

UMA ANÁLISE CRÍTICA NOS LIVROS DIDÁTICOS INDICADOS PELO PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO A RESPEITO DA INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

Gilberto Orengo, Ana Marli Bulegon
Centro Universitário Franciscano

Diana Kaefer Schons
Instituto Estadual Visconde de Cairu e Centro Universitário Franciscano

Luianne Rodrigues dos Santos
Colégio Acesso e Centro Universitário Franciscano

Rafael Schmatz Tolffo
Colégio La Salle Medianeira e Centro Universitário Franciscano

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi verificar como as coleções de livros didáticos, indicados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), no Brasil, tratam o assunto sobre Indução Eletromagnética, em especial, a conexão entre campo elétrico e corrente elétrica induzida. O resultado indicou que somente dois livros didáticos abordam de forma recomendada e correta a relação entre a variação de fluxo magnético e a geração de um campo elétrico induzido, sem necessariamente conectá-lo ao aparecimento de uma corrente induzida.

PALAVRAS CHAVE: Corrente elétrica, Lei de Faraday, Campo elétrico

INTRODUÇÃO

A indução eletromagnética é um assunto importante para ser estudado no Ensino Médio, pois esse fenômeno implica na compreensão do funcionamento de geradores e motores elétricos e sistemas de radiofrequência, itens extremamente relevantes para a vida moderna.

Em nossas pesquisas em publicações científicas verificamos que nos últimos anos o tema Indução Eletromagnética tem sido pouco explorado. Com base na análise da Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) e Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), duas revistas expressivas do país em ensino de Física, na atualidade, tivemos apenas 4 artigos publicados sobre o tema nos últimos 10 anos. Na RBEF encontramos dois artigos: um de 2010 e o outro de 2012. Estes dois artigos abordam o tema “Indução Eletromagnética” para o nível de Ensino Superior. No CBEF, também encontramos dois artigos envolvendo o tema, sendo um de 2006 e o segundo de 2012. O primeiro apresenta a construção de um aparato experimental para uma melhor compreensão do tema e o segundo explora uma

sequência didática elaborada através do uso de simulações computacionais, também para uma melhor compreensão deste assunto.

As publicações envolvendo a Lei de Faraday nos indicam a necessidade de utilizar os diversos recursos disponíveis para o ensino de Física. Macêdo (2009) ressalta que os professores de Física constantemente enfrentam vários problemas, ao tentarem explicar para seus alunos fenômenos abstratos e complicados.

Desta forma, esta proposta de trabalho visa verificar como as coleções de livros didáticos, indicados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD)(Pnld, 2017), no Brasil, tratam o assunto sobre Indução Eletromagnética e a sua conexão entre Campo Elétrico e Corrente elétrica. Espera-se, com isso, agregar conceitualmente a forma como o ensino sobre Indução Eletromagnética é apresentado no Ensino Médio.

QUADRO TEÓRICO

Nos livros didáticos (LD), para o Ensino Médio, a corrente elétrica é o movimento dito “ordenado”, num determinado sentido, das cargas elétricas provocado por uma diferença de potencial (ddp). Como exemplo, num fio condutor, com circuito fechado, ela pode se estabelecer por intermédio de uma diferença de potencial fornecida por uma pilha. Uma outra maneira, não muito usual nos LD, de analisar a corrente elétrica num condutor é por meio do campo elétrico. Esta forma, por sua vez, parece ser mais intuitiva do que pelo potencial elétrico. Isto é, a carga elétrica quando submetida a um campo elétrico sofre a ação de uma força elétrica. Desta forma, o movimento da carga ao longo do condutor pode ser estudada em conexão com Mecânica Newtoniana, e assim pode-se estabelecer a expressão da condutividade (Sampaio e Calçada, 2005).

Por outro lado, o campo elétrico pode ser obtido de forma estática, conectado ao conceito de carga elétrica, ou de forma dinâmica, pela variação do fluxo magnético. Desta forma, a corrente elétrica pode se estabelecer por um desses campos elétricos.

Percebe-se que os livros didáticos, indicados para o Ensino Médio, conectam o surgimento do campo elétrico, de forma dinâmica – pela indução eletromagnética, ao surgimento da corrente elétrica (Carron e Guimarães, 2006). Mas, é importante considerar que mesmo não surgindo uma corrente elétrica, o campo elétrico está estabelecido na região da variação do fluxo magnético.

Além disso, alguns professores, ao deparar-se com as abordagens sobre esse tema nos LD optam por desenvolver atividades de ensino baseadas apenas na exposição do professor sobre o tema com uso de quadro e giz. Essa atitude limita a gama de possibilidades existentes para apresentar este fenômeno.

METODOLOGIA

Para atender os objetivos deste trabalho que é verificar como é abordado nos livros didáticos a conexão entre a lei de indução eletromagnética e sua conexão entre Campo Elétrico e Corrente elétrica, analisou-se seis (6) livros do PNLD, destinados ao Ensino Médio, os quais serão discriminados na sequência. Optou-se por investigar as coleções indicadas pelo PNLD porque são distribuídas gratuitamente em todas as escolas públicas Brasileiras e, na sua maioria, são a única fonte de apoio para professores e estudantes (Frison et. al., 2009). Em nossa busca não tínhamos a pretensão de esgotar a análise do tema, mas refletir sobre a abordagem do mesmo naquele nível de ensino. O total de livros sugeridos pelo PNLD é igual a quatorze (14), e o critério de escolha de somente 6 livros, foi daqueles que são mais usados na região central do Rio Grande do Sul, no sul do Brasil (Pnld, 2017).

A análise dos livros baseou-se na abordagem e descrição textual do tema; na presença de imagens, figuras, esquemas, exercícios, links, exemplos. Esta análise é descrita a seguir para cada um dos livros.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em Menezes et.al. (2013), o capítulo 2 aborda temas relacionados a Campos Elétricos e Magnéticos. Após introduzir de uma maneira prática e explicativa a tensão elétrica, o livro parte para o conteúdo de corrente elétrica na página 46. Na página 48 ele introduz carga e correntes elétricas com o objetivo de exemplificar e explicar carga elementar e intensidade de corrente elétrica. Na página 50 é explicada a corrente alternada e são introduzidos os conceitos de força e campo elétricos. Desta forma ele tenta vincular o conceito de corrente elétrica a existência de uma força e campo elétricos. Na página 72, o autor do livro aborda os circuitos oscilantes para então falar de ondas eletromagnéticas. Em ondas eletromagnéticas é dado o tradicional exemplo de movimento entre um ímã e uma espira. O livro ressalta que James Clerk Maxwell (1831-1879) interpretou isso como a criação de um campo elétrico no anel que coloca os elétrons livres em movimento a partir da variação do campo magnético. Mesmo que não exista o anel metálico, esta variação induz um campo elétrico. A partir desta definição é introduzido o conceito de ondas eletromagnéticas, destacando que assim como o campo magnético induz um campo elétrico o inverso também é verdadeiro, ou seja, a variação de um campo elétrico produz um campo magnético, de modo que os dois campos estão ligados um ao outro constituindo um único campo eletromagnético. Em nossa análise este livro possui uma abordagem considerada correta, pois define que é necessário uma condição favorável para existir a corrente induzida mesmo que exista a variação do campo magnético.

Em Torres et. al. (2013) sua abordagem sobre corrente elétrica na página 48, explica o comportamento dos elétrons em metais e a partir daí conceitua corrente elétrica como movimento ordenado dos elétrons quando há condições devido a uma diferença de potencial. Ao falar sobre indução eletromagnética na página 108, define que experimentalmente verifica-se que: “Quando o fluxo magnético varia na superfície de uma espira, surge na espira uma corrente elétrica, denominada corrente induzida”. Ao explicar Lei de Faraday na página 111, utiliza do primeiro conceito para dizer que devido a presença desta corrente induzida, conclui-se que deve haver uma força eletromotriz induzida. O problema desta abordagem é que o fenômeno da indução eletromagnética está na relação estabelecida de que para haver força eletromotriz induzida é necessário corrente elétrica induzida. É preciso esclarecer aos leitores que a variação do campo magnético irá induzir a existência de um campo elétrico que, se houver uma situação favorável, isto é, portadores de carga livres, produzirá uma corrente induzida.

Em Alvarenga et. al. (2012) corrente elétrica é definida a partir de Campo Elétrico.

Quando um campo elétrico é estabelecido em um condutor qualquer, as cargas livres aí presentes entram em movimento sob a ação deste campo. Dizemos que este deslocamento de carga constitui uma corrente elétrica. Nos metais, a corrente elétrica é constituída por elétrons livres em movimento. Nos líquidos as cargas livres que se movimentam são íons positivos e íons negativos enquanto, nos gases, são íons positivos, íons negativos e também elétrons livres (p.104).

Esta abordagem de corrente elétrica deixa claro que a corrente tem relação com o campo elétrico e que para que ela exista, é necessário um meio condutor. Na sequência do conteúdo analisamos o capítulo 8 que tem início na página 272. Ao abordar Lei de Faraday, na página 276, o livro apresenta fluxo magnético e retoma o experimento de Faraday que foi abordado nas páginas anteriores. Apesar de não cometer o erro considerado comum nos livros de dizer que variação do fluxo magnético gera corrente induzida, este livro não cita em nenhum momento que de fato é gerado é um campo elétrico. Sendo assim para estes autores, consideramos a abordagem de corrente elétrica correta e a abordagem sobre lei de Faraday incompleta.

Em Barreto e Xavier (2013), página 173, no capítulo 11, o autor induz os estudantes a pensar que a variação do campo magnético e a corrente elétrica estão conectados e não menciona a geração do campo elétrico.

No capítulo 10 do livro de Gaspar (2010), ao retratar sobre a indução eletromagnética, as Leis de Faraday e Lenz, em momento algum é citado a presença de um campo elétrico na variação de um fluxo magnético. Afirma apenas que a variação desse fluxo gera uma corrente elétrica induzida, que gera também uma força eletromotriz induzida. Denota-se pela explicação equivocada do livro a ideia de que ao haver uma variação do campo magnético, haverá “sempre” indução de corrente elétrica. Somente no cap. 11, a respeito das ondas eletromagnéticas, é apresentada a relação entre variação do campo magnético e o campo elétrico, numa mesma região. Este assunto poderia fazer parte da indução numa preparação para as ondas eletromagnéticas.

Em Bonjorno et. al. (2011), há a explicação de que

a variação do fluxo magnético através da espira é consequência do movimento relativo entre o ímã e a espira, uma vez que surge uma corrente induzida, podemos dizer que um trabalho é realizado durante o deslocamento dos elétrons livres ao longo da espira. Esse trabalho por unidade de carga só ocorre se há uma ddp na espira (p.675).

Este conceito está equivocado, pois não cita relação com o campo elétrico, e ainda vincula a variação do fluxo magnético com uma ddp. Este tipo de procedimento induz o estudante a pensar na força eletromotriz induzida como uma ddp, cujo conceito aqui não se aplica.

CONCLUSÕES

Na análise dos livros da coleção PNLD, observou-se que somente em dois livros é abordado a relação entre indução eletromagnética e campo elétrico dinâmico, sem a necessidade de relacionar com uma corrente estabelecida num circuito imerso neste campo elétrico. Em Gaspar (2010), e Menezes et. al. (2013), o conceito de campo elétrico induzido é mencionado como tendo sua origem na variação de um campo magnético.

É importante ressaltar que a Lei de Faraday deve ser abordada explicitando que ao variar o fluxo magnético geramos um campo elétrico que nos permite ter uma força eletromotriz induzida. Desta forma, não é vinculada a variação do fluxo necessariamente ao aparecimento de uma corrente induzida, mas sim ao surgimento de um campo elétrico que produz uma força eletromotriz induzida que irá gerar uma corrente induzida se existir um meio favorável para tal, isto é, se no meio há portadores de carga livres.

Esse é o enunciado da Lei de Faraday, isto é, por exemplo, se múltiplas espiras forem ligadas juntas formando uma bobina, a voltagem induzida será multiplicada pelo número de espiras formadas (Hewitt, 2015). A indução de voltagem é, de fato, o resultado de um fenômeno mais fundamental: a indução de um campo elétrico.

Essa é a abordagem, que na nossa visão deveria ser inserida no ensino de indução eletromagnética em nível de Ensino Médio no Brasil, sem necessidade de acoplar o surgimento de corrente elétrica a esse conceito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, B. e MÁXIMO, A. (2010). *Curso de Física: Volume 3*. São Paulo: Scipione.
- Barreto, B. e Xavier, C. (2013). *Física aula por aula: Eletromagnetismo, Ondulatória, Física Moderna*. 2. ed. São Paulo: FTD.
- BONJORNO *et. al.* (2011). *Física: volume único*. 1. ed. São Paulo: FTD.
- CARRON, W. e GUIMARÃES, O. (2006). *As faces da Física: volume único*. 3. ed. São Paulo: Moderna.
- FRISON, M. D.; VIANNA, J.; CHAVES, J. M. e BERNARDI, F. (2009). *Livro didático como instrumento de apoio para construção de propostas de ensino de ciências naturais*. VII ENPEC. Florianópolis. Disponível em <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viipec/pdfs/425.pdf>. Acesso em 25 nov. 2016.
- GASPAR, A. (2010). *Compreendendo Ensino Médio*. v. 3. Eletromagnetismo e física moderna. São Paulo: Ática.
- HEWITT, PAUL. (2015). *Física Conceitual*. 12ª ed. Bookman Editora Ltda. p.472-480.
- MACÊDO, J. A.. Simulações computacionais como ferramenta auxiliar ao ensino de conceitos básicos de eletromagnetismo: Elaboração de Um Roteiro de Atividades para Professores do Ensino Médio. (2009). 136 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Belo Horizonte.
- MENEZES, L. C.; CANATO, O.; KANTOR, C. A.; PAOLIELLO, L. A.; BONETTI, M. C. e ALVES, V. M. (2013). *Quanta Física: 2º série*. 2 ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil.
- SAMPAIO, J. L.; CALÇADA, C. S. (2005). *Universo da Física, 3: ondulatória, eletromagnetismo, física moderna*. 2. ed. São Paulo: Atual.
- TORRES, C. M. A.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T.; PENTEADO, P. C. M. (2013) *Física: Ciência e Tecnologia 3*. 3 ed. São Paulo: Moderna.
- PNLD: PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO. (2017). Disponível em <http://www.fnnde.gov.br/programas/livro-didatico/guias-do-pnld/item/5940-guia-pnld-2015>. Acesso em 17 jan. 2017.

