



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA**

ILLEN RANNIERY GALDINO

**UM ESTUDO DO EXPERIMENTO DE FARADAY EM TRÊS
LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO**

**CAMPINA GRANDE – PB
2015**

ILLEN RANNIERY GALDINO

**UM ESTUDO DO EXPERIMENTO DE FARADAY EM TRÊS
LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Licenciado em Física.

Orientadora: Morgana Lígia de Farias Freire

CAMPINA GRANDE – PB
2015

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

A663e Araújo, Ilten Ranniery Galdino Dias de.
Um estudo do experimento de Faraday em três livros didáticos de física do ensino médio. [manuscrito] / Ilten Ranniery Galdino Dias de Araújo. - 2015.
20 p. : il. color.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2015.
"Orientação: Profa. Dra. Morgana Lígia de Farias Freire, Departamento de Física".

1. Livro didático. 2. História da ciência. 3. Indução eletromagnética. I. Título.

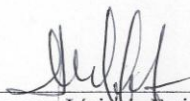
21. ed. CDD 371.32

ILLEN RANNIERY GALDINO

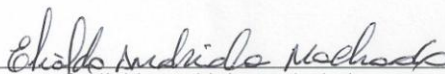
**UM ESTUDO DO EXPERIMENTO DE FARADAY NOS LIVROS
DIDÁTICOS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Licenciatura em
Física da Universidade Estadual da Paraíba,
em cumprimento à exigência para obtenção do
grau de Licenciado em Física.

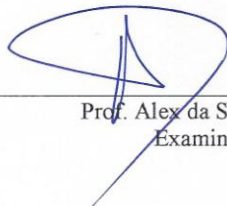
Aprovada em / /2015.



Profª Morgana Lígia de Narias Freire / UEPB
Orientadora



Prof. Elialdo Andriola Machado / UEPB
Examinador



Prof. Alex da Silva / UEPB
Examinador

Dedico este trabalho aos meus Pais por sempre estarem me apoiando e investirem na minha educação desde a minha infância. A meus amigos por sempre partilharem comigo das mesmas conquistas acadêmicas, assim como também das dificuldades superadas ao longo do curso. A professora Morgana por ser muito mais que uma professora, mas uma verdadeira amiga durante minha vida acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar ao meu Pai do Céu, por sempre atender as minhas necessidades me guiando e me conduzindo em todas as etapas de minha vida, agindo sempre de maneira precisa nos momentos cruciais de minha vida.

A professora Morgana pela paciência, pelo acolhimento, pelo sentimento de amizade e desejo ardente de querer lhe ver vencer na vida, de motivação e de acreditar o quão você pode ir além, o quão você é capaz de vencer na vida.

De modo geral a todos os professores do curso de Licenciatura Plena em Física, por se mostrarem sempre pessoas que veem a amizade acima de tudo, sempre nos oferecendo algo a mais do que aquilo que é visto na graduação. Se sou o que sou hoje, fiquem com a certeza que levo e sempre levarei comigo um pouco de cada um para o resto da minha vida.

Agradeço aos meus Pais, Israel Galdino e Tânia Gomes por esse amor infinito em cuidar da minha educação de maneira tão atenciosa, por sempre estarem do meu lado me proporcionando novos horizontes.

Agradeço ao meu único professor de física do ensino médio Políbio Kleber, pelo exemplo de professor em sala de aula, e por ser um dos principais motivadores para essa importante decisão na minha vida de entrar no mundo da física da qual nunca me arrependi de ter entrado, além disso, agradeço também pela atenção e assistência nessa etapa final voltada para o meu trabalho de conclusão de curso.

Ao meu amigo e parceiro de trabalho, professor de física Dorgival por sempre está me motivando compartilhando comigo sua experiência de vida como professor, alimentando de sábios conselhos.

Ao meu irmão, Sávio Emanuel por sempre se mostrar presente nas horas difíceis, sempre com boa disposição em me ajudar nas horas que precisei.

Aos meus amigos que conheci durante a carreira acadêmica, e que sempre estiveram ao meu lado dividindo comigo as mesmas conquistas e dificuldades (Leandro, Mário, Hellen, Rubenício, Janiel, Kleiton, Júlio César e Anderson Tiago.) nos momentos bons e ruins, nos dias de luta e nos dias de glória. Levarei comigo para sempre todas as lembranças tudo que vivemos e enfrentamos juntos, cada momento foi único.

Em especial ao meu amigo Leandro, por sua amizade sincera, por sempre querer ver o bem do outro como o próprio bem a si mesmo, agradeço por ser meu amigo. Somos Esperancenses, e entramos e saímos juntos dessa batalha, se a esperança é a última que morre, somos prova viva deste fato.

Enfim agradeço a todos os amigos e familiares, por tudo que me proporcionaram, e pelo simples fato de terem passado pela minha vida, agradeço a todos que contribuíram direta e indiretamente para a realização deste trabalho. Meu eterno AGRADECIMENTO.

UM ESTUDO DO EXPERIMENTO DE FARADAY EM TRÊS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO

GALDINO, Ilten Ranniery¹

RESUMO

Reconhecida a importância do livro didático no contexto das escolas e a necessidade de materiais que contribuam para uma formação mais completa dos alunos, tem-se que a abordagem histórica apresentada nos livros didáticos de física podem trazer informações distorcidas ao discutir uma sequência histórica de um dado fenômeno. Dessa forma, este trabalho trata-se de um estudo introdutório no intuito de analisar como está sendo tratados os fatores tanto epistemológicos como metodológicos relacionados ao experimento de Faraday em livros didáticos do ensino médio. Sua classificação quanto aos meios de investigação foi à pesquisa bibliográfica e quanto aos fins foi à investigação exploratória. Denominamos de introdutório, pois focamos nosso estudo em três livros didáticos, julgados como os mais requisitados na nossa localidade.

PALAVRAS-CHAVE: Livro didático. História da ciência. Indução eletromagnética.

1. INTRODUÇÃO

Devido aos avanços tecnológicos, em particular a internet, temos uma enorme variedade de materiais didáticos e curriculares disponíveis. No entanto, o livro didático ainda continua sendo um dos recursos mais utilizados na escolarização, em particular no ensino de ciências. (CARNEIRO e SANTOS, 2005). Nesse sentido, segundo Lemos (2006), os livros didáticos voltaram a ser alvo das atenções a partir do momento que o Ministério da Educação (MEC) passou a coordenar a compra desse material em função de uma análise prévia, realizada por especialistas de áreas específicas.

Essa análise, apontada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais/Ensino Médio (PCN/EM) e pelas Diretrizes Curriculares Nacionais, norteia à valorização e resgate da importância não apenas da linguagem, mas também, da interdisciplinaridade e da contextualização dos conteúdos como princípios pedagógicos estruturadores do currículo.

Por outro lado Ribeiro e Martins (2007) apontam que um dos veículos que tem permitido esse diálogo entre os vários conteúdos, por meio da linguagem, sem dúvida, é a narrativa. Mas especificamente, no ensino de ciências, narrativas de episódios que se relacionam à história da ciência permitindo resgatar um diálogo existente, mas quase sempre ignorado, entre a atualidade científica e outras atividades humanas.

Diante disso, acreditamos que possivelmente a abordagem histórica apresentada nos livros didáticos de física podem trazer informações distorcidas ao discutir a sequência histórica do fenômeno da indução eletromagnética. Pois, Martins (2006) sinaliza que em primeiro lugar, é claro que esperamos que uma pessoa bem informada não continue a repetir as lendas errôneas que circulam por aí. É preciso contar a história mais correta e transmitir mensagens adequadas sobre a natureza da ciência, explicar aos estudantes como os historiadores se esforçam para obter informações confiáveis e informar também que alguns livros se baseiam em informações indiretas, que às vezes não tem nenhum valor, a não ser que o professor que os professores as façam ter valor.

¹ Graduando em Licenciatura em Física. Universidade Estadual da Paraíba.

Além disso, temos que Pagliarini (2007) ao afirmar que considerando o âmbito das pesquisas sobre potencialidades do uso da história da ciência no ensino e a importância de se ensinar sobre a natureza das ciências, torna-se relevante pesquisar a presença desses conteúdos nos livros didáticos, dada sua grande influência no ensino. Assim, a história das ciências assume um papel crucial no ensino e por sua vez o ensino utiliza com um dos recursos mais importante o livro didático e este por sua vez não pode ser totalmente desprovido de conteúdos desse tipo.

Dessa forma este trabalho trata-se de um estudo introdutório no intuito de analisar como está sendo tratados os fatores tanto epistemológicos como metodológicos relacionados ao experimento de Faraday em livros didáticos do ensino médio. Denominamos de introdutório, pois focamos nosso estudo em três livros didáticos, julgados como os mais bem requisitados da nossa localidade.

Um estudo dessa natureza não é uma tarefa fácil, pois muitos livros trazem um pouco da história e explicam bem o conceito que envolve o experimento, porém alguns autores não dão conta do quanto é prejudicial abordar uma história que além de curta apresenta fatos distorcidos e pior ainda, a forma como isso irá repercutir na metodologia pode ser desastrosa.

Assim, realizamos este estudo e levantamos dados de tal maneira que ele possa servir como referência para análise de outros livros didáticos, ao tratarem o experimento de Faraday. Portanto este trabalho de pesquisa teve a seguinte pergunta: Como é a abordagem histórica da indução eletromagnética nos livros de física do ensino médio? Foi neste sentido que elaboramos um estudo que pode servir de apoio pra a construção de materiais didáticos eficientes no processo de ensino-aprendizagem, pois acreditamos na validade do emprego de uma boa história das ciências no ensino, no sentido de apontar para as possibilidades de discussão na sala de aula, de influências de fatores sociais, políticos e religiosos.

Para responder ou justificar nosso problema recorreremos à literatura (SOUZA e GERMANO, 2009) em que podemos notar que é amplamente reconhecida a importância do livro didático no contexto das escolas e a necessidade de materiais que contribuam para uma formação mais completa dos alunos, como almejado pela comunidade do ensino de física.

Tal afirmação refere-se à promoção do desenvolvimento do senso crítico, ao estímulo, ao prazer em aprender, a uma maior consciência sobre questões sociais, uma melhor compreensão da construção histórica da física, dentre outras dimensões que possam ajudar na formação de seres humanos mais envolvidos e ativos na construção de nossa sociedade.

Diante dessa perspectiva, tivemos como objetivo geral analisar o experimento de Faraday a partir das abordagens de alguns livros didáticos, com relação ao tratamento dado ao contexto histórico e as ilustrações do processo experimental que explica o fenômeno de indução eletromagnética.

Por isso, podemos dizer que nosso trabalho foi introdutório, pois delimitamos singelamente o objeto de estudo. E sua classificação quanto aos meios de investigação foi à pesquisa bibliográfica e quanto aos fins foi à investigação exploratória.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para a fundamentação teórica do nosso estudo, recorreremos a dois bons artigos secundários Michael Faraday: O caminho da livraria à descoberta da indução eletromagnética (MARTINS

e DIAS, 2004), e Michael Faraday: Subsídios para metodologia de trabalho experimental (DIAS, 2004). Estes artigos nortearam a nossa fundamentação, pois foram escritos a partir do texto original “Faraday’s Diary (1832). A partir deles, fizemos nossa análise.

Michael Faraday nasceu em 22 de Setembro de 1791, em Newington Butts, Surrey. Sua família se mudou para Londres quando ele ainda tinha cinco anos de idade. A situação financeira de sua família era ruim e Faraday teve uma formação precária, aprendendo apenas a ler e escrever e um pouco de matemática (DIAS e MARTINS, 2004).

Em 1804, com 13 anos, Faraday começou a trabalhar para o Sr. G. Riebau, como ajudante em sua livraria. Sua função era transportar o material e ajudar nas encadernações. Foi esse contato com os livros que lhe possibilitou melhorar sua formação e iniciar sua carreira na química. Ele lia com grande interesse todos os livros que podia.

Em 1812, através da ajuda de um cliente, assistiu a uma série de quatro conferências de Humphry Davy, na Royal Institution. Anotou cuidadosamente essas conferências e enviou uma cópia para Davy, pedindo-lhe um emprego em qualquer função relacionada à ciência; em março do ano seguinte, quando houve a demissão de uma assistente, Faraday conseguiu o emprego. Então, aos 22 anos Faraday tornou-se assistente de Humphry Davy em seu laboratório na Royal Institution de Londres (DIAS e MARTINS, 2004).

Em outubro de 1813, Faraday acompanhou Davy em uma viagem pela França, Itália e Suíça, onde teve acesso a cientistas de diferentes áreas e aprendeu a “ver” e “pensar” os problemas científicos. Durante vários anos, auxiliou Davy em seus estudos em química e foi assim que adquiriu enorme traquejo experimental.

Até 1820 Faraday não havia se dedicado a pesquisas físicas. Neste ano Ørsted divulgou a descoberta do eletromagnetismo, e o novo fenômeno despertou o interesse de muitos investigadores – incluindo Humphry Davy. Motivado por esses estudos, aos 29 anos Faraday iniciou uma série de trabalhos independentes sobre eletromagnetismo sempre intercalados pelos seus estudos de química. Segundo seu diário, os períodos em que Faraday se ocupou de assuntos relacionados ao eletromagnetismo foram algumas datas aleatórias entre o período de 1820 à 1831 (DIAS e MARTINS, 2004). Dessa forma dividimos esse período em tres fases da pesquisa de Faraday destinados ao eletromagnetismo.

Primeira Fase das Pesquisas: 1820-1821

O primeiro contato de Faraday com o eletromagnetismo se deu como assistente de Davy. Foram autoria deste os primeiros experimentos sobre eletromagnetismo, assistidos por Faraday e por ele descritos em seu diário, em 21 de maio de 1821, como pode ser visto nas suas anotações do dia.

Somente em setembro daquele ano Faraday fez novas anotações sobre eletromagnetismo em seu diário. Foi uma série de experimentos realizados em sete dias, sobre rotações eletromagnéticas. No entanto, sua correspondência trás evidencias de que estes não foram os primeiros experimentos realizados por ele. Em 11 de agosto de 1821, Faraday recebeu uma carta de Richard Phillips, onde o autor indaga a Faraday sobre suas pesquisas em eletromagnetismo e sobre um artigo que teria sido encomendado por ele a Faraday. (DIAS, 2004).

Em alguns momentos nota-se que Faraday também estava pensando em atrações e repulsões, como Davy, e não em um efeito magnético circular em torno do fio, mesmo sendo esta a interpretação oferecida por Ørsted, o autor da experiência.

Na segunda parte do seu artigo, publicada no volume 18 dos *Annals of Philosophy*, Faraday descreve a contribuição dos pesquisadores posteriores a Ørsted, centralizando-se apenas nos fenômenos descobertos e evitando falar sobre as interpretações dos fatos. Ele analisa principalmente o trabalho de pesquisadores franceses, mencionando Arago, que foi o primeiro físico francês a tomar conhecimento da descoberta de Ørsted e a comunicá-la à academia de ciências de Paris, permitindo dessa forma que Ampère ficasse a par desse trabalho.

Nesses dois primeiros artigos sobre eletromagnetismo, Faraday não apresentou nenhuma contribuição original. Mas, estimulado pela leitura dos artigos que precisou consultar e intrigado talvez por alguns resultados estranhos encontrados na repetição dos experimentos (FARADAY, 1823), começou a fazer novas investigações na Royal Institution que o conduziram a novas descobertas.

Assim, fica evidente que Faraday realizou experiências eletromagnéticas antes de ter começado a registrá-las em seu diário, no qual, no período de julho de 1820 à setembro de 1821 constam somente relatos de suas experiências em química.

Segunda Fase das Pesquisas: 1821-1823

As primeiras experiências foram guiadas pela ideia de que um fio conduzindo corrente deveria atrair ou repelir os pólos magnéticos de uma agulha magnética. Faraday colocou o fio condutor em uma posição vertical. Aproximando uma agulha para verificar as posições de atração e repulsão, Faraday encontrou que para cada pólo existiam duas posições atrativas e duas repulsivas, permitindo que a agulha tomasse sua posição original em relação ao fio.

A bateria utilizada foi o chamado calorimotor de Hare, que consistia em um conjunto de placas de zinco e cobre. O fio, em posição vertical, conduzia a corrente elétrica gerada pelo aparelho.

Os resultados obtidos não eram os mesmos encontrados por Ørsted, para quem não existia uma posição atrativa e repulsiva para cada pólo. Na descrição dos resultados apresentados no artigo Faraday escreve:

Aproximando o fio, perpendicularmente, na direção de um pólo de uma agulha, este se desviará para um lado, segundo atração ou repulsão dada na extremidade do pólo; mas, se o fio é continuamente aproximado do centro do movimento (o meio da agulha magnética), por um lado ou pelo outro da agulha, a tendência da agulha de mover-se na direção anterior diminui até anular-se, de forma que a agulha torna-se indiferente ao fio. Finalmente, o movimento se inverte e a agulha é fortemente forçada a passar pelo caminho oposto (FARADAY, 1821, p.74).

A partir de experimentos como este Faraday se convenceu, primeiramente, de que os pólos da agulha magnética não estavam exatamente nas suas pontas, mas a uma certa distância das extremidades, no eixo da agulha. Porém, o resultado mais importante dos experimentos foi que, repetindo-os e observando os movimentos, Faraday se convenceu de que ao invés de sofrer atração e repulsão, o pólo magnético da agulha tendia a girar em torno do fio condutor.

Terceira Fase das Pesquisas: 1825-1832

Depois de uma pausa, Faraday voltou a publicar sobre o assunto em 1825, no *Quarterly Journal of Science*, um trabalho bem curto, em que apresentou resultados negativos de sua primeira tentativa de influenciar a intensidade de correntes elétricas através de um ímã (FARADAY, 1825). A experiência foi motivada por um raciocínio simples: assim como uma corrente elétrica produzia um efeito sobre um ímã, Faraday supôs que deveria existir uma “reação”, e que o ímã deveria também exercer um efeito sobre a corrente elétrica. Ele esperava que um ímã próximo a um fio deveria diminuir a corrente elétrica que passasse por esse fio (DIAS, 2004).

Neste período, Faraday estava ativamente buscando a descoberta de um novo fenômeno: a produção de correntes elétricas pelo magnetismo ou por outras correntes elétricas mas não conseguiu resultados positivos. Durante os anos seguintes, ele vai afastar-se totalmente das pesquisas eletromagnéticas, como mostra a ausência completa desse assunto em seu diário de laboratório e em suas publicações. Porém, um registro no diário, realizado em 22 de abril de 1828, mostra que Faraday não tinha abandonado sua busca (DIAS, 2004).

Foi um experimento isolado em meio as suas experiências em química e o resultado negativo parece não tê-lo motivado a prosseguir naquele momento. Uma nova fase de pesquisas sobre eletromagnetismo se iniciou somente em 1831, quando Faraday encontrou o que parece ter buscado desde o final de 1825: a indução eletromagnética (DIAS e MARTINS, 2004).

O diário de Faraday não dá nenhuma indicação do motivo pelo qual ele iniciou os novos experimentos, depois de tantas tentativas fracassadas. Sem nenhuma explicação prévia, nas anotações relativas ao dia 29 de agosto de 1831, Faraday começa por descrever um anel de ferro doce que construiu para o experimento e foi preservado até hoje.

Faraday acreditava que a passagem de corrente elétrica em um dos enrolamentos poderia induzir uma corrente elétrica no outro enrolamento. Os dois enrolamentos de um lado foram unidos para formar um único, e sua extremidade foi conectada a um fio de cobre passando sobre uma agulha magnética a uma distância de 3 pés do anel. Deste modo, a agulha ao mover-se indicaria a passagem de uma corrente pelo outro lado do anel.

Uma das espiras do lado A foi conectada a uma bateria de 10 pares de placas, de 4 polegadas quadradas e, com a passagem da corrente pelo lado A, vinda da bateria, uma corrente foi detectada no lado B do anel.

Faraday havia encontrado um efeito e, para confirmá-lo, juntou as extremidades do lado A em um enrolamento único e conectou com a bateria. Um efeito ainda mais forte foi observado na agulha. A corrente somente surgia em B imediatamente após conectar o lado A com a bateria ou imediatamente ao desconectá-lo. Quando a corrente estava fluindo continuamente no lado A nada acontecia no lado B.

Assim como este, ele fez outros experimentos em que usou variação magnética em vez de corrente elétrica. Foram muitas observações até que chegasse a construção de seu experimento mais conhecido, a indução de corrente pela movimentação de uma barra magnética dentro de uma bobina. O princípio descoberto era que o movimento de um ímã gera uma corrente elétrica no condutor (DIAS e MARTINS, 2004).

No entanto podemos dizer que a variação temporal do fluxo magnético gera um campo elétrico, a manifestação deste campo elétrico depende de um material indutor, neste caso seria notado a presença de um efeito: corrente elétrica.

3. METODOLOGIA

Nosso estudo trata-se de uma pesquisa qualitativa, apresentando um caráter bibliográfico na qual fizemos análises tanto exploratórias quanto descritivas em que descrevemos os métodos abordados nos livros didáticos. Em seguida fizemos uma análise explicativa em que levantamos pontos positivos e negativos apresentando como os livros em questão estão relacionados ou não com a nossa fundamentação teórica.

Neste trabalho exploramos em forma de análise o tratamento dado ao experimento de Faraday em livros didáticos de física do ensino médio. Para isto selecionamos três livros dos dez escolhidos na última seleção do PNLN realizada em 2012. Esta análise teve como finalidade subsidiar um material de apoio, para o desenvolvimento de uma possível proposta de ensino. Com o intuito de orientarmos nossa análise dos livros didáticos, estabelecemos alguns critérios diante de uma proposta de ensino, visando primordialmente:

I - adequação desses livros didáticos ao perfil do leitor, assim como a adequação das abordagens utilizadas pelo autor.

II – a interação entre o conteúdo e o mundo vivencial do aluno, partindo de pressupostos teóricos já existentes na estrutura cognitiva do aluno.

III – a ênfase dada ao contexto histórico, no decorrer da abordagem do conteúdo.

Levando em consideração esses critérios de uma proposta de ensino, estabelecemos os itens de observação, apresentados no Quadros 1.

Quadro 1: Itens utilizados para análises dos livros didáticos com relação ao experimento de Faraday.

Item		Descrição
<i>a.</i>	Clareza e coerência	Verificou-se, através deste quesito, se o material apresenta o tema de forma clara, e qual a estrutura utilizada na apresentação dos conceitos físicos.
<i>b.</i>	Aplicações	Analizamos se o material discute aspectos da Indução eletromagnética relacionados ao cotidiano do aluno e/ou com aplicações tecnológicas da mesma.
<i>c.</i>	Elaboração de Atividades	Analizamos se o material apresenta questões relacionadas com o conteúdo, e que estimulem e desafiem a criticidade e a curiosidade.
<i>d.</i>	Aspectos epistemológicos da construção da ciência	Examinou-se a existência de contextualizações sobre o desenvolvimento interno da ciência, bem como sobre a relação entre esse desenvolvimento e aspectos sociais.

Ao apresentarmos nossa análise para cada livro didático, a seguir, fizemos inicialmente um relato sobre como estão sendo estruturados os conteúdos no texto, e em seguida sistematizaremos a presença ou não dos itens estabelecidos para observação. Os livros didáticos analisados foram os que têm como títulos: “Conexões com a Física”; “Compreendendo a Física”; e, “Física”. Por questões éticas citaremos os livros didáticos durante nossas análises apenas por Livro A, Livro B e Livro C.

4. ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS

Neste trabalho foram analisados três (03) livros didáticos de Física que são utilizados por professores e estudantes da etapa final da educação básica brasileira. Os livros didáticos analisados fazem parte das coleções sugeridas pelo Governo Federal através do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Dessas coleções, foi analisado apenas o 3º volume por ser este que retrata o tema considerado.

No Quadro 2, apresentamos uma análise quantitativa simples de alguns elementos dos livros didáticos analisados, tais como: número de páginas destinados ao conteúdo indução de Faraday, número de exercícios, número de páginas de leituras complementares, número de páginas destinadas aos aspectos históricos.

Quadro 2: Itens analisados na avaliação quantitativa simples dos livros didáticos.

ITENS QUANTITATIVOS ANALISADOS	LIVRO A	LIVRO B	LIVRO C
Nº de Páginas do Conteúdo Foco	32	34	33
Nº de páginas Total do Livro	416	368	416
Percentual do Conteúdo Foco	7,7 %	9,2 %	7,9 %
Nº de Exercícios	12	31	40
Nº de Exercícios Resolvidos	5	7	10
Leituras Complementares (Nº de Páginas)	4	6	4
Aspectos Históricos (Nº de Páginas)	10	3	0

LIVRO A

No livro didático em que denominamos Livro A, o conteúdo destinado a indução eletromagnética traz uma leitura simples, de fácil entendimento ao aluno, ressalta alguns experimentos interessantes que condizem com determinados experimentos descritos nos diários do próprio Michael Faraday, em que iremos descrevê-los mais adiante. Além disso, o livro traz 7,7 % do seu total destinado ao fenômeno da indução eletromagnética, onde aborda vários experimentos extras, e exercícios propostos e resolvidos relacionados ao experimento (QUADRO 2). No Livro A boa parte do conteúdo é reservada ao aspecto histórico, que apresenta alguns dos reais aparatos e manuscritos usados por Faraday, tornando o conteúdo ainda mais rico.

Vejam agora os experimentos do Livro A que mais se aproximam dos experimentos reais de Faraday.

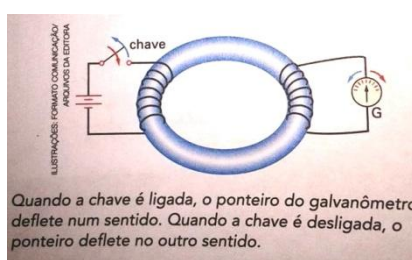


Figura 1: Experimento I do livro didático, denominado Livro A, sobre os aspectos históricos do experimento de Faraday.

O experimento da Figura 1 é bem semelhante ao anel de ferro doce de Faraday, pois Faraday desenvolveu um anel de ferro doce semelhante ao descrito no Livro A, e ele acreditava que a passagem de corrente elétrica em um dos enrolamentos poderia induzir uma corrente elétrica no outro enrolamento.

O Livro A explica: quando a chave é ligada, um campo magnético aparece no anel em que as bobinas estão enroladas. Quando é desligada, o campo desaparece. Só nos momentos em que a chave é ligada ou desligada é que aparece uma corrente elétrica no galvanômetro. Se a chave permanecer ligada ou desligada, a corrente elétrica desaparece.

Por outro lado em seu experimento, Faraday descreve: Imediatamente um efeito sensível apareceu na agulha. Esta oscilou e estabeleceu-se por fim na posição inicial. Quebrando a conexão do lado A com a bateria, novamente houve uma perturbação na agulha (FARADAY apud MARTIN, 1932-1936, p. 367). Podemos notar certo acordo e coerência entre as leituras para essas explicações iniciais que são a base para o entendimento da formulação geral da Lei de Faraday.

Agora vejamos mais um experimento abordado no Livro A, o qual denominamos de experimento II. Em que o Livro A relata o seguinte: “Quando os ímãs encostam na bobina, o ponteiro do galvanômetro deflete num sentido. Quando os ímãs desencostam, o ponteiro deflete no outro sentido.”

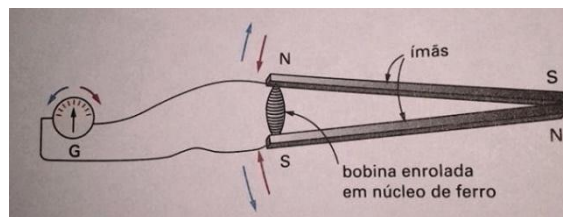


Figura 2: Experimento II do livro didático, denominado Livro A, sobre os aspectos históricos do experimento de Faraday.

Este experimento (Figura 2) que o Livro A traz é de extrema importância, tanto para a compreensão física quanto para a compreensão histórica da indução eletromagnética. Este experimento é datado de 1831 e segundo o artigo de Valéria Silva e Roberto de Andrade Martins este último experimento foi um grande sucesso, pois Faraday obteve (pela primeira vez) corrente elétrica induzida pela ação de um ímã permanente, produzindo através deste dispositivo uma rápida variação magnética no cilindro de ferro. Nenhuma bateria foi utilizada. A “pinça” formada pelos dois ímãs produzia o efeito desejado.

Martins e Silva (2004) comentam que esse tipo de experimento é muito mais fácil de reproduzir do que o experimento descrito nos livros didáticos, de aproximar e afastar rapidamente um ímã de uma bobina.

Acerca disso podemos perceber que o Livro A foi eficiente ao abordar o experimento, pois é bem notável que muitos outros livros não o abordam, quando na verdade este foi um experimento crucial para o desenvolvimento do eletromagnetismo.

Dentre estes experimentos, o Livro A trás vários outros intercalando com algumas aplicabilidades, trazendo algumas leituras relacionadas ao funcionamento do transformador, de geradores eletromagnéticos e correntes alternadas. Ao final da unidade referente ao conteúdo, o Livro A apresenta ainda uma página destinada à construção do experimento de Faraday nos dias de hoje. Trata-se de um experimento com materiais não muito acessíveis a

realidade do aluno, mas que através da leitura pode-se ter certa compreensão de como desenvolver o experimento atualmente. Complementando encontramos alguns tópicos relacionados à feira de ciências, em que o Livro A apresenta algumas aplicabilidades dividida em tópicos como: Telefone, Levitação e Anel saltante, Forno de indução, Luz induzida, Freio magnético e Alavanca magnética.

Por fim, as últimas páginas do conteúdo são importantíssimas e muito interessantes, pois trazem uma parte do contexto histórico da indução eletromagnética, não muito discutida nos livros didáticos em geral. Trata da questão da descoberta, pois supostamente a indução eletromagnética teria sido descoberta por Joseph Henry na Inglaterra, pois ele estava interessado em desenvolver aparatos para suas aulas, não dando muita importância ao caso. Quando Henry fez sua publicação Faraday já havia publicado um trabalho muito mais profundo um ano antes, por isso quase sempre apenas Faraday é lembrado. O Livro A também faz menções a Wilhem Eduard Weber e Heinrich Friedrich Emil Lenz.

LIVRO B

Este livro traz a indução eletromagnética de maneira mais aplicada, com experimentos que facilitam a compreensão e a visualização do aluno, podemos notar certa escassez quanto aos experimentos de indução que condizem com os reais experimentos desenvolvidos por Faraday, aos quais iremos enfatizar mais a frente aqueles que mais se aproximam de tal realidade, mas que ainda se encontram distante.

A unidade do livro destinada a indução eletromagnética nos traz um percentual de 9,2% do total de páginas do livro, com um bom número de atividades, tanto de questões propostas como questões resolvidas, assim como também algumas leituras complementares como assuntos voltados para a aplicabilidade da indução eletromagnética e algumas páginas dos aspectos históricos relacionado à Faraday (QUADRO 2).

A unidade é composta de apenas um capítulo, ao qual começa com uma introdução relatando um pouco de como se desenvolveu historicamente o fenômeno da indução eletromagnética. Trata-se de uma leitura introdutiva bem interessante, pois esta também faz uma relação, embora em poucas linhas, entre a descoberta de Faraday e a possível descoberta no mesmo período por Joseph Henry que também publicou um resultado experimental semelhante ao obtido por Faraday, embora não morassem no mesmo país, e muito menos se conhecessem houve essa coincidência.

Mais a frente o autor começa a entrar no assunto a partir de algumas definições de fluxo do vetor indução magnética (Φ), em que coloca que para entender a indução eletromagnética é necessário definir tal grandeza, e para isso realça a necessidade de calcular essa grandeza em condições especiais, a qual define para um caso particular, uma linha fechada envolvendo uma superfície plana de área A e imersa em um campo magnético uniforme, conforme a Figura 3.

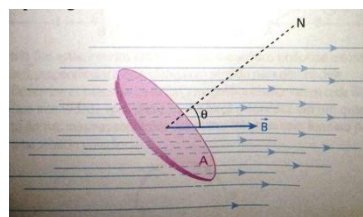


Figura 3: Esquema com relação ao fluxo magnético do livro didático, denominado Livro B, sobre o experimento de Faraday.

Mais adiante temos também uma leitura breve com o título “Uma sugestão de Faraday”, onde afirma que Faraday sugeriu associar o fluxo de indução à quantidade de linhas de indução que atravessa a superfície considerada e em seguida mostra a mesma espira imersa em um campo magnético uniforme, em três posições diferentes de acordo com a Figura 4.

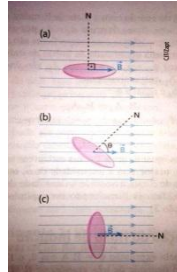


Figura 4: Esquema com relação ao fluxo magnético e o ângulo θ do livro didático do livro didático, denominado de Livro B, sobre o experimento de Faraday.

Com base nesta análise, o Livro B permite concluir que para a Figura 4 (a) onde $\theta = 90^\circ$ o fluxo é nulo. Para a Figura 4 (b) devido ao valor para θ , o fluxo não é nulo, pois existem linhas de campo atravessando a espira, e na Figura 4 (c) onde a espira está posicionada perpendicularmente às linhas de indução formando um ângulo $\theta = 0$, o fluxo é máximo.

Mais adiante o Livro B apresenta um tópico relacionado à indução eletromagnética, descrevendo três experimentos para explicar tal fenômeno. Os experimentos são bem coerentes e apresentam aspectos visuais que podem ser caracterizados como de fácil compreensão para o estudante, apresentando/mostrando a geração de corrente através da variação do fluxo magnético, Porém são experimentos que não se aproximam tanto da realidade do aspecto histórico, não podendo o estudo se nutrir da verdadeira realidade histórica para compreender tal processo, tornando o aprendizado mais adaptado e modernizado. A seguir apresentamos os experimentos, que estão esquematizados através das Figuras 5, 6 e 7.



Figura 5: Experimento I do livro didático, denominado Livro B, sobre os aspectos históricos do experimento de Faraday.

O experimento da Figura 5 nos apresenta um ímã e uma espira condutora, conectada a um galvanômetro. O zero desse galvanômetro está no centro de sua escala. Ao aproximar ou afastar o ímã da espira condutora, o ponteiro do galvanômetro defletirá para um lado ou para o outro, dependendo do sentido da corrente que passa por ele. No decorrer da leitura o autor esclarece cada situação de acordo com a movimentação do ímã e o que acontece com o ímã em repouso. Discute detalhadamente quando o ímã se aproxima da espira, quando o ímã se afasta da espira e quando o ímã se move ao ser levado novamente ao repouso.

Trata-se de um experimento bastante interessante, porém ainda apresenta distorções quanto ao real experimento de Faraday. Pois este experimento foi realizado por Faraday com um anel de ferro doce, envolto por várias espiras e não apenas uma espira, logo, a bobina era subdividida em duas partes, em que ao fazer percorrer uma corrente por um lado da subdivisão do anel ao qual chamou de lado A, rapidamente notou o aparecimento de uma corrente no lado B. Este era um experimento que ajudava a concretizar o fenômeno da indução eletromagnética.

No experimento da Figura 6, o Livro B, aborda a variação do fluxo magnético a partir da variação da área. Devemos observar que a área A , através da qual ocorre o fluxo, varia quando fazemos a espira penetrar mais ou penetrar menos no campo. Quando A aumenta surge corrente em determinado sentido. Quando A diminui, surge corrente em sentido contrário. Quando a espira está em repouso ou totalmente mergulhada no campo, não surge corrente, porque não há variação de fluxo através dela.

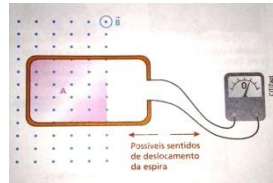


Figura 6: Experimento II do livro didático, denominado Livro B, sobre os aspectos históricos do experimento de Faraday.

No experimento da Figura 7 o autor do Livro B, nos mostra a variação do fluxo agora causada pela variação do ângulo θ . Fazendo a espira girar, variamos o ângulo θ entre o campo e a reta normal a ela. Como consequência, varia o fluxo através da espira e surge uma corrente induzida. Por outro lado, se a espira permanecer em repouso, não haverá variação de fluxo nem corrente induzida.

Além desses experimentos, o Livro B traz algumas leituras e algumas ilustrações bem coerentes quanto a Lei de Lenz (o sentido da corrente induzida) e da força contra eletromotriz de um motor.

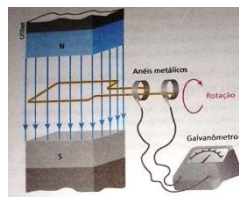


Figura 7: Experimento III do livro didático, denominado Livro B, sobre os aspectos históricos do experimento de Faraday.

Ao final da unidade, encontramos três páginas destinadas ao aspecto histórico da indução eletromagnética de Faraday. Também são apresentadas algumas aplicabilidades atuais relacionadas à indução eletromagnética e a exposição de uma ilustração de um esquema atual, mas configurado de tal maneira que o torna bastante semelhante ao experimento de Faraday real (Figura 8).



Figura 8: Esquema do experimento de Faraday apresentado pelo livro didático, denominado Livro B.

O autor do Livro B, referente a uma leitura complementar comenta que com esse aparato, é possível verificar o fenômeno da indução eletromagnética. Ligando-se a chave, ocorre a variação, durante um breve intervalo de tempo, do fluxo magnético no enrolamento da direita (indutor). Isso faz surgir no enrolamento da esquerda (induzido), durante o mesmo intervalo de tempo, uma corrente elétrica que ao percorrer os fios colocados sobre a agulha magnética, provoca sua deflexão.

LIVRO C

O livro didático, Livro C traz o assunto referente à indução eletromagnética de forma simples e com leituras pequenas, mas abordando com clareza e com linguagem de fácil entendimento, se adequando tranquilamente ao perfil do estudante. Sendo 7,9 % do total do Livro B dedicado a parte de indução eletromagnética, trazendo um vasto número de questões resolvidas e questões propostas, e ao final da unidade algumas leituras complementares referente à energia elétrica nas residências e a indução gravitacional.

Trata-se de uma unidade bastante objetiva, trazendo de forma prática as definições que rapidamente levam a construção de lei de Faraday.

As primeiras páginas esclarecem inicialmente que tipo de comportamento é apresentado ao se inserir uma barra condutora em um campo magnético uniforme, mostrando que ela fica polarizada por causa da força magnética provocando o aparecimento de uma força eletromotriz induzida, a qual se torna possível detectar também o aparecimento de uma corrente elétrica induzida.

Em seguida, o Livro B apresenta algumas discussões sobre as leis de Faraday e de Lenz, inicialmente abordando a questão do fluxo magnético e mais uma vez a ideia do ângulo com relação ao fluxo magnético (Figura 9).

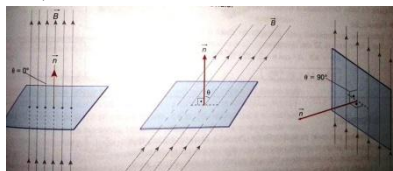


Figura 9: Esquema com relação ao fluxo magnético do livro didático, denominado Livro C, sobre o experimento de Faraday.

Quanto à lei de Faraday o Livro C, apresenta duas ilustrações simples de fácil entendimento seguida de uma leitura com uma linguagem de fácil entendimento (Figuras 10 e 11). Faraday percebeu, por meio da realização de uma série de experiências, que sempre que o fluxo do campo magnético variava, uma diferença de potencial surgia nos pontos do circuito e, conseqüentemente uma corrente induzida. Vamos analisar situações (ilustrações) que evidenciam esse fato de acordo com o Livro C.

A aproximação do ímã faz o fluxo magnético variar na bobina, provocando o aparecimento de corrente detectada pelo amperímetro. Considera-se um ímã que se desloca em direção a uma bobina. Podemos observar que, enquanto o ímã se aproxima, o número de linhas de campo que atravessam a bobina aumenta, fazendo com que apareça uma corrente induzida, detectada pelo amperímetro instalado no circuito. No momento em que o ímã para, a corrente no circuito é interrompida.

Podemos perceber que tal experimento não condiz com o experimento real de Faraday, primeiro pela ausência do anel totalmente envolto por espiras, e segundo por que o que Faraday detectou em seu principal experimento foi o aparecimento de uma corrente elétrica induzida por outra corrente elétrica que era gerada em uma parte independente das espiras do anel que estava subdividido em duas partes. Porém, ainda assim é possível perceber e compreender o fenômeno da indução eletromagnética.

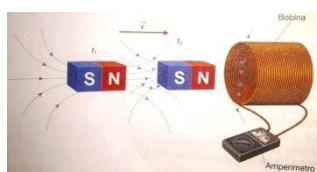


Figura 10: Experimento I do livro didático, denominado Livro C, sobre os aspectos históricos do experimento de Faraday.

No segundo experimento (Figura 11), podemos dizer que em parte este traz alguns traços do que Faraday tentou fazer, pois temos duas bobinas, em umas das quais é gerada uma corrente elétrica, e enquanto esta corrente não se estabiliza, é possível notar o aparecimento de uma corrente na outra bobina. No Livro C, tem-se a seguinte descrição com relação ao experimento: *“O mesmo efeito pode ser obtido ao trocarmos o imã em movimento por uma bobina ligada a uma bateria. Ao fecharmos a chave do circuito em C, uma corrente percorre a bobina, gerando um campo magnético variável que atravessa a segunda bobina, provocando nessa o aparecimento de uma corrente induzida. Quando a segunda espira não varia mais, interrompe a corrente do segundo circuito. Se desligarmos a chave em C, novamente o fluxo magnético através da segunda bobina variará, produzindo novamente ali uma corrente induzida”*.

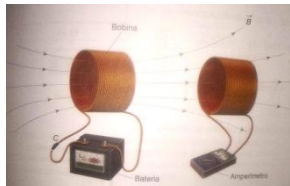


Figura 11: Experimento II do livro didático, denominado Livro C, sobre os aspectos históricos do experimento de Faraday.

Faraday observou também que quanto mais rápida é a variação do fluxo de campo magnético, maior é a fem (força eletromotriz) gerada. Essas observações permitiram a Faraday concluir que a fem (ε) induzida em uma espira é igual à taxa de variação do fluxo magnético ($\Delta\Phi$) em relação ao tempo gasto (Δt) para realizar essa variação. Matematicamente, a declaração acima pode ser traduzida na seguinte expressão:

$$\varepsilon = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

O sinal negativo está relacionado ao sentido da corrente induzida.

Posteriormente, no Livro C, temos algumas leituras de aplicabilidade referentes aos elementos básicos do dínamo e do motor elétrico, encerrando o capítulo com duas leituras complementares sobre a energia elétrica nas residências e o fenômeno da indução gravitacional.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A descoberta da lei da Indução eletromagnética foi dada Faraday, pois quando Henry apresentou os escritos foi depois de um ano de Faraday. Além disso, Faraday apresentou um trabalho muito mais profundo. Por isso, denominamos hoje a lei da indução eletromagnética como Lei da Indução de Faraday. Quanto as análises dos livros didáticos com relação ao experimento de Faraday apresentamos os parágrafos a seguir.

No Livro A apresenta alguns dos reais aparatos e manuscritos usados por Faraday, tornando o conteúdo rico. Este foi eficiente ao abordar um experimento que foi crucial para o desenvolvimento do eletromagnetismo.

O Livro B apresenta a indução eletromagnética de maneira mais aplicada, com experimentos que facilitam a compreensão e a visualização do aluno. Existe a escassez de experimentos de indução quando comparados aos reais experimentos desenvolvidos por Faraday.

Já o Livro C apresenta a indução eletromagnética de forma simples e com leituras pequenas, mas abordando com clareza e com linguagem de fácil entendimento, se adequando ao perfil do estudante. Trabalha o conteúdo de maneira bastante objetiva, trazendo de forma

prática as definições que rapidamente levam a construção de lei de Faraday. No entanto, os experimentos apresentados não condizem com o experimento real de Faraday. Porém, ainda assim é possível perceber e compreender o fenômeno da indução eletromagnética.

REFERÊNCIAS

CARNEIRO, Maria Helena da Silva; SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Livro didático inovador e professores: uma tensão a ser vencida. Ensaio: Pesquisa em educação em ciências. v. 7, n. 2, 2005.

DIAS, Valéria Silva. Michael Faraday: Subsídios para metodologia de trabalho experimental. Dissertação de Mestrado. Instituto de Física da Universidade de São Paulo, USP, 2004.

DIAS, Valéria Silva; MARTINS, Roberto de Andrade. Michael Faraday: o caminho da livraria a descoberta da indução eletromagnética. Ciência & educação, v. 10, n. 3, p. 517-530, 2004.

LE MOS, Maria Patrícia Freitas de. O estudo do tratamento da informação nos livros didáticos das séries iniciais do ensino fundamental. Ciênc. educ. (Bauru) [online], v. 12, n. 2, p. 171-184, 2006.

MARTINS, Roberto de Andrade. A maçã de Newton: história, lendas e tolices. [Newton's apple: history, myth, foolishness]. Pp. 167-189, in: SILVA, Cibelle Celestino (ed.). Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

PAGLIARINI, C. R. Uma análise da história e filosofia da ciência presente em livros didáticos de física para o ensino médio. Dissertação. Mestrado em ciências. Instituto de física de São Carlos, Universidade de São Carlos, São Carlos, 2007.

RIBEIRO, Ruth Marina Lemos; MARTINS, Isabel. O potencial das narrativas como recurso para o ensino de ciências: uma análise em livros didáticos de Física. Ciênc. educ. (Bauru) [online], v.13, n. 3, pp. 293-309, 2007.

SOUZA, A. M.; GERMANO, A. S. M. Análise de livros didáticos de física quanto a suas abordagens para o conteúdo de física nuclear. XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2009 – Vitória, ES. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/XVIII/26> a 30 de Janeiro de 2009.

ABSTRACT

Recognized the importance of the textbook within the context of schools and the necessity of materials that contribute to a more complete training of students, we have that the historical approach tabled in physics textbooks they can bring distorted information to discuss a historical sequence of a given phenomenon. Thus, this work it is an introductory study in order to analyze how it is being dealt with both epistemological and methodological factors related to Faraday's experiment in teaching high school books. Its classification how much the means of investigation was to bibliographical research and about the purposes was to exploratory research. We call the introductory because we focused our study in three textbooks, judged as the most sought after in our locality.

KEYWORDS: Textbooks. History of science. Electromagnetic induction.