UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

SANDRA DEL CARLO

**Conceitos de Física na Educação Básica e na Academia: Aproximações e
Distanciamentos**

São Paulo
2007

SANDRA DEL CARLO

**Conceitos de Física na Educação Básica e na Academia: Aproximações e
Distanciamentos**

Tese apresentada à Faculdade de Educação da
Universidade de São Paulo para obtenção do título de
Doutor em Educação.

Área de Concentração: Ensino de Ciências

Orientador: Prof. Dr. Nelio M. V. Bizzo

São Paulo

2007

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pelo Serviço de Biblioteca e Documentação da
FEUSP

375.21	Del Carlo, Sandra
D345c	Conceitos de física na educação básica e na academia: aproximações e distanciamentos / Sandra Del Carlo; Nelio M. V. Bizzo. – São Paulo, SP: s.n., 2007. 106p.: il.; tabs. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação. Área de Concentração: Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. 1. Física (Estudo e Ensino) 2. Ciência (Estudo e Ensino) 3. Livros didáticos (Avaliação) 4. Ensino fundamental 5. Ensino médio I. Bizzo, Nelio M. V.; orient.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Sandra Del Carlo

Conceito de Física na Educação Básica e na Academia: aproximações e distanciamentos

Tese apresentada à Faculdade de Educação da
Universidade de São Paulo para obtenção do título de
Doutor em Educação
Área de Concentração: Ensino de Ciências e
Matemática

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Nelio M. V. Bizzo por sua inestimável orientação e apoio durante todo o processo de elaboração deste trabalho.

Aos meus pais, Ualfrido Del Carlo e Lindaura Raposo Del Carlo, por estarem sempre ao meu lado, incentivando em todos os momentos. Ao meu irmão e a minha irmã, Ualfrido Del Carlo Junior e Sylene Del Carlo Emerique, a minha cunhada e ao meu cunhado, Gabriela Agostinho Del Carlo e Célio M. Emerique e também aos meus sobrinhos, Pedro e Murilo, agradeço o carinho e paciência durante todos os anos de elaboração deste trabalho.

Aos colegas de pesquisa, Fernanda Franzolin e Jorge Narciso Junior, por possibilitarem esse grande e agradável trabalho cooperativo que facilitou chegar ao fim desta caminhada.

A todos orientandos do Prof. Dr. Nelio M. V. Bizzo, Luiz, Acácio, Paulo e Vilmar, pelas contribuições dentro e fora das reuniões do grupo.

À todas as minhas amigas, em especial, Susana, Vanessa e Muniky, cuja a compreensão facilitou muito esta jornada.

Aos colegas da Escola da Vila, pela paciência e compreensão em meus momentos de ausência.

RESUMO

DEL CARLO, S. Conceitos de Física na Educação Básica e na Academia: Aproximações e Distanciamentos. 2007, 106 p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.

Este trabalho, juntamente com outros dois nas áreas de Biologia e Química, tem como objetivo verificar a aproximação entre os conteúdos de ensino de Ciências Naturais, especificamente Física, dos livros da educação básica (fundamental e médio) e a Ciência de referência. Para representar a Ciência de referência, foram utilizados os livros dos cursos de graduação (licenciatura e bacharelado) em Física da Universidade de São Paulo. Nessa proposta também é possível avaliar os conteúdos de ensino dos livros didáticos de Ciências em função de seu distanciamento dos conteúdos da Ciência de referência, resultado da transposição didática. Para a análise foram selecionados alguns conteúdos centrais da Física, como os princípios em geral e os conceitos de energia, força e campo, e comuns aos ensinos fundamental e médio: peso e massa; calor e temperatura; carga. Esses conceitos foram analisados em seis coleções de livros didáticos de Ciências do ensino fundamental (duas das séries iniciais e quatro das séries finais) e em quatro livros de Física para o ensino médio. O desenvolvimento desses conteúdos foi comparado com a abordagem realizada nos livros da Ciência de referência para verificar a correção conceitual na perspectiva de aproximação entre os conhecimentos escolares e científicos. Os resultados preliminares indicaram que os livros do ensino fundamental abordam os conteúdos numa perspectiva com o maior número de distanciamentos da Física de referência, reforçada pelo laxismo presente. Como a maioria dos professores do ensino fundamental não tem formação específica em Ciências, dificilmente identifica esses aspectos. Nos livros de Física do ensino médio, os resultados iniciais mostraram uma maior proximidade com os livros da Física de referência e com o rigorismo característico. No entanto, quando esses resultados foram comparados com as pesquisas apresentadas em artigos de ensino de Física, mesmo que essa proximidade seja garantida, ainda há problemas no processo de ensino e aprendizagem que devem ser investigados, como a formação de professores de Ciências.

PALAVRAS-CHAVES: livro didático de Ciências; livro de Física para ensino médio; Ciência de referência; ensino de Física; avaliação do livro didático.

ABSTRACT

DEL CARLO, S. Physics Concepts in Basic Education and in the Academy: Approximation and Great Distances. 2007, 106 pp. Dissertation (Doctorate in Teaching Science and Mathematics). School of Education Universidade de São Paulo.

This work, together with two others in the areas of biology and chemistry, has the objective of verifying the approximation between teaching contents in the natural sciences, specifically physics, of grade school and high school textbooks and reference science. Representing reference science, textbooks from baccalaureate and licentiate degrees in physics at the University of São Paulo were used. It is also possible using this proposal to evaluate the teaching content of science texts as a function of their distance from the contents of reference science resulting from didactic transposition. Some central concepts of physics were selected for analysis, as well as general principles and the concepts of energy, force and field, common to both elementary and high school teaching: weight and mass, heat and temperature; load. These concepts were analyzed in six collections of grade school science teaching materials (two from primary series and four from junior high school materials). These contents were compared with the approach developed in reference science texts to verify the conceptual accuracy in the perspective of approximation between school and scientific knowledge. Preliminary results indicated that the texts used at the grade school and junior high school levels approach the contents from a perspective with the greatest number of distances from reference physics, reinforced by today's laxity. Because the majority of primary and secondary school teachers are not specifically trained in sciences, they have difficulty identifying these aspects. In high school texts, initial results showed a greater approximation with reference physics books and their characteristic rigor. However, when these results are compared with the research presented in articles on the teaching of physics, even guaranteeing this approximation, there are still problems in the teaching and learning process that should be investigated, like the development of professors in the sciences.

KEY WORDS: science teaching textbook; high school physics textbook; reference science; teaching physics; evaluation of textbooks.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação de possíveis tipos de distanciamentos encontrados entre os conhecimentos ensinados nos diferentes níveis de ensino e aqueles apresentados pela ciência de referência	24
Figura 2 - Processo energético das radiações solares (extraído do volume (B1d), p. 146)	27
Figura 3 - Ímã com correspondência entre cargas elétricas e pólos magnéticos ((B1d) - p.136)	33
Figura 4 - Representação do campo magnético terrestre e do ímã imaginário que explica essa propriedade ((B1d) - p.139)	33
Figura 5 – Pára-quedistas em queda livre ((B1d), p. 20)	36
Figura 6 - Termômetro de rua ((A2c), p. 35)	42
Figura 7 – Texto a respeito de unidades de medida de temperatura ((B1a), p. 151)	43
Figura 8 – Trecho do texto a respeito de vaporização e evaporação ((A2d), p. 122)	45
Figura 9 - Texto a respeito dos conceitos de vaporização e evaporação ((A2c), p. 57)	46
Figura 10 – Texto a respeito da agitação das moléculas e a energia ((B1a), p. 92)	47
Figura 11 – Imagem de cidade com inversão térmica ((B4a), p. 115)	48
Figura 12 – Figura apresentada em atividade experimental ((B4a) - p.130)	49
Figura 13 - Circuito com sentido da corrente elétrica invertida ((A2d, p.135)	49
Figura 14 - Circuito com sentido da corrente elétrica invertido ((A2d), p. 139)	50
Figura 15 - Imagem sem legenda do volume ((B1d), p. 128)	50
Figura 16 – Texto a respeito da constituição da corrente elétrica ((B1d) - p.132)	51
Figura 17 – Imagens nas quais diferentes conceitos são associados à corrente elétrica. ((B2d), p. 207)	52
Figura 18 – Questões e respostas a respeito do choque elétrico ((B4d), p.205)	54
Figura 19 - Evolução do conceito de calor (coleção C, p. 315-316)	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distanciamento horizontal em relação ao conceito de ENERGIA	98
Tabela 2 – Distanciamento horizontal em relação ao conceito de CAMPO	99
Tabela 3 – Distanciamento horizontal em relação ao conceito de FORÇA	100
Tabela 4 – Distanciamento horizontal em relação ao conceito de PRINCÍPIOS	101
Tabela 5 – Distanciamento horizontal em relação ao conceito de MASSA, TEMPERATURA, MUDANÇA DE ESTADO, CARGA E CORRENTE ELÉTRICA	102
Tabela 6 - Lista dos 10 Livros Didáticos de Ciências Mais Comprados pelo PNLD SP 2006 (fornecida pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo)	103
Tabela 7 - Identificação das Coleções Analisadas no Ensino Fundamental	105
Tabela 8 - Identificação das Coleções Analisadas no Ensino Médio	106

SUMÁRIO

1. Introdução	1
2. Quadro Teórico	6
2.1. Sobre Avaliação: os resultados do Brasil no PISA e nas avaliações internas	6
2.2. Sobre o Professor de Ciências e Física	12
2.3. Os Professores de Ciências e Física e o Conhecimento no Livro Didático	13
2.4. Os Livros da Física de Referência	17
3. Metodologia da Pesquisa e Resultados	19
3.1. Descrição da Pesquisa	19
3.2. Objetivos	19
3.3. Metodologia de Análise	19
3.3.1. Seleção dos Livros	20
3.3.2. Seleção dos Conteúdos	21
3.3.3. Análise dos Conteúdos	21
3.3.4. Ferramenta de Análise	22
3.3.5. Comparação entre os Resultados	24
3.4. Análise das Coleções do Ensino Fundamental das Séries Iniciais e Finais	25
ENERGIA	25
CAMPO	31
FORÇA	35
PRINCÍPIOS	39
MASSA	41
TEMPERATURA	42
CALOR	43
MUDANÇA DE ESTADO	44
CARGA E CORRENTE ELÉTRICA	49
3.3. Análise dos Livros de Física do Ensino Médio	55
ENERGIA	55
CAMPO	61

FORÇA	65
PRINCÍPIOS DA DINÂMICA	68
PRINCÍPIOS DA TERMODINÂMICA	75
PRINCÍPIOS DO ELETROMAGNETISMO	79
MASSA E GRAVIDADE	82
4. Considerações Finais	84
4.1. Da Análise dos Conceitos da Física	
nos Ensinos Fundamental e Médio	84
4.1.1. ENERGIA	84
4.1.2. CAMPO	87
4.1.3. FORÇA	88
4.1.4. PRINCÍPIOS	89
4.2. Dos Resultados Obtidos	90
REFERÊNCIAS	94
APÊNDICE	98
ANEXOS	103