

## UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS ALTERNATIVOS DE ELETROMAGNETISMO NO ENSINO MÉDIO

**Francisco Carlos Carneiro Soares Salomão** [carlos.salomao@uece.br]

*Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Universidade Estadual do Ceará, CE, Brasil. Av. Dr. Silas Munguba, 1700 - Itaperi, Fortaleza - CE, 60714-903*

**Frederico R. Silva** [frederico.silva@aluno.uece.br]

**Fellipe dos Santos Campelo Rêgo** [fellipe.campelo@uece.br]

**Thiago Soares Ribeiro** [tsr.ribeiro@uece.br]

*Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Universidade Estadual do Ceará, Faculdade de filosofia Dom Aureliano Matos, Av. Dom Aureliano Matos, 2058 - Centro, Limoeiro do Norte - CE, 62930-000, CE, Brasil*

**José Robson Maia** [jose.robson@uece.br]

*Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Universidade Estadual do Ceará, CE, Brasil. Av. Dr. Silas Munguba, 1700 - Itaperi, Fortaleza - CE, 60714-903*

Recebido em: 08/09/2023

Aceito em: 20/12/2023

### Resumo

A proposta desse trabalho é refletir sobre o papel das ferramentas experimentais na relação ensino-aprendizagem de Física e como essas ferramentas podem auxiliar tanto professores como alunos a encararem a ciência física como algo atrativo e motivador. Para tanto, foi construído um roteiro com cinco atividades experimentais, contendo textos sobre os fundamentos teóricos do eletromagnetismo para cada atividade experimental e orientações acerca dos procedimentos de construção e realização dos experimentos, bem como algumas questões a serem respondidas pelos utilizadores, ao longo da execução das atividades. Os experimentos, a saber são: Experimento de Oersted; Eletroímã; Motor elétrico; Bobina, imã e Led's e Freio Magnético. Antes de cada atividade experimental, foi aplicado um pré-teste, a fim de se avaliar a existência de noções conceituais prévias sobre os fenômenos de corrente e tensão induzidas, bem como as concepções alternativas dos alunos sobre o assunto. O mesmo teste foi aplicado após às atividades, com o objetivo de se avaliar, comparativamente ao primeiro teste, se houve alguma alteração no entendimento dos fenômenos estudados. Os processos e instrumentos metodológicos utilizados nesse estudo foram a observação da postura dos estudantes com relação a participação, comprometimento e compreensão das atividades propostas; registro dos eventos importantes ocorridos durante as aulas, avaliação formal; questionário presente na seção: discussão histórica, construção da situação-problema, presente nos roteiros de cada atividade, além dos questionários de opinião.

**Palavras-chave:** Eletromagnetismo. Manual de Experimentos. Educação Básica.

### Abstract

The purpose of this work is to reflect on the role of experimental tools in the teaching-learning relationship in Physics and how these tools can help both teachers and students to view physical science as something attractive and motivating. To this end, a script was created with five experimental activities, containing texts on the theoretical foundations of electromagnetism for each experimental activity and guidelines on the procedures for constructing and carrying out the experiments, as well as some questions to be answered by users, throughout the execution. of activities. The experiments to know are 5: Oersted experiment; Electromagnet; Electric motor; Coil, magnet and LED's and Magnetic Brake. Before each experimental activity, a pre-test was applied in order to evaluate the existence of previous conceptual notions about the phenomena of induced

current and voltage, as well as the students' alternative conceptions on the subject. The same test was applied after the activities, with the aim of evaluating, compared to the first test, whether there was any change in the understanding of the phenomena studied. The methodological processes and instruments used in this study were the observation of students' attitudes regarding participation, commitment and understanding of the proposed activities; record of important events that occurred during classes, formal evaluation; questionnaire present in the section: historical discussion, construction of the problem situation, present in the scripts for each activity, in addition to opinion questionnaires.

**Keywords:** Electromagnetism. Experiments Manual. Basic education.

## 1. INTRODUÇÃO

Ainda hoje, existem debates envolvendo pesquisadores, professores, alunos e pessoas ligadas à educação sobre a necessidade de um ensino de Física renovado e reformulado. E isso se deve ao fato, que o ensino de Física, passar por dificuldades: o estudante encontra dificuldades em relacionar os assuntos abordados em sala de aula com as suas atividades cotidianas, a presença da formulação matemática de difícil entendimento, e por muitas vezes o “esquecimento”, por parte do professor, da Física Conceitual que devido ao seu caráter explicativo, e pela ausência de cálculos é melhor aceita pelos alunos. Toda essa problemática se reflete em alguns aspectos, como: baixo rendimento nas avaliações, elevado índice de reprovação, antipatia pela disciplina por parte dos alunos e dificuldades por parte do professor de mudar essa perspectiva. O uso de experimentos e de simulações computacionais tem assumido um papel importantíssimo no ensino de Física como resposta a essas questões (SOUSA, 2010; FONSECA e MAIDANA, 2013; PICILO e RAMPINELLI, 2014). Essas discussões geraram melhorias que já podem ser percebidas como: reformulação e melhoria do livro didático, onde ele apresenta linguagem mais clara e com exemplos mais contextualizados, uma maior preocupação por parte do professor em abordar temas mais próximos do seu alunado e a troca de um sistema de avaliação “conteudista” por um mais ligado à realidade e as situações cotidianas.

Com base no que foi exposto surgem as seguintes indagações:

- A reformulação e progressiva melhoria do livro didático são suficientes para a melhoria da relação ensino-aprendizagem da Física?
- Como os experimentos em Física podem melhorar não apenas o ensino mais também a aprendizagem desta disciplina?

Segundo Moreira (2000), desde 1950 a atividade experimental atrelada ao ensino é considerada como peça fundamental no aprendizado, mas ainda hoje o livro didático assume um papel solitário na relação ensino-aprendizagem nas escolas e universidades. Outro problema que podemos citar é a falta de estrutura nas escolas do nosso país, aliada a um projeto curricular que é insuficiente quando falamos em experimentação, trazendo prejuízos ao ensino de Física em nosso país.

O uso de experimentos em equilíbrio com o uso livro didático deve ser visto não só como uma forma “melhor” de ensinar Física, mas também de aprender. Conforme Moreira,

Ensino e aprendizagem de Física são interdependentes; por melhor que sejam os materiais instrucionais, do ponto de vista de quem os elabora, a aprendizagem não é uma consequência natural. (MOREIRA, 2000, p. 94).

Neste contexto, queremos evitar ao máximo a ideia que limita o estudo da física ao "como se calcula?" deixando de lado a natureza do fenômeno, sua observação e significado relacionado ao cotidiano do aluno.

No ensino básico o ensino do eletromagnetismo geralmente ocorre no 3º ano do ensino médio de forma desarticulada a realidade de aluno. Conteúdos são privilegiados, como por exemplo, e eletrostática em detrimento a eletrodinâmica e o magnetismo. Onde as aplicações na sociedade atual são esquecidas.

A inspiração para a realização deste trabalho, é a busca de informações, metodologias e técnicas que aliadas aos experimentos de baixo custo possam facilitar e tornar mais dinâmico o aprendizado dos alunos da educação básica. A escolha por materiais alternativos para a confecção dos experimentos deu-se pelo fato de entendermos que, a montagem de um laboratório de Física adequado às necessidades de ensino exige um alto investimento, o que não condiz com a realidade da maioria das escolas de ensino médio público no Brasil. Assim, experimentos que feitos com materiais de baixo custo, utilizando muitas vezes a sala de aula para a montagem e demonstração se torna facilmente viável. Esses experimentos podem ser feitos pelos próprios alunos através da orientação dos professores. A proposta de reaproveitamento dos materiais utilizados para a confecção dos experimentos torna possível a execução e repetição dos experimentos no ambiente escolar permitindo o melhor entendimento e proporcionando a chance de se obterem mais dados, também despertando a conscientização ambiental, a partir da coleta dos materiais reciclados.

Assim, o objetivo principal deste trabalho é apresentar uma proposta de ensino através de experimentos na área de eletromagnetismo para o ensino médio, utilizando-se cinco dispositivos confeccionados com materiais de baixo custo. Pretendemos proporcionar aos alunos, uma oportunidade para a observação dos fenômenos físicos pertencentes a esta área do conhecimento e ampliar essas observações no cotidiano dos estudantes.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Levantamento da Questão Educacional - Impacto e Vantagens do MBC (Materiais de Baixo Custo) no Ensino.**

Nos dias atuais, está cada vez mais evidente os debates envolvendo pesquisadores, professores, alunos e pessoas ligadas à educação sobre a necessidade de um ensino de Física renovado e reformulado. E isso se deve ao fato que o ensino de Física passa por dificuldades como: o estudante que não consegue relacionar os assuntos abordados em sala de aula com as suas atividades cotidianas, a formação matemática dos alunos deficitária, que dificulta a resolução de problemas propostos e por muitas vezes a ausência de abordagem da Física Conceitual, que devido ao seu caráter explicativo, e pela ausência de cálculos é melhor aceita pelos alunos. Toda essa problemática se reflete em alguns aspectos, como: baixo rendimento nas avaliações, elevado índice de reprovação, antipatia pela disciplina por parte dos alunos e dificuldades por parte do professor de mudar essa perspectiva. O uso de experimentos tem assumido um papel importantíssimo no ensino de Física como resposta a essas questões. (SOUSA, 2010; FONSECA e MAIDANA, 2013; PICILO e RAMPINELLI, 2014). "No ensino de ciências a experimentação pode ser uma estratégia

eficiente para a criação de problemas reais que permitem a contextualização e o estímulo de questionamentos e investigações” (GUIMARAES, 2009).

Outro aspecto que deve ser levado em consideração é o senso comum, que de acordo com as propostas de ensino de Física deve ser valorizado, pois,

[...]os conhecimentos anteriores que ele (o aluno) já detém muitas vezes interferem na efetiva apreensão do conteúdo veiculado na escola. [...] Se descaracterizarmos ou ignorarmos este problema, frequentemente estaremos incentivando no aluno a utilização de conceitos e leis da Física apenas para “situações de quadro negro” e provas (quando ocorrem), enquanto para situações vividas prevalecem os conhecimentos do senso comum (DELIZOICOV E ANGOTTI, 1991 apud PINHO-ALVES, 2000a p.160).

Quando o professor leva em consideração o senso comum no processo didático, o mesmo direciona sua atividade, para uma interação professor e aluno que será capaz de vencer, através do diálogo e das situações propostas, os conhecimentos equivocados que o aluno adquiriu com suas experiências.

A importância do conhecimento prévio do aluno ganha destaque nos estudos onde as ferramentas experimentais são materiais de baixo custo e materiais utilizados no dia a dia como por exemplo instrumentos musicais.

A escolha de materiais de baixo custo, tais como uma pilha média comum e uma câmera de celular, revelou-se suficiente para a realização de um experimento de boa qualidade para o estudo de rolamentos sobre uma superfície horizontal. Mesmo em escolas onde não existam laboratório de Física, o professor pode reproduzir um experimento na própria sala de aula, sem a necessidade de equipamentos ou sensores sofisticados. (JESUS e SASAKI, 2014, p.5)

O aluno ao verificar a utilização de materiais de baixo custo que eles mesmos utilizam no dia a dia acaba percebendo que fazer ou praticar ciência é algo simples e palpável e que pode ser entendido e explicado de uma forma bastante simples.

[...] Verificamos que a aplicação de um modelo teórico simples é bem-sucedida na descrição do som produzido por violões e guitarras. Desta forma, estes instrumentos musicais podem ser utilizados como material complementar no estudo de uma gama de tópicos que envolvem oscilações, ondas, equações diferenciais e análise espectral. (SANTOS e MOLINA, 2013, p.5)

A utilização desses materiais responde uma questão recorrente em sala de aula que é por que e para quê estudar Física. Para Nunes (2006) o professor é responsável pela motivação derivada de atividades práticas, que fazem com que os alunos se sintam desafiados a não apenas querer aprender, mais fazer ciência num sentido mais amplo (aprender, compreender, contextualizar, ensinar etc.).

A experimentação utilizando materiais de baixo custo é uma alternativa importante com foco em diminuir o custo operacional dos laboratórios e gerar uma maior reutilização de materiais que iriam para o lixo, pensando nesta situação VALADARES (2001) afirma:

Uma ideia dominante em nossa proposta é o uso de protótipos e experimentos como instrumentos de descoberta, que permitem a alunos e professores desenvolverem atitudes científicas em contextos relevantes ao nosso dia-a-dia. Temos observado que quanto mais simples e conceitual é o experimento ou protótipo, tanto mais instrutivo e atraente ele se torna [...]

A utilização do MBC aplicada ao ensino vai de encontro com a aprovação da Lei nº 12305/10 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que visa de forma articulada, soluções para os graves problemas causados pelos resíduos, que vem comprometendo a qualidade de vida

dos brasileiros através da união dos três entes federados: União, Estados e Municípios (PNRS, 2011). A Figura 1 apresenta as prioridades da gestão de resíduos de acordo com a legislação brasileira.

**Figura 1:** Prioridades da gestão de resíduos na legislação brasileira



Fonte: IEA,2013

Segundo o Manual de Resíduos Sólidos:

Em todo o mundo, existe uma necessidade crescente de soluções sustentáveis e coerentes para os problemas da Gestão de Resíduos Sólidos. A GIRS parece ser mais complexa em países em desenvolvimento, onde o volume crescente e o tipo de resíduos, como resultado do crescimento econômico, da urbanização e da industrialização, estão se tornando um problema marcante para os governos nacionais e locais, tornando mais difícil garantir uma gestão efetiva e sustentável dos resíduos.

Ao analisar, nos últimos anos, a Revista Brasileira de Ensino de Física da SBF percebe-se que a utilização do MBC aplicada ao ensino de Física é algo presente nas mais diversas áreas da Física. Pedroso et al. (PEDROSO, MACÊDO, & ARAÚJO, 2016), propôs a construção de um luxímetro aliando a simplicidade e o baixo custo como metodologia de ensino bem como uma alternativa viável em comparação ao encontrado no mercado. Percebeu-se que a utilização do equipamento de baixo custo gerou uma boa compreensão das características mensuráveis da luz e a facilidade destas medidas utilizando-se de materiais de baixo custo e fácil aquisição podem proporcionar importantes aprendizagens conceituais no que diz respeito à óptica física.

Luiz et. al. descreve a construção e o funcionamento de um sistema de aquisição de dados automático de muito baixo custo formado por uma chave óptica (*photogate*) ativada por luz infravermelha, do tipo convencional, e um cronômetro digital comum com 0,01 s de resolução, alterado para ser acionado e parado eletronicamente pela chave óptica. Os autores destacam a importância da utilização do MBC como alternativa viável na construção de equipamentos para laboratórios de física tanto universitários como de ensino básico e de como o produto pode ser facilmente implementado em qualquer laboratório de ensino com o intuito de determinar o movimento de um corpo em função do tempo (LUIZ, SOUSA, & DOMINGUES, 2016).

Turchiello & Gómez (2016) apresentam em seu trabalho uma proposta de realização de um experimento de baixo custo para a constatação experimental de que a luz pode modificar as propriedades ópticas de um meio. O experimento baseia-se na geração de uma lente térmica no material por efeito da absorção óptica seguida de um processo de relaxação não radiativa. Como amostra é utilizado o molho shoyo, que é um molho a base de soja que é um fluido de simples obtenção e baixo custo.

Em 2017, Silva & Leal propuseram a construção de um laboratório de Física de baixo custo direcionados para as escolas públicas de ensino médio, onde a ideia central era proporcionar aos professores e alunos da rede pública de ensino contato com os experimentos de física nas suas mais diversas áreas, sem a necessidade de altos investimentos permitindo de forma direta e intuitiva a

consolidação dos assuntos abordados em sala de aula assim como o desenvolvimento das habilidades experimentais necessárias por parte dos alunos e professores. Vale salientar que a introdução de experimentos demonstrativos contribui como elemento fomentador da construção de um pensamento científico e no desenvolvimento da intuição física no ambiente escolar.

Já Arnold et. al, propõe a utilização dos materiais de baixo custo aplicados ao ensino das colisões como um aprofundamento no tema através da introdução de atividades experimentais direcionadas para laboratórios de ensino de física em que se considera a colisão entre uma bola de borracha e uma superfície rígida e plana.

Com relação a reprodução por parte dos professores o mesmo afirma:

Ao professor interessado em realizar os experimentos aqui apresentados, cabe salientar que os custos são baixos, envolve materiais facilmente encontrados no mercado e o manuseio do experimento são acessíveis aos estudantes dos primeiros semestres dos cursos [...] (ARNOLD, GODENY, COSTA, VIANA & XIMENES, 2018, p. 4).

O uso de experimentos no ensino de Física proporciona aos educadores e alunos vários questionamentos acerca da relação ensino-aprendizagem, mais também serve de resposta a muitos desses questionamentos, aulas mais atrativas, alunos motivados, professores mais bem preparados, tudo isso converge para uma melhoria na aprendizagem e uma escola que prepara melhor seus alunos.

## 2.2 O uso do MBC no ensino do eletromagnetismo

Os tópicos de eletromagnetismo previstos para o ensino médio, desde a eletrostática até os conceitos finais, trazem consigo muitas dificuldades por conta da abstração e das limitações encontradas nas escolas para a demonstração dos fenômenos atrelados a essa teoria. Em seguida, apresentamos alguns trabalhos que visam diminuir essas dificuldades citadas com a implementação de experimentos confeccionados com materiais alternativos.

Eduardo & Sergio descreveram a construção de uma Bobina de Tesla e dissertaram sobre sua utilização em sala de aula, primeiramente comentaram acerca das dificuldades geradas pela falta de equipamentos adequados para as demonstrações experimentais no ambiente escolar, e ressalta a importância da realização desse experimento:

A bobina de Tesla nos dá a oportunidade de visualizar certos efeitos elétricos interessantes, em virtude de ampliá-los e simulá-los, estimulando, de certo modo, a curiosidade pelo estudo em pauta. Apesar de os fenômenos eletromagnéticos ligados à bobina se basearem em princípios eletrodinâmicos, analogias podem ser feitas à eletrostática, ampliando a aplicação demonstrativa do aparelho. (LABURÚ, C. E. E ARRUDA, S. M., 2004, p. 1)

No ano de 2005, foi proposto a utilização de experimentos para motivar o aprendizado de física, foram aplicados 6 experimentos considerados importantes para a compreensão dos conteúdos do eletromagnetismo. Foi utilizado História da Física e foi levado em consideração o conhecimento prévio dos alunos, teoria e materiais de baixo custo para confecção dos experimentos e como resultado os alunos demonstraram um aproveitamento superior quando comparados com alunos que não participaram das aulas experimentais. (QUINTAL, SANTOS & GASPAS, 2005)

Souza et. al., propõe em seu trabalho a utilização de experimentos aplicadas ao ensino fundamental, através de 5 experimentos que podem ser utilizados como meio de ensinar o conteúdo, uma vez que possibilitam o desenvolvimento de atividades atrativas e estimulantes para as crianças neste estágio da aprendizagem, bem como propiciam certa concretude às atividades, o que de certa forma estimula a criança não só a agir, como também ver, pensar e experimentar. (SOUZA, BOSS, MIANUTTI & CALUZI, 2011)

No ano de 2014, Freitas & Fujii aplicaram práticas laboratoriais sobre eletromagnetismo. O projeto foi desenvolvido na turma do 3º ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Polivalente no

Paraná. Primeiro foi elaborado uma produção didático pedagógica sobre os conteúdos, visando tornar as aulas mais interessantes para o educando a partir da experimentação, utilizando tecnologias de comunicação e informação no ensino de Física, ao final do projeto os alunos organizaram uma feira de ciências apresentada aos alunos de outras séries com os trabalhos desenvolvidos nas práticas. (FREITAS & FUJII, 2014).

Em 2014, Souza & Carvalho discutiram a importância de trabalhar a Eletrodinâmica em situações do cotidiano através de atividades experimentais, a proposta foi aplicada com alunos do ensino médio e o experimento escolhido foi o "Labirinto Magnético", primeiramente foi exposto o conteúdo abordado no experimento e em seguida os alunos colocaram a "mão na massa" . Os resultados apresentados foram satisfatórios, pois mesmo com algumas dificuldades encontradas nos cálculos envolvidos na teoria, o interesse e envolvimento demonstrado na construção do experimento e a capacidade de relacionar os conteúdos com o cotidiano segundo os autores foi notável.

Oliveira & Paixão utilizaram em seu estudo um gerador e um voltímetro construídos pelos alunos com materiais de baixo custo, um dos objetivos do estudo era identificar qual o problema que os alunos encontravam no processo de aprendizagem da disciplina. Como resultado obtiveram algumas respostas como: falta de tempo e materiais adequados, organização das atividades em turnos com número demasiado de alunos, deficiências na formação dos professores e falta de oferta de formação em exercício profissional, sendo que as maiores dificuldades, no que diz respeito à lecionação da componente experimental, ocorrem nas temáticas de Física Moderna, Eletromagnetismo, Eletricidade e Eletrônica (OLIVEIRA & PAIXÃO, 2017).

Em 2017, na escola estadual no município de Olho D'Água no Piauí, foi desenvolvido um trabalho experimental visando a melhoria do processo de ensino-aprendizagem de Física aplicado aos conteúdos de eletrostática. Foram aplicados 5 experimentos e em seguida a discussão e análise das situações vivenciadas. Os resultados comprovam a eficácia da experimentação na construção do conhecimento científico para o processo ensino-aprendizagem na disciplina de Física. (LEAL, MOURA & UCHOA, 2017)

### 2.3 Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel.

Um número considerável de trabalhos na literatura aponta para a importância da vivência do aluno e como sua experiência pode ser importante no processo de aprendizagem. Neste contexto, podemos destacar Piaget, Vygotsky e Ausubel com sua Teoria de Aprendizagem Significativa, que servirá de base para a metodologia adotada no presente trabalho.

Podemos citar três tipos gerais de aprendizagem: cognitiva, afetiva e psicomotora. A teoria de Ausubel tem como foco principal a aprendizagem cognitiva, embora ele reconheça a importância da experiência afetiva. A atenção de Ausubel está constantemente voltada para a aprendizagem, da forma como ela ocorre na sala de aula, no cotidiano da grande maioria das escolas. Para ele, o fator isolado que mais influencia a aprendizagem é o conhecimento prévio do aluno. O professor assume um papel importantíssimo nesse processo, que é encontrar uma forma de identificar os conhecimentos prévios de seus alunos. Em seguida, fazer com que as novas ideias e informações possam ser aprendidas e retidas, na medida que conceitos importantes sejam apresentados de forma clara e que estejam disponíveis na estrutura cognitiva do aluno e sirva como ponto de apoio as novas ideias e conceitos. (MOREIRA, 1995)

A teoria criada por David Paul Ausubel, na década de 60, tem como conceito principal o conceito da Aprendizagem Significativa, que podemos definir da seguinte forma:

[...]Um processo através do qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não-literal) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica,

a qual Ausubel chama de "conceito subsunçor" ou, simplesmente "subsunçor", existente na estrutura cognitiva de quem aprende [...] (MOREIRA, 2009, p. 95).

Na Física, se conceitos como força e campo já existem na estrutura cognitiva do estudante, eles irão servir como subsunçores para as novas informações relacionadas a outros tipos de força e campo como as elétricas e magnéticas. Uma ideia intuitiva de força e campo vistas no 1º ano do ensino médio serviriam como facilitadores para novos conceitos e relações referentes aos diferentes tipos de campo vistos no 3º ano como os, elétricos, magnéticos ou nucleares, e na medida que esses novos conceitos fossem aprendidos de forma significativa, temos como resultado uma maior abrangência dos subsunçores em comparação aos iniciais, resultando em conceitos mais bem elaborados, amplos e capazes de servir como âncora para outras informações.

Para que a aprendizagem significativa seja promovida, Ausubel propõe que a programação do conteúdo a ser ensinado obedeça basicamente a dois princípios que são básicos: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

A diferenciação progressiva para Moreira (2009, p. 65) é “o princípio segundo o qual as ideias e conceitos mais gerais e inclusivos do conteúdo da matéria de ensino devem ser apresentados no início da instrução e, progressivamente, diferenciados em termos de detalhe e especificidade”. Já a reconciliação integrativa é “o princípio programático segundo o qual a instrução deve também explorar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças importantes e reconciliar discrepâncias reais ou aparentes” (MOREIRA, 2009, p. 65).

De acordo Novak (2000, p. 19), para que ocorra a aprendizagem significativa, três requisitos fundamentais devem ser atendidos, que são:

- i. conhecimentos anteriores relevantes: ou seja, o estudante deve saber algumas informações que se relacionem com as novas, a serem apreendidas de forma não trivial;
- ii. material [potencialmente] significativo: ou seja, os conhecimentos a serem apreendidos devem ser relevantes para outros conhecimentos e devem conter conceitos e proposições significativos;
- iii. o formando deve escolher aprender significativamente. Ou seja, o formando deve escolher, consciente e intencionalmente, relacionar os novos conhecimentos com outros que já conhece de forma não trivial.

Investir em uma nova didática não significa necessariamente atrair o aluno a uma sensação de novidade que uma atividade experimental pode proporcionar, mas sim utilizar desse artifício para construir um conhecimento que seja mais próximo da sua realidade. Aliado a isso, processos experimentais podem ser facilitadores de um conhecimento mais aprofundado se relacionado aos conhecimentos prévios dos alunos, estreitando o elo entre a realidade do aluno e o conhecimento científico. Uma forma de gerar essa atitude positiva no aluno é o uso da experimentação que, segundo Araújo & Abib (2003), tem a capacidade de:

Estimular a participação ativa dos estudantes, despertando sua curiosidade e interesse, favorecendo um efetivo envolvimento com sua aprendizagem e também, propicia a construção de um ambiente motivador, agradável, estimulante e rico em situações novas e desafiadoras que, quando bem empregadas, aumentam a probabilidade de que sejam elaborados conhecimentos e sejam desenvolvidas habilidades, atitudes e competências relacionadas ao fazer e entender a Ciência. (ARAÚJO & ABIB, 2003, p. 178)



Os autores citados acima colocam ainda que o uso da experimentação no ensino de Física “tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente” (ARAÚJO & ABIB, 2003, p. 176).

Com o objetivo de a experimentação proporcionar a aprendizagem significativa, os experimentos não podem ser realizados de qualquer maneira. Assim, Carrascosa (2006) propõe que as atividades experimentais devem ter um enfoque investigativo. O autor afirma ainda que os estudantes devem ter participação ativa em todos os processos da experimentação, não se limitando a fazer o que foi prescrito pelo professor. Dessa forma espera-se que a aprendizagem adquirida ultrapasse os limites da sua vida escolar, invadindo a sua vida como um todo.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 Contexto da pesquisa

O material didático foi construído e aplicado durante o decorrer do ano letivo de 2019, em 4 turmas do 3º ano do ensino médio da Escola Pública de Ensino Médio em Tempo Integral Casimiro Leite de Oliveira (Fig. 12), na cidade de Pacatuba - CE. A escola possui quatro turmas de 3º ano (duas pela manhã e duas pela tarde) e foi decidido aplicar o produto educacional nas quatro turmas, para se ter uma quantidade de dados e registro das experiências vividas com turmas que são distintas entre si. Nesse trabalho foi proposto e aplicado cinco experimentos de baixo custo no ensino do eletromagnetismo.

#### 3.2 Sobre a coleta de informações

O estudo realizado demandou a sistematização de todas as etapas do processo pedagógico por meio de instrumentos e processos metodológicos utilizados para conduzir, limitar e avaliar o trabalho executado pelos alunos.

Os processos e instrumentos metodológicos utilizados nesse estudo foram:

- A observação da postura dos estudantes com relação a participação, comprometimento e compreensão das atividades propostas;
- Registro dos eventos importantes ocorridos durante as aulas, avaliação formal;
- Questionário presente na seção: discussão histórica, construção da situação-problema, presente nos roteiros de cada atividade, além dos questionários de opinião.

Com relação a observação da postura do aluno e de seu comprometimento, maior atenção foi dada com relação à sua motivação, execução das atividades e seu envolvimento com a aula, principalmente, no que se refere às atividades experimentais.

O registro dos eventos importantes levou em consideração principalmente as dúvidas e os questionamentos levantados pelos alunos, como eles reagiram a execução das atividades experimentais e os questionamentos propostos. A avaliação formal consistiu numa prova bimestral que foi aplicada com os conteúdos vistos nos experimentos contendo dez questões. As informações coletadas nos pré e pós testes foram analisadas visando a possível progressão, ou não, dos estudantes.

### 3.3 Estruturação das atividades

Foram apresentados cinco dispositivos cujos princípios de funcionamento utilizam algumas propriedades dos fenômenos eletromagnéticos. Anteriormente às atividades, foi aplicado um pré-teste a fim de se avaliar a existência de noções conceituais prévias sobre os fenômenos de corrente e tensão induzidas, bem como as concepções alternativas dos alunos sobre o assunto. O mesmo teste foi aplicado posteriormente às atividades com o objetivo de avaliar, comparativamente ao primeiro, se houve alguma alteração no entendimento dos fenômenos estudados.

Os experimentos utilizados foram:

- Experimento de Oersted;
- Eletroimã;
- Motor elétrico
- Bobina, imã e Led's;
- Freio Magnético;

Os experimentos têm em seus guias: título do experimento, objetivos, fundamentação teórica, materiais necessários, montagem, fundamentação teórica, questionamentos e atividades como um produto educacional.

Ao final das atividades experimentais, aplicação dos testes, avaliações e questionários com situações-problema contidos nos roteiros, os alunos foram convidados a responder o questionário de opinião. O objetivo desse questionário é o de recolher informações sobre a opinião dos alunos a respeito dessas atividades experimentais, além de saber se eles aprovaram a mudança na rotina dentro da sala de aula.

O produto educacional foi aplicado em 4 turmas (A, B,C e D) onde: Turma A (40 alunos); Turma B (42 alunos); Turma C (34 alunos) e Turma D (33 alunos). As turmas A e B são do turno da manhã enquanto as turmas C e D do turno da tarde. O mesmo foi implementado, a princípio, em 6 horas aula, porém na turma C, foi usado 8 horas aula. As datas e horas-aula correspondente aos conteúdos e atividades ministradas se encontram nas Tabela 1,2,3 e 4.

**Tabela 1 - Turma A - Data, hora-aula, conteúdo e atividades ministradas.**

<b>Data</b>	<b>Hora - aula (50 min)</b>	<b>Conteúdo e/ou atividade</b>
22/05/2019	1 hora-aula	Introdução e Pré-teste 1,
22/05/2019	1 hora-aula	Experimento de Oersted e o motor elétrico.
29/05/2019	1 hora-aula	Pós-teste 1, Pré-teste 2.
29/05/2019	1 hora-aula	Experimentos Faraday e Lenz.
05/06/2019	2 horas-aulas	Pós-teste 2 e teste de satisfação.

Fonte: Acervo do autor

**Tabela 2 - Turma B - Data, hora-aula, conteúdo e atividades ministradas.**

<b>Data</b>	<b>Hora - aula (50 min)</b>	<b>Conteúdo e/ou atividade</b>
16/05/2019	1 hora-aula	Pré-teste 1, apresentação do projeto.
16/05/2019	1 hora-aula	Experimento de Oersted e o eletroímã.
23/05/2019	1 hora-aula	Pós-teste 1, Pré-teste 2.
23/05/2019	1 hora-aula	Experimentos de Faraday e Lenz.
06/06/2019	2 horas-aulas	Pós-teste 2 e Questionário de satisfação.

Fonte: Acervo do autor

**Tabela 3 - Turma C - Data, hora-aula, conteúdo e atividades ministradas.**

<b>Data</b>	<b>Hora - aula (50 min)</b>	<b>Conteúdo e/ou atividade</b>
13/05/2019	1 hora-aula	Pré-teste 1, apresentação do projeto.
13/05/2019	1 hora-aula	Contexto Histórico e apresentação do Experimento de Oersted, eletroímã.
20/05/2019	2 hora-aula	Apresentação do Motor Elétrico Pós-teste 1.
27/05/2019	2 horas-aulas	Aplicação do Pré-teste 2 Experimento da Lei de Faraday.
02/06/2019	2 horas-aulas	Pós-teste 2 e Q.S

Fonte: Acervo do autor

**Tabela 4 - Turma D - Data, hora-aula, conteúdo e atividades ministradas.**

<b>Data</b>	<b>Hora - aula (50 min)</b>	<b>Conteúdo e/ou atividade</b>
22/05/2019	1 hora-aula	Pré-teste 1, apresentação do projeto.
22/05/2019	1 hora-aula	Experimentos: Motor elétrico e o eletroímã.
29/05/2019	1 hora-aula	Pós-teste 1, Pré-teste 2.
29/05/2019	1 hora-aula	Aplicação dos experimentos das Leis de Faraday e Lenz.
05/06/2019	2 horas-aulas	Aplicação do Pós-teste 2 e Questionário de satisfação.

Fonte: Acervo do autor

## O primeiro encontro

No primeiro encontro, os alunos foram informados das atividades que iriam acontecer durante três semanas, que fazia parte de uma proposta de ensino que visava a aplicação de experimentos de baixo custo no ensino do eletromagnetismo. Muitos alunos falaram que era bom fazer algo diferente e que sentiam falta de experimentos e laboratório, já que muitos nunca tinham participado de um laboratório ou visto um experimento de física antes.

Em seguida, foi aplicado o pré-teste 1:

1) Você gosta de estudar física?

( ) SIM ( ) NÃO

2) Quais as dificuldades que você encontra ao estudar física?

( ) pouco conhecimento de matemática;

( ) lê mas não entende;

( ) falta prática (experiência) com os assuntos de física;

( ) pouco tempo para estudar; ( ) Outro.

---

3) Quem, e em que cenário, descobriu a relação entre a eletricidade e o magnetismo?

4) Por que a presença de um pedaço de ferro dentro de uma espira que conduz uma corrente aumenta a intensidade do campo magnético?

5) Que direção de um campo magnético, em relação a um fio condutor de uma corrente, resulta em um máximo valor de força?

## O segundo encontro

No segundo encontro, foi feita uma contextualização histórica dos fatos a serem estudados, através da utilização do notebook e um projetor. Em seguida, foram apresentados os primeiros experimentos. Neste momento, fez-se uma diferenciação entre cada turma, onde em cada turma não foi aplicado um dos experimentos, com o intuito de se analisar as respostas do pós-teste e, ao comparar-se o desempenho de cada turma, verificar se a não visualização do experimento influencia no desempenho das turmas em questão. A escolha do experimento não visto por cada turma foi aleatório: a turma A não viu o experimento sobre eletroímã; a turma B não viu experimento sobre motor elétrico; a turma C não viu experimento sobre freio magnético; a turma D não viu experimento de Oersted. Os alunos, de acordo com experimento exposto, participaram bem e interagiram com os experimentos, mudando os polos da pilha, testando cada experimento, alterando os ímãs etc. (Fig. 2).

**Figura 2:** Alunos interagindo com o experimento de Oersted (Turma A).

Fonte:Acervo do autor

Os alunos de um modo geral foram bem participativos nas atividades e, como não acontecia anteriormente, ficaram mais atentos ao conteúdo expositivo, já que ele era associado diretamente aos experimentos e assuntos ligados ao cotidiano. Os alunos ficaram bastante intrigados e começaram a discutir acerca da pergunta feita pelo professor: "Se corrente elétrica cria campo magnético, será que campo magnético pode criar corrente elétrica?". Ainda no segundo encontro, foi apresentado o pré-teste 2.

- 1) O que Michael Faraday e Joseph Henry descobriram?
- 2) Que variação precisa existir para que ocorra indução eletromagnética?  
 nenhuma  campo magnético  de prótons  de velocidade  de tensão
- 3) Quais são as três maneiras de induzir uma voltagem em um fio?
- 4) Assinale a alternativa correta a respeito da lei de Lenz:
  - a) Por meio da lei de Lenz, determinamos a intensidade da força eletromotriz induzida em um condutor.
  - b) A lei de Lenz relaciona a variação temporal do fluxo do campo magnético com a intensidade da força eletromotriz induzida em um condutor.
  - c) A lei de Lenz afirma que o sentido da corrente elétrica induzida em um circuito ou condutor é tal que o campo magnético por ela produzido sempre irá opor-se às variações de campos magnéticos externos.
  - d) A lei de Lenz afirma que o sentido da corrente elétrica induzida sobre um circuito ou condutor é tal que o campo magnético por ela produzido será favorável às variações de campos magnéticos externos.
  - e) Por meio da lei de Lenz, podemos calcular o módulo da corrente elétrica induzida em um circuito ou condutor.
- 5) Marque a alternativa correta a respeito da Lei de Faraday.
  - a) A Lei de Faraday diz que a corrente elétrica induzida em uma espira sempre gera um campo magnético oposto ao campo magnético variável que lhe deu origem.
  - b) A Lei de Faraday determina a corrente induzida em um circuito exposto a um campo magnético variável.
  - c) O sinal negativo da Lei de Faraday existe porque todo campo magnético variável gerado induz o surgimento de correntes elétricas que produzirão campos magnéticos de mesmo sentido.

- d) A Lei de Faraday determina que a força eletromotriz é produto da relação entre a variação do fluxo magnético pelo tempo.
- e) A Lei de Faraday determina a direção e o sentido dos campos magnéticos gerados por fios e solenoides.

A todo momento, o professor interagia com os alunos, porém em alguns momentos, principalmente na interação com os experimentos, os alunos tinham liberdade de utilizar os experimentos e mudar as configurações possíveis, mudar as espiras e os ímãs do experimento do motor elétrico, utilizar diferentes tipos de pilha e alternar a polaridade da pilha no experimento de Oersted, que inclusive era uma proposta da atividade, porém não foi necessário a orientação do professor pois os alunos mesmos perceberam o fenômeno que ocorria com a inversão da polaridade da pilha.

Nas práticas relacionadas a Lei de Faraday e Lei de Lenz, os alunos foram convidados a interagir com os experimentos, como feito anteriormente. No experimento concernente a Lei de Faraday, os alunos foram convidados a agitar um ímã, próximo a uma bobina ligadas a dois led's e verificar o que ocorria (fig. 3).

**Figura 3:** Experimento demonstrativo da Lei de Faraday (Turma C).



Fonte: Acervo do autor

Ao final do segundo encontro aconteceu algo inusitado, os alunos do "fundão", que anteriormente não participavam das aulas e de certa forma atrapalhavam o andamento delas, agradeceram ao professor pela aula e ainda complementaram com a frase: " Se toda aula fosse assim, a gente aprenderia bem mais!". E a partir desse dia, os alunos foram mais participativos e comprometidos com a aula.

### O terceiro encontro

No terceiro e último encontro as turmas já tinham visto os experimentos propostos e os alunos responderam ao pós-teste 2 e ao questionário de satisfação (abaixo).

- 1) Você participou das atividades experimentais anteriormente a essa aula?  
( ) SIM ( ) NÃO
- 2) Se SIM, você considera que as atividades ajudaram a compreender esse assunto?  
( ) SIM ( ) NÃO
- 3) O que você acharia se para cada assunto a ser ministrado, fosse apresentado uma atividade experimental, similares as que ocorreram?

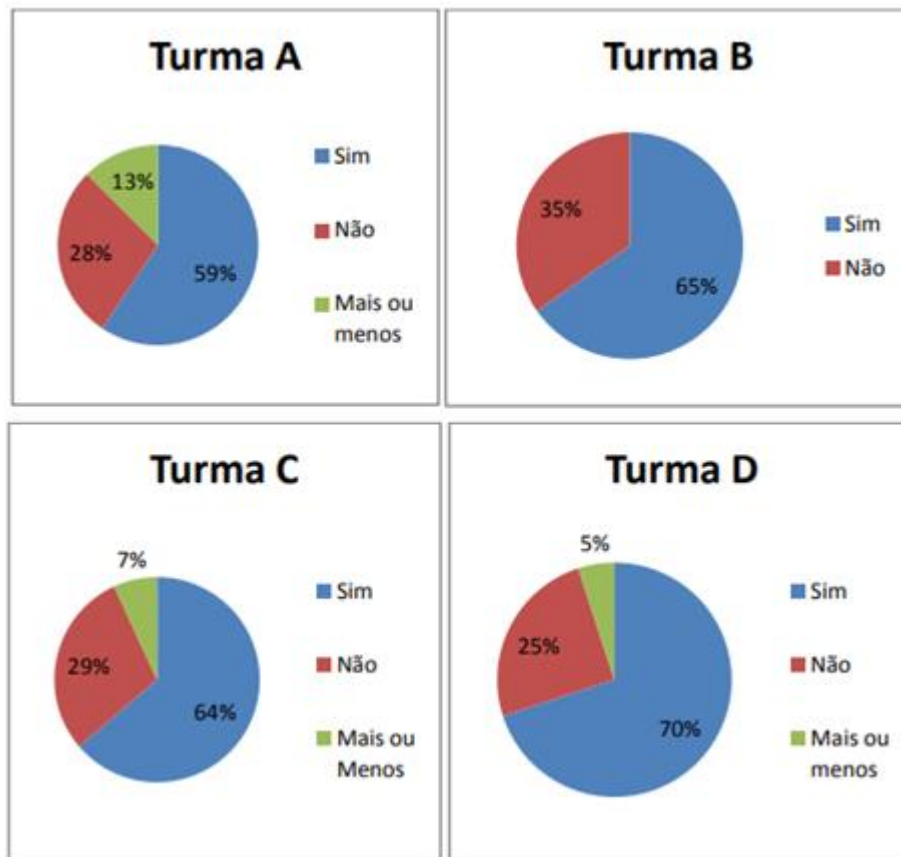
- 4) Você percebeu se na apresentação deste assunto (Magnetismo, Eletricidade, Lei de Faraday e Lei de Lenz) houve mais facilidade em compreendê-lo, e se as atividades experimentais realizadas contribuíram de alguma forma?
- 5) Na apresentação deste assunto (Magnetismo, Eletricidade, Lei de Faraday e Lei de Lenz), você fez alguma associação com as atividades experimentais realizadas?
- 6) Na sua opinião as atividades experimentais contribuíram para a compreensão do assunto ministrado:  
 em nada  muito pouco  pouco  bem  muito bem

#### 4. RESULTADOS

Nesta seção será apresentado os resultados e análise das repostas obtidas pela aplicação dos questionários pré e pós-testes e de satisfação.

##### 4.1 Pré-teste 1

Um total de 95 alunos responderam o pré-teste 1, sendo 32 alunos da Turma A, 23 alunos da Turma B, 20 alunos da Turma C e 20 alunos da Turma D. A primeira pergunta foi: "Você gosta de estudar Física?". Esta pergunta é importante pois é possível observar a afinidade dos alunos com a disciplina. As respostas seguem de acordo com o gráfico apresentado na Figura 4.

**Figura 4:** Análise dos alunos que gostam de estudar física.

Fonte: Acervo do autor.

Analisando o total de estudantes que responderam ao pré-teste 1, para essa primeira pergunta um total de 64,2 % respondeu gostar de estudar Física, um número muito positivo, mostrando o valor da disciplina para os alunos, enquanto 29,5 % disseram não gostar de Física e 6,3 % responderam ‘mais ou menos’ Ao analisar turma por turma, é possível observar uma variação desde 59,0 % (turma A) até 70,0 % (turma D) de alunos que gostam de estudar física, o que mostra que em todas as turmas os alunos possuem afinidade com a disciplina.

Um fato importante a se destacar aqui são algumas respostas complementares de alguns alunos que responderam não gostar da disciplina de Física: ‘Só gosto de Física quando é só para responder sem usar cálculo’ (aluno 02); ‘Só gosto de Física quando tem cálculo com número positivo’ (aluno 04); ‘Depende da Física’ (aluno 40). Esses comentários corroboram com uma das preocupações principais do Professor de Física, que é a falta de habilidade com a Matemática por parte dos alunos.

Na segunda questão foi perguntado aos alunos quais as dificuldades que eles encontradas ao estudar física e as respostas dadas pelos alunos servem como parâmetro na escolha de estratégias que se adequem as dificuldades de cada turma, objetivando um maior rendimento na aplicação do projeto. As respostas se encontram na Tabela 5 e também foi registrado alguns depoimentos.



**Tabela 5 - Análise das dificuldades em estudar Física pelos alunos.**

Dificuldades em estudar Física	Turma A	Turma B	Turma C	Turma D
pouco conhecimento de matemática	72%	52%	50%	35%
lê mas não entende	69%	52%	50%	45%
falta prática (experiência) com os assuntos	56%	78%	75%	70%
Pouco tempo para estudar	37%	4%	15%	20%
Outro	3%	0%	0%	15%

Fonte: Acervo do autor

Observa-se que o índice de alunos com deficiência em Matemática e Português, visto os índices das duas primeiras respostas, é bastante alto, o que preocupa bastante e algo já havia sido detectado pela direção da escola, o que levou a direção a elaborar uma estratégia denominada ‘Semana S’, onde na primeira semana de cada mês é trabalhado por todos os Professores apenas as habilidades em cálculo e linguagem. Outro item de resposta que merece destaque foi ‘falta prática (experiência) com os assuntos’, onde em todas as salas mais de metade dos alunos assinalaram essa resposta. A disciplina de Física é uma disciplina de natureza fenomenológica, o que na sua essência já demonstra a necessidade de se observar os fenômenos a serem estudados. Assim se apresenta a proposta desse trabalho, de levar aos alunos os fenômenos a serem estudados.

Na terceira questão foi perguntado acerca da descoberta da relação entre a eletricidade e o magnetismo, com o intuito de destacar a importância histórica das descobertas e analisar o conhecimento prévio dos alunos sobre o conteúdo que seria abordado em seguida. Na turma A nenhum aluno respondeu à pergunta corretamente e o comentário mais repetido foi: ‘Não sei, mais gostaria de saber’. Na turma B o comentário campeão foi: ‘Não lembro’. Nas turmas C e D, ocorreu a mesma coisa, todos os alunos não souberam responder à pergunta.

Na quarta e quinta questões as perguntas eram específicas sobre o campo magnético e suas aplicações, visando as aplicações dos experimentos do eletroímã e motor elétrico. O rendimento dos alunos, no geral, não foi muito diferente da questão anterior. Algumas respostas dadas pelos alunos foram: ‘Por causa do eletromagnetismo, ou seja, a espiral conduz a corrente e com o ferro se aumenta a força do campo por causa do seu material’ (aluno 39); ‘Por conta que o ferro absorve energia, e assim aumenta a carga e o campo magnético’ (aluno 34); ‘Por causa do pedaço de ferro dentro da espira que irá causar contato’ (aluno 25).

Esses resultados das repostas dessas três perguntas relativas ao eletromagnetismo, mostra de fato a falta de conhecimento dos alunos sobre o tema na perspectiva de que ainda não estudaram nada sobre o conteúdo em sala de aula.

#### 4.2 Pós-teste 1

Um total de 81 alunos fizeram o pós - teste 1, sendo 33 alunos da Turma A, 19 alunos da Turma B, 14 alunos da Turma C e 15 alunos da Turma D. Vale salientar que, por conta das chuvas e de alguns problemas com o transporte escolar, o número de alunos em sala variava muito nos dias de aplicação do projeto. Neste tópico foi levado em consideração apenas as questões 3, 4 e 5, pois o intuito é analisar o rendimento dos alunos no teste (Tabela 6), após a apresentação da aula teórica e dos experimentos.

**Tabela 6 - Porcentagem de acertos no Pós-teste 1.**

Questões	Turma A	Turma B	Turma C	Turma D
3°	70%	68%	93%	60%
4°	3%	37%	43%	13%
5°	18%	0%	21%	27%

Fonte: Acervo do autor

Pelo exposto na Tabela 6, observa-se um maior índice de acerto na pergunta 3 ("Quem, e em que cenário, descobriu a relação entre a eletricidade e o magnetismo?"). A turma D não participou da atividade experimental de Oersted, antes do pós-teste 1, e obteve o menor índice de acerto na pergunta 3. Na questão 4 (" Por que a presença de um pedaço de ferro dentro de uma espira que conduz uma corrente aumenta a intensidade do campo magnético?"), que está relacionada ao experimento do eletroímã, mesmo com um menor índice de acerto, os alunos foram do que no pré-teste, o que mostra resultado da atividade apresentada. A turma A, que não participou da atividade experimental do eletroímã, obteve o menor índice de acerto. E por fim na questão 5 (" Que direção de um campo magnético, em relação a um fio condutor de uma corrente, resulta em um máximo valor de força?), que está relacionada ao experimento do motor elétrico, ocorreu o mesmo fato, a turma B que não participou dessa atividade experimental, obteve o menor índice de acerto. A turma C foi a única que participou de todos os experimentos antes do pós-teste 1 e foi a turma com maior índice de acerto.

Após a análise dos dados da Tabela 6 e dos diálogos com os alunos após a apresentação dos experimentos, é possível afirmar que a prática experimental tenha sido de grande importância, pois, apesar de o rendimento das turmas em algumas perguntas terem ficado abaixo do esperado, na apresentação do experimento os alunos tiravam dúvidas e questionavam sobre várias características do experimento. Em todas as práticas, os alunos interagiam com o experimento, mudando as configurações e questionando sobre outras possibilidades. A turma C que participou de todas as atividades experimentais antes do pós-teste, obteve o melhor rendimento nesta avaliação, reforçando o que foi citado anteriormente.

#### 4.3 Pré-teste 2

O pré-teste 2, consistiu em um questionário de 5 perguntas, sendo 2 perguntas abertas e 3 perguntas múltipla escolha, todas elas abordando o conteúdo da indução eletromagnética. Um total de 91 alunos participaram do pré-teste 2, sendo 33 alunos da Turma A, 20 alunos da Turma B, 22 alunos da Turma C e 16 alunos da Turma D.

Na primeira pergunta (O que Michael Faraday e Joseph Henry descobriram?), os alunos foram lembrados mais uma vez da importância da história da Física e de seus personagens que com suas descobertas tornaram possível a tecnologia existente hoje tão amada pelos alunos. Na turma A, dos 33 alunos que responderam à pergunta, apenas um respondeu corretamente. Respostas como: "...o magnetismo", " o ímã" e " eletricidade e magnetismo" estiveram presentes nos questionários. Na turma B, dos 20 alunos que responderam à pergunta, nenhum conseguiu responder corretamente, e das respostas dada a mais repetida foi " campo magnético ", reflexo talvez do assunto visto anteriormente que tratava desse fenômeno. Nas turmas C e D, não foi muito

diferente, pois nenhum aluno registrou a resposta correta que era o fenômeno da indução eletromagnética.

Na segunda pergunta (Que variação precisa existir para que ocorra indução eletromagnética?) o resultado já foi diferente, as turmas tinham opções de marcação e o professor percebeu, pelos comentários dos próprios alunos que eles associaram a resposta com o capítulo anterior, e dessa vez deu certo. Os índices de acerto nas turmas foram os seguintes: Turma A com 91% de acerto, turma B com 95%, turma C com 77% e turma D com 94%.

Na questão 3 (Quais são as três maneiras de induzir uma voltagem em um fio?), que era uma questão aberta, nenhum aluno das turmas A, B, C e D acertou a questão, a provável justificativa é que essa pergunta, como as perguntas 4 e 5 do pré-teste 1, necessitam de um conhecimento específico das Leis de Faraday e Lenz.

A questão 4 era objetiva e tratava da Lei de Lenz, e os índices de acerto foram os seguintes turma A - 30%, turma B - 40%, turma C - 50% e a turma D - 25%. Destaca-se o bom índice de acerto da turma C, onde metade da turma conseguiu marcar a resposta correta, mesmo o conteúdo ainda não tendo sido trabalhado.

Na questão 5, que também era objetiva, e tratava da Lei de Faraday os índices de acerto foram os seguintes: turma A - 18%, turma B - 0%, turma C - 9% e a turma D - 19%. Esses índices de acerto serão comparados com os do pós-teste 2, acompanhado de seus devidos comentários.

#### 4.4 Pós-teste 2

Um total de 95 alunos participaram do pós-teste 2, sendo 36 alunos da Turma A, 26 alunos da Turma B, 19 alunos da Turma C e 14 alunos da Turma D. Neste tópico, diferentemente do pós-teste 1, será levado em consideração todas as questões, pelo simples fato de todas abordarem os conteúdos que foram vistos nos experimentos e nas aulas expositivas. A seguir está uma análise do rendimento dos alunos no pós-teste 2 (Tabela 7), após a apresentação da aula teórica e os experimentos. Vale salientar que a turma C não viu, antes deste teste, o experimento ligado a Lei de Lenz e as turmas A, B e D viram todos os experimentos.

**Tabela 7 - Porcentagem de acertos no Pós-teste 2.**

Questões	Turma A	Turma B	Turma C	Turma D
1°	69,5%	100%	94,7%	78,6%
2°	88,8%	84,6%	84,2%	100%
3°	41,6%	30,7%	73,7%	28,6%
4°	44,4%	73%	36,8%	35,7%
5°	35%	7,7%	10,5%	0%

Fonte: Acervo do autor

Analisando o índice de acerto da primeira pergunta, é algo bastante animador, pois o menor índice de acerto 69,5 % da turma A e chegando à 100 % de acerto com a turma B. Com esses índices é possível destacar a importância de uma abordagem histórica sobre o desenvolvimento dessas ideias.

Na segunda pergunta aconteceu de os índices de acerto em percentual aparentemente diminuiu para as turmas A e B, em comparação ao pré-teste 2, porém ser analisado os alunos que

responderam o presente teste percebido que na turma A, 3 alunos não viram os experimentos por terem faltado na aula anterior e na turma B foram 6 alunos, essa é a provável causa para essa queda no rendimento. Nas turmas C e D ocorreu um aumento no índice de acertos e nessas turmas o número de alunos que responderam o teste foi menor em comparação ao pré-teste 2. O destaque nessa questão foi a turma D, onde todos os alunos acertaram a questão.

Na terceira pergunta, que provavelmente era a mais difícil do teste, os números foram mais modestos. Destaca-se o desempenho da turma C que foi de 73,7% de acerto, um desempenho considerado bom. As turmas A, B e D ficaram abaixo dos 50% desempenho esse abaixo do esperado. Porém nessa pergunta ocorreu algo que vale ser destacado, todos os alunos que acertaram a questão, independente da turma, associaram sua resposta a execução do experimento associado a Lei de Faraday, o que é uma grande satisfação, pois ressalta a importância da execução do experimento em sala de aula.

Na quarta pergunta, os alunos foram indagados acerca da Lei de Lenz e em todas as turmas ocorreu uma melhora de rendimento, com exceção da turma C que teve uma queda de desempenho. Nesse item destaca-se a turma B que saiu dos 40% para 73% que foi considerado uma melhora significativa. Ao aplicar o teste o professor percebeu uma certa falta de atenção dos alunos concernente a leitura dos itens da questão, pois a maior parte dos alunos marcaram o item "d" (...é tal que o campo magnético por ela produzido será favorável às variações de campos magnéticos externos), onde o termo destacado deveria ser substituído por opor-se, item "c" (...tal que o campo magnético por ela produzido sempre irá opor-se às variações de campos magnéticos externos.).

Na última pergunta do teste, os alunos foram questionados acerca da Lei de Faraday. Nesse item os números foram bem mais modestos, onde 35% foi o melhor rendimento (Turma A). Uma provável justificativa para esse baixo rendimento foi a confusão feita pelos alunos entre as Leis de Faraday e a Lei de Lenz. A maior parte dos alunos (Turmas A, B, C e D) marcaram o item "a" da questão que era justamente a descrição da Lei de Lenz. Após a aplicação do teste nas turmas os alunos foram alertados acerca da atenção na leitura das questões e em seguida foi realizado uma recapitulação das Leis de Faraday e Lenz.

## 5. CONCLUSÃO

A experiência de implementação desse trabalho, mostra que é possível utilizar experimentos de baixo custo no ensino do eletromagnetismo, com o intuito de tornar as aulas mais atrativas e alcançar um número maior de alunos, desafiando o discente a ter uma visão mais crítica e científica dos fenômenos ligados a tecnologia e do mundo que os cerca, permitindo ao professor avaliar o desenvolvimento do seu aluno através da comparação dos conceitos que são trazidos pelo aluno com os construídos em sala de aula e poder avaliar o progresso do aluno com a evolução das atividades.

Foi possível constatar que os alunos participam de forma mais efetiva das atividades experimentais quando seus conhecimentos prévios são levados em consideração, quando se sentem desafiados a resolver os questionamentos propostos e principalmente quando essa atividade de alguma forma está relacionada com suas atividades cotidianas.

O uso de ferramentas experimentais mostrou-se peça fundamental na melhoria da relação de ensino-aprendizagem e na formação crítica e reflexiva dos alunos, tornando também o ambiente

escolar mais agradável. Espera-se que este trabalho sirva de inspiração a outros professores e pesquisadores que buscam o desenvolvimento de outros projetos ligados a experimentação no ensino.

## 6. REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. dos S. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p.176 - 194., 2012.
- ARNOLD, F.J; GODENY, A.G.; COSTA, M.M.; VIANA, J.F.; XIMENES, R.L. Proposta experimental do estudo de colisões entre bolas de borracha e superfície plana. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 40, nº 2, 2018.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. Colégio Técnico da UFMG, Belo Horizonte. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.19,n.3, p. 291-313, dez, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação. Secretaria de Educação Básica. **PCN+ Ensino médio, Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**, Brasília, 2002.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**, Brasília, 2011.
- CARRASCOSA, J.; PEREZ, D. G.; VILCHES, A.; VALDEZ, P. Papel de la actividad experimental en la educación científica. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**, Vol. 23, n. 2: p. 157-181. Disponível em: <http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6274/12764>. Acesso em: 15 Abr.,2019.
- COSTA, L. G.; BARROS, M. A. **O ensino da física na Brasil: Problemas e desafios**. EDUCERE - XII CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. ISSN 2176-1396, 2015.
- FONSECA, M., MAIDANA, N., & SEVERINO, S. O laboratório virtual: Uma atividade baseada em experimentos para o ensino de mecânica. **Rev. Bras.Ens. Fis.**, v. 35, n. 4503, 2013.
- FREITAS, E.C.; FUJII, A.T. **Práticas de laboratório sobre eletromagnetismo para o ensino médio**. Cadernos PDE,Paraná: [s.n.], 2014. ISBN 978-85-8015-080-3.
- GONÇALVES, A.; TOSCANO, C. **Física : interação e tecnologia**, vol. 3. 2º ed. São Paulo, Leya, 2016.
- GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Rev. Química Nova na Escola** Vol. 31, Nº 3, Agosto,2009.
- JESUS, V. L. B., SASAKI, D. G. G. Vídeo-análise de um experimento de baixo custo sobre atrito cinético e atrito de rolamento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 36, n. 3, 2014.
- LAWALL, I.; RICARDO, E.; SHINOMIYA, G. e etc. **Dificuldades de professores de física em situação de inovações curriculares e em curso de formação**. XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física - Águas de Lindóia, 2010.

LEAL, M.M.; MOURA, P.C.R.; UCHOA, J.D. **A dinâmica do uso de experimentos didaticamente orientados no ensino de eletrostática**. V - CONEDU, 2017.

LUBARÚ, C.E.; ARRUDA, S.M. A construção de uma bobina de Tesla para demonstrações em sala de aula. **Cad. Bras. Ens. Fis.**, v.21, n. especial: p. 217-226, 2004.

LUIZ, F.F.; SOUZA, L.E.; DOMINGUEZ, P.H.. Um sistema automático de baixo custo para medidas de intervalos de tempo. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v.38 nº 2, 2016.

MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 22, n. 1, p. 94-99, mar. 2000.

MOREIRA, M.A. **Monografia nº10 da série enfoques teóricos**. Porto Alegre. Instituto de Física da UFRGS. 1995.

MOREIRA, M. A. **Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: A teoria da aprendizagem significativa**. Porto Alegre-RS. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira>>. Acesso em: 20 Abr. 2019.

MORENO, A. C.(G1) Um em cada quatro professores de física desiste de lecionar, diz estudo. Disponível em: <http://g1.globo.com/educacao/noticia/2013/03/um-emcada-quatro-professores-de-fisica-desiste-de-lecionar-diz-estudo.html>. Acesso em 06 de julho de 2019.

NOVAK, J. D. **Aprender, criar e utilizar o conhecimento: mapas conceituais como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas**. Lisboa-PT: Plátano Edições Técnicas. 252 p. 2000.

NUNES, A. O. **O ensino de óptica no nível fundamental: Uma proposta de ensino aprendizagem contextualizada para a oitava série**. Dissertação (Mestrado Profissional). Centro de Ciências Exatas e da Terra, Natal, 2006.

OLIVEIRA, F.; PAIXÃO, J.A. Atividade experimental "hands-on" para o estudo das características de um gerador (pilha voltaica) e de um recetor (voltâmetro) com material simples, de fácil acesso e baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 39, nº 1, e1402, 2017.

PAIVA, F. M. **Seara da Ciência: Contricuições à formação docente de licenciados de Física**. Dissertação (Mestrado Profissional). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

PAVANELLO, R. M. **O abandono do ensino de Geometria**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação, 1989.

PEDROSO, L.S.; MÂCEDO, J.A.; ARAÚJO, M.S.T.; VOELZKE, M.R. Construção de um luxímetro de baixo custo. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v.38 nº 2, 2016.

PICILO, A. P.; BUHLER, A. J.; G. A. Rampinelli. Uma abordagem sobre a energia eólica como alternativa de ensino de tópicos de física clássica. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 36, n. 4306, 2014.

PIETROCOLA, M.; POGIBIN, A.; ANDRADE, R.; ROMERO, T. R. **Física: Conceitos e Contextos**, 1.ed - São Paulo: FTD, 2013.

PINHO-ALVES, J. **Atividades experimentais**: do método à prática construtivista. 302 f. tese de Doutorado. PPGE/CED/UFSC-Florianópolis/SC, 2000a.

QUINTAL, J.R.; SANTOS, W.M.S.; GASPAR, M.B. **Eletromagnetismo**: Experimentos para Motivar o Aprendizado. XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2005.

SALDANÃ, P. Quase 50% dos professores não têm formação na matéria que ensinam. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/educacao/2017/01/1852259quase-50-dos-professores-nao-tem-formacao-na-materia-que-ensinam.shtml>. **Folha de S.Paulo**. Acesso em 06 de julho de 2019.

SANTOS, E. M., MOLINA,C., TUFAILE, A. P. B. Violão e guitarra como ferramentas para o ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 35, n. 2, 2013.

SILVA, J.C.X.; LEAL, C.E.S. Proposta de laboratório de física de baixo custo para escolas da rede pública de ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 39 nº 1, 2017.

SOUSA, D. **Um curso de ótica baseado em experimentos**. Monografia – Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, 2010.

SOUZA, I.M.; CARVALHO, M.A. **Experimentos de Física utilizando materiais de baixo custo e fácil acesso**. Cadernos PDE, Paraná: [s.n.], 2014. ISBN 978-858015-080-3.

SOUZA, M.P.S; BOSS, S.L.B.; MIANUTTI, J.; CALUZI, J.J. Sugestão de experimentos referentes à eletricidade e magnetismo para utilização no ensino fundamental. **Física na Escola**, v. 12, n. 1, 2011.

TURCHIELLO, R.F.;GÓMEZ, S.L.. Efeito de lente térmica: uma demonstração de baixo custo para laboratórios de ensino sobre a capacidade da luz em modificar o índice de refração de um meio. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v.38 nº 3, 2016.

VALADARES, Eduardo de Campos. Proposta de Experimentos de Baixo Custo Centradas no Aluno e na Comunidade. **Química nova na Escola**, nº 13, p. 38-40, 2001.