

UMA ANÁLISE DAS IMAGENS SOBRE INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA EM LIVROS DE FÍSICA BRASILEIROS DE ENSINO MÉDIO

M.G.C. Tommasiello, S. de J Santana
Universidade Metodista de Piracicaba/SP/Brasil
mgtomaze@unimep.br, salomao3.0@gmail.com

RESUMO: As imagens dos livros didáticos são importantes recursos de representação semiótica para a comunicação, constituição e conceitualização de ideias científicas. Para o conceito de campo é indiscutível a sua importância para a visualização e inteligibilidade. Este trabalho, que faz parte de um projeto-mãe em andamento (FAPESP, 2015/21973-2), traz um estudo exploratório das imagens utilizadas em livros de Física do ensino médio para representar o conceito de indução eletromagnética de Faraday. Foram analisadas 97 imagens de 15 livros didáticos para o ensino médio, editados ao longo das quatro últimas décadas. A maioria das imagens (53%) é figurativa (se aproxima do real) com signos, com legenda relacional (41%) e mostrando a geração da corrente elétrica induzida a partir de um campo magnético variável próximo a um circuito (40%).

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Física, Livros didáticos, Imagens, Indução eletromagnética, Semiótica.

OBJETIVOS: Avaliar as características das imagens e textos sobre Indução Eletromagnética de Faraday em livros didáticos brasileiros de Física do ensino médio editados nas últimas quatro décadas.

MARCO TEÓRICO

As imagens ocupam grande parte da superfície dos livros didáticos, mas nem sempre é fácil avaliar a sua pertinência e qualidade, especialmente pelo fato de que há uma tendência em se acreditar que a imagem é transparente, que fala por si, que proporciona uma compreensão imediata, dispensando esforços cognitivos, ou que não é um produto constituído sócio-historicamente (Rego, 2011). Vários autores (Cassiano, 2002; Zimmermann e Evangelista, 2006; Rego, 2011; Martins, Gouvêa e Piccinini, 2005, entre outros) já se dedicaram a estudar o papel das imagens em livros didáticos brasileiros.

O desempenho dos alunos as áreas de Física e Matemática está fortemente relacionado às representações simbólicas não significadas pelos discentes. As representações, segundo Duval (2003), podem ser *mentais* (conjunto de imagens e concepções que um indivíduo pode ter sobre um objeto), *internas ou computacionais* (caracterizam-se pela execução automática de uma informação) e *semióticas* (produções constituídas pelo emprego de signos pertencentes a um sistema de representação, como meio de exteriorizar as representações mentais para fins de comunicação).

Segundo Duval (2011), três modelos de análise dos signos fundamentam a semiótica tradicional: o modelo de Pierce, o de Saussure e o de Frege, que surgiram praticamente ao mesmo tempo e de maneira independente. Mais recentemente foi desenvolvida a Semiótica Social, que, ao contrário da semiótica tradicional, considera todo e qualquer signo socialmente motivado e capaz de exercer um papel de mediação social na construção da vida de uma comunidade. A Semiótica Social é considerada por Lemke (1990) como uma nova teoria, uma síntese teórica da semiótica tradicional que proporciona uma nova maneira de olhar para as formas de construção de significados, interessando-se pelas formas como as pessoas usam os signos em uma dada comunidade.

Para Fonseca (2014) a construção de significados envolve a translação entre os modos de comunicação, combinação de palavras, imagens, formas gráficas e matemáticas e, em muitos casos, o uso de múltiplos modos semióticos.

Além dessa multiplicidade, as atividades científicas têm como característica o uso simultâneo dos modos semióticos. Para Lemke (2010) não se pode construir significado com a língua de forma isolada, pois todo letramento é letramento multimidiático.

As imagens dos livros didáticos são importantes recursos de representação semiótica para a comunicação, constituição e conceitualização de ideias científicas. (Martins, Gouvêa & Piccinini, 2005). Para determinados conceitos, como por exemplo, campos elétricos e magnéticos, é indiscutível a sua importância para a visualização e inteligibilidade.

Este trabalho, que faz parte de um projeto-mãe em andamento (FAPESP, 2015/21973-2), traz um estudo exploratório das imagens e textos utilizados em livros de Física do ensino médio para representar o conceito de indução eletromagnética de Faraday. Oersted (1777-1851), em 1820, identificou uma importante relação entre fenômenos elétricos e magnéticos: uma corrente elétrica gera campo magnético. Faraday (1791-1867) depois de conhecer a descoberta de Oersted levantou a seguinte questão: "(...) um campo magnético é capaz de produzir corrente elétrica em um circuito?" (Chesmam et al. 2004, p.30). Após a condução de vários experimentos, no final de 1831, Faraday completou a descoberta do eletromagnetismo por Oersted mostrando a existência de um fenômeno inverso. (Dias, 2004). Observou que o surgimento da corrente induzida dependia da variação temporal do fluxo do campo magnético através da bobina. Há muitas regras descobertas por Faraday que regem a indução, mas no ensino da Lei de Faraday utilizamos "um formalismo matemático que torna mais concisa a expressão dessas relações". (Dias, 2004, p.51). No ensino médio seria importante mostrar que correntes variáveis em um circuito geram uma corrente em um circuito próximo e que, de forma similar, o movimento de um ímã (B) em um circuito gera neste uma corrente. Se o campo (B) for mantido fixo, mas variando-se a área (A) do circuito em contato com o campo magnético, ou ainda variando-se a orientação (ângulo θ entre o vetor campo magnético e a normal à área da espira) do circuito em relação ao campo, também é gerada uma corrente no circuito.

Dada a importância da indução eletromagnética, as figuras representativas desse conceito estão muito presentes nos livros didáticos de Física, a partir de variadas imagens, algumas representando a realidade ou imitando-a (como é o caso da fig 1.a), outras mais esquemáticas (fig. 1.c) e outras de natureza híbrida (fig 1.b), figuras estas, de livros noruegueses analisados por Bungum (2008). Analisar as imagens representativas da lei de Faraday em livros de física brasileiros de ensino médio é o nosso interesse.

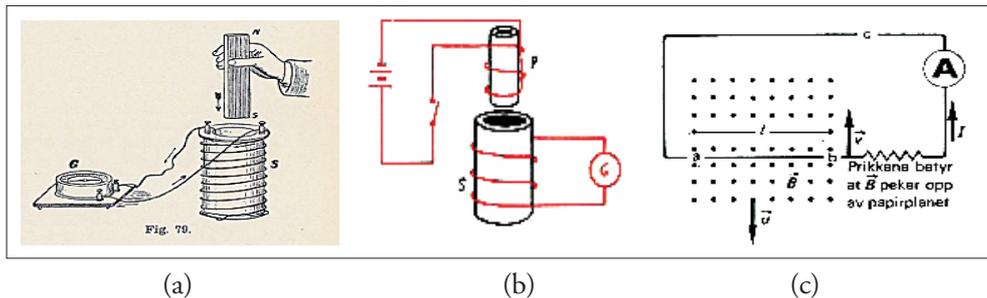


Fig. 1. a) Experiência de Faraday com imagem figurativa, imitando a realidade, com a mão indicando o movimento do ímã; b) Experiência de Faraday com imagem híbrida (figurativa e esquemática, sendo o ímã da figura (a) substituído por um eletroímã; c) Experiência de Faraday com imagem esquemática, sendo a variação do campo magnético indicada pelo vetor velocidade v . *Fonte:* Bungum (2008, p.135).

METODOLOGIA

A pesquisa, de natureza exploratória e descritiva, fez uso de 15 livros de Física de ensino médio do acervo do Núcleo de Ciências da universidade, que é um espaço de ensino, pesquisa e extensão dedicado a fazer a interlocução entre professores da rede pública de ensino e a universidade. São livros utilizados por professores da rede pública ao longo desses últimos anos e doados ao Núcleo. Foram selecionados os livros de eletromagnetismo e destacadas as 97 imagens sobre a Lei de Faraday.

No projeto-mãe, para a análise de outros conceitos científicos, têm sido utilizadas as categorias (e subcategorias) de análise propostas por Perales e Jiménez (2002) para avaliar a adequação das imagens em livros de ciências. São elas: função no texto (para que as imagens são utilizadas), iconicidade (grau de complexidade da imagem); funcionalidade (o que se pode fazer com as imagens); relação com o texto (referências mútuas entre texto e imagem); legendas verbais (textos incluídos nas ilustrações) e conteúdo científico (as imagens se apoiam ou não em representações chave para a correta interpretação dos fenômenos). Dada a limitação do escopo deste trabalho, somente serão apresentadas a análise de três categorias: iconicidade, legendas verbais e conteúdo científico. As subcategorias serão apresentadas juntamente com os resultados da análise.

RESULTADOS

A tabela 1 mostra uma síntese dos resultados obtidos. Todos os livros, com exceção de um, trazem a Lei de Faraday. É bastante diverso o tratamento imagético da Lei de Faraday pelos autores. Há livros que trazem uma única imagem, enquanto outros utilizam cerca de 10/20 imagens. Observa-se uma tendência do aumento de imagens conforme a data mais recente da publicação. A maioria das imagens (53%) é figurativa + signos, com legenda relacional (41%) e mostrando a geração da corrente elétrica induzida a partir de um campo magnético variável próximo a um circuito (40%). Apesar de a imagem figurativa+ signos ter maior representação é grande o número de imagens esquemáticas+signos (39%). E em menor número as figurativas (6%). Em geral, as esquemáticas envolvem um aumento da especialização do conteúdo e um maior número de convenções que dificultam sobremaneira o entendimento. Os dados levam-nos a crer que os alunos têm dificuldades em entender as imagens, pois, segundo Zimmermann e Evangelista (2006, p.1) os discentes tendem a fazer uma “descrição dos elementos reais da imagem, não se atendo a esquemas, setas, símbolos, etc”.

Tabela 1.
Síntese dos resultados obtidos.

LIVROS	Data pub.	Nº imagens	Iconicidade				Legendas			Conteúdo científico		
			Des. Fig.	Des. fig+sig	Des. Esq.	Des. esq+sig	s/l	nom.	Rel	Var. B	Var. A	Var. θ
Ferreira, L.C. Estudo Dirigido de Física	1976	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ramalho Jr., F. et al. Os Fundamentos da Física	1979	3	0	1	0	2	0	0	3	1	1	3
Dell'Arciprete, N. Granado, N. V. Física, Segundo Grau.	1980	12	0	4	0	8	12	0	0	7	3	4
Ramalho Jr., F. et al. Os Fundamentos da Física	1984	3	0	1	0	2	0	0	3	1	1	3
Arnaldi, U. Imagens da Física. Vol único	1995	5	2	2	0	1	0	0	5	5	0	0
Máximo, A & Alvarenga, B. Curso de Física	1997	7	0	2	0	5	0	0	7	2	2	3
Torres, C.M. et al. Física: Ciência e Tecnologia. Vol único	2001	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
Silva, D. N. (Paraná). Física.	2002	5	1	2	0	2	3	2	0	2	0	3
Sampaio, J. L. Calçada, C.S. Universo da Física	2005	13	2	8	0	3	0	0	13	7	1	5
Alvarenga, B. Máximo, A. Física. Ensino Médio	2008	7	0	2	0	5	0	0	7	2	2	3
Biscuola, J.G. Bóas, N.V. Doca, R. H. Física	2010	19	0	13	0	6	10	9	0	12	2	5
Yamamoto, K. Fuks, L.F. Física para o Ensino Médio	2010	5	0	4	0	1	1	4	0	3	1	1
Kantor, C.A. et al. Coleção Quanta física.	2010	2	1	1	0	0	0	2	0	2	0	0
Gaspar. A. Compreendendo a Física	2011	9	0	7	2	0	0	7	2	5	2	2
Guimarães, O. Piqueira, J.R. Carron, W. Física.	2014	6	0	4	0	2	0	6	0	3	2	1
Total		97	6	51	2	38	27	30	40	52	17	34

Por isso, as imagens figurativas (fig. 1.a) são importantes, pois fazem a translação tanto para as híbridas (fig. 1.b) como para as esquemáticas (fig. 1.c). Para Perales (2006), as imagens híbridas deveriam incorporar uma separação explícita entre os planos realista e simbólico, como o primeiro passo para o ensino dos códigos por parte dos professores e autores de livros didáticos para evitar a tendência dos estudantes em priorizar a importância dos elementos realistas sobre os simbólicos.

Apesar de as legendas serem em maior número relacionais (41%), que contém textos que descrevem as relações entre os elementos da ilustração, *é grande o número de figuras sem legenda (28%) ou somente nominativas* – que contém letras ou palavras que identificam alguns elementos da ilustração (31%). “A simultaneidade das imagens e as palavras que os acompanham é um fator determinante na utilização do potencial didático de uma ilustração. Há evidências de que, sem essas condições, as ilustrações são observadas superficialmente sem afetar o leitor”. (Perales, 2006. p.25).

Quando ao conteúdo didático, o estudo revelou que a representação chave para a interpretação da lei de Faraday preferida pelos autores é a variação do campo magnético (40%), seja pela movimentação de um ímã (similar à figura 1.a) ou pela mudança de corrente elétrica em uma bobina. As figuras, em geral, trazem imagens híbridas (figurativas + signos) com signos representando o movimento do ímã (uma mão segurando o ímã ou um vetor velocidade representando o movimento). Flechas indicam o campo magnético adentrando nas espiras. A seguir, a representação para a interpretação do fenômeno é mantendo-se o campo fixo (B) e variando-se a orientação (35%) do circuito relativa ao campo. Em último, mantendo-se o campo fixo, varia-se a área (17,5%) de um circuito em contato com o campo magnético. Em algumas imagens os autores representam simultaneamente a variação do campo, do ângulo e da área. Mas essa complexidade pode atrapalhar o entendimento uma vez que imagens mais simples e que exigem menor conhecimento prévio são mais acessíveis.

CONCLUSÕES

Os autores apresentam imagens variadas e por vezes sem muitos critérios. A mais presente nos livros, para representar a Lei de Faraday, é a similar à fig. 1.a, na qual um ímã se movimenta próximo a uma bobina. Grande parte dos autores tem a intenção de mostrar que a variação da área (A) de um circuito em contato com o campo magnético, ou ainda que a variação da orientação do circuito relativa ao campo também geram corrente induzida. Mas como muitas imagens são esquemáticas e sem boas legendas, não cumprem o papel de auxiliar os alunos no entendimento do fenômeno. As figuras deveriam ser melhor trabalhadas pelos autores em função de seus objetivos, com explicações sobre os esquemas e signos utilizados, pois exigem uma alfabetização científica-visual. É fundamental entender que as imagens e suas legendas são essenciais para as atividades cognitivas do pensamento dos leitores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMALDI, U. (1995). *Imagens da Física*. São Paulo: Scipione.
- BISCUOLA, J.G. BÔAS, N.V. & DOCA, R. H. (2010). *Física*. Ensino Médio, Vol. 3. São Paulo: Editora Saraiva.
- BUNGUM, B. (2008). Images of physics: an explorative study of the changing character of visual images in norwegian physics textbooks. *Nordina*, 4(2).
- CASSIANO, W. S.(2002). *Análise de imagens em livros didáticos de Física*. Brasília. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.
- CHESMAN, C., ANDRÉ, C. & MACEDO, A. (2004). *Física Moderna: Experimental e Aplicada*. 2ª ed. São Paulo: Editora Livraria da Física.

- DIAS, V. S.(2004). *Michael Faraday: subsídios para metodologia de trabalho experimental*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Física da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.
- DUVAL, R. (2003). Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática. In: Machado, S. D.A. (Org.). *Aprendizagem em matemática: registros de representação semiótica*. Campinas/SP: Papirus, pp. 11-33.
- (2011). *Ver e ensinar a Matemática de outra forma: entrar no modo matemático de pensar: os registros de representações semióticas*. São Paulo: Proem.
- FERREIRA, L.C.(1976). *Estudo Dirigido de Física*. Vol. 3. São Paulo: Companhia Editora Nacional.
- FONSECA, V. A. C. (2014). *Interações Multimodais em uma sala de aula de Biologia*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo horizonte, MG, Brasil.
- GASPAR, A.(2011). *Compreendendo a Física*. Vol. 3. São Paulo: Editora Ática.
- GUIMARÃES, O. PIQUEIRA, J.R. & CARRON, W.(2014). *Física*. Vol. 3. São Paulo: Editora Ática.
- KANTOR, C.A. PAOLIELLO Jr., L.A. MENEZES, L.C. BONETTI, M.C. CANATO Jr, O. & ALVES, J.O. (2010). *Coleção Quanta física*. Vol. 3. São Paulo: Editora PD.
- LEMKE, Jay L.(1990). *Talking science: language, learning, and values*. Norwood, NJ: Ablex.
- (2010). Letramento metamidiático: transformando significados e mídias. *Trab. Ling. Aplic.*, Campinas, 49(2): pp. 455-479.
- MARTINS, I.; GOUVÊA, G.; PICCININI, C.(2005). Aprendendo com imagens. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 57, n. 4, p. 38-40, Oct./Dec.
- MÁXIMO, A.& ALVARENGA, B. (1997). *Curso de Física*. Vol. 3. São Paulo: Scipione.
- (2008). *Física*. Ensino Médio, Vol. 3. São Paulo: Editora Scipione.
- PERALES PALACIOS, F.J. (2006). Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. 24(1), 13-30.
- PERALES PALACIOS, F.J., & JIMÉNEZ VALLADARES, J. D. (2002) Las ilustraciones en la enseñanzaaprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. 20(3), 369-386.
- RAMALHO Jr., F., SANTOS, J. I. C do., FERRARO, N. G.,& SOARES, P.A. de T. (1979). *Os Fundamentos da Física*. Vol. 3. Eletricidade e Física Moderna. 2 ed.
- DELL'ARCIPRETE, N. & GRANADO, N. V.(1980) *Física*, Segundo Grau . Vol. 3. S. Paulo: Ed Ática.
- RAMALHO Jr., F., SANTOS, J. I. C do., FERRARO, N. G.,& SOARES, P.A. de T. (1984). *Os Fundamentos da Física*. Vol. 3. Eletricidade e Física Moderna. 3 ed.
- REGO, S. C. R. (2011). *Imagens fixas no ensino de Física: suas relações com o texto verbal em materiais didáticos e padrões de leitura de licenciandos*. Tese de Doutorado, Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- SAMPAIO, J. L. & CALÇADA, C.S. (2005). *Universo da Física*. Vol. 3. Atual editora, 2ª edição. C, São Paulo.
- TORRES, C.M. A., FERRARO, N. G., PENTEADO, P. C. M., & SOARES, P. A. de T. (2001). *Física: Ciência e Tecnologia*. São Paulo: Moderna.
- SILVA, D. N. (Paraná). (2002). *Física*. São Paulo: Editora Ática.
- YAMAMOTO, K. & FUKU, L.F.(2010). *Física para o Ensino Médio*, Manual do Professor. Vol. 3. São Paulo: Editora Saraiva.
- ZIMMERMANN, E., EVANGELISTA, P. C. Q. (2006, agosto). Leitura e Interpretação de Imagens de Física no Ensino Fundamental. *Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física*, Londrina, PR, Brasil, 10.