21/10/1966 – São Luís - Maranhão.

Eu Bernardo José Silva dos Santos, responsável pela pesquisa: O IMPACTO DA EXPERIMENTAÇÃO COM KITS DE BAIXO CUSTO, COMO FERRAMENTA FACILITADORA, NO ENSINO DOS PRINCÍPIOS DO ELETROMAGNETISMO, convido você a participar como voluntário(a) da presente pesquisa.

A pesquisa tem como objetivo, desenvolver experimentos práticos de baixo custo em sala de aula, utilizando os kits de experimento para demonstrar os princípios do eletromagnetismo, além de estabelecer relações mais profundas entre os princípios físicos e o mundo real. Desta forma, você não é obrigado a participar, ou seja, pode se recusar ou mesmo desistir de participar a qualquer momento sem sofrer qualquer tipo de prejuízo.

Todos os dados aqui coletados serão tratados com sigilo e utilizados somente para fins de pesquisa, sendo divulgados apenas neste TCC ou eventos de natureza científica.

Se porventura aceitar participar sua identificação não será divulgada. Caso tenha dúvidas e queira esclarecimentos sobre a pesquisa poderá entrar em contato com o pesquisador responsável BERNARDO JOSÉ SILVA DOS SANTOS pelo telefone: (98) 984870711 ou através do E-mail: bernardo.jose@discente.ufma.br

Eu,

_____,
Declaro estar ciente da finalidade desta pesquisa e autorizo minha participação voluntária.

_____, de _____ de 2022

Assinatura do responsável pela pesquisa

Assinatura do participante

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DA PESQUISA ACADÊMICA



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

Fundação Instituída nos termos da Lei nº 5.152, de 21/10/1966 – São Luís - Maranhão.

Este questionário tem o objetivo de contribuir para construção da monografia intitulada “O IMPACTO DA EXPERIMENTAÇÃO COM KITS DE BAIXO CUSTO, COMO FERRAMENTA FACILITADORA, NO ENSINO DOS PRINCÍPIOS DO ELETROMAGNETISMO” do discente Bernardo José Silva dos Santos do curso de licenciatura em Ciências Naturais - Química, da Universidade Federal do Maranhão UFMA – Centro de Ciências de São Bernardo.

Metadados

Aluno(a): Escola:

Série/Turma:

Escola:

Questões

1. O que ocorre no experimento de Oersted quando uma corrente elétrica passa por um fio próximo a uma agulha magnética?
 - a) A agulha magnética permanece imóvel.
 - b) A corrente elétrica é interrompida.
 - c) A agulha magnética é atraída para o fio condutor.
 - d) A agulha magnética é repelida pelo fio condutor.
2. Qual é a principal contribuição do experimento de Faraday para o campo da indução magnética?
 - a) Descoberta da relação entre corrente elétrica e campo magnético.
 - b) Descoberta da relação entre tensão elétrica e corrente elétrica.
 - c) Estabelecimento das leis da eletrólise.
 - d) Descoberta da indução eletromagnética.
3. Qual é o fenômeno responsável pela criação de um campo magnético ao redor de um fio condutor percorrido por corrente elétrica?
 - a) Efeito Joule.
 - b) Efeito Fotovoltaico.

- c) Efeito Hall.
 - d) Lei de Faraday.
4. Qual é a relação entre o fluxo de elétrons em um condutor e a criação de um campo magnético ao redor desse condutor?
- a) Quanto maior o fluxo de elétrons, menor o campo magnético.
 - b) Quanto maior o fluxo de elétrons, maior o campo magnético.
 - c) Não há relação entre o fluxo de elétrons e o campo magnético.
 - d) O campo magnético é criado independentemente do fluxo de elétrons.
5. Por que um ímã atrai certos materiais, como ferro, e repele outros, como alumínio?
- a) Porque os materiais ferromagnéticos têm uma maior densidade de elétrons em sua estrutura atômica.
 - b) Porque os materiais ferromagnéticos apresentam uma maior polaridade magnética.
 - c) Porque os materiais ferromagnéticos possuem uma menor polaridade magnética.
 - d) Porque os materiais ferromagnéticos têm uma menor densidade de elétrons em sua estrutura atômica.
6. Qual é a relação entre o campo magnético de dois ímãs quando são aproximados um do outro?
- a) Os campos magnéticos se anulam.
 - b) Os campos magnéticos se somam.
 - c) Os campos magnéticos mudam de polaridade.
 - d) Os campos magnéticos permanecem independentes um do outro.
7. Qual é a grandeza responsável por gerar um campo magnético ao redor de um condutor percorrido por corrente elétrica?
- a) Não há interação entre os campos magnéticos gerados
 - b) Os campos magnéticos gerados se atraem
 - c) Os campos magnéticos gerados se repelem
 - d) Os campos magnéticos gerados anulam-se mutuamente
8. Dois fios paralelos possuem correntes elétricas no mesmo sentido. O campo magnético gerado por um fio afeta o outro fio de que maneira?
- a) Não há interação entre os campos magnéticos gerados

- b) Os campos magnéticos gerados se atraem
 - c) Os campos magnéticos gerados se repelem
 - d) Os campos magnéticos gerados anulam-se mutuamente
9. A intensidade do campo magnético gerado por um fio condutor é maior quando:
- a) O fio é mais longo
 - b) O fio possui maior resistência elétrica
 - c) A corrente elétrica é mais intensa
 - d) O fio possui maior tensão elétrica
10. Quando um fio percorrido por corrente elétrica é enrolado em forma de bobina, o campo magnético:
- a) Permanece igual
 - b) Aumenta
 - c) Diminui
 - d) Desaparece
11. Quando dois campos magnéticos se somam, formando um campo resultado maior, esse fenômeno é chamado de:
- a) Convergência
 - b) Divergência
 - c) Anulação
 - d) Amplificação
12. O que acontece com o campo magnético gerado por uma bobina quando a corrente elétrica aumenta?
- a) O campo magnético se torna mais fraco.
 - b) O campo magnético se torna mais forte.
 - c) O campo magnético não sofre alterações.
 - d) O campo magnético se desloca para outra região.
13. O que é um solenoide?
- a) Uma bobina retangular.
 - b) Uma bobina de fio enrolada em espiral.
 - c) Uma bobina com núcleo de ferro.
 - d) Uma bobina cujo campo magnético é nulo.
14. Qual é o princípio básico de funcionamento de um motor elétrico?
- a) A conversão de energia elétrica em energia térmica.

- b) A conversão de energia magnética em energia elétrica.
- c) A interação entre campos magnéticos e correntes elétricas.
- d) A transformação de energia cinética em energia elétrica.

15. O que é um campo elétrico?

- a) A região ao redor de uma carga elétrica onde ocorre interação elétrica.
- b) Uma força que atua sobre cargas em movimento.
- c) A medida da intensidade da corrente elétrica.
- d) A propriedade de um objeto de conduzir eletricidade.

**APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(TCLE) DOS ESTUDANTES**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

Fundação Instituída nos termos da Lei nº 5.152, de 21/10/1966 – São Luís - Maranhão.

Eu Bernardo José Silva dos Santos, responsável pela pesquisa: O IMPACTO DA EXPERIMENTAÇÃO COM KITS DE BAIXO CUSTO, COMO FERRAMENTA FACILITADORA, NO ENSINO DOS PRINCÍPIOS DO ELETROMAGNETISMO, convido você a participar como voluntário(a) da presente pesquisa.

A pesquisa tem como objetivo, desenvolver experimentos práticos de baixo custo em sala de aula, utilizando os kits de experimentos de baixo custo para demonstrar os princípios do eletromagnetismo, além de estabelecer relações mais profundas entre os princípios físicos e o mundo real. Desta forma, você não é obrigado a participar, ou seja, pode se recusar ou mesmo desistir de participar a qualquer momento sem sofrer qualquer tipo de prejuízo.

Este estudo visa explorar metodologias que tornem a disciplina de física mais eficaz. Todos os dados aqui coletados serão tratados com sigilo e utilizados somente para fins de pesquisa, sendo divulgados apenas neste TCC ou eventos de natureza científica.

Se porventura aceitar participar sua identificação não será divulgada. Caso tenha dúvidas e queira esclarecimentos sobre a pesquisa poderá entrar em contato com o pesquisador responsável BERNARDO JOSÉ SILVA DOS SANTOS pelo telefone: (98) 984870711 ou através do E-mail: bernardo.jose@discente.ufma.br Eu,

_____,
Declaro estar ciente da finalidade desta pesquisa e autorizo minha participação voluntária.

_____, de _____ de 2022

Assinatura do responsável pela pesquisa

Assinatura do participante

Assinatura do responsável do participante