

## **ASPECTOS DA CONSTRUÇÃO DE UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE PRÁTICA BASEADA NO EXPERIMENTO REMOTO “ANEL DE THOMSON”**

### **ASPECTS OF THE PLANNING OF A PRACTICAL ACTIVITY BASED ON THE REMOTE-CONTROLLED EXPERIMENT “THOMSON’S JUMPING RING”**

**Isabela Dutra de Oliveira<sup>1</sup>, Thiago C. Caetano<sup>2</sup>, Yan Luiz Openheimer<sup>3</sup>, João Ricardo Neves da Silva<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Programa de pós-graduação em Educação em Ciências/Universidade Federal de Itajubá, isabeladutradeoliveira@unifei.edu.br

<sup>2</sup>Instituto de Física e Química/Universidade Federal de Itajubá, tccaetano@unifei.edu.br

<sup>3</sup>Bolsista de Iniciação Científica/Engenharia de Controle e Automação/Universidade Federal de Itajubá, yanluizop@gmail.com

<sup>4</sup>Instituto de Física e Química/Universidade Federal de Itajubá, jricardo@unifei.edu.br

#### **Resumo**

Este trabalho refere-se a uma pesquisa que teve o objetivo de reunir elementos que pudessem subsidiar a construção de uma proposta de atividade baseada em um experimento controlado remotamente. Para tanto, foi realizado um estudo exploratório para delinear o perfil dos estudantes - conhecimentos prévios e principais dificuldades de aprendizagem - e o planejamento conjunto de uma atividade investigativa sobre indução eletromagnética baseada em um experimento remoto do Laboratório Remoto de Ciências, envolvendo uma estudante do curso de Licenciatura em Física de uma universidade pública brasileira, uma professora da educação básica do município de Passa Quatro – MG e dois pesquisadores. A professora auxiliou a equipe no desenvolvimento de um roteiro investigativo que viabilizou a participação ativa dos estudantes como protagonistas no processo de ensino e aprendizagem e o planejamento conjunto revelou-se algo vantajoso também para o aperfeiçoamento da montagem experimental com vistas a sua eficácia no contexto dos processos de ensino e aprendizagem. Constatou-se que cerca de 90% dos estudantes possuem concepções equivocadas sobre conceitos relacionados a eletromagnetismo e a circuitos elétricos e seus componentes. Também foi constatado que os estudantes têm dificuldades em utilizar vocabulário científico específico relacionado ao tema.

**Palavras-chave:** Experimentos Remotos, Anel de Thomson, Indução Eletromagnética, Planejamento Conjunto.

#### **Abstract**

This work refers to research that aimed to gather elements that could support the construction of an activity proposal based on a remotely controlled experiment. To this end, an exploratory study was carried out to outline the students' profile - prior knowledge and main learning difficulties - and the joint planning of an investigative activity on electromagnetic induction based on a remote experiment from the Remote Science Laboratory, involving a student on the Physics degree course at a Brazilian

public university, a basic education teacher from the city of Passa Quatro – MG and two researchers. The teacher helped the team in the development of an investigative script that enabled the active participation of students as protagonists in the teaching and learning process and joint planning also proved to be advantageous for improving the experimental setup with a view to its effectiveness in the context of teaching and learning processes. It was found that around 90% of students have misconceptions about concepts related to electromagnetism and electrical circuits and their components. It was also found that students have difficulty using specific scientific vocabulary related to the topic.

**Keywords:** Remote-controlled Experiments, Thomson's Jumping Ring, Electromagnetic Induction, Joint Planning.

### **Introdução**

A importância das atividades experimentais no ensino de ciências tem sido destacada há tempos por professores e pesquisadores (Borges, 2002; Araújo; Abib, 2003). Apesar disso, nota-se uma limitada utilização dessas atividades em sala de aula. Pesquisas tais como a de Ramos e Rosa (2008), indicam que as principais justificativas para esse comportamento são atribuídas à falta de formação específica dos docentes, falta de acesso a um laboratório, falta de equipamentos, turmas superlotadas, carga horária reduzida, além da falta de material de apoio, etc.

Neste contexto, com o objetivo de oferecer alternativas para os desafios encontrados na aplicação de tais atividades, nossa equipe tem trabalhado no desenvolvimento de experimentos que podem ser controlados remotamente através da internet e que fazem parte do “Laboratório Remoto de Ciências” da Universidade Federal de Itajubá - Brasil, ao qual iremos nos referir simplesmente por labremoto deste ponto em diante (o acervo está disponível 24 horas por dia, todos os dias da semana, através do endereço <https://labremoto.unifei.edu.br>). É importante enfatizar que o acervo do labremoto é composto por experimentos reais que podem ser controlados por meio de uma interface web e monitorados em tempo real através de câmeras – normalmente há mais de uma câmera disponível em cada experimento.

Este trabalho é referente a uma pesquisa que foi realizada com o objetivo de obter elementos que pudessem nos auxiliar na construção de uma proposta de atividade prática baseada em um dos experimentos do referido laboratório, nomeadamente, o experimento “Anel de Thomson” - um aparato utilizado para o estudo do conceito de indução eletromagnética. Esses elementos a que nos referimos são procedentes essencialmente de duas ações de pesquisa distintas: a) um estudo

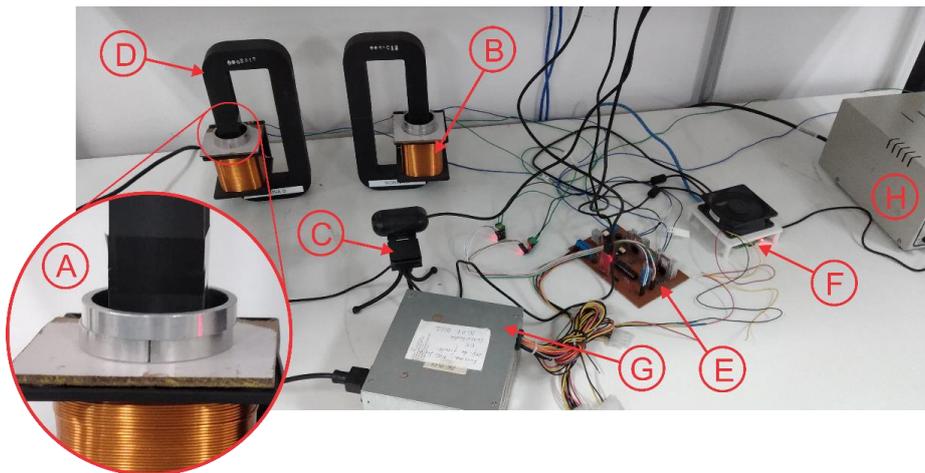
exploratório realizado com estudantes do terceiro ano Ensino Médio de uma escola particular na cidade de Passa Quatro - MG, por meio de um questionário, que teve como objetivo o levantamento de dados para subsidiar o delineamento do perfil dos estudantes, em termos de conhecimentos prévios sobre o tema, e b) o planejamento conjunto de uma proposta de atividade que contou com participação da professora de Física desses estudantes, professores de Física de uma universidade pública brasileira e uma estudante do curso de Licenciatura em Física. A estratégia de planejamento conjunto está apoiada em pesquisas que analisaram a importância da interação entre as expertises de professores da educação básica e de licenciandos (Machado, 2020).

Este trabalho está estruturado da seguinte maneira: inicialmente fazemos uma breve descrição do experimento remoto utilizado na proposta da sequência didática. Em seguida apresentamos os principais aspectos metodológicos da pesquisa realizada, tanto da parte que se refere ao estudo exploratório, como aspectos do planejamento conjunto da atividade. Os principais resultados são discutidos na sessão que segue, juntamente com um breve relato da experiência. Por fim, apresentamos nossas considerações finais.

### **Breve descrição do experimento “Anel de Thomson”**

O “Anel de Thomson”, mostrado na Figura 1, consiste em duas bobinas de 900 espiras (item B) atravessadas por núcleos de ferro laminados fechados em formato de U (item D). Em cada um dos núcleos de ferro existe um par de anéis de alumínio apoiado sobre a bobina, como pode ser observado na imagem ampliada do item A na Figura 1. No caso da bobina da esquerda, foram empregados dois anéis diferentes: o anel inferior é seccionado enquanto o anel superior é contínuo. Já na bobina da direita, ambos os anéis são idênticos e contínuos.

Quando uma corrente alternada circula pelas bobinas, surge um campo magnético cujo sentido se alterna com a mesma frequência da corrente, provocando assim o surgimento de uma corrente induzida nos anéis sem corte – essas correntes são comumente chamadas de correntes parasitas ou correntes de Foucault. O sentido da corrente induzida obedece à Lei de Faraday-Lenz e é contrário ao sentido da corrente que circula pelas bobinas. Portanto, o campo magnético gerado nos anéis se opõe ao campo das bobinas, fazendo com que os mesmos sejam repelidos.

**Figura 1:** Experimento “Processos Radiativos” do Laboratório Remoto de Ciências/UNIFEI

**Fonte:** Os autores.

Para que o experimento possa ser controlado remotamente e para que todas as suas funções sejam executadas, é necessário a construção de um circuito eletrônico. Os circuitos de experimentos do labremoto são construídos em torno de microcontroladores da família AVR, os mesmos que são empregados nas placas Arduino. Normalmente é utilizado o modelo ATmega328P e isso oferece muitas vantagens para o projeto, especialmente pelo fato de ser possível empregar o mesmo ambiente de desenvolvimento do Arduino para realizar a programação do experimento.

O circuito (item E) foi concebido, planejado e desenvolvido com auxílio do programa Proteus. A placa de circuito impresso foi então confeccionada utilizando-se uma fresadora router CNC e os componentes eletrônicos foram soldados manualmente, empregando-se técnicas tradicionais de produção de circuitos. Suas principais funcionalidades incluem: a) controle individual de potência nas bobinas; b) acionamento individual das bobinas por meio de relés e c) leitura dos valores de corrente em cada bobina por meio de sensores ACS712.

### **Procedimentos de Pesquisa**

Inicialmente, para a elaboração da sequência didática, buscou-se delinear o perfil conceitual dos estudantes identificando quais são as dificuldades de aprendizagens e suas concepções prévias relativas ao tema “indução eletromagnética” por meio de um estudo exploratório realizado através da aplicação de um questionário impresso. Esta escolha foi motivada pelo fato de que, com esta ferramenta de coleta de dados, é possível buscar a informação primária direto com o

sujeito pesquisado. Além disso, o questionário permite o anonimato das respostas, o que pode ser mais cômodo para os respondentes, visto que estes se sentem menos expostos do que em uma entrevista (Gillham, 2008).

O questionário foi elaborado com 4 questões dissertativas, com figuras que ilustravam as situações descritas no enunciado, e abordavam os conceitos relacionados ao tema, como por exemplo, campo magnético em uma espira, força eletromotriz, etc. O mesmo foi aplicado em uma turma de 3º ano do Ensino Médio de uma escola particular no município de Passa Quatro/MG e, para garantir um maior número de respostas, optou-se por aplicá-lo durante o próprio período de aula da turma, o que também poupou os respondentes de reservarem outro horário para isso. Ao todo, obtivemos 19 participações.

Os dados levantados foram analisados segundo uma perspectiva qualitativa, que busca de forma descritiva, e considerando a existência de uma relação indissociável entre o mundo real e a subjetividade dos sujeitos, interpretar e atribuir significados aos fenômenos estudados (Provdanov; Freitas, 2013) interessando-se mais pelo modo como as definições se formam (Bogdan; Biklen, 1994).

Naquilo que concerne ao planejamento da sequência, optamos por realizá-lo de forma conjunta, visto que trabalhos como o de Machado (2020) apontam que é possível perceber potencialidades relativamente à parceria entre professores experientes e licenciandos para a construção e aumento do conhecimento especializado do professor. Além disso, pesquisas como Nogueira e Neves da Silva (2017) destacam que grupos para planejamento conjunto

[...] são evidentes possibilitadores de articulação de conhecimentos de conteúdo e conhecimentos da prática pedagógica dos professores em busca da construção de um projeto temático, assim como podem o ser para a elaboração de sequências didáticas, planos de aula, materiais didáticos, etc, o que representa um encaminhamento para a autoria da própria prática que pode ser incentivado nos processos formativos de professores de ciências (Nogueira; Neves da Silva, 2017 p. 50).

Participaram do planejamento dois pesquisadores de uma universidade pública brasileira do sul de Minas Gerais, que também são professores de Física nos cursos de graduação da mesma instituição; a professora regente de Física da turma e uma estudante do curso de licenciatura em Física. Foram realizadas duas reuniões on-line, dada a dispersão geográfica dos componentes do grupo.

De forma sucinta, durante as reuniões, foi apresentado à professora regente o experimento “Anel de Thomson” e foi feito um bosquejo da proposta de atividade. Isso possibilitou identificar as fragilidades da montagem experimental e que fossem feitos os refinamentos necessários, a fim de não comprometer os objetivos de aprendizagem.

### **Discussão dos resultados e breve relato da atividade**

As reuniões de planejamento possibilitaram conhecer melhor as características da turma, bem como as alterações necessárias no experimento. Nesse sentido, é pertinente apontar que o design do experimento, tal qual é mostrado na Figura 1, é o resultado de refinamentos que foram implementados após o trabalho de planejamento conjunto.

A título de exemplo, consideremos o caso dos anéis utilizados no experimento. Inicialmente, havia apenas um anel contínuo em uma das bobinas e outro anel, seccionado, na outra bobina. Durante o planejamento foi apontado que, pelo fato de ser um experimento com acesso remoto, os estudantes poderiam questionar se realmente havia corrente em ambas as bobinas, pois isso não seria auditável. Após algumas propostas terem sido aventadas, optou-se por empregar um par de anéis em cada bobina. No primeiro par, ambos os anéis são contínuos e no segundo par, um dos anéis é seccionado e posicionado por baixo do anel contínuo. Dessa forma, quando há corrente na bobina – quando há campo magnético – o anel contínuo é repellido e flutua, comprovando assim a existência de corrente. No entanto, o anel seccionado permanece imóvel. Ademais, para que os estudantes não fossem levados a pensar que o anel seccionado não flutua por consequência de existir um segundo anel, contínuo, sobre ele, foram empregados dois anéis contínuos na outra bobina. Dessa forma, eles poderiam ver que, havendo corrente nas bobinas, um anel flutuaria ainda que existisse um segundo anel sobre ele.

Com respeito ao estudo exploratório, percebemos através das respostas aos questionários que mais de 90% (17) dos estudantes apresentaram ideias equivocadas sobre conceitos trabalhados anteriormente, relacionados a eletromagnetismo, como, por exemplo, o conceito de campo magnético, corrente elétrica e a circuitos elétricos e seus componentes, como podemos observar nas seguintes respostas: (A11) “Os elétrons se movimentam e com a energia magnética a bússola mexeria”; (A13) “[...] o circuito A não está ligado em nenhum resistor para haver um campo magnético”.

Outro aspecto identificado por meio dos dados levantados refere-se à dificuldade manifestada pelos estudantes na utilização de vocabulário científico específico relacionado ao tema, visto que 70% dos estudantes apresentam dificuldades em explicar de forma correta o surgimento de um campo elétrico em uma bobina e também o comportamento da força eletromotriz nos terminais de uma bobina em movimento, como mostram as seguintes respostas: (A7) *“Eu acho que para a lâmpada ficar ligada tinha que fazer a bobina se deslocar para entrar magnetismo nas espiras e acender a lâmpada”*.

A análise das respostas ao questionário subsidiou a elaboração de uma atividade investigativa, que buscava cotejar as concepções equivocadas dos estudantes e, principalmente, auxiliar na construção do conhecimento acerca do conteúdo de indução. Conforme a sequência, a professora apresenta o experimento “Anel de Thomson” explicando aos estudantes as funções de cada um dos componentes que o constituem e as instruções para a execução. Em seguida, a atividade é iniciada e conduzida pela professora, que provoca os estudantes através de perguntas sobre o que está sendo observado, as quais servem para orientar as observações e discussões, auxiliando os estudantes na compreensão do tema e na construção de vocabulário científico necessário para explicá-los como, por exemplo: 1) O que aconteceu quando ligamos a corrente na bobina A?, 2) porque na bobina B o anel não flutuou?, e 3) como você explica o anel de alumínio ser atraído pelo núcleo de ferro?. Por fim, os alunos devem elaborar um modelo para explicar o fenômeno e, ao final da atividade, a professora apresenta a explicação final, relacionando o modelo físico com a matemática concernente ao fenômeno.

### **Considerações Finais**

Percebe-se que através de uma reunião de planejamento conjunto com a professora é possível elaborar uma atividade mais eficiente e direcionada a atender as dificuldades dos alunos. Em alguns momentos, com o auxílio e as sugestões fornecidas pela professora, alteramos a ordem das perguntas e realizamos melhorias no experimento que possibilitaram uma melhor compreensão e execução das atividades.

No que diz respeito aos questionários, percebemos que as principais dificuldades dos estudantes estão relacionadas à explicação do fenômeno físico, mais

até que à resolução das equações. Os alunos apresentam uma deficiência de vocabulário científico para a explicação do fenômeno da indução eletromagnética, o que, acreditamos, pode ser mitigado com a discussão das atividades experimentais.

O planejamento conjunto foi de suma importância para percebermos quais pontos precisavam ser melhorados no experimento e na construção de um roteiro investigativo em que o aluno é o protagonista da construção e da compreensão de um conceito tendo como mediador um professor. Espera-se que os resultados da aplicação dessa sequência sejam satisfatórios e possibilitem a compreensão dos alunos acerca do conteúdo de indução eletromagnética, sendo assim uma aprendizagem mais dinâmica e efetiva.

### **Agradecimentos**

À FAPEMIG pelo auxílio financeiro – chamada 013/2023 – Participação coletiva em eventos de caráter técnico-científico no país.

### **Referências**

ARAÚJO, M. S. T. D.; ABIB, M. L. V. D. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de ensino de física**, v. 25, p. 176-194, 2003.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos. 1994.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

GILLHAM, B. **Developing a questionnaire**. A&C Black, 2008.

MACHADO, E. O. **O conhecimento especializado e mobilizado na parceria entre uma licencianda e uma professora do ensino médio na proposta de tarefas para o estudo de equação da reta**. Dissertação. 127 p. Mestrado em Educação em Ciências - Universidade Federal de Itajubá. Itajubá, Minas Gerais, 2020.

NOGUEIRA, D.R.; NEVES DA SILVA, J.R. Processos de construção da autonomia docente: Análise do planejamento de uma abordagem temática com professores de Ciências da Educação Básica. Formação Docente. **Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação de Professores**, Belo Horizonte: Brasil v. 9, n. 17, pp. 29-52. 2017.

PRODANOV, C. C.; DE FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico-2ª Edição**. Editora Feevale, 2013.

RAMOS, L. B. C.; ROSA, P. R. S. O ensino de ciências: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos anos iniciais do ensino fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 299-331 2008.