

# ESTUDO TEÓRICO-PRÁTICO DA COMPREENSÃO DOS CONCEITOS ELETROMAGNÉTICO DOS ESTUDANTES DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

**Reginaldo Eustáquio** – [professorbugiganga@doctum.edu.br](mailto:professorbugiganga@doctum.edu.br)

Rede de Ensino Doctum  
R. João Pinheiro, 125, Centro  
35300-037, Caratinga -MG

**Luciano da Silva Delgado** – [luciano766@gmail.com](mailto:luciano766@gmail.com)

Rede de Ensino Doctum  
R. Gustavo Leonardo, São Jacinto  
39801-206, Teófilo Otoni –MG

**Resumo:** *O objetivo deste trabalho é desenvolver e aplicar uma sequência didática sobre a geração, transmissão e recepção das Ondas Eletromagnéticas no contexto da história da Bobina de Tesla. O produto educacional é composto por um conjunto de atividades experimentais que permitem aos alunos explorar, testar e discutir os fenômenos físicos relacionados ao eletromagnetismo. O referencial teórico-pedagógico é o conceito sócio-histórico de Vigotski, valorizando-se, assim, a relação professor-aluno, colocando este como mediador do processo de aprendizagem. A avaliação dos alunos foi feita por meio da análise de dados coletados através de observações, um questionário e um texto produzido pelos próprios alunos. Os resultados mostram que os alunos foram capazes de desenvolver conceitos específicos. Acreditamos que esta proposta é adequada para ensinar tópicos de ondas eletromagnéticas, auxiliando professores de física a preparar aulas contextualizadas.*

**Palavras-chave:** *Eletromagnetismo, Bobina de Tesla, Ensino de Física.*

## 1. INTRODUÇÃO

A grande dificuldade encontrada por docentes e discentes para ensinar e aprender os conceitos de eletromagnetismo nos levou a formular um estudo acerca deste. O tema é inerente ao cotidiano de qualquer cidadão, pois o desenvolvimento tecnológico se dá mediante a aplicação do campo eletromagnético, ao usar o celular, ouvir rádio, assistir tv, acessar a internet dentre outros.

O aluno está imerso nos campos eletromagnéticos e de tanto ouvir sobre os mesmos, formou um conhecimento prévio deste assunto, o que leva aos conceitos denominados espontâneos acerca destes. Para Ausubel(1982), o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa, o conhecimento prévio do aluno é que prepara terreno para a introdução do conhecimento que se pretende ensinar (MOREIRA, 2004).

Ao apresentar o conceito de eletromagnetismo no curso de engenharia, constatou-se uma grande dificuldade quanto à aprendizagem do conceito de campo eletromagnético e uma forte incidência dos conceitos espontâneos. Segundo Zylbersztajn (1983), no trabalho

realizado com estudantes de engenharia nos Estados Unidos, alunos ingleses dentre outros; mostrou-se que independente da política educacional e grau de escolaridade, estas concepções são inerentes ao ser humano, sendo necessário que os professores façam emergir pelos próprios alunos essas concepções e através das mesmas possamos ensinar.

Com o exponencial aumento do número de alunos nos cursos de engenharia e o significativo avanço tecnológico advindo destes conceitos, faz-se necessária pesquisa sobre o ensino de eletromagnetismo para esta demanda, pois é fundamental na formação desses alunos em qualquer área da engenharia.

Neste sentido o objetivo deste trabalho, é apresentar um estudo de caso acerca dos conceitos de eletromagnetismo, tendo como ênfase o conceito de campo eletromagnético contextualizando com as aplicações destes conceitos na comunicação. Para o mesmo foi feita uma pesquisa qualitativa, trabalhada com a metodologia de análise. O estudo inicia-se com a descrição da Bobina de Tesla, segue com a explanação sobre o questionário aplicado, e uma discussão dos resultado, culminando com as apresentações da conclusão, o que possibilita ao docente uma reflexão quanto ao ensino dos conceitos de eletromagnetismo.

## 2. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO

### 2.1. Apresentação da “ferramenta” de tomada de dados

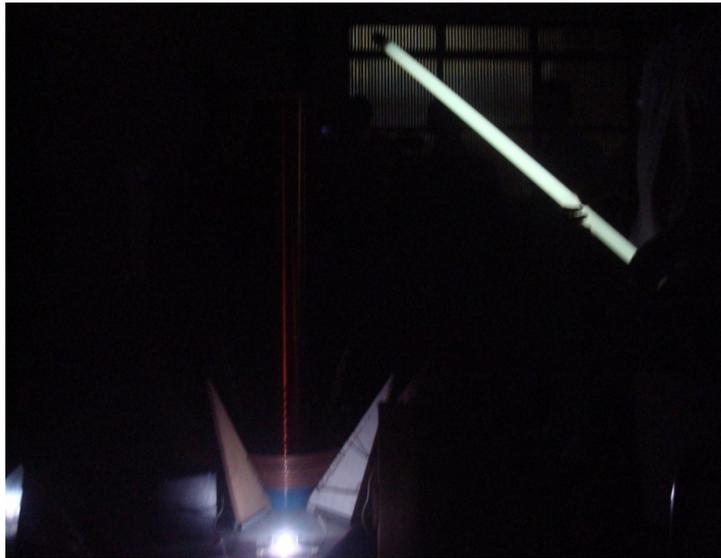
Utilizou-se como ferramenta para ilustrar os conceitos de campos eletromagnéticos, o aparato experimental desenvolvido por Tesla intitulado a Bobina de Tesla. A Bobina de Tesla (BT) (Figura 1), como o próprio nome sugere, foi construída pelo físico e engenheiro Iugoslávio radicado nos Estados Unidos, Nicolas Teslas. Os efeitos produzidos pelas altas voltagens geradas pela BT são uma das mais espetaculares ilustrações em Física. Pode-se encontrar detalhes da construção e funcionamento em ( CHUIQUITO;LANCELOTTI,2000). A Bobina de Tesla é um transformador que possibilita aumentar a tensão para milhares de volts. Quando ligada cria ao seu redor um campo eletromagnético e descargas no terminal superior da bobina formando pequenos raios (efeito corona).

Figura 1: apresentação da bobina de tesla aos alunos participantes da pesquisa. Fonte: dados da pesquisa



Antes de aplicarmos o questionário, os alunos participaram da demonstração do funcionamento da Bobina de Tesla. Segura uma lâmpada a uma distância de um metro (1m) (Figura 2), observa-se que esta acende, aumenta-se a distância para dois metros (2m), observa-se que a intensidade do brilho diminui. Aumentando a distancia para três metros (3m) ou mais, a lâmpada não emite brilho.

Figura 2: Bobina de Tesla funcionando, à direita o aluno segura a lâmpada fluorescente, essa emite luz, devido ao campo eletromagnético criado pela BT. Fonte: dados da pesquisa.



Seguindo, aplicou-se um questionário dissertativo (questões presentes no tópico 2.2.1). Foram distribuídas para 30 alunos de Engenharia Elétrica, 20 de Ciência da Computação e 103 de Engenharia Civil, no total de 153 alunos, todos cursando o quarto período. Os alunos responderam individualmente os questionários de forma a não inferir nas respostas dos demais, foi salientado que as questões não seriam avaliadas.

Partindo do pressuposto de que os alunos já cursaram o ensino médio, espera-se respostas na sua maioria dentro dos parâmetros científicos, com pouca influência das concepções espontâneas, pois esses já cursaram o ensino de física.

Espera-se também de uma porcentagem:

A não definição de campo;

Uma confusão entre os conceitos de campo elétrico e magnético; na definição e associação;

A não definição científica de campo eletromagnético;

A influência da lei de Coulomb nas respostas ao item 5.

As expressões “porque não tem mais campo magnético” ou “está fora do campo elétrico” são esperadas. Espera-se também uma correlação entre o funcionamento dos celulares (antena de geração com a bobina e lâmpada com o celular), conceitos muito discutidos no dia-dia do aluno, quando um telefone está fora da área de cobertura, o aluno constata que não há torres de transmissão por perto; assim como o experimento observado remete à relação distância e funcionamento, mais uma vez as concepções formadas no dia a dia afloram.

Pesquisas mostram que alunos no ensino superior ainda apresentam dificuldades em compreender os conceitos de campo elétrico e magnético devido aos conceitos abstratos neles

envolvidos (MAGALHAES, SANTOS e DIAS, 2002), neste contexto pretende-se, com as respostas, obter dados que possibilitem interferir no planejamento de futuras aulas.

## 2.2. Análise dos conhecimentos dos alunos.

Após uma prévia análise das respostas, concluímos a importância de categorizá-las em subrespostas devido à diversificação das mesmas. Para uma melhor análise, separamos as aplicações em uma coluna à parte.

### 2.2.1. Respostas às questões aplicadas aos alunos da Engenharia Elétrica.

Questões aplicadas (As respostas seguem na tabela-1):

O que é campo?

Como funciona o campo elétrico? A que você associa?

Como funciona o campo magnético? A que você associa?

O que é campo eletromagnético? A que você associa?

Porque a lâmpada acende perto e apaga ao se distanciar da bobina?

Existe alguma relação entre o experimento observado com o sistema de comunicação do telefone, radio ou TV? Por favor, explique.

Tabela 1: Computação das respostas ao questionário e observações

Número de alunos	Questão	Observações
65	01	Área de influência da carga elétrica/magnética
49	01	Área ou espaço onde acontece algo/local onde acontece movimentos
36	01	Área ao redor de determinado objeto
03	01	Outras definições sem lógica
68	02	Área ao redor de um condutor /Relacionaram com área de movimento dos elétrons, associaram a equipamentos elétricos
31	02	Criada por uma fonte geradora de energia/ associa a descarga elétrica
23	02	Não sabem definir
21	02	Sem definição coerente
54	03	Ação do magnetismo/associam a imã
26	03	Campo gerado por atividade elétrica/associaram a equipamentos elétricos
17	03	Atração de algum tipo de material/associaram a imã e materiais magnéticos
56	03	Não foi possível classificar devido a variedades de respostas desconexas
96	04	Junção dos dois campos/ associaram ao rádio ao experimento observado
14	04	Sem definição/Alcance de um sinal
18	04	Não souberam

29	05	Está dentro do alcance/está fora do alcance da eletricidade
11	05	Está dentro do alcance/está fora do alcance do campo magnético
09	05	Alcance ou não do campo elétrico/ corrente elétrica
35	05	Devido à presença do campo eletromagnético
79	05	Relacionaram ao fato da lâmpada estar dentro, ou fora da área de atuação dos campos, elétricos, magnéticos e eletromagnéticos.
75	06	Sim, emitem sinal a distância, funciona com campo eletromagnético /relacionam o fato de a lâmpada apagar com o celular estar fora da área de cobertura
36	06	Sim, pois o sistema de comunicação tem campo elétrico e magnético
13	06	Sim, sem explicação
19	06	Impossível de classificar (sim pois absorvem energia do elétron)

Ao analisar as respostas observa-se que, para o aluno, o termo Campo está ligado a uma área ou espaço onde ocorre algo, porém 65 dos 153 entrevistados demonstraram dificuldades nas definições de campo, associando a definição ao campo elétrico.

Nas respostas para o campo elétrico percebe-se uma confusão, entre criação do campo elétrico e campo magnético, entre as 153 respostas analisadas, em 68 dessas, os alunos correlacionam o fenômeno observado, com a área próxima ao movimento de elétrons ou a condutores elétricos. De acordo com Silvo; Garcia (2009) em todos os textos analisados para o ensino de eletromagnetismo, a natureza do campo elétrico não é esclarecido e isto talvez seja o grande complicador na compreensão física desse conceito. Dos entrevistados, 31 associam campo elétrico com descargas elétricas. Das 153 respostas obtivemos 21 sem coerência; por exemplo: “elétron em movimento ao redor da partícula”, “movimento de certa rede de elétrons e isolante de corrente elétrica”.

Assim como na questão campo elétrico, ao ser questionado sobre o campo magnético, o aluno relacionou a atividade elétrica associada a equipamentos elétricos. Vale ressaltar que não houve uma quantidade significativa de respostas coerentes; por exemplo: “não correlacionaram o movimento da carga elétrica com a criação do campo magnético, e sim à diversas atividades elétricas como raio e equipamentos elétricos”, e também em muitas das respostas associam a ímãs e ferro.

O item quatro (04), o que é campo eletromagnético e a que se associa, demonstra a presença dos conceitos espontâneos em noventa e seis (96) respostas; por exemplo: definiram campo eletromagnético como a junção dos campos elétrico e magnético, porém os mesmos alunos não conseguiram dar uma definição exata de campo magnético e campo elétrico. Cento e dez (110) respostas relacionaram campo eletromagnético com rádio, sinal de celular e com o experimento observado.

Setenta e nove (79) dos alunos entrevistados, relacionaram o brilho da lâmpada, ao fato de estar perto ou longe da Bobina de Tesla, segundo os mesmos dentro e fora da área de atuação dos campos elétrico, magnéticos e eletromagnéticos.

Sobre a existência de alguma relação entre o experimento observado (lâmpada e bobina de tesla), setenta e cinco (75) de cento e... citaram as ondas eletromagnéticas como relação existente entre o funcionamento da Bobina de Tesla e sistema de comunicação.

Observa-se no tocante às questões analisadas, uma dificuldade na definição de campo e uma confusão entre a compreensão dos campos magnéticos e elétricos o que pode ser observado na amostra do questionário (Figura 3)

Figura 3: Amostra das respostas dos alunos. Fonte: dados da pesquisa.

Questionário de pesquisa concepções espontâneas em campos eletromagnéticos.

OBS. As respostas não valem nota.

Curso: Engenharia Civil Período: Terceiro Not. Turma: A

O que é campo?

O campo é por exemplo um objeto que está eletricamente ou magneticamente carregado

Como funciona campo elétrico? A que você associa?

Um campo elétrico está eletricamente carregado. Como por exemplo um capacitor que um raio cria antes de descer ao solo.

Como funciona campo magnético? A que você associa?

Está magneticamente carregado. Como por exemplo em um campo magneticamente carregado por um ímã

O que é campo eletromagnético? A que você associa?

Está eletromagneticamente carregado. Como por exemplo em um funcionamento de uma televisão

Porque a lâmpada acende perto e apaga ao se distanciar da bobina?

Pelo campo que é criado em volta de algum objeto. O campo eletromagnético ao aproximar a lâmpada é capaz de acendê-la e ao afastá-la para longe do campo faz com que a lâmpada apague

Existe alguma relação entre o experimento observado com o sistema de comunicação do telefone, rádio ou TV? Por favor, explique.

Sim. Porque para o funcionamento de uma TV por exemplo, é preciso que haja um campo eletromagnético, um exemplo curioso é que ao ligarmos a TV e aproximarmos por exemplo um braço percebe-se que os pêlos do braço se aproximam do campo

Esses resultados mostram que o ensino dos conceitos de campo elétrico e magnético requer um tratamento mais elaborado do que os feitos na maioria dos livros-texto convencionais (MAGALHÃES,2002).

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo fez uma análise quanto aos conceitos de campo eletromagnético no ensino de engenharia. O objetivo proposto foi alcançado, pois evidenciou que, mesmo alunos na graduação, estão imersos em “conceitos errôneos” e concepções espontâneas Vigotsky (2007) mostra que existem relações claras entre os conceitos formais e não formais e que as estruturas formadas nas concepções espontâneas ou pré-concepções (mesmos imperfeitas e

fragmentadas) servem de alicerce para uma construção do conhecimento científico mais rápida e eficiente.

Os resultados vão de encontro à constatação de Magalhães (2002) o qual evidencia que muitos alunos do Ensino Superior ainda apresentam dificuldades em lidar com os conceitos de campo elétrico e campo magnético, devido à abstração neles envolvida; esses conceitos, embora presentes no dia a dia, estão fora do nosso domínio concreto. Pode-se concluir que, ao estudar os conceitos científicos não os substituímos totalmente no lugar das concepções espontâneas, pois estando inseridas em nosso contexto social, estas nos seguirão enquanto vivermos, porém é necessário sabermos inferir e utilizá-las como “ferramentas” no ensino.

O presente estudo possibilitou ponderar sobre a forma de abordar tais conceitos acima discutidos em sala, culminando numa maior objetividade das aulas.

#### **4. REFERÊNCIAS**

CHIQUITO, J. ADENILSON; LANCIOTTI, JR. FRANCESCO. BOBINA DE TESLA: DOS CIRCUITOS RESSONANTES LC AOS PRINCÍPIOS DAS TELECOMUNICAÇÕES, 2000.

MAGALHÃES, F.M, SANTOS, W.S.M. DIAS, C.M.P. Uma proposta para ensinar os conceitos de campo elétrico e magnético: uma aplicação da história da física. Ver. Ensino Fís. Vol.24 no.4 São Paulo 2002.

MOREIRA, M.A. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a investigação nesta área. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS. 107p. 2004.

SILVA, D. H. João. Algumas Considerações Sobre Ensino e Aprendizagem na Disciplina Laboratório de Eletromagnetismo. RBEF. vol 24, n.4, Dez., 2002.

SILVA, P. V. Valquíria., GONÇALVES, C. Luiz. O Ensino Experimental Utilizado como um Procedimento de Avaliação Diagnóstica. Ensino em Re-vista. Vol.9, 2001.

SILVA . D. S. Sávio. A versatilidade da bobina de Tesla na prática docente do ensino do Eletromagnetismo. 2012. Acesso em: 20 dezembro de 2012. Disponível em: [http://www.uece.br/fisica/index.php/arquivos/doc\\_view/138-a-versatilidade-da-bobina-de-tesla-na-pratica-docente-do-ensino-de-isica?tmpl=component&format=raw](http://www.uece.br/fisica/index.php/arquivos/doc_view/138-a-versatilidade-da-bobina-de-tesla-na-pratica-docente-do-ensino-de-isica?tmpl=component&format=raw)

ZYLBERSTAJAN, A. Idéias espontâneas em Física: exemplos em dinâmica e implicações para o ensino. Revista de Ensino de Física, 5(2), SBF, 1981, p3-16.

### **THEORETICAL STUDY OF PRACTICAL OF COMPREHENSION ELECTROMAGNETIC CONCEPTS OF STUDENTS COURSE OF ELECTRICAL ENGINEERING**

**Abstract:** *The aim of this work is to develop and apply a didactic sequence about the generation, transmission and reception of electromagnetic waves in the context of the history of the Tesla coil. The educational product consists of a set of experimental activities that allow the students to explore, test and discuss the physical phenomena related to electromagnetism. The theoretical-pedagogical frame is Vigotski's social-historical concept, thereby enhancing the teacher-student relationship, and emphasizing the teacher as the mediator of the learning process. The students' performance was evaluated through the analysis of the data collected from observations, a questionnaire and a text composed by the students. The results show that the students were able to develop scientific concepts. We believe that this proposal is appropriate for teaching about electromagnetic waves, helping physics teachers to prepare contextualized classes.*

**Keywords:** *Electromagnetism, Tesla coil, physics education.*