

ASPECTOS DA CULTURA ESCOLAR E DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA PRESENTES NA CONSTITUIÇÃO DO CONCEITO DE CAMPO ELÉTRICO

ASPECTS OF SCHOOL CULTURE AND DIDACTIC TRANSPOSITION DURING THE PROCESS OF SETTING UP THE CONCEPT OF ELECTRIC FIELD

Otto Henrique Martins da Silva¹
Nilson Marcos Dias Garcia²

¹Secretaria de Estado da Educação do Paraná – SEED-PR [ottohmartins@seed.pr.gov.br]

²UTFPR/PPGTE e DAFIS; UFPR/PPGE [nilson@utfpr.edu.br]

RESUMO

São relatados os resultados de uma pesquisa que investigou a constituição do conceito de campo elétrico no âmbito da Ciência Física e da Física Escolar e como ele está posto nas esferas do saber a ensinar e do saber ensinado. Referenciado em Forquin e Chevallard, apresenta aspectos da cultura escolar e da transposição didática presentes na constituição de tal conceito. Desenvolvida no momento didático em que o conceito de campo elétrico estaria sendo apresentado, foram identificados e analisados os livros pelos quais os professores aprenderam e ensinam tal conceito para os alunos do Ensino Médio, assim como verificou-se como os alunos, em seus cadernos, registram o que aprenderam. Como linha condutora das análises realizadas nos manuais didáticos, e nos cadernos de anotações das aulas de Física, buscou-se ressaltar como o conceito de campo elétrico se apresenta nos textos analisados, levando em consideração aspectos da cultura e da transposição didática.

Palavras chave: Campo elétrico, cultura escolar, saber escolar, transposição didática

ABSTRACT

This is a presentation of the results of an investigation of the process of setting up the concept of electric field in Physical Science and School Physics, more specifically, how this concept is presented as knowledge to be taught and to be learned. Based on Forquin and Chevallard, this work shows aspects of school culture and didactic transposition found during the process of building up this concept. The data were collected during the presentation of the concept to high school students. The books from where teachers took the concept were identified and, later, books and the way students register the learned concept in their notebooks were analysed. The aim of this analysis was to see how the concept of electric field is presented in books and notebooks, considering aspects of culture and didactic transposition.

Keywords: Electric field, school culture, scholarly knowledge, didactic transposition

INTRODUÇÃO

Este trabalho, resultado de uma pesquisa¹ realizada no curso de Pós-graduação em Educação, na Universidade Federal do Paraná – UFPR, analisou alguns aspectos da cultura escolar e da transposição didática associados ao conceito de campo elétrico nas esferas do saber a ensinar e do saber ensinado. A pesquisa tomou como pressupostos teóricos a cultura escolar e a transposição didática. Apesar de não ser o objeto de investigação, foi feito um estudo da cultura escolar e da transposição didática e realizada uma análise de alguns aspectos do conceito de campo elétrico nas esferas dos saberes a ensinar e ensinado, tendo como elemento principal a concepção de transmissão cultural segundo a abordagem dada por Forquin à cultura escolar e do conceito de transposição didática desenvolvido por Yves Chevallard. A essa cultura – transmitida ou constituída no âmbito da Escola – denominada cultura escolar, FORQUIN (1993, p.167) definiu como “*um conjunto de conceitos cognitivos e simbólicos selecionados, organizados, ‘normalizados’ e ‘rotinizados’, sob o efeito dos imperativos da didatização, e que constituem habitualmente o objeto de uma transmissão deliberada no contexto das escolas.*” Já a transposição didática, ocorre quando um

“conteúdo do saber que tenha sido designado como saber a ensinar sofre, a partir de então, um conjunto de transformações que vão torná-lo apto para ocupar um lugar entre os objetos de ensino. O ‘trabalho’ que transforma um objeto do saber a ensinar em um objeto de ensino, é denominado de transposição didática” (CHEVALLARD, 1991, p. 45).

Considerando que “*os ensinamentos dispensados nas escolas não transmitem nunca senão uma ínfima parte da experiência humana acumulada ao longo do tempo*” (FORQUIN, 1992, p. 29), percebe-se a existência de uma instância que atua fora dos domínios dos estabelecimentos escolares e que proporciona saberes específicos que resultaram em conteúdos de ensino nos processos de didatização do sistema de ensino. Estes conteúdos de ensino são resultados, como fala Forquin, de um imenso trabalho de reorganização, de reestruturação e de transposição didática.

Entretanto, apesar da intenção de facilitar o entendimento dos conteúdos de ensino, os processos de didatização, para alguns casos, não têm conseguido alcançar esse objetivo. No caso particular do conceito de campo e, especialmente, o de campo elétrico, verifica-se que o mesmo é apresentado nos livros didáticos de forma abstrata e descontextualizada, causando uma perplexidade aos alunos (e porque não aos professores?) quando é abordado.

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

A pesquisa de campo, desenvolvida a partir de uma estratégia metodológica que contemplou disponibilidade de professores e o momento didático em que o conceito de campo elétrico estaria sendo desenvolvido em sala de aula, realizou-se através da análise de aspectos da cultura e, principalmente, da transposição didática do conteúdo de ensino presente em alguns livros didáticos universitários e da Educação Básica, assim como nos cadernos de anotações de alunos da disciplina de Física. Participaram da pesquisa dois professores de Física com suas respectivas turmas da terceira série do Ensino Médio de duas escolas públicas de Curitiba.

Os livros didáticos usados como livros textos na disciplina de Física Básica, pelos dois professores em questão, enquanto alunos de graduação, foram o HALLIDAY-RESNICK (Fundamentos de Física – Eletromagnetismo), o SEARS-ZEMANSKY-YOUNG (Física –

¹ SILVA, O. H. M da. **A construção do conceito de campo elétrico: da Ciência à Física Escolar.** Curitiba, 2006. 177 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Paraná.

Eletricidade e Magnetismo) e o TIPLER (Física – Eletricidade e Magnetismo, Óptica). Em relação aos livros usados pelos professores em suas salas de aula de Educação Básica, a análise se restringiu ao livro didático usado pelos professores como apoio na preparação das aulas de Física, que, para os professores participantes da pesquisa foram: MÁXIMO e ALVARENGA (Curso de Física), PENTEADO (Física Conceitos e Aplicações) e além de material de própria produção².

Para analisar como o aluno registrava as informações dadas pelos professores, tomou-se como referência os seus cadernos, dos quais foram copiados, para cada turma, conteúdos de nove desses cadernos.

A primeira análise dos conteúdos de ensino acerca do conceito de campo elétrico tomou como parâmetro o conceito físico e a linguagem matemática utilizada. Em relação ao significado foi verificado como este conceito é fisicamente nos meios citados e em relação ao aspecto matemático foi verificada a ferramenta matemática utilizada na sua concepção.

Em relação ao conteúdo de ensino campo elétrico como um elemento da cultura foram verificados quais aspectos culturais estão associados a este conteúdo; primeiro, em relação ao conhecimento dos fenômenos físicos associados ao conceito de campo, depois, em relação à forma que este conhecimento toma quando se torna um saber.

Para a análise dos itens: distância entre o objeto do saber e o objeto de ensino, a despersonalização, a descontextualização – considerados como categorias para a análise, foi tomado como referência o texto ‘Abordagem Histórica na Construção do Conceito de Campo Elétrico’ elaborado no âmbito da pesquisa para a caracterização dos itens supracitados nos conteúdos de ensino que foram investigados.

O CONCEITO DE CAMPO ELÉTRICO NO ÂMBITO DA CIÊNCIA FÍSICA E DA FÍSICA ESCOLAR

Foi possível perceber, pelas diversas análises, que nas esferas do saber a ensinar³ e do saber ensinado⁴, a constituição do saber campo elétrico é apresentada de forma distinta. Alguns aspectos presentes na esfera do saber a ensinar estão ausentes na esfera do saber ensinado, como também, outros presentes na esfera do saber sábio⁵, estão ausentes na esfera do saber a ensinar. Estas características dizem respeito a alguns aspectos culturais e a outros, inerentes ao processo da transposição didática. Apresentamos a seguir, para as respectivas esferas, uma análise sintética desses aspectos.

ASPECTOS CULTURAIS ASSOCIADOS AO CONCEITO DE CAMPO ELÉTRICO

Os fenômenos culturais associados ao conceito de campo elétrico constituem parte de um legado de uma sociedade e são transmitidos às gerações futuras, conforme constatamos nestes manuais (vide tabela 5.1). Consideramos também importante o relato ou a citação dos mesmos nos textos de ensino não só pela valorização e conservação deste legado cultural, mas por sua contribuição histórica na construção do conhecimento científico, principalmente, quando usamos estas informações nas propostas de ensino, porque dessa forma podemos, por exemplo, proporcionar um ensino com uma contextualização histórica bem mais ampla. No entanto, achamos que as citações realizadas pelos autores dos livros em questão estão voltadas mais para

² NOTAS DE AULA de elaboração própria.

³ Conhecimento presente nos Manuais Didáticos e elaborado por Especialistas.

⁴ Conhecimento elaborado pelo Docente, no âmbito da Escola, quando na preparação de seus textos ou notas de aula.

⁵ Conhecimento produzido pelos Cientistas no âmbito da academia

o ‘começo’ das descobertas dos fenômenos citados, não dando continuidade à evolução das idéias constituídas acerca dos fenômenos descobertos.

Tabela 5.1: Fenômenos culturais associados ao conceito de campo elétrico

Manuais	Fenômenos associados ao saber campo elétrico
SEARS – Física: Eletricidade e Magnetismo	Descoberta que o âmbar, quando atritado com a lã, atrai pequenos corpos
HALLIDAY – Fundamentos de Física: Eletromagnetismo	Descoberta dos gregos em relação ao âmbar e à magnetita; a descoberta do eletromagnetismo por Orsted por meio da observação da deflexão da agulha de uma bússola.
TIPLER – Física: Eletricidade, Magnetismo e Óptica	Descoberta pelos gregos das propriedades do âmbar, quando atritado; fenômenos de eletrização com objetos, como: bastões de vidro e de plástico, pelicas e seda, onde depois de atritados entre si repelem-se e/ou atraem-se.
BEATRIZ ALVARENGA - Curso de Física	Os fenômenos eletrostáticos associados ao âmbar descobertos pelos gregos. As descobertas de Gilbert em relação a outras substâncias que se comportavam como o âmbar, quando atritados; fenômeno da repulsão elétrica observado por Nicolo Cabeo; fenômenos de eletrização quando se atrita uma régua de plástico com uma seda ou um pente com o cabelo ou uma roupa de náilon quando é atritada com o nosso corpo.
PENTEADO – Física Conceitos e Aplicações	A origem da palavra eletricidade, associada ao âmbar; a descoberta por Gilbert de outras substâncias que apresentam propriedades elétricas.
Notas de Aula – Campo Elétrico	Não há citações desta natureza.

FORMAS DE INTRODUÇÃO DO CONCEITO DE CAMPO ELÉTRICO

Nas quatro formas de introdução do conceito de campo elétrico, conforme mostra a tabela 5.2, observamos os esforços em construir este conceito tomando, em alguns casos, como ponto de partida, uma situação física possível de ser verificada. Para estas construções os autores propõem algumas situações em que aparecem figuras de cargas elétricas e com argumentos físicos a elas relacionados, estabelecem o conceito de campo elétrico. No caso dos livros PENTEADO – Física Conceitos e Aplicações e TIPLER – Física: Eletricidade, Magnetismo e Óptica, acrescenta-se uma argumentação matemática, porém, em relação aos outros autores, apenas uma equação matemática.

Tabela 5.2: Formas de introdução do conceito de campo elétrico

Manuais	Formas de introdução do conceito de campo elétrico
SEARS – Física: eletricidade e magnetismo - Curso de Física BEATRIZ ALVARENGA – CURSO de FÍSICA	Ilustração + definição e/ou constatação+ expressão matemática (usada, também, como definição)
HALLIDAY – Fundamentos de Física: eletromagnetismo	Problematização + analogias com outros campos (principalmente, o campo gravitacional) + expressão matemática (análoga ao do campo gravitacional)
TIPLER – Física: eletricidade, magnetismo e óptica PENTEADO – Física Conceitos e Aplicações	Questionamento + definição e constatação + expressão matemática (construída a partir de uma sentença)
Notas de Aula – Campo Elétrico	Definição + figuras + expressão matemática (usada, também, como definição)

Por outro lado, as aplicações físicas ou situações do cotidiano, chamadas de práticas sociais de referência, associadas ao campo elétrico e relacionadas na tabela 5.3, podem aproximar este conceito da realidade do aluno, tornando o conceito menos abstrato. Algumas dessas situações são citadas pelos livros BEATRIZ ALVARENGA - Curso de Física, HALLIDAY – Fundamentos de Física: Eletromagnetismo e TIPLER – Física: Eletricidade, Magnetismo e Óptica e uma vez no livro PENTEADO – Física Conceitos e Aplicações. Está, porém, ausente no livro SEARS – Física: Eletricidade e Magnetismo e nas NOTAS DE AULA – Campo Elétrico. Estas práticas, conforme apontou MARTINAND⁶ em ASTOLFI e DEVELAY (1995, p. 52 e 53), aproximam o conteúdo com a cultura e o cotidiano do aluno e proporcionam para o ensino uma oportunidade de uma re-contextualização para o conteúdo de ensino.

A exemplo das anteriores, a tabela a seguir sintetiza essas observações.

Tabela 5.3: Práticas sociais de referência

Manuais	Práticas sociais de referência do saber campo elétrico
SEARS – Física: Eletricidade e Magnetismo	Eletrização do automóvel atritado com o ar; eletrização da folha de papel atritada na prensa topográfica; eletrização do pente atritado com o cabelo.
HALLIDAY – Fundamentos de Física: Eletromagnetismo	Uma problematização que envolve o tempo de comunicação da sonda Voyager 2 com a Terra durante a sua viagem em direção a Urano; Aplicações práticas da idéia do campo na invenção e desenvolvimento do rádio, do radar, da televisão, dos motores, geradores e transformadores.
TIPLER – Física:	Determinação da razão entre a carga e a massa do elétron por J.

⁶

Jean-Louis Martinand, *connaître et transformer la matière*, Berna, Peter Lang, 1986.

Manuais	Práticas sociais de referência do saber campo elétrico
Eletricidade, Magnetismo e Óptica	J. Thomson; Exemplos de raios catódicos nos osciloscópios, nos monitores de computadores e nos tubos de imagens de aparelhos TV.
BEATRIZ ALVARENGA - Curso de Física	Fenômenos associados à blindagem eletrostática (válvula de TV, descarga elétrica num carro), à rigidez dielétrica (trovão e raio) e ao poder das pontas (pára-raios) e duas experiências associadas a estes fenômenos.
PENTEADO – Física Conceitos e Aplicações	Uma atividade em que o estudante visualiza um campo elétrico tridimensional.
Notas de Aula – Campo Elétrico	Não existem referências de exemplos desta natureza.

O CONCEITO DE CAMPO ELÉTRICO NOS MANUAIS DE ENSINO INVESTIGADOS

Nos livros de Física em questão, o objeto de ensino aparece nas formas de saberes diferentes, principalmente em relação ao objeto do saber (tabela 5.4). Nestes livros o objeto de ensino campo elétrico está delimitado pela própria construção do conceito e aparece, portanto, da forma como ele foi introduzido. Porém, a natureza evidenciada pela forma como foi construída ou apresentada é diferente daquela presente no saber campo elétrico, quando foi criado. Esta diferença é devida, principalmente, às modificações sofridas pelo saber para torná-lo ensinável.

Tabela 5.4: Conceito de campo elétrico

Manuais	Definição do saber campo elétrico
SEARS – Física: Eletricidade e Magnetismo	O quociente entre a força F que atua sobre uma carga de prova positiva, q' , situada nesse ponto e essa carga, e $\mathbf{E}=\mathbf{F}/q'$
HALLIDAY – Fundamentos de Física: Eletromagnetismo	Define por meio da expressão: $\mathbf{E}=\mathbf{F}/q$
TIPLER – Física: Eletricidade, Magnetismo e Óptica	É o quociente entre a força \mathbf{F} resultante e a carga elétrica q , e $\mathbf{E}=\mathbf{F}/q$.
BEATRIZ ALVARENGA - Curso de Física	Não se define o campo elétrico, porém afirma-se que ele existe, ou seja, o campo elétrico existe em um ponto, quando uma carga sofre a ação de uma força elétrica colocada neste ponto.
PENTEADO – Física Conceitos e Aplicações	É a região do espaço que envolve a carga elétrica, e $\mathbf{E}=\mathbf{F}/q$.
Notas de Aula – Campo Elétrico	É a região do espaço em que partículas eletricamente carregadas sofrem a ação de força ou adquirem energia devido à sua carga elétrica.

O SABER CAMPO ELÉTRICO NOS CADERNOS ANALISADOS

Em relação às anotações nos cadernos dos alunos, no período analisado, não foram encontrados nenhuma referência relacionada aos fenômenos elétricos e magnéticos descobertos pelos gregos, nem fatos relacionados ao eletromagnetismo em períodos posteriores. No entanto, nos registros anteriores ao período analisado, em um dos cadernos, há referências a Thales de Mileto como o descobridor do fenômeno relacionado ao âmbar e que Gilbert foi um estudioso do magnetismo e do fenômeno da atração eletrostática, ressaltando, porém, que foi Nicolo Cabeo quem constatou a repulsão elétrica entre os corpos carregados eletricamente. Cita, também, a descoberta do eletromagnetismo por Oersted e uma informação que atribui a autoria da introdução do conceito de campo elétrico a outro autor que não Faraday.

Em relação ao conteúdo de campo elétrico presente no caderno de uma das turmas, este é apresentado por meio de uma figura e duas equações. Já para a outra turma, este é apresentado por uma definição e uma figura, em seguida, define-se o vetor campo elétrico e ele é representado por meio de uma equação. Os textos usam as linhas de força para a visualização do campo elétrico.

Para o cálculo do campo elétrico, as anotações mostram duas equações matemáticas que são iguais, $E=F/q$ e $E=kQ/d^2$, porém o texto dos cadernos de uma das turmas apresenta uma equação a mais, $E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2.E_1.E_2.\cos\theta}$. Nos textos de uma das turmas exercita-se a aplicação das equações do campo elétrico no cálculo de alguma variável ou incógnita. Não foi percebida nenhuma anotação que fizesse referência à aplicação deste conceito ou a alguma atividade relacionada ao mesmo.

As anotações nos cadernos referentes ao período analisado apresentam o resultado, na forma materializada, da transposição didática do conceito de campo elétrico. O conceito de campo elétrico que elas apresentam carrega uma estrutura mínima formada por uma definição, uma figura e uma equação, sendo que a definição está ausente nos textos de uma das turmas. Apesar de constarmos informações de algumas descobertas de fenômenos relacionados à eletrostática e ao eletromagnetismo, estas se tornam pouco significativas na compreensão do processo de criação do conceito de campo elétrico. Observa-se, portanto, a ausência de outros elementos presentes em outras esferas do saber, referentes à gênese e filiação do conceito de campo elétrico, como também, à própria contextualização e problemática envolvendo a criação deste conceito.

O conceito de campo elétrico apresentado nos textos dos cadernos analisados é muito mais abstrato que na esfera do saber a ensinar, pois elementos e informações importantes sobre a constituição do conceito de campo elétrico ficaram de fora de sua formulação, devendo já ser considerado que estes aspectos aparecem ainda muito pouco na esfera do saber a ensinar.

CONCLUSÃO

O saber campo elétrico, conforme vimos, apresenta-se em formas distintas nas esferas acadêmica e escolar. Na esfera acadêmica, onde foi criado, observamos, na pesquisa desenvolvida, que este saber é um saber histórico que possuía razões fundamentais para ser estabelecido como um conhecimento físico. Este conhecimento teve idealizadores e grandes motivações por parte destes para se estabelecer a razoabilidade dos fenômenos físicos descobertos que não eram explicados pela ciência até então. Segundo a pesquisa, na criação do conceito de campo, cumpria-se um papel, ou seja, explicar como ocorriam as interações elétricas e magnéticas entre os corpos, principalmente, em relação ao fenômeno relacionado ao eletromagnetismo. Para tanto, Faraday propôs um modelo físico que explicou como essas interações ocorrem e Maxwell matematizou este modelo e, por meio de sua teoria

eletromagnética, estabeleceu equações matemáticas que possibilitaram a sua quantificação a partir das fontes elétricas ou magnéticas.

O saber campo elétrico quando designado como objeto de ensino sofreu transformações que resultou em um outro saber. Este saber já não ‘habita’ numa problemática em que sua existência proporcionava uma outra concepção, nem tem o seu nome associado aos seus idealizadores, assim como não tem como objetivo ser uma proposta que solucione um problema físico. Todavia, este saber possui um objetivo muito mais complexo, ou seja, ser inteligível o suficiente para que possa ser compreendido. E este é o desafio na esfera da Física Escolar, isto é, elaborar um saber que proporcione uma clara compreensão do que seja o campo elétrico. Isto, talvez, seja uma razão para a diversidade de proposta de ensino deste conceito.

Tanto nos textos acadêmicos quanto nos de ensino, a natureza do campo elétrico não foi esclarecida e isto talvez seja o grande complicador na compreensão física desse conceito. Em relação à esfera acadêmica, o campo elétrico coincide com o modelo proposto por Faraday, ou seja, o modelo de linhas de força foi a concepção inicial do conceito de campo elétrico; já na esfera escolar houve uma separação entre o modelo de linhas de força e o conceito de campo elétrico, levando-se em consideração que este necessita ser ainda elaborado. Ou seja, constrói-se o conceito de campo elétrico a partir de outra referência, tendo como elemento decisivo na elaboração deste conceito a experiência física que ele proporciona, ou seja, a constatação da sua existência através de uma carga de prova.

Em relação à elaboração do conceito de campo elétrico, não podemos deixar de perceber a possibilidade e a necessidade de se construir uma proposta de ensino deste conceito a partir de um modelo físico que o represente adequadamente e que dê conta dos objetivos pedagógicos inerentes a este saber. No entanto, qual seria o possível modelo de campo elétrico? O de Faraday? Um outro modelo? Entendemos, porém, que o conceito de campo elétrico elaborado a partir de um modelo poderia contornar muitos problemas que apareceram nas propostas de ensino analisadas, principalmente relacionados à natureza abstrata desse conceito.

Em relação à transposição didática do saber campo elétrico, observa-se que este saber chega à sala de aula como um saber ensinado constituído basicamente de uma definição, uma figura e duas expressões matemáticas que o quantifica. Em relação ao contexto e problemática em que foi pensado no século XVII, aos personagens responsáveis pela sua criação, à concepção que este conceito implica, à sua importância como um conceito fundamental na elaboração de outros conceitos da Física, aos avanços tecnológicos que em parte este conceito proporcionou, enfim, o que se observa nos textos analisados é que eles estão muito distantes do saber sábio, exigindo de todos aqueles que estão envolvidos no processo de criação e transmissão de conhecimentos, desenvolvimento de mais pesquisas para propiciar condições epistemológicas e materiais que possam fazer a aproximação ou que pelo menos o saber ensinado contemple mais elementos presentes no saber sábio.

É preciso frisar, no entanto, que tanto o saber a ensinar quanto o saber ensinado podem apresentar outros elementos ou informações nos seus textos de ensino, que extrapolam os que foram verificados nesta análise, ressaltando, nesse particular, o fundamental papel dos professores, que, ao se prepararem para suas aulas, acrescentam novos ingredientes aos textos, podendo superar, através de sua docência, as eventuais lacunas presentes nos textos e contribuir para que a necessária e densa transposição didática deste saber seja alcançada.

REFERÊNCIAS

ASTOLFI, J.P. e DEVELAY, M. **A Didática das Ciências**. Tradução de Magda S. Fonseca. 5. ed. São Paulo: Papirus, 1995, p.47-53.

- CHEVALLARD, Yves. **La Transposición Didáctica: del saber sabio al saber enseñado**. Trad. Claudia Gilman. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 1991.
- FORQUIN, Jean Claude. Saberes escolares, imperativos didáticos e dinâmicos sociais. In: **Teoria e Educação** n. 5, Porto Alegre, 1992, p 28-49.
- _____. **Escola e cultura**: as bases sociais e epistemológicas do conhecimento escolar; tradução de Guacira Lopes Louro. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993, p 167.
- HALLIDAY, D. e RESNICK, R. **Fundamentos de Física – Eletromagnetismo**. Trad. LUIZ, A. M. et alii; Coord. Trad. LUIZ, A. M. 3 ed., v. 3. Rio de Janeiro: LTC Editora, 1991.
- MÁXIMO, Antonio e ALVARENGA, Beatriz. **Curso de Física** . 4ª edição. v. 3. São Paulo: Scipione, p. 911-984, 1999.
- PENTEADO, PAULO C. M. **Física Conceitos e Aplicações v. 3**, São Paulo: Editora Moderna, p. 2-40, 1998.
- REITZ, J. R. et alii. **Fundamentos da Teoria Eletromagnética**. Tradução de: Renê Balduino Sander, Carlos Duarte. Rio de Janeiro: Editora Campus, p. 39-41, 1991.
- SEARS, F.; ZEMANSKY, M. W.; YOUNG, H. D. **Física – Eletricidade e Magnetismo**. Trad. WEID, J. P. V. der., 2 ed., v. 3. Rio de Janeiro: LTC Editora, 1984.
- SILVA, O. H. M da. **A construção do conceito de campo elétrico: da Ciência à Física Escolar**. Curitiba, 2006. 177 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Paraná.
- TIPLER, P. **A Física – Eletricidade e Magnetismo, Óptica**. Trad. MACEDO, H. e BIASI, R de. 4 ed., v. 2. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2000, p. 2-52.