

## **ABORDAGEM DO ELETROMAGNETISMO, MEDIANTE EXPERIMENTOS DIDÁTICOS DE BAIXO CUSTO**

**Sara Luiza da Silva** – sara.luiiza13@gmail.com  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais  
Avenida Monsenhor Luiz de Gonzaga, 227, centro  
37250-000 – Nepomuceno – MG

**Allan Vinícius Pereira Machado** – allanviniciusp7@gmail.com  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais  
Rua Doutor Ernane Vilela Lima, 397, centro  
37250-000 – Nepomuceno – MG

**Ítalo Arthur João Wilson Silva Meireles** – meireles@cefetmg.br  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais  
Rua José Augusto Moreira, 450, apto301, Bairro Salgado Filho  
37250-000 – Nepomuceno – MG

**Resumo:** *Esse projeto teve por objetivo difundir e propagar o ensino da eletricidade e do eletromagnetismo em todas as turmas de terceiro ano de escolas públicas do município de Nepomuceno/MG. Por essa razão, o projeto foi executado na Escola Estadual Doutor Ernane Vilela Lima, único estabelecimento que possui o público alvo. A instituição possui mais de 200 alunos do terceiro ano, divididos em oito turmas entre os turnos matutino e noturno. Destarte, essa ação de extensão beneficiou os discentes com cerca de setenta horas de apresentações, com doze experimentos divididos em três ciclos de demonstrações. Com a idealização do projeto, de modo geral, observou-se um significativo aumento no interesse dos alunos sobre a disciplina de física, despertando assim curiosidades relacionadas a grande área da engenharia elétrica. Além disso, a atividade proporcionou um rico intercâmbio entre os acadêmicos do curso de graduação em engenharia elétrica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET/MG - unidade Nepomuceno e os discentes do terceiro ano da Escola Estadual Doutor Ernane Vilela Lima, aproximando a instituição de ensino superior da comunidade local.*

**Palavras-chave:** Eletromagnetismo. Eletricidade. Escola Pública. Física. Extensão

### **1 INTRODUÇÃO**

A pequena cidade de Nepomuceno/MG na região sul do estado, não é diferente das demais cidades do país e neste local também vemos uma limitação muito comum em escolas da rede pública de ensino básico, a falta de afinidade dos professores e funcionários com aulas práticas de eletricidade e magnetismo.

O ensino de física nas escolas públicas, ainda é muito influenciado pela ausência de aulas práticas, dificultando a relação ensino-aprendizagem, onde, ministrar aulas se torna uma tarefa difícil e exaustiva aos professores.

E isso, sem sombras de dúvidas, constitui-se um obstáculo pedagógico à consecução do ensino e da aprendizagem de física nos diferentes níveis e modalidades da escolarização, com o impacto negativo sobre o entendimento e o interesse por essa ciência. (COSTA; BARROS, 2015, p. 2)

A maneira qual o ensino é estruturado é um outro desafio que os professores enfrentam. Os métodos utilizados para ministrar as aulas ainda são similares aos utilizados décadas atrás, o que impede, muitas vezes, a realização de uma aula mais dinâmica. Uma remodelação no sistema de ensino, seria uma alternativa a esse problema pois, “não basta entender como se aprende, é preciso descobrir a melhor forma de ensinar” (LEAL, 2011). Uma alternativa a mudança do ensino estruturado, seria através de aulas práticas que indagassem os estudantes levando-os a reflexão quanto aos temas abordados nas aulas. Na matéria de física, devido à dificuldade de grande parte dos alunos em compreender a matéria, essa alternativa seria total valia, pois, aulas práticas em física são de suma importância para que o aluno possa compreender os conceitos aprendidos na sala e os relacionar com fenômenos do dia a dia.

Graças às atividades experimentais, o aluno é incitado a não permanecer no mundo dos conceitos e no mundo das “linguagens”, tendo a oportunidade de relacionar esses dois mundos com o mundo empírico. Compreende-se, então, como as atividades experimentais são enriquecedoras para o aluno, uma vez que elas dão um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens. Elas permitem o controle do meio ambiente, as autonomias face aos objetos técnicos ensinam as técnicas de investigação, possibilitam um olhar crítico sobre os resultados. Assim, o aluno é preparado para poder tomar decisões na investigação e na discussão dos resultados. O aluno só conseguirá questionar o mundo, manipular os modelos e desenvolver os métodos se ele mesmo entrar nessa dinâmica de decisão, de escolha, de inter-relação entre a teoria e o experimento. (SERÉ et al, 2003, p. 13)

A falta de aulas práticas nas escolas públicas, pode estar vinculada a falta de estrutura ou até mesmo inexistência de laboratórios. Contudo, esse problema pode ser contornado ou minimizado, com o apoio e disponibilização do conhecimento acadêmico e estrutura física disponíveis nas instituições públicas de ensino superior (no caso específico, o CEFET-MG) e no uso de materiais de baixo custo ou gratuitos (lixo eletrônico reciclável).

Assim, o projeto de extensão “Abordagem do Eletromagnetismo mediante experimentos didáticos de baixo custo” do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET/MG - unidade Nepomuceno, teve por objetivo difundir conhecimentos sobre o eletromagnetismo para alunos do ensino médio da rede pública de ensino, com a elaboração de experimentos que utilizam matérias recicláveis ou de baixo custo.

A cidade de Nepomuceno possui apenas dois estabelecimentos públicos de ensino que ofertam o ensino médio, sendo um destes o CEFET/MG, que oferece três cursos técnicos integrados, ambos na grande área da engenharia elétrica, logo, os discentes têm contato direto com matérias de eletricidade e eletromagnetismo. E o outro estabelecimento é a Escola Estadual Doutor Ernane Vilela Lima que oferece o terceiro ano de forma regular no município, nos períodos matutino e noturno. A instituição possui um laboratório destinado a aulas práticas de física, mas não há infraestrutura necessária para aulas práticas contínuas de física e devido a isso, esta foi a instituição favorecida com o presente projeto.

Para a realização dessa atividade, houve a participação direta de 2 alunos bolsistas, juntamente com um professor orientador e um coordenador. O projeto foi idealizado em 2016

e o curso ministrado no ano de 2017. A escola contemplada com o projeto contava com aproximadamente 200 alunos matriculados em oito turmas do último ano do ensino médio.

## 2 METODOLOGIA

O projeto consistiu em levar aos estudantes experimentos didáticos de baixo custo e de fácil produção que pudessem exemplificar as matérias estudadas em sala de aula, que contemplassem a grande área da eletricidade e do eletromagnetismo, conteúdos considerados complexos e abstratos e com isso definimos os seguintes temas para ter um maior enfoque no projeto: eletrostática, magnetostática, propagação de ondas eletromagnéticas e motores elétricos.

O projeto inicialmente contou com reuniões quinzenais para deliberar sobre táticas quanto a escolha e elaboração das experimentações tendo como referencial teórico livros de física do ensino médio e sites especializados sobre o ensino de física. Dessa forma, os alunos bolsistas juntamente com o coordenador do projeto, realizaram a escolha de doze experimentos vinculados a área de enfoque do projeto, onde os experimentos estão detalhados na tabela 1 abaixo.



Tabela 1 - Experimentos apresentados no projeto.

EXPERIMENTOS	OBJETIVOS	DISCUSSÕES PROPOSTAS	CONCEITOS ENVOLVIDOS	TEMPO MÉDIO DE APRESENTAÇÃO
<b>Tudo antigravidade</b>	Mostrar o comportamento da queda de um ímã em um tubo de alumínio e outro de PVC.	Comparar o tempo gasto para chegar ao chão nos diferentes tubos, e qual a influência de cada material sobre o ímã.	Campo magnético Lei de Faraday Lei de Lenz	25 minutos
<b>Linhas de fluxo magnético</b>	Analisar o comportamento das linhas de fluxo magnético de um ímã	Discutir os conceitos de atração, repulsão e visualizar o formato das linhas de fluxo	Campo magnético Linhas de fluxo magnético	25 minutos
<b>Experimento de Oersted</b>	Reproduzir o experimento de Oersted.	Mostrar a interferência do campo magnético externo sob a bússola	Campo magnético	20 minutos
<b>Telepatia de palito</b>	Demonstrar alguns princípios básicos da eletrostática, como fenômeno da eletrização.	Observar as forças de atração e repulsão do campo magnético.	Eletrostática Eletrização por atrito	20 minutos
<b>Motor de corrente contínua</b>	Mostrar o princípio de funcionamento de um motor de corrente contínua	Relacionar o comportamento da corrente elétrica com a velocidade de giro do motor, na presença de um campo magnético.	Corrente contínua Motor de corrente contínua Transformação de energia	30 minutos
<b>Pêndulo de Foucault</b>	Reproduzir o experimento do Pêndulo de Foucault	Analisar o efeito das correntes de Foucault	Correntes de Foucault	30 minutos
<b>Gerador de energia com DVD player</b>	Mostrar o princípio de funcionamento de um gerador de corrente contínua.	Debater sobre transformações de energia e comparar o uso do geradores no cotidiano.	Transformação de energia Gerador de energia Corrente contínua	30 minutos
<b>Associação de resistores</b>	Mostrar como é feita a associação de resistores em série e paralelo	Analisar o comportamento da resistência apresentada em cada tipo de ligação.	Associação de resistores Lei de Ohm Componentes elétricos e seus comportamentos	40 minutos
<b>Ascendendo uma lâmpada com a raquete elétrica</b>	Acender uma lâmpada com uma raquete elétrica.	Relacionar os conceitos de campo elétrico sobre os gases.	Campo Elétrico Ionização de gases	20 minutos
<b>Superfície equipotencial</b>	Demonstrar como funciona na prática uma diferença de potencial.	Averiguar a atuação da condutividade nos diferentes polos.	Diferença de potencial (D.D.P) Tensão elétrica	30 minutos
<b>Eletroscópio</b>	Reproduzir um eletroscópio	Mostrar a existência de cargas elétricas e suas propriedades.	Cargas elétricas e seu comportamento Lei de atração e repulsão Eletrização por atrito	40 minutos
<b>Efeito Joule</b>	Mostrar a transformação de energia elétrica em térmica.	Indagar quanto as transformações de energia no processo e ao comportamento da corrente.	Efeito Joule Transformação de energia	30 minutos

Fonte: Equipe do Projeto de Extensão.

E para a elaboração dos experimentos, foi levado em consideração a utilização de materiais de baixo custo, encontrados em lixos eletrônicos ou provindos de materiais recicláveis. Para este ter coerência com o objetivo proposto, os utensílios utilizados deveriam ser de fácil obtenção, possibilitando ao aluno a oportunidade de reproduzi-lo em casa ou na

escola e com isso conseguimos ter como insumos principais utilizados: pedaços de madeira, CD's, cabos e fios, limalha de ferro, materiais eletroeletrônicos oriundos da reciclagem e etc.

Com isso para cada experiência executada, foi criado um “Kit didático” sendo ele composto de:

- i) um experimento prático alusivo ao tema proposto;
- ii) uma cartilha.

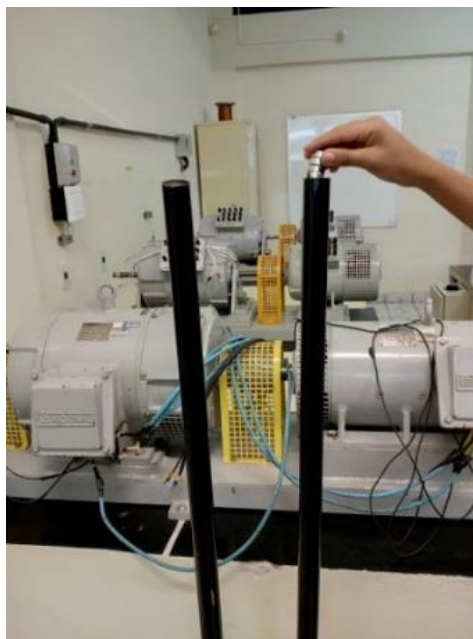
A cartilha é um material teórico referente ao tema e ao experimento proposto, ou seja, um roteiro explicativo descrevendo a montagem passo a passo do experimento, contendo também, embasamento teórico, materiais utilizados, bem como as atribuições a serem averiguadas pela prática, além deste servir como auxílio para o acompanhamento dos alunos.

Os ‘Kits didáticos’ não continham a necessidade de treinamento prévio pela inexistência de perigo, onde os próprios alunos puderam fazer de forma simples alguns trabalhos com menor supervisão. A necessidade destes “kits especiais” se deu principalmente para demonstrar a estes alunos que a eletricidade é algo presente em tudo, que por mais complexo que seja esta pode ser fácil entendimento e divertida. Dessa maneira, os alunos sentiram uma sensação de controle, motivando sua curiosidade.

Antes de dar início nas realizações das atividades, foram selecionados os alunos multiplicadores, a fim de colaborar nas apresentações na Escola Estadual, sendo estes, alunos de graduação da Engenharia Elétrica do CFET-MG, unidade Nepomuceno. Além dos alunos de graduação, o projeto contou com o auxílio dos próprios funcionários da Escola Estadual Doutor Ernane Vilela Lima, assim como os técnicos de laboratório do CEFET-MG, que apoiaram o projeto, tornando-se assim multiplicadores.

Ao dar início as apresentações, como os alunos ainda não tinham estudado as matérias referentes a eletricidade e magnetismo, pois, a escola estava retornando de um período de greve, os experimentos foram adaptados para que fossem lecionados de maneira clara e objetiva. Tomando como exemplo o experimento 1 - Tubo antigravidade, primeiramente foi introduzido o conceito de linhas de campo magnético, Lei de Faraday e Lei de Lenz. E esse analisava a queda de um ímã dentro de dois tubos, sendo um de alumínio e outro de policloreto de polivinila (PVC). Ao analisar o tempo de queda do ímã nos diferentes tubos, os alunos conseguiam assimilar de maneira satisfatória a relação entre a prática e teoria, pois constatavam que o atraso de tempo de queda no tubo de alumínio era devido a existência de uma corrente induzida no mesmo, que gera um campo que se opõe ao do ímã. A figura 1 ilustra o experimento montado.

Figura 1 – Tubo antigravidade



Fonte: Equipe do Projeto.

Com finalidade de otimizar o processo de exposição das experiências, as apresentações foram divididas em três etapas. A primeira etapa consistiu na apresentação de quatro experimentos e foram apresentadas entre os dias 22 e 26 de maio de 2017. A segunda etapa constou com a apresentação de quatro experimentos dentre os dias 12 a 16 de junho de 2017. A terceira etapa contentou na exposição de quatro experimentos e ocorreu entre 10 a 14 de julho de 2017.

Para realizar o ciclo de apresentações a Escola Estadual nos cedeu uma sala, na qual, cada experimento foi situado em um lugar estratégico a fim de receber os alunos. Assim, os alunos foram divididos em pequenos grupos com cerca de sete alunos cada e estes assistiam à apresentação de um experimento. Durante esse período, os alunos tiveram total liberdade de questionar e participar das experiências elaboradas.

A cada experimento ou até mesmo a cada grupo diferente, que iria assistir à apresentação, havia a necessidade do aluno da graduação se renovar com a sua forma de apresentação. Com isso, conseguia-se manter a atenção e o interesse dos alunos, onde muitos se deparavam aos fenômenos da eletricidade e do magnetismo pela primeira vez.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao analisar a receptividade dos alunos com relação ao projeto, os mesmos participaram de maneira ativa durante cada apresentação, perguntando e envolvendo-se com as atividades realizadas, uma vez que, as aulas ministradas pelos alunos bolsistas e multiplicadores, proporcionavam aos estudantes do ensino médio, indagações quanto aos fenômenos observados em cada experimento. Isso gerou a interação dos alunos, deixando a aula mais dinâmica e atrativa para os mesmos. As imagens a seguir, mostram alguns desses momentos de interação.



Figura 2 – Apresentação dos experimentos.



Fonte: Equipe do Projeto.

Figura 3 – Apresentação dos experimentos.



Fonte: Equipe do Projeto.

A ideia principal do projeto, não era somente ministrar aulas de física em escolas públicas, mas sim, caracterizar um modelo diferente de ensino-aprendizagem que despertasse no aluno curiosidade quanto ao tema relacionado, o levando a entender de maneira mais efetiva os fenômenos presentes em diferentes situações. O projeto visou levar ao discente uma experiência inédita, não apenas lhe mostrando algo a mais, mas sim

mostrando que as aulas ministradas poderiam ser uma ferramenta transformadora na forma de agir e compreender o mundo.

Estes se mostraram satisfeitos com as atividades propostas pelo projeto, pois muitos relataram reproduzir os experimentos em casa e alguns ainda despertaram interesse em cursar Engenharia Elétrica. Segundo eles, após o início do projeto na escola, se sentiram mais confiantes com as matérias relacionadas a área de exatas, alguns conseguiram criar uma rotina de estudo e se sentiram estimulados a criarem novas aulas práticas.

Quanto ao impacto gerado na escola, após a realização do projeto, os professores de física sentiram-se mais à vontade em reproduzir as experiências realizadas pelos integrantes do projeto, pois, admitiram que a falta de aulas práticas fosse devido à falta de tempo e espaço, juntamente a carência de apoio por parte da instituição. Os professores também se sentiram motivados para a criação de novos projetos que envolvam o uso da prática como método de ensino.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos considerar que apesar de todos os problemas encontrados, como o atraso do início das apresentações devido à greve de professores da rede estadual e a defasagem dos alunos quanto aos conteúdos abordados, o objetivo inicial do projeto foi alcançado de modo satisfatório. Ao final do projeto muitos alunos nos contaram que haviam se interessado pelo mundo da engenharia tanto elétrica quanto das demais áreas, bem como a professora responsável pelas turmas nos falou do aumento do interesse dos alunos por conteúdos que eram até então considerados abstratos e complexos.

A equipe de apresentação achou de grande valia todo o aprendizado ganho com esse projeto, além de ambos concordarem que o desafio de ensinar é algo bem mais complexo que os fenômenos da eletricidade e do eletromagnetismo e ainda, após uma análise dos resultados com os orientadores do projeto, professora e equipe pedagógica da Escola Estadual Doutor Ernane Vilela Lima chegamos à conclusão que este projeto deveria ser expandido a todas as séries do ensino médio, podendo ainda dar mais qualidade e solidificar o ensino da física na rede pública de ensino básico.

Portanto, vemos que este contato entre alunos, tanto do ensino superior quanto do ensino médio, pode ter sido um agente transformador na vida dos beneficiados, pois estes viram que a física é algo desafiador e não um “bicho de sete cabeças” e com isso, os quais já tem uma afinidade com a área de exatas e de ciências se sentiram desafiados a seguir neste caminho complexo e abstrato, porém viram que com esforço e dedicação os objetivos podem ser alcançados, podendo ainda multiplicar futuramente os conhecimentos obtidos ou oriundos pelo projeto.

#### REFERÊNCIAS

COELHO, S. M.; NUNES, A. D. **Formação continuada de professores numa visão construtivista: Contextos didáticos, estratégias e formas de aprendizagem no ensino experimental de física.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Porto Alegre, v. 25, n. 1, p. 7-34, abr. 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2008v25n1p7/5759>. Acesso em: 02 jul. 2018.

COSTA, L. G.; BARROS, M. A. Ensino de física no Brasil: Problemas e desafios. In: Educere XII Congresso Nacional de Educação, 2015, Curitiba. **Anais...**, Curitiba: PUCPR, 2015, p..



10981-10989 Disponível em: [http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/21042\\_8347.pdf](http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/21042_8347.pdf) .  
Acesso em: 02 jul. 2018

LEAL, G. **Valorizar experiências pessoais dos alunos aumenta aprendizado.** 225. ed.[S.I] Duetto Editorial, 2011. Disponível em:  
[http://www2.uol.com.br/vivermente/artigos/valorizar\\_experiencias\\_pessoais\\_dos\\_alunos\\_aumenta\\_aprendizado\\_imprimir.html](http://www2.uol.com.br/vivermente/artigos/valorizar_experiencias_pessoais_dos_alunos_aumenta_aprendizado_imprimir.html). Acesso em: 03 jul.2018.

SANTOS, A. F. *et al.* **Formação de professores e o não uso do laboratório de física:** Revista C&D-Revista eletrônica Fainor, Vitória da Conquista, v. 9, n. 2, p. .220-238, jul./dez. 2016. Disponível em:  
<http://srv02.fainor.com.br/revista/index.php/memorias/article/viewFile/542/299>. Acesso em: 03 jul.2018.

SERÉ., M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. **O papel da experimentação no ensino da física.** Caderno Brasileiro de Ensino de física, Florianópolis, v. 20, n. 1, p. 30-42, abr. 2003. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/6560/6046>. Acesso em: 02 jul. 2018.

## **APPROACH OF ELECTROMAGNETISM, THROUGH LOW-COST DIDACTIC EXPERIMENTS**

**Abstract:** *This project aimed to disseminate and propagate the teaching of electricity and electromagnetism in all classes of third year of public schools in the municipality of Nepomuceno/MG. For this reason, the project was executed in the Public School Doctor Ernane Vilela Lima, unique establishment which has the target audience. The institution has more than 200 students in the third year, divided into eight classes between the morning and night shifts. Thus, this action of extension benefited students with approximately 70 hours of presentations, with twelve experiments were divided into three cycles of demonstrations. With the idealization of the project, in general, observed a significant increase in the interest of students on the discipline of physics, thus awakening curiosities related to large area of electrical engineering. Furthermore, the activity provided a rich exchange among academic's undergraduate degree in electrical engineering from the Federal Center of Technological Education of Minas Gerais - CEFET/MG - Unit Nepomuceno and the students of the third year of the Public School Doctor Ernane Vilela Lima, thus approximating the institution of higher education with the local community.*

**Key-words:** *Electromagnetism. Public School. Electricity. Physical. Extension*