

# Livro didático de Física e CBC: aproximações ou distanciamentos na abordagem do tópico “Geradores de Energia Elétrica”

Textbook of Physics and CBC: or distance approaches in addressing the topic "Generators Electric"

*Maria Neuza Almeida Queiroz<sup>1</sup>, Yassuko Hosoume<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Instituto Federal do Norte de Minas Gerais/IFNMG/PUC Minas,  
*neuza.queiroz@ifnmg.edu.br*

<sup>2</sup> Universidade São Paulo/PUC Minas  
*yhosoume@if.usp.br*

## Resumo

Este trabalho traz os resultados de um estudo nos Livros Didáticos de Física aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio - PNLEM/2007 e PNLEM/2012, na busca de elementos de conteúdos do tópico “Geradores de Energia Elétrica” do Currículo Básico Comum (CBC) do Estado de Minas Gerais. Da análise verifica-se que os livros não apresentam uma grande parte dos itens do tópico analisado e o que está presente possui abordagem incompatível com o novo currículo, pois, dão significativa ênfase aos modelos matemáticos da Física, em contraposição às sugestões de abordagem mais conceitual e fenomenológica dos conteúdos recomendados no currículo mineiro. Com esses resultados, constata-se que os posicionamentos externados pelos professores em uma pesquisa anterior são ponderáveis ao afirmarem a incompatibilidade dos livros com a nova proposta, considerando que os Conteúdos Básicos Comuns são destinados ao 1º ano do Ensino Médio.

**Palavras-chave:** CBC de Física, Energia Elétrica, Geradores de Energia Elétrica, Livro Didático.

## Abstract

This work presents the results of a study in Physics textbooks approved by National Program for Textbooks for high school - PNLEM/2007 and PNLEM/2012 in search of elements content of the topic "Electric Power Generators" of Common Basic Curriculum (CBC) of the State of Minas Gerais. Of the analysis it appears that the books do not present a great topic of the items discussed and what has this approach is incompatible with the new curriculum because they give significant emphasis on mathematical models of physics, as opposed to suggestions for more conceptual and phenomenological approach recommended in the curriculum of mineiro. With these results, it is evidenced that the outer position by the teachers in previous research are ponderous in stating the incompatibility of books with the new proposal, considering that the Common Basic Curriculum are intended for 1<sup>st</sup> year high school.

**Key words:** CBC Physics, Electric Power, Electric Power Generators, Textbook.

## Introdução

Na busca de atender aos dispositivos trazidos na LDBEN/96 - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, que determina a educação básica como um direito do cidadão e um dever do Estado, os governos dos estados da federação têm implementado diversas políticas públicas no campo da Educação. A nova proposta curricular do Estado de Minas Gerais configura uma dessas políticas. O novo currículo mineiro, obrigatório a partir do ano de 2005, se mostra inovador, apresentando uma distribuição de conteúdos numa sequência diferente dos livros didáticos (LD) e das demais propostas curriculares existentes atualmente nos outros estados. Traz um Conteúdo Básico Comum (CBC) e a ideia de aprendizagem em espiral.

Para o Ensino Médio (EM), na versão atual da proposta, o Conteúdo Básico Comum – CBC é destinado ao 1º ano e para as demais séries têm-se os Conteúdos Complementares como introdução de novos tópicos de conteúdos e/ou como aprofundamento do que foi estudado no 1º ano. Está estruturada em Eixos, Temas, Tópicos de Conteúdos, Habilidades e Detalhamentos de Habilidades. No que se refere a Física, apresenta alguns diferenciais, sendo um deles, a abordagem de conteúdos de Eletricidade e Magnetismo no 1º ano do Ensino Médio.

A estruturação diferenciada do novo currículo tem gerado apreensão e descontentamento nos professores, que não têm sido “amparados” com suporte pedagógico necessário à execução desse novo currículo. A maioria dos professores não teve esse suporte que é aspecto essencial para o desenvolvimento real de um currículo (STENHOUSE, 1975, apud GOODSON, 1995, p. 58; DELIZOICOV *et al*, 2002, p. 13).

As críticas em relação à incompatibilidade dos livros didáticos com o CBC foram evidenciadas em um levantamento com os professores, realizado no início da pesquisa. Isso nos motivou fazer, em um primeiro momento, um estudo nos manuais de Física aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio - PNLEM/2007, na busca de elementos dos tópicos de conteúdos do tema Energia Elétrica do novo currículo. Com a divulgação dos manuais aprovados para o novo PNLEM/2012, complementamos a nossa análise, uma vez que os mesmos passarão a ser o material de apoio didático que será distribuído às escolas a partir do ano de 2012.

A escolha pelo tema se deu por ser um dos que mais desperta inquietação nos professores, considerando que esse assunto é usualmente estudado no 3º ano do EM, e na nova proposta este vem como parte do currículo do 1º ano e numa perspectiva que privilegia o fenomenológico e o cotidiano.

Nosso estudo teve como objetivo identificar nos livros, a presença dos itens mencionados nos detalhamentos das habilidades dos tópicos do tema. Objetivou-se, ainda, observar se a abordagem dos assuntos nas obras está em consonância com as recomendações do CBC de Física em termos de nível cognitivo, uma vez que estas defendem uma forma de desenvolvimento dos conteúdos que subentendem menor grau de abstração por serem objetos de estudo no 1º ano do EM. A pesquisa aqui relatada trata-se dos resultados desse estudo para o tópico “*Geradores de Energia Elétrica*” que está inserido no tema “Energia Elétrica” do CBC.

## Marco teórico

Segundo Choppin (2004), dada a sua reconhecida importância no fazer pedagógico, bem como o seu papel fundamental no processo de ensino-aprendizagem, o livro didático tem nas últimas décadas se constituído em alvo de pesquisas voltadas para a análise científica de conteúdos em diferentes perspectivas: crítica ideológica, cultural, epistemológica e didática.

A utilização do livro como principal recurso no trabalho pedagógico, como afirmam Amaral (2006); Nicioli Junior e Matos (2008); Groch e Bezerra Junior (2009) e Megid Neto

(2011), confere a este um caráter curricularista e quase que cultural demonstrado ao longo de décadas (WUO, 2003) de forma que este pode ser considerado o currículo ativo, por ser o praticado na escola (GOODSON, 1995).

Tal fato, provavelmente, se reflete na realidade da escola mineira no que se refere ao ensino de Física. Supor isso possibilita-nos compreender a dificuldade que muitos professores de Física da rede pública estadual mineira demonstram em mudar as suas práticas pedagógicas com a chegada do novo currículo, uma vez que o CBC da disciplina não segue a sequência dos livros didáticos, nem mesmo dos mais recentes recomendados pelo PNLEM/2007 e PNLEM/2012 que apresentam algumas inovações em relação aos compêndios mais antigos (MEGID NETO, 2011).

É bem significativo o número de trabalhos que analisam conteúdos específicos nos livros didáticos de Física. Dentre muitos, cita-se alguns que estudam a abordagem de assuntos de Eletricidade e Magnetismo em diferentes enfoques. O trabalho de Souza Filho e Grandini (2003) que ao analisar as atividades experimentais presentes nos livros didáticos identificam problemas de falhas conceituais, tais como: risco à integridade física do aluno, mau funcionamento das montagens conforme as instruções do livro e até mesmo algumas que não trazem nenhuma concepção de Ciências. O trabalho de Silva e Pimentel (2008) que ao analisar a história das contribuições de Benjamin Franklin presentes nos livros didáticos e paradidáticos destinados ao Ensino Fundamental e Médio, constata a presença de muitos erros nas narrativas históricas, muitas vezes omitindo fatos importantes ou inventando feitos que nunca ocorreram, exaltando os trabalhos de alguns e menosprezando os de outros. Também em uma abordagem histórica, a pesquisa de Gução *et al.* (2008) analisam o conteúdo de eletrostática em alguns livros didáticos de Ensino Médio, e como no trabalho anterior, os autores verificaram falhas nos livros e afirmam que os mesmos apresentam várias informações distorcidas e alguns erros que segundo eles, “podem comprometer a inserção da História da Ciência no Ensino de Ciências.” (GUÇÃO *et al.*, 2008, p.08).

Sobre a problemática do uso do LD como orientação na organização dos conteúdos do CBC por série, existem trabalhos como de Pereira (2008) em pesquisa com professores de Matemática e Souza e Martins (2009) em pesquisa com professores de Ciências, ambas em escolas mineiras. Os resultados obtidos por Pereira (2008), a partir de entrevistas com os professores, evidenciam que apesar da obrigatoriedade do novo currículo e de sua estruturação diferenciada, muitos ainda permanecem aplicando os conteúdos de forma linear dentro de um padrão pré-estabelecido sem nenhuma inovação. A autora coloca que os professores de matemática “relacionam o CBC a uma lista de conteúdos” adaptando o texto da proposta através da associação de seus conteúdos com os do livro didático (PEREIRA, 2008, p. 147). Com resultados similares, Souza e Martins (2009) destacam a questão da escolha dos livros didáticos do Programa Nacional do Livro Didático – PNLD/2007 feita pelos professores de Ciências no ano de 2008. Segundo a autora, os professores declararam que a escolha foi feita com base nas orientações do CBC, de forma que, para eles “o livro se constitui num instrumento pedagógico orientador na separação dos tópicos de conteúdos obrigatórios e as respectivas séries.” (SOUZA; MARTINS, 2009, p.9).

A nossa pesquisa vem contribuir - de forma complementar - os trabalhos em livros didáticos analisando conteúdos de física, em particular de eletromagnetismo. Numa outra perspectiva que é a de identificar as aproximações ou distanciamentos na abordagem do tópico “Geradores de Energia Elétrica” em relação à nova proposta curricular mineira.

## **Materiais e Método**

### **Fonte de pesquisa - Primeiro momento do estudo**

Nossa fonte de pesquisa no primeiro momento foram as seis obras de Física aprovadas pelo PNLEM no ano 2007 que estão atualmente nas escolas.

Na descrição dos resultados da nossa análise estaremos nos referindo a estas obras pelos códigos L1/07, L2/07, L3/07, L4/07, L5/07 e L6/07 conforme tabela a seguir. Destas obras, três são apresentadas no formato de volume único e três constituem-se obras em três volumes sendo os assuntos de Eletricidade e Magnetismo apresentados no terceiro volume.

Na tabela a seguir (Tabela 1) é apresentado um resumo técnico das obras analisadas no primeiro momento. As obras estão dispostas nessa tabela na sequência de classificação percentual de distribuição, conforme levantamento feito no sitio eletrônico do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE, 2010), significando que o livro L1 está presente em mais escolas seguida do L2 e assim por diante.

**TABELA 1**  
**Identificação das obras analisadas no primeiro momento- PNLEM/2007**

<b>DADOS DAS OBRAS</b>		<b>Nº de Páginas</b>
<b>L1/07</b>	LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da; ÁLVARES, Beatriz Alvarenga, <b>FÍSICA</b> . Vol. 1, 2 e 3; 1ª ed. São Paulo: Editora Scipione, 2006.	Vol. 1- 376; Vol. 2- 400; Vol. 3 - 416
<b>L2/07</b>	SAMPAIO, J. L; CALÇADA, C. S.; <b>FÍSICA</b> . vol.único, 2ª ed.; São Paulo: Editora Atual; 2005.	472
<b>L3/07</b>	PENTEADO, P.C.M; TORRES, C.M.A. <b>FÍSICA CIÊNCIA E TECNOLOGIA</b> . Vol. 1, 2 e 3. São Paulo: Editora Moderna, 2005	Vol. 1- 230; Vol. 2- 231; Vol. 3 - 262
<b>L4/07</b>	SAMPAIO, J. L; CALÇADA, C. S.; <b>UNIVERSO DA FÍSICA</b> . vol. 1,2 e 3; 2ª ed.; São Paulo: Editora Atual; 2005.	Vol. 1- 456; Vol. 2- 520; Vol. 3 - 500
<b>L5/07</b>	GASPAR, A. <b>Física</b> . Vol. Único. São Paulo: Editora Ática, 2006.	552
<b>L6/07</b>	FILHO, G. A; TOSCANO, C. <b>Física</b> . Vol. Único. São Paulo: Editora Scipione, 2008.	472

**Fonte: Livros de Física do PNLEM/2007**

Dados da Tabela 1 mostram que das obras em três volumes, a L4/07 é a mais extensa apresentando aproximadamente o dobro do número de páginas da obra L3/07. A coleção L1/07 está na média entre a mais e a menos volumosa. Observa-se que em todas elas o número de páginas aumenta à medida que se avança nas séries, considerando que habitualmente associam-se cada volume a uma série do EM. As obras de volume único estão com número de páginas em quantidades próximas, sendo que duas apresentam empate.

As descrições de quantidades de páginas apresentadas na tabela 1 se referem ao livro do aluno, ou seja, não inclui os anexos que são trazidos no livro do professor.

### **Fonte de pesquisa - Segundo momento de estudo**

Em complementação ao nosso estudo, após a divulgação dos novos manuais que estão passando pelo processo de escolha nas escolas neste ano de 2011 (10 coleções), colhemos o material de análise a partir da contribuição de algumas escolas da cidade de Pirapora, que concordaram em emprestar as coleções recebidas das editoras. Os dados técnicos das coleções estão descritos na Tabela 2 infracitada. Nesta tabela, usaremos códigos de L1/12 a L10/12 para descrever as obras atentando em dispor as obras de autores que foram novamente aprovadas, mesmo tendo sofrido mudanças nos nomes dos títulos, com os mesmos códigos/posições usados para as do PNLEM/2007, porém, alterando o ano que se refere ao novo programa. Exemplo: A coleção dos autores Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga, antes denominada de L1/07, na tabela a seguir será denominada de L1/12.

**TABELA 2**  
**Identificação das Obras analisadas no segundo momento- PNLEM/2012**

<b>DADOS DAS OBRAS</b>		<b>Nº de Páginas</b>
<b>L1/12</b>	LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da; ÁLVARES, Beatriz Alvarenga, <b>Curso de Física</b> . Vol. 1, 2 e 3; 1ª ed. São Paulo: Editora Ática, 2010.	Vol. 1- 400; Vol. 2- 360; Vol. 3 - 448
<b>L2/12</b>	KANTOR, Carlos A. et al. <b>Quanta Física</b> . Vol. 1, 2 e 3. São Paulo: Editora PD, 2010.	Vol. 1- 264; Vol.- 232; Vol. 3 - 240

<b>L3/12</b>	PENTEADO, P.C.M; TORRES, C.M.A. <b>FÍSICA CIÊNCIA E TECNOLOGIA</b> . Vol. 1, 2 e 3. São Paulo: Editora Moderna, 2010.	Vol. 1- 320; Vol. 2- 264; Vol. 3 - 360
<b>L4/12</b>	YAMAMOTO, Kazuhito; FUKU, Felipe. <b>Física para o Ensino Médio</b> . Vol. 1, 2 e 3. São Paulo: Editora Saraiva,2010.	Vol. 1- 400; Vol. 2- 360; Vol. 3 - 448
<b>L5/12</b>	GASPAR, A. <b>Compreendendo a Física</b> . Vol. 1, 2 e 3; 1ª ed. São Paulo: Editora Ática, 2010.	Vol. 1- 376; Vol. 2- 448; Vol. 3 - 416
<b>L6/12</b>	FILHO, G. A; TOSCANO, C. <b>Física e Realidade</b> . Vol. 1, 2 e 3;1ª ed. São Paulo: Editora Scipione,2010.	Vol. 1- 264; Vol. 2- 215; Vol. 3 - 200
<b>L7/12</b>	PIETRICOLA, Maurício; POGIBIN, Alexander; ROMERO, Talita Raquel. <b>Física em Contextos: crítico, social, histórico</b> . Vol. 1, 2 e 3. São Paulo: Editora FTD, 2010.	Vol. 1- 400; Vol. 2- 496; Vol. 3 - 528
<b>L8/12</b>	XAVIER, Cláudio; BARRETO, Benigno. <b>Física aula por aula</b> . Vol. 1, 2 e 3. São Paulo: Editora FTD,2010.	Vol. 1- 368; Vol. 2- 336; Vol. 3 - 384
<b>L9/12</b>	BISCUOLA, Gualter; VILLAS BÓAS, Newton; DOCA, Ricardo H.. <b>Física</b> . Vol. 1, 2 e 3. São Paulo: Editora Saraiva, 2010.	Vol. 1- 448; Vol. 2- 448; Vol. 3 - 368
<b>L10/12</b>	SANT'ANNA, Blaidi , <i>et al.</i> <b>Conexões com a Física</b> . São Paulo: Editora Moderna,2010.	Vol. 1- 472; Vol. 2- 448; Vol. 3 - 416

**Fonte: Livros de Física do PNLEM/2012**

A Tabela 2 nos mostra que a maioria das obras permanece extensa, o que inviabiliza o desenvolvimento de todos os tópicos trazidos nelas ao longo do EM. A obra L6/12 é a menos extensa apresentando aproximadamente a metade do número de páginas da obra L7/12 que é a mais extensa. Diferentemente das coleções do programa anterior, estas não seguem a lógica de aumento do número de páginas à medida que se avança nas séries, considere-se que habitualmente associam-se cada volume a uma série do EM. As quantidades de páginas apresentam valores aleatórios para os volumes.

Assim como na descrição técnica das obras do PNLEM/2007 (Tabela 1), na Tabela 2 as descrições de quantidades de páginas apresentadas se referem ao livro do aluno.

## **Análise geral das obras**

### ***PNLEM/2007***

Em uma primeira análise mais geral das coleções, verifica-se que nelas não há significativas diferenças em relação uma à outra, quando se observa os conteúdos apresentados. Algumas trazem mais informações sobre determinados tópicos, outras menos. Percebem-se mudanças na sequência e disposição dos conteúdos em algumas, mas somente no interior de cada área na qual, usualmente, se divide a Física, para fins didáticos. Dessa forma, todas seguem o padrão tradicional de apresentação dos assuntos: primeiro traz a Mecânica, depois Óptica, ondas e Termodinâmica, ou vice versa, e por fim, assuntos de Eletromagnetismo e Física Moderna.

Focamos, nessa análise geral de cada obra, nas partes que apresentam qualquer relação com o tema “Energia Elétrica”. Entretanto, é sabido que a proposta curricular mineira não contempla todos os tópicos apresentados nos livros didáticos de Física relacionados a tal tema como, por exemplo: Lei de Coulomb, conceitos de capacitância, conceitos de eletrostática (campo elétrico, potencial elétrico), e outros, que são trazidos somente nos conteúdos complementares ao CBC para serem trabalhados a partir do 2º ano do Ensino Médio.

A estruturação dos conteúdos nas obras nos revela que os tópicos sobre “Eletricidade e Magnetismo” estão dispostos de uma maneira tradicionalmente conhecida, obedecendo a uma estrutura similar, uma da outra, com exceção das obras L4/07 e L6/07. A obra L4/07 inicia o estudo da eletricidade em seu volume 3, a partir da eletrodinâmica, seguida da eletrostática e magnetismo. A obra L6/07 também inicia o estudo da eletricidade a partir da eletrodinâmica com o estudo de aparelhos e circuitos elétricos, mas somente no capítulo seguinte, estuda a eletrificação, campo e tensão elétrica, prosseguindo com assuntos de magnetismo. Apesar de as duas obras iniciarem o assunto de eletricidade a partir da eletrodinâmica, possuem abordagens e sequências com relevantes diferenças uma da outra.

As outras coleções trazem os conteúdos dos temas “Eletricidade e Magnetismo” da maneira tradicionalmente estruturada, ou seja, primeiramente vem os conceitos relacionados à eletrostática, seguido da eletrodinâmica e por fim, o eletromagnetismo, diferenciando-se apenas nos textos de abordagem, nos exemplos, nos títulos e subtítulos de cada seção e na ênfase dada a cada assunto, muitas vezes extrema, ora em grande, ora em pequeno número de páginas dedicadas. A obra L3/07 dedica-se mais espaço a assuntos relacionados às tecnologias e aplicações cotidianas, textos e exemplos de situações que podem ser vivenciadas pelos alunos e têm muitas figuras e fotos. Possui também, um número significativo de atividades experimentais. Já na obra L2/07, verifica-se que os conteúdos se apresentam de forma demasiadamente condensada, dando muita ênfase ao formalismo matemático, em contrapartida às poucas sugestões de atividades experimentais, sendo apenas duas sobre assuntos de Eletromagnetismo.

### ***PNLEM/2012***

Obras de alguns autores do programa anterior foram novamente aprovados para o PNLEM/2012 com algumas alterações, como por exemplo, no nome do título e/ou na quantidade de textos, exercícios, figuras, etc., uma vez que algumas eram no programa anterior em versão de volume único, e por exigência do programa, aparecem agora em três volumes. Em termos de conteúdos, não se percebe alterações significativas para o tema analisado que é Energia Elétrica.

Permanece a sequência tradicional percebida nas coleções já conhecidas, apresentando algumas inovações em termos de sugestão de atividades e textos mais contextualizados. Na maioria delas o tema “Energia Elétrica” está no volume 3, exceto a obra L2/12 que traz tal assunto em seus três volumes em nível de abordagem aumentado gradativamente, inter-relacionando com outros temas. Notam-se muitas excepcionalidades nesta obra em relação às demais. Esta apresenta os conteúdos a partir de unidades temáticas, permitindo uma visão mais ampla da Física. O que propicia maior possibilidade de revisão de conteúdos, já que os conteúdos são revisitados ao longo da obra nas diferentes unidades (metodologia que privilegia a concepção de conteúdos em espiral, bastante defendida no CBC). Favorece a contextualização e apresenta a inclusão de temas antes não abordados na maioria dos livros de Física, como por exemplo, o modo de estudo do tema da energia no volume 1, evidenciando as diferentes formas como esta se apresenta no cotidiano dos alunos e estudo dos recursos energéticos.

Dentre os muitos aspectos inovadores da obra, na forma como os conteúdos de Física são distribuídos, destaca-se a apresentação de assuntos de Termologia (Conceitos de Calor e Temperatura, etc.); Termodinâmica, com o estudo de máquinas térmicas e Eletricidade (Geração e usos) no volume 1, que conforme consta na capa do livro, é destinado ao 1º ano do EM e nas demais obras tais assuntos são trazidos nos volumes 2 e 3 que geralmente são utilizados nos 2º e 3º anos. Os referidos assuntos são trazidos de forma conceitual, com apresentação de pequena quantidade de equações matemáticas, sendo estas de nível de compreensão mais recomendado para o 1º ano, aproximando-se bastante das perspectivas recomendadas no CBC mineiro.

Outro tema novo que é apresentado nesta obra é sobre Informática e sistemas de redes, abrangendo assuntos que envolvem partes de computadores e programas, aplicação da informática no cotidiano, internet e outros assuntos relacionados aos avanços tecnológicos que abarcam a informatização. A obra dedica 20 páginas a esse tema.

A nova perspectiva de ensino apresentada na obra tem caráter inovador que consideramos positivo, entretanto, pressupõe desafio, como é colocado pelo avaliador da coleção no Guia do PNLD/2012: “Se por um lado, isso abre possibilidades novas com vistas à

organização e ao tratamento dos conteúdos escolares, deve-se ter claro o desafio que essa proposta didática apresenta.” (Guia do PNLD/2012, p.54).

### Presença de itens do tópico “Geradores de Energia Elétrica” do CBC nos LD

Por ser o foco principal deste estudo, buscamos localizar textos, exercícios e atividades experimentais que abordem os assuntos do tópico em questão conforme os detalhamentos das habilidades trazidas no novo currículo mineiro.

A proposta curricular mineira para a disciplina de Física sugere uma abordagem mais fenomenológica dos conteúdos (MINAS GERAIS, 2007) para o 1º ano. Dessa forma, a presença de atividades experimentais ou atividades de investigação se impõe como elemento importante na aplicação de alguns tópicos da disciplina. A respeito disso, evidenciamos as atividades experimentais ou investigativas nos quadros a seguir (Quadro 1 e Quadro 2), com cor de fundo verde a fim de mostrar a presença delas nas obras.

Nos referidos quadros marcamos X nos quadrinhos das colunas de 4 a 9 (Quadro 1) e de 4 a 13 (Quadro 2) abaixo de cada obra, indicando a presença de tópicos dos livros e de atividades experimentais ou sugestões de outras atividades investigativas relacionadas às habilidades detalhadas listadas na terceira coluna, e um traço (-), para indicar que não apresentam.

Tópico	Habilidade	Detalhamento da habilidade	Presença de tópicos nos livros relacionados às habilidades						
			L1/07	L2/07	L3/07	L4/07	L5/07	L6/07	
17. Geradores de energia elétrica.	17.1 Aplicar o conceito de energia e suas propriedades para compreender situações envolvendo geradores de energia elétrica.	17.1.1 Compreender em termos de energia como a eletricidade é gerada a partir do magnetismo, a partir de uma reação química, a partir da luz, a partir do calor (termo-par), a partir da pressão (piezo eletricidade), a partir do atrito (eletrostática).	Variação do campo magnético	X	X	X	X	X	X
			Da luz	X	X	X	X	-	-
			Reação química	X	X	X	X	X	-
			Calor (termo-par)	X	-	-	-	-	-
			Pressão (piezoeletricidade)	-	-	-	-	-	-
			Do atrito (eletrostática)	X	X	X	X	X	X
		17.1.2 Saber mostrar experimentalmente os processos de geração de energia elétrica mencionados no item anterior.	Variação do campo magnético	X	-	X	-	X	-
			Da luz	-	-	-	-	-	-
			Reação química	X	-	-	-	X	X
			Calor (termo-par)	-	-	-	-	-	-
			Pressão (piezo eletricidade)	-	-	-	-	-	-
		Do atrito (eletrostática)	X	X	X	X	X	X	
		17.1.3 Saber que a maior parte da energia elétrica produzida na sociedade moderna é devido à variação do campo magnético (hidroelétrica, termoeletrica, nuclear, etc.).		X	X	X	-	X	X
		17.1.4 Saber que o processo de geração de energia elétrica através da variação de campo magnético é o mesmo que ocorre tanto nas grandes usinas de eletricidade quanto no funcionamento de dispositivos como: cartão de crédito, fitas magnéticas, disquetes, fitas de vídeos, disquetes de computador, microfones.	usinas	X	X	X	-	X	X
			cartão de crédito	-	X	X	-	-	-
fitas magnéticas	-		X	X	-	-	-		
disquetes	-		X	-	-	-	-		
microfone	X		X	X	-	-	X		

Quadro 1– Presença dos conteúdos do tópico 17 do CBC nos livros de Física do PNLEM/2007

Fonte: Dados da pesquisa

Tópico	Habilidade	Detalhamento da habilidade	Presença de tópicos nos livros relacionados às habilidades										
			L1/12	L2/12	L3/12	L4/12	L5/12	L6/12	L7/12	L8/12	L9/12	L10/12	
17. Geradores de energia elétrica.	17.1 Aplicar o conceito de energia e suas propriedades para compreender situações envolvendo geradores de energia elétrica.	17.1.1 Compreender em termos de energia como a eletricidade é gerada a partir do magnetismo, a partir de uma reação química, a partir da luz, a partir do calor (termo-par), a partir da pressão (piezo eletricidade), a partir do atrito (eletrostática).	Variação do campo magnético	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
			Da luz	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X
			Reação química	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X
			Calor (termo-par)	X	-	-	-	-	-	-	-	X	-
			Pressão (piezoeletricidade)	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-
			Do atrito (eletrostática)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		17.1.2 Saber mostrar	Variação do campo	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-

	experimentalmente os processos de geração de energia elétrica mencionados no item anterior.	magnético	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Da luz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Reação química	X	X	-	-	X	X	X	-	-	-
		Calor (termo-par)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Pressão (piezo eletricidade)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Do atrito (eletrostática)	X	-	X	X	X	X	X	X	-	-	
	17.1.3 Saber que a maior parte da energia elétrica produzida na sociedade moderna é devido à variação do campo magnético (hidroelétrica, termoeletrica, nuclear, etc.).	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	17.1.4 Saber que o processo de geração de energia elétrica através da variação de campo magnético é o mesmo que ocorre tanto nas grandes usinas de eletricidade quanto no funcionamento de dispositivos como: cartão de crédito, fitas de vídeos, disquetes de computador, microfones.	usinas	X	-	X	X	X	X	X	X	X	
		cartão de crédito	-	X	X	-	-	-	-	-	X	
		fitas magnéticas	-	-	X	-	-	-	X	-	X	
		disquetes	-	-	-	-	-	-	X	-	X	
microfone		X	X	X	-	-	X	-	-	X		

**Quadro 2 – Presença dos conteúdos do tópico 17 do CBC nos livros de Física do PNLEM/2012**

**Fonte: Dados da pesquisa**

Os resultados mostrados nos Quadros 1 e 2 evidenciam que em torno de 50% dos itens trazidos no CBC para o tópico em questão, não estão mencionados nas obras estudadas. Há itens que sequer aparecem em qualquer uma delas. São eles: atividade experimental relacionada à forma de geração de energia piezoelétrica; atividade experimental sobre geração de eletricidade a partir da luz e também a partir da diferença de temperatura (termo-par).

As formas de geração de eletricidade a partir do calor (termo-par) são, superficialmente, mencionadas em três obras. A L1/07 e L1/12 (mesmo autor) mostram uma figura de uma termo-pilha restringindo tal assunto à mesma e a L9/12 traz uma foto de uma junção aquecida ligada a um amperímetro junto a uma pequena frase que diz: “Geradores térmicos são os que convertem energia térmica diretamente em energia elétrica.” (GUALTER; NEWTON; HELOU, 2010, p. 149).

A piezoeletricidade aparece apenas na obra L7/12, que apresenta um texto sobre a aplicação desta no funcionamento de acendedores de chamas de fogão (p.29, vol.3) e outro texto com figuras tratando do aproveitamento da energia piezoelétrica gerada a partir das pisadas de pessoas em uma pista de dança (p.88-89, vol. 3).

Assuntos sobre geração de energia a partir da variação do campo magnético são os que mais se mostram presentes. Porém, as aplicações da indução eletromagnética em artefatos tecnológicos do cotidiano (Hab. 17.1.4), como em disquetes, cartão de crédito, fitas magnéticas, ainda são assuntos pouco abordados, contemplados apenas em 2 coleções do PNLEM/2007 e em 4 coleções do PNLEM/12. O microfone é o artefato mais citado, aparecendo em 4 coleções do primeiro programa e em 5 do segundo. Atividades experimentais relacionadas ao tópico são pouco abordadas nos livros. Somente a eletrização por atrito é sugerida em quase todas as coleções, com exceção da L10/12 que não apresenta sugestão de experimento para nenhum dos itens do tópico.

Experimentos sobre a geração de energia por indução eletromagnética e por reação química é mostrado em 50% das coleções dos dois programas, enquanto que as outras formas de obtenção de energia não contemplam atividades experimentais.

Constata-se para o tópico 17, que todas as obras trazem abordagens que fazem uso de equações matemáticas que exigem significativo grau de abstração, demonstrando que não são adequadas para serem desenvolvidas no 1º ano do EM. Embora não apresente grande parte dos itens do tópico, a obra L2/12, ao abordar os assuntos de Eletricidade no volume 1, trata-o apenas de maneira conceitual e fenomenológica. Todavia, apresenta equações nos demais volumes ao retomar o assunto em questão. Atentamo-nos a uma observação do “como” a abordagem dos modelos matemáticos da Física se apresenta nas obras para o referido tópico.

Na Tabela 3 a seguir, apresentamos a forma como essas equações aparecem nos LD, em tópicos que se relacionam com duas das habilidades detalhadas do tópico 17 do CBC, bem como os seus níveis de dificuldades.

Os livros analisados não apresentam equações matemáticas para as formas de obtenção de energia elétrica a partir da luz, calor (termo-par), pressão (piezoeletricidade) e atrito (eletrostática), por esta razão, foram suprimidos da descrição na tabela abaixo. As outras habilidades detalhadas do tópico não pressupõem a apresentação de equações matemáticas. Definimos, então, três níveis de dificuldade, a saber:

- Nível 1 – Equações que mostram explicitamente a relação entre as grandezas físicas presentes no fenômeno de geração de energia elétrica e que só envolvem operações matemáticas simples (adição, subtração, multiplicação e divisão), certamente estudadas no Ensino Fundamental, com apenas um tipo de operação.
- Nível 2 – Equações que apresentam implicitamente ou explicitamente as relações entre as grandezas físicas envolvidas no fenômeno de geração de energia elétrica e apresentam formulação matemática com operações simples com mais de um tipo de operação.
- Nível 3 – Equações que apresentam formulação matemática mais complexa, com combinação de funções matemáticas trigonométricas, racionais, limites de funções, etc. ou que exige maior grau de abstração para compreender as relações entre as grandezas físicas envolvidas.

**TABELA 3 – Síntese das equações matemáticas presentes no estudo de geradores químicos e eletromagnéticos nas obras analisadas com apresentação dos níveis de dificuldades criados**

EQUAÇÕES NAS OBRAS		OBRAS EM QUE APARECEM	NÍVEL DE DIFICULDADE
Gerador Químico	$\varepsilon = \frac{\Delta E}{\Delta q}$ ou $\varepsilon = \frac{E}{q}$	Todas, exceto a L9/12	2
	$P = \varepsilon.i$ ou $P = U.i$ ou $P_t = \varepsilon.i$	todas	1
	$V_{AB} = \varepsilon - r.i$ ou $U = E - r.i$	Todas	2
	$f. e. m = \frac{\varepsilon \sin \omega t}{ Q }$	L2/07	2
	$i_{cc} = E/r$	L2/07, L3/07, L4/07, L4/12, L6/07, L8/12, L9/12	2
	$\eta = R_L/R_G$ ou $\eta = P/R_t$	L3, L3/12, L4/12, L8/12	3
	$i = i_{\max} \sin(\omega.t)$	L3/07, L3/12	3
	$i_{ef} = \frac{i_{\max}}{\sqrt{2}}$	L3/07, L3/12	3
	$\varepsilon_{ef} = \frac{\varepsilon_{\max}}{\sqrt{2}}$	L3/07 e L3/12	3
	$P_d = r.i^2$	todas	2
	$P = U^2/R$	todas	2
Gerador eletromagnético	$\eta = \frac{V}{\varepsilon}$ ou $\eta = \frac{U}{\varepsilon}$	L4/12, L5/07, L5/12, L8/12, L9/12	3
	$\Phi = B.A.\cos\alpha$ ou $\Phi = B.A.\cos\theta$	Exceto na L2/12	3
	$\varepsilon = B.A.\omega.\sin\omega t$	L9/12	3
	$E = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ou $\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ou $ \varepsilon  = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$	todas	3
	$E = B.L.v$ ou $\varepsilon = B.L.v$	L1/07, L1/12, L10/12	3
	$\xi = R.i$	L1/07, L1/12, L4/07, L5/07 e L5/12	1
$\Phi = B.A.\sin\theta$	todas	3	

$\xi_m = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ou $\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$	todas	3
$\xi_t = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left( -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right)$	L4/07 e L9/12	3
$i_{ef} = \frac{i_{m\acute{a}x}}{\sqrt{2}}$	L9/12	3
$U_{ef} = \frac{U_{m\acute{a}x}}{\sqrt{2}}$	L9/12	3
$\xi_m = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ou $\varepsilon = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$	Exceto nas L6/07, L2/12, L8/12 e L10/12	3

Fonte: Dados da pesquisa

As equações que aparecem para o tópico analisado, mostradas na Tabela 3, são na maioria de nível mais elaborado e significativamente abstrato para estudo no 1º ano do EM. No caso do estudo de geradores de energia a partir da variação do campo magnético (geradores eletromagnéticos) os modelos matemáticos da Física se apresentam com maior nível de dificuldade conforme a nossa escala de níveis.

Em algumas obras os modelos matemáticos da Física apresentam nível de abordagem que pode ser incompreensível para alunos do 1º ano, assim como os do 2º ou 3º ano do EM, exemplificando: uma equação das obras L4/07 e L9/12 que envolvem a idéia de “limite de função”. Ademais, tais modelos pressupõem a compreensão de conceitos e grandezas físicas que extrapolam as perspectivas das habilidades do tópico 17 do CBC.

Mesmo para os casos em que apresentam formulação matemática que teoricamente seriam classificadas no nível 1 (conforme nossa escala), pois envolvem apenas uma operação matemática, ainda assim, essas encerram conceitos físicos que podem não terem sido estudados ainda nessa fase. Como exemplo: conceitos de resistência interna do material de que é feito o gerador químico, potência dissipada, potência útil, dentre outras. Por essa razão, as classificamos nos níveis 2 ou 3. Algumas são bastante abstratas, pois, não representam de forma explícita o fenômeno e necessitam de explicações mais detalhadas e complexas para melhor compreendê-las.

É o caso da equação  $\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$  que aparece em todas as obras analisadas e está classificada na tabela como nível 3. Tal equação não corresponde precisamente ao conteúdo físico da Lei de Faraday para situações de fonte de campo móvel, que é o caso dos geradores das usinas, dos dínamos de bicicleta ou de lanternas auto-carregáveis, por exemplo.

A Lei de Faraday relaciona efeitos magnéticos com efeitos elétricos, e a equação acima citada não explica de forma direta as grandezas envolvidas no fenômeno, que são: campo magnético variável no tempo e campo elétrico gerado na região. Ela relaciona tais grandezas com a força eletromotriz ou tensão induzida (GREF, 2005). A compreensão conceitual da referida equação é, com certeza, complexa mesmo no último ano do Ensino Médio, porque exige uma discussão mais sofisticada.

## Considerações finais

De nosso estudo constata-se que uma significativa parte dos conteúdos do tópico analisado não está de nenhuma forma mencionada nas obras e que a abordagem também não atende ao novo currículo, confirmando as colocações de alguns professores em pesquisa realizada no início do trabalho. Assim, desenvolver tópicos do CBC utilizando a forma como são abordados nos LD, pode gerar conflitos no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que é necessário considerar a questão da *carga cognitiva* que isso significaria aos alunos do 1º ano.

Muitos tópicos são desenvolvidos com a devida ênfase - seguindo uma coerência interna da obra - dos modelos matemáticos da Física em contraposição ao CBC de Física que sugere uma abordagem mais fenomenológica dos conteúdos.

Observa-se ainda, que além das dificuldades devido à formulação matemática, que o professor teria em promover o estudo do tópico analisado utilizando-os, há ainda o fato de não haver uma articulação - que é necessário presumir e estabelecer - entre as habilidades detalhadas do tópico ao encontrar seus “itens” nos LD. Faz-se necessário ora avançar, ora retroceder nos capítulos das obras para identificar onde se encontram os assuntos relacionados às habilidades estabelecidas no CBC.

A dificuldade em utilizar o livro, fazendo adaptações ao novo currículo, tem se mostrado um fator conflitante nas escolas. Quando o LD não apresenta (de nenhuma forma) algo relacionado a um determinado tópico, torna a situação ainda mais grave.

Acreditamos ser de extrema importância incentivar o professor a produzir o seu material didático buscando desenvolver estratégias de planejamento, organização e otimização no uso do material disponível na escola (o próprio LD), na comunidade, na mídia, etc.

A coerência entre o material a ser utilizado e as perspectivas da nova proposta deverá ser buscada a partir de uma visão renovada a respeito do ensino de Física e não retirando ou juntando partes, visto que tirar partes ou somar partes, não muda o todo. (SALÉM, 1984).

A mudança de postura frente a uma nova forma de articular os conteúdos, em que o livro didático passa de “ator” principal para coadjuvante, requer disponibilidade e reflexão.

## Referências

AMARAL, Ivan Ambrosino do. Os fundamentos do ensino de Ciências e o livro didático. In: FRACALANZA, H. e NETO, J. M. (Org.). **O livro didático de ciências no Brasil**. Campinas: Editora Komedi, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Guia de livros didáticos: PNLD 2012 : Física**. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2011.

BRASIL: (1996). **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei 9394/96 de 20.12.96. Diário Oficial da União, nº 284 de 23.12.1996 Brasília/DF/BRA.1996.

CHOPPIN, A. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. In: **Educação e Pesquisa**. São Paulo, v.30, n.3, p. 549-566, set./dez. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ep/v30n3/a12v30n3.pdf>. Acesso em 29/06/2011.

DELIZOICOV, Demétrio *et al.* **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

GOODSON, Ivor. **Currículo: teoria e história**. Petrópolis: Vozes, 1995.

GRAF. **Física 3: Eletromagnetismo**. 5ª.ed. 2ª. reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.

GROCH, T.M.; BEZERRA JR., A.G. O ensino de relatividade restrita e geral nos livros didáticos no PNLEM 2009, **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, Vitória, SNEF 2009.

GUÇÃO, M. F. B.; BOSS, S. L. B.; SOUZA-FILHO, M. P.; CALUZI, J. J. Uma análise do conteúdo histórico nos livros didáticos do Ensino Médio: Eletrostática. In: **Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, XI**, Curitiba, 2008.

MEGID NETO, Jorge. O que mudou e o que ainda não mudou nos livros didáticos de Física do Ensino Médio. In: **XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Foz do Iguaçu, Jun. 2011.

MINAS GERAIS. **Proposta curricular de Física. Educação Básica – 2007** - Ensino Médio. Belo Horizonte, 2007.

NICOLI JUNIOR, R. B.; MATTOS, C. R.. A disciplina e o conteúdo de cinemática nos livros didáticos de Física do Brasil (1801 a 1930). *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 13, p. 275-298, 2008.

PEREIRA, Margareth Conceição. **CURRÍCULO NAS ESCOLAS-REFERÊNCIA DE MINAS GERAIS**: Como a matemática chega a uma sala de aula. Dissertação de Mestrado. Juiz de Fora: UFJF, 2008.

SALÉM, Sônia. **Estruturas conceituais no ensino de Física**. Dissertação de mestrado. IFUSP, 1984.

SILVA, Cibele Celestino; PIMENTEL, Ana Carolina. UMA ANÁLISE DA HISTÓRIA DA ELETRICIDADE PRESENTE EM LIVROS DIDÁTICOS: O CASO DE BENJAMIN FRANKLIN. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.25, n.1: p.141-159, abr.2008.

SOUZA FILHO, M.P. de; GRANDINI, C.R. Uma análise estrutural do conteúdo experimental de eletromagnetismo nos livros didáticos de Física adotados para o Ensino Médio, IN: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, IV., 2003, Bauru. ATAS... Bauru: Obeid Plaza Hotel, 2003. 1 CD-ROM.

SOUZA, Vanúbia Emanuelle de; MARTINS, Carmen Maria De Caro. A PROPOSTA CURRICULAR DE CIÊNCIAS EM MINAS GERAIS E AS PRÁTICAS DOCENTES: UMA PRIMEIRA ANÁLISE. In: **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência**. Florianópolis, 2009.

WUO, Wagner. O ensino de física na perspectiva do livro didático. In: Marcus Aurélio Taborda de Oliveira, Serlei Maria Fischer Ranzi. (Org.). **História das disciplinas escolares no Brasil**. Bragança Paulista: Editora da Universidade de São Francisco, 2003.