



ERROS E DISTORÇÕES, HISTÓRICAS E CONCEITUAIS NOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA. É PRECISO CONFRONTÁ-LAS? UM ESTUDO DE CASO

Airton Acácio Castilho Christófalo¹
José Roberto Boettger Giardinetto²
Sérgio Camargo³
Osmar Henrique Moura da Silva⁴
Tania Terezinha Bruns Zimer⁵

RESUMO

Este artigo constitui parte da pesquisa desenvolvida em nível de mestrado no ensino de ciências, e versa sobre uma análise de fundamentos e procedimentos estratégicos na abordagem e superação de erros e distorções conceituais contidas nos livros didáticos de Física. Insere-se neste propósito alguns aspectos da investigação em história da ciência direcionada ao ensino, uma área bem fundamentada e interdisciplinar. Apresenta-se uma breve exposição de textos de livros didáticos, contidas em amostra, ofertada aos estudantes das licenciaturas. A amostragem que é descrita nesses procedimentos da pesquisa histórica, tem por fim, verificar a qualidade das explicações sobre conceito de calor, essencialmente, comprometidas com as situações de conservação e transformação de energia. Em tal análise, os autores realizam, por um estudo comparativo de fontes históricas primárias e secundárias, apontamentos de erros e distorções nas obras didáticas e suas implicações institucionais da qualidade do ensino e compreensão dos temas para a aprendizagem dos alunos.

PALAVRAS CHAVE: Historiografia; História da Ciência; Pesquisa em Educação em Ciências; Livro Didático

¹ Mestre em Educação para a Ciência /Faculdade de Ciências/Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) - Campus Bauru. Professor da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo (SEED-SP); airtonch@gmail.com

² Docente do Departamento de Educação e Mestrado Profissional em Docência para a Educação Básica da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) - Campus Bauru; jrbgiar@fc.unesp.br

³ Docente do Setor de Educação/Departamento de Teoria e Prática de Ensino/Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM) da Universidade Federal do Paraná (UFPR)/Grupo de Pesquisa em Ensino e Aprendizagem de Ciências e Matemática, (GPEACM); s.camargo@ufpr.br

⁴ Departamento de Física da Universidade Estadual de Londrina; Londrina – PR (Brasil); osmarh@uel.br

⁵ Docente do Setor de Educação/Departamento de Teoria e Prática de Ensino/Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM) da Universidade Federal do Paraná (UFPR)/Grupo de Pesquisa em Ensino e Aprendizagem de Ciências e Matemática, taniatbz@ufpr.br

HISTORICAL DISTORTION AND MISCONCEPTIONS IN PHYSICAL TEXTBOOKS, IT TAKE CONFRONTATION? CASE STUDY

ABSTRACT

This paper is part of the research developed in science education postgraduate, and take analysis of fundamentals and strategic procedures in misconceptions and distortions contained in physics textbooks, inserted in some aspects is research the history of science directed to education, interdisciplinary. Presents an exhibition extract's of textbooks sample texts and analyzes their historical references about heat, in sanple offerd to university students in teaching. The sanpling is described in these procedures of historical research, purpose, about analysis of quality and explanations in: temperature, conservation and energy transformation, on a comparative study of primary and secondary historical sources, pointing yours errors and distortions contained in the textbooks and respective institutional implications of quality of teaching and understanding of topics for student learning.

KEYWORDS: Historiography, History of Science, Search in Science Education; Textbooks

ERRORES Y DISTORCIONES HISTÓRICAS Y CONCEPTUALES EN LIBROS DIDÁCTICOS DE FÍSICA ¿ES NECESARIO CONTRAPONERLAS? UN ESTUDIO DE CASO

RESUMEN

Este artículo forma parte de la investigación desarrollada a nivel de magister en la enseñanza de las ciencias, que consiste en el análisis de fundamentos y procedimientos estratégicos en el abordaje, superación de errores y distorsiones conceptuales, contenidas en los libros didácticos de Física. Se incluyen en este propósito algunos aspectos de la investigación en Historia de la Ciencia, dirigida a la enseñanza, área bien fundamentada e ínter-disciplinaria. Con una breve exposición de textos de libros didácticos, contenidos en muestra, ofrecida a los estudiantes de licenciatura. La muestra que se describe en estos procedimientos de la investigación histórica, tiene por objeto, verificar la calidad de las explicaciones sobre el concepto de calor, esencialmente, relacionadas con las situaciones de conservación y transformación de energía. En ese estudio, los autores realizan una comparación de fuentes Históricas primarias y secundarias, identificando errores y distorsiones en las obras didácticas y sus implicaciones institucionales en la calidad de la enseñanza y comprensión de los temas para el aprendizaje de los alumnos.

PALABRAS CLAVE: Historiografía, Historia de la Ciencia, Investigación en Educación en Ciencias; Libros didácticos

INTRODUÇÃO

O estudo histórico dos modelos conceituais de calor, no período clássico, inicia com o modelo dos quatro elementos, passa à teoria do calórico de Joseph Black e Antoine Lavoisier entre os séculos XVIII e início do século XIX, e a transição ao modelo cinético, a partir dos experimentos de fricção de metais em água, tendo-se Conde Rumford, Benjamim Thompson e James Prescott Joule com princípio de equivalente mecânico da caloria. Tal feito se observa nas fontes primárias dos cientistas mencionados, extraídas de artigos de época como os da *Philosophical Transactions*, séc. XIX e de outros textos originais extraídas de bases de dados da biblioteca virtual Gallica, importante base de dados e materiais na pesquisa histórica. Também se fundamentou em textos de historiadores como Steven Brush, J.D. Bernal e Bernad Cohem, assim como em um curso de história da ciência, ministrada pelos docentes do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência na UNESP, incluindo o professor Dr. Roberto de Andrade Martins, além de outros docentes do Grupo de História e Filosofia da Ciência da Unicamp. Nas reflexões realizadas pelos docentes do curso, na disciplina de História da Ciência, o livro didático não é considerado um determinante dos problemas conceituais no ensino, a exemplos de (CARVALHO & GIL PEREZ, 1995; MOREIRA & AXT, 1986; AXT & BRÜCKMANN, 1989; CARVALHO, 1999), porém, constitui um importante objeto, dado que é uma fonte essencial de acesso aos conteúdos curriculares, segundo a literatura (AFONSO, 1996; SANTOS, 2001; FRACALANZA 1992; AMARAL & MEGID 1997). Os autores do artigo vinham constituindo esse fundamento, com foco principal, os aspectos problemáticos da qualidade das obras didáticas que, assim, também o fazem nos critérios de avaliação do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Indaga a pesquisa, entretanto, a saber, se na prática este mecanismo consegue dar conta dos itens elencados na qualidade da verificação dos erros e distorções conceituais, pois a hipótese aqui formulada, também põe em cheque as obras aceitas no PNLD, conclusões de Medeiros & Monteiro (2002), diluídas no objeto dessa análise: Joule estabeleceu em 1842 a unidade Joule caloria! Isto não seria verdadeiro para um historiador, pois a exemplo, nas revisões de Tindall (1875), e Pellat et al (1895) estes cálculos foram constantemente reformulados, e possivelmente a relação Joule caloria atual teve seu estabelecimento no início do século XX. Aliás, o uso do termo caloria tem seu contexto de significados na teoria do calórico, o que é interessante esmiuçar, nos aspectos da mudança conceitual atrelada aos debates entre os

defensores das teorias substancialistas de Joseph Black e Antoine Lavoisier com desdobramentos em Stahl e Euler, das objeções formuladas por Conde Rumford que, por volta de 1840, postulou a hipótese de produção de calórico (a substância calor) ao se atritar objetos metálicos imersos em água, o que posteriormente passou a ser concebido como “a energia em processo de transformação”, Bernal (1975).

A confrontação das referências dos livros didáticos se faz com base nos estudos de caso históricos, com alguns exemplos, J.D. Bernal, com as máquinas a vapor e a termodinâmica, James Conant com artigos comentados em diferentes temas da física, e Steven Bruschi, com textos originais sobre a teoria do calórico e o modelo cinético do calor. Neste último caso, apenas se identifica o esboço de comum consenso entre historiadores, ao que tange da qualidade de ensino sobre as etapas conceituais de calor, contrapondo com as ideias e explicações errôneas, ingênuas e distorcidas, do traçado mais consensual dessa literatura, em objeção às obras didáticas. Portanto, as concepções dos textos de ensino devem ter respaldo na literatura apropriada, superando afirmações ingênuas e distorcidas, que no âmbito da pesquisa desenvolvida pelos autores do artigo, se identifica como a problemática assim formulada: a da arbitrariedade da relação entre o formalismo da conversão de calor em joule e explicações históricas, assim como definida na literatura (GIARDINETTO, 1994, 1991, 2000), denota má qualidade estrutural das obras didáticas (MEDEIROS & MONTEIRO, 2002; MEGID & FRACALANZA, 2003). Tal problema vai além das citações e explicações contidas nos textos propriamente e estes dois aspectos se verificam por um estudo bibliográfico comparativo entre referenciais da pesquisa com os textos dos livros didáticos.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada na pesquisa, que se realiza por um estudo bibliográfico comparativo das referências históricas do ponto de vista de historiadores e cientistas, das referências históricas de livros didáticos recentes, obtida na amostra disponibilizada aos alunos das licenciaturas, analisa aspectos conceituais de calor e suas implicações legais, pois verifica possíveis diferenças entre as obras rejeitadas e aceitas no PNLD. Neste caso, cabe ressaltar os pré-requisitos, sistematizados em Cachapuz et al. (2005): (1) rejeição da ideia de um método científico específico, invariável e a-histórico; (2) rejeição de um empirismo

meramente atrelado a inferências indutivas, de observação pura; (3) a importância do pensamento divergente e de efetuar uma distinção entre modelo e os dados experimentais de interpretação da realidade; (4) o caráter social e institucional da ciência. Tais itens se respaldam em bases legais, a saber:

1-Compreender a construção do conhecimento físico como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época.[...].

2-Compreender o desenvolvimento histórico dos modelos físicos para dimensionar corretamente os modelos atuais, sem dogmatismo ou certezas definitivas.

(BRASIL, 2002, p.14)

Os fundamentos contidos nos documentos oficiais da avaliação institucional do livro didático, o PNL D, respaldam a análise de qualidade, convergindo com os apontamentos indicados nas pesquisas da área, conforme o exposto acima, e é sobre este ponto que sedimenta a pesquisa do presente artigo, pois parte da indagação de quais tipos de referências históricas utilizadas na escrita dos livros didáticos, sugerem impressões distorcidas caracterizadas pelas “*visões deformadas que se detectam por ação ou omissão*” Cachapuz et al. (2005, p.54) (grifos do autor) e que comprometem o conteúdo em sua compreensão. Para se chegar a esta verificação pode-se indicar Martins (2000, p.115) quanto aos seguintes questionamentos para a reconstrução de um caso histórico que, em específico, é realizado sobre a lei de Arquimedes em amostras de enciclopédias e manuais de ensino:

1-Quem descreveu os procedimentos, quando e a partir de que fontes de informação?

2- Esses procedimentos são possíveis e plausíveis (do ponto de vista científico)?

3- Que documentos, testemunhos e objetos do passado podem ser utilizados para tentar esclarecer este ponto?

4- Até que ponto pode-se chegar a uma conclusão sobre esta questão?

A construção do esboço histórico proporciona uma confrontação com explicações nos textos de livros didáticos, e de como a história da ciência tem sido retratada (DUARTE 1987; LOMBARDI, 1997), por uma sequência de grandes descobertas e que por si já entram no acervo do conhecimento científico, o que torna prejudicial seu entendimento, pois, escamoteia dados necessários para o aluno perceber as rupturas de conceitos e limitações nas explicações

desta teoria estudada. Isto, aliás, tendo em conta que a idealização da ciência descrita por uma mera justaposição de descobertas transformou a história da ciência em uma retratação de personalidades paradigmáticas (ALFONSO-GOUDFARB, 1993; SOLBES, J & TRAVER, 1996; MARTINS, 1990, 1993, 2001, 2005) como Galileu, Newton, Darwin entre outros. Apesar de nomes inevitáveis em seus respectivos campos, o conhecimento científico na história não ocorre por uma leitura direta e restrita aos feitos de tais personalidades (MATTHEWS, 1995), desprovida de uma visão mais atenta e contextualizada com os significados daquela época (KRAGH, 2001; MARTINS, 2001).

Tecidas as considerações para o estudo histórico, se identifica o elemento estruturador do estudo bibliográfico, que tem por objetivação e interpretação o contexto da reconstrução do conceito de calor e suas implicações para a fundamentação do formalismo que o acompanha.

AMOSTRAS

O esboço do estudo histórico se estrutura pela articulação de fontes primárias e auxiliares, com propósito de instrumentalização para identificar quais erros e distorções cometidas pelos autores das obras didáticas selecionadas. Conforme ressalta Duarte (1987) o estudo descritivo dos conteúdos destacados da história não são meramente históricos, cronológicos, pois isto seria meramente informativo. Para Santos (1991), o estudo deve ser formativo e, portanto, deve extrair do histórico aspectos essenciais da história numa sequência de estudo lógico e histórico, consistindo na categorização das referências históricas na amostra de livros didáticos analisados da seguinte forma:

Obra didática disponibilizada aos licenciandos:	Referência (A) personalidades relevantes	Referência (B) aspectos paradigmáticos e aspectos para mudanças conceituais	Referência (C) ideia de progresso em um conceito ou método
Livro 1 – L1	Módulo3 <i>Calorimetria (II)</i> O autor apresenta o experimento do equivalente mecânico de Joule referindo a data de 1843	#	Módulo 34, <i>Calorimetria (II)</i> Linearidade e descobertas individuais entre as transformações dos gases, até páginas (170 e

	estabelecendo a relação de conversão de calor em joules.		172) seguida pelo aprimoramento da construção da máquina a vapor.
Livro 2 – L2	Módulo 35, intitulado “Calor uma fonte de energia” se faz referências à Joule sobre a verificação experimental do Equivalente Mecânico, na página (158).	Módulo 35, intitulado “Calor: uma fonte de energia.” Segundo o autor, a referência histórica para transição do conceito de calórico citado como espécie de fluido sem densidade e peso, para o conceito de calor, foi de Antoine Lavoisier (1743-1794), Benjamim Thompson (conde Rumford; 1753-814) e Joule (apenas) na página (148) análise da (análise da figura 4)	Módulo 45, Termodinâmica (I), os nomes referenciados no texto sobre a construção da máquina a vapor (p. 184)
Livro 3 – L3	Apresenta Unidade 6 - Calor - Capítulo 12 Primeira Lei da Termodinâmica 12.1 <i>O calor como energia</i> Benjamin Thompson – Conde de Rumford (1753-1814) página (70) Experiência de Joule na página (90)	Unidade 6 –Calor- No capítulo 12, a secção 12.1, se encontra uma apresentação do conceito de calor como energia, Rumford como precursor da transição para o conceito de energia, na página (70). Joule páginas (90 e 91).	Unidade 6 – Calor Capítulo 12 Primeira Lei da Termodinâmica 12.7, apresenta uma série de aprimoramentos da máquina a vapor.

ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS

Por uma questão ética, adotou-se o procedimento de não evidenciar nomes dos livros (e autores), mas sim exemplificar conteúdos impróprios que podem ser tipicamente encontrados. Os livros seguem especificados como L1, L2 e L3. Identifica-se a estrutura da

amostra em duas categorias: uma de obras compactas, constituídas de volume único com L1 e L2; outra de obras extensas constituídas de três volumes L3.

Como se pode notar, na obra L1 há um comportamento térmico indicado na figura 1, iniciando o tema com uma descrição experimental hipotética, do comportamento da serragem em suspensão em água:

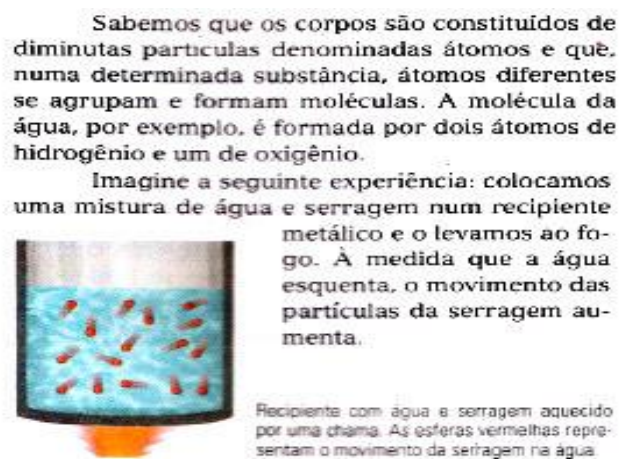


Figura1 – L1

A possibilidade de realização de um experimento deste tipo, descrito na figura1 (extraída do livro L1), não é trivial. A visualização da interação entre partículas em suspensão em meio aquoso se deu originalmente por Robert Brown em observação de grão de pólen à temperatura ambiente por intermédio de um microscópio, caso este em que as partículas apresentavam um movimento aleatório. Cabe destacar neste exemplo, que a serragem dispersa no interior do recipiente com água não se comporta na explicação do modelo estatístico. Com a teoria do calórico era previsto que a parte de contato no fundo do recipiente se dilata e altera a densidade ao receber calor. Este fato produz movimento da água numa forma convectiva e os movimentos das partículas de serragem se dariam por este movimento do fluxo de água em convecção, e não propriamente pelas colisões entre as moléculas de água e a serragem, tampouco a serragem teria comportamento análogo ao das moléculas.

Definição de calor e relação Joule-calorias da obra L1 :

No século XIX, graças às pesquisas de Joule, do físico alemão Rudolf Clausius (1822-1888) e de lord Kelvin, uma teoria moderna sobre o calor foi formulada:

Calor é a energia transferida de um corpo para outro em consequência da diferença de temperatura entre eles.

A unidade usual de calor é **caloria (cal)** ou **pequena caloria**, que corresponde à energia necessária para variar em 1 °C a temperatura de 1 g de água. Outra unidade, utilizada principalmente por nutricionistas, é a **quilocaloria (kcal)** ou **grande caloria**, que corresponde à quantidade de calor necessária para aumentar em 1 °C a temperatura de 1 kg de água. Assim:

$$1 \text{ cal} = 10^{-3} \text{ kcal}$$

O equivalente mecânico do calor — medido por Joule em 1843 — refere-se à relação entre caloria (unidade usual de calor) e joule (unidade de energia mecânica no SI). Para medir essa relação, o cientista considerou que o calor e a energia mecânica tinham a mesma natureza.

Figura2 – L1

No módulo 34, intitulado calorimetria (II), em L1, representado na figura 2, apresenta a explicação de energia, com a ideia de transformação do trabalho mecânico, referente ao movimento convertido em calor, indicado por um aumento de temperatura, o que não foi apresentado ao estudante até o momento, que seguia apenas com a ideia de trocas de calor (princípio do calórico). A ausência de fundamentação e contextualização do experimento de Joule sobre a ideia de energia e a teoria do calórico, compromete a relação entre transferência e transformação, uma vez que o conceito de energia para o calor neste experimento se faz pela transformação e não pela transferência de calor. Neste caso, fundamenta a primeira lei da termodinâmica na interação das partículas. Uma tradução em espanhol da obra de Carnot de 1987 *Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego* apresenta em manuscritos póstumos, uma coletânea de argumentos escritos, em que ele atribui ao resultado do experimento de fricção de Rumford como experimento para a produção do calórico.

Já em L2 nota-se o argumento de transição da teoria do calórico para a teoria cinética do calor, representada na figura 3, referência histórica B que identifica erros e distorções conforme definição ali presente.

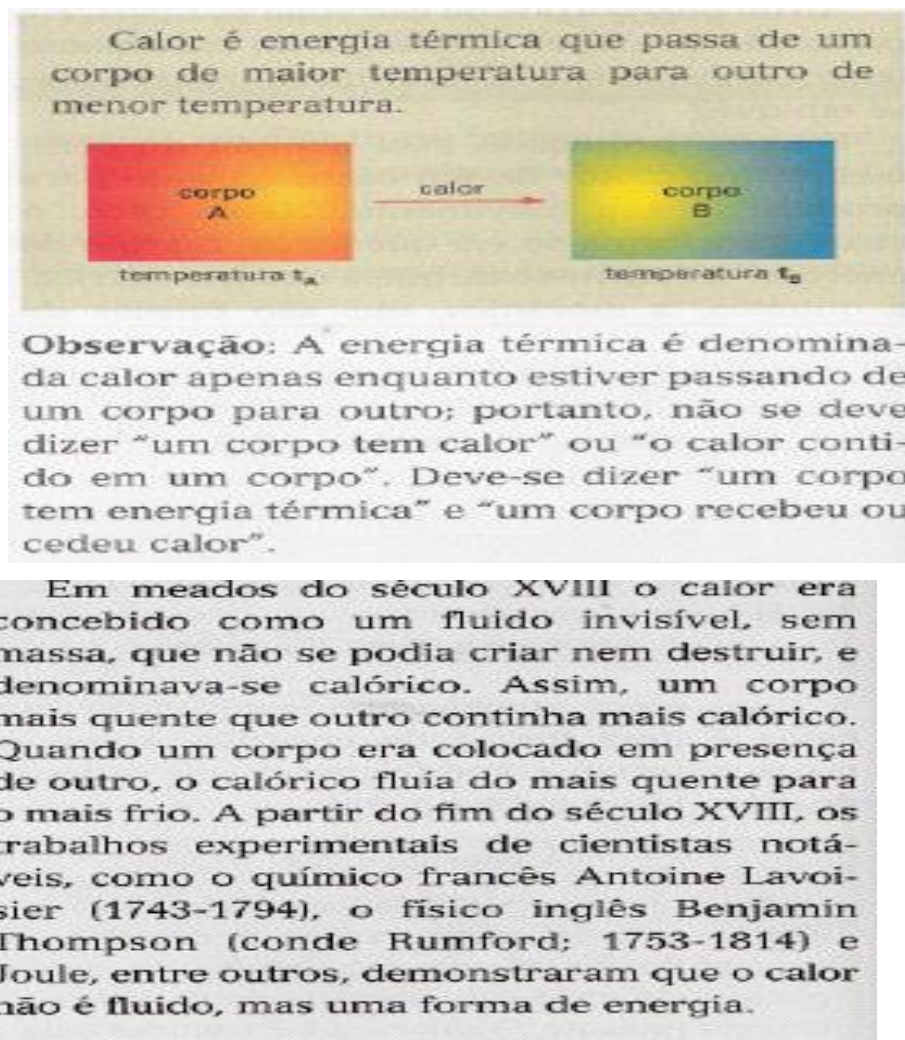


Figura3 – L2

O autor segue no texto, representado pela figura3, o conceito de calor no século XVIII, em que prevalecia ainda a teoria do calórico como fluido desprovido de massa, com os trabalhos experimentais de Antoine Lavoisier (1743-1794), Benjamin Thompson (Conde Rumford, 1753-1814) e Joule demonstrando que o calor não é um fluido, mas sim uma forma de energia. Deve-se ponderar sobre estas considerações, sobretudo quanto aos nomes e suas possíveis contribuições. É mais apropriado considerar que Lavoisier está relacionado com a identificação das substâncias e reações, com isso, na superação da filosofia dos quatro elementos em que o calor era parte que constitui a matéria, o que contribui muito mais para o

estabelecimento da teoria do calórico do que a sua derrocada (dado que o calor passa a ser elemento imponderável e que não faz parte da constituição da matéria). Quanto às contribuições de Joule e Rumford, não se faz qualquer referência no texto, o que seria de grande valia para a distinção entre transferência de calor e transformação de energia cinética em calor, iniciada nos experimentos do equivalente mecânico.

Para o caso de L3, na figura 4 a seguir tem-se a teoria do calórico e o estabelecimento da transformação de energia em alusão à introdução da termodinâmica no capítulo 12, com os seguintes argumentos da transição:

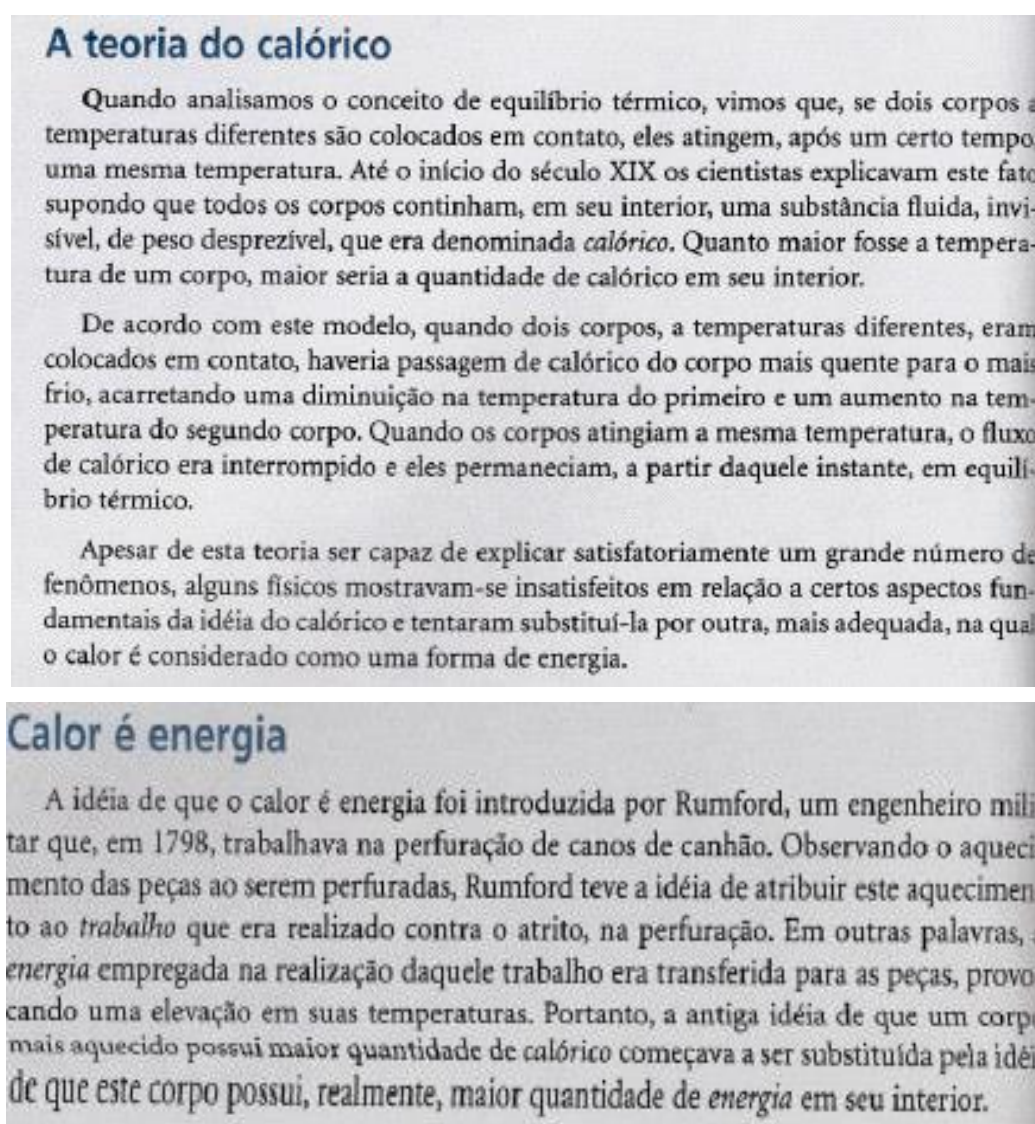


Figura4 – L3

Pode-se notar que na apresentação da primeira lei da termodinâmica, a da conservação e transformação da energia, os autores de L3 fazem menção da teoria do calórico, mas não aos argumentos que a fundamentam, entre eles a impossibilidade de movimento das moléculas sem um meio físico. Seria menos intuitivo do que as caricaturas de bolinhas em movimento para representar estado físico da matéria e qual seria a diferença entre estes dois modelos? Por que razão os físicos passaram de uma hora a outra, a se mostraram insatisfeitos com a teoria do calórico? Em seguida o texto inicia com argumentos considerados já explicitando a substituição da teoria do calórico para a teoria do calor como energia e não contextualizando os experimentos de Rumford, segundo referências de artigo de sua autoria publicado na *Philosophical Transaction* de (1878), cujas medidas do calor latente de alguns metais em sucessivas explosões ocorriam formações de resíduos.

CONCLUSÕES

Com as constatações problemáticas, *errôneas e arbitrárias* das referências históricas nos textos de ensino aqui exemplificados, passa-se a considerar como os conteúdos se tornam comprometidos com tais referências utilizadas nos autores, dado já realizado na pesquisa com a análise extensa da qualidade das referências, que agora a pesquisa procura responder como estas comprometem o ensino à medida que se inserem no conteúdo. Os autores transmitem uma aleatoriedade entre o conteúdo e usos das referências históricas, o que foi debatido entre docentes da disciplina de História da Ciência, e que chegaram à conclusão que não havia fontes de pesquisa confiáveis para o entendimento da unidade caloria no estudo histórico nas amostras, pontuando: (1) Calor em trânsito e temperatura: os autores não associam ao formalismo do calórico, aos aspectos da calorimetria como a distinção entre calor e temperatura; (2) Transformação de energia: os autores utilizam arbitrariamente a ideia de energia para transferência e para transformação, e não dizem qual a diferença entre as duas propriedades. Por exemplo, na diferenciação da ideia de reservatório de calor, para a ideia de energia interna do sistema; (3) Omissão, somente a obra L3 realizou algumas considerações sobre a modificação da abordagem mecânica para a abordagem estatística na termodinâmica.

Enfim, esta pesquisa espera auxiliar na busca de estratégias de trabalho com os conteúdos específicos de ciências nos livros didáticos, na medida em que não devem apresentar apenas o formalismo científico sem vinculação aos problemas e contextos da

história que se desenvolveram, elencando questões e os fatores que levaram às superações e rupturas.

REFERÊNCIAS

ALFONSO-GOLDFARB, A. M. Alguns apontamentos sobre a Historiografia em história da Ciência. In: Angela Maria Martins. (Org.). O tempo e o Cotidiano na história. São Paulo: Fundação para o desenvolvimento da Educação, 1993, v, p. 79- 87.

AMARAL, I A.; MEGID NETO, Jorge. Qualidade do livro didático de ciências: o que define e quem define? *Ciência& Ensino*, Campinas, n.2, p. 13-14, jun.1997.

AXT, R.; BRÜCKMANN, M. E. O Conceito de Calor nos Livros Didáticos de Ciências. In. *Cad. Catarinense Ens. Física Florianópolis* 6(2) 128-142 1989.

BERNAL, J.D: *Ciencia e industria en el siglo XIX*. Barcelona Ed. Martínez Roca, 1973.

_____ *La Proyección del Hombre; História de la Física Clásica Siglo XXI España* Ed. 1975

BLACK, J. *Lectures on the Elements of Chemistry* Univ. Edinbugh – 1802

BRASIL Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília 1999.

_____ *Ficha de Avaliação/ PNLDEM 2007 FÍSICA*

BOYLE, R. the spring of the Air (from new Experiments Physical Mchanical, etc 1660) in BRUSH.S.G. *Kinetic Theory V*. 1 ed. Oxford London 1955

BRUSH.S.G. *The Kind of Motion we call Heat* Book I e 2 ed Oxford London 1976

_____ *The Royal Society's First Rejection on the Theory of Gases (1821) John Herapath versus Humphry Davy* JSTOR V. 18n.2 dez 1963

CACHAPUZ, A et al *A necessária renovação do ensino de ciências*. Ed Cortez São Paulo 2005. ISBN 85-249-1114-X

CARNOT, S. *Reflexions sur la Puissance Motrice du feu Sur Les Machines, Propper a Développer Cette Puissance* (L' École Polytechnique)– 1824

_____ *Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego* ed Alianza Universidad Madrid 1987 ISBN 842062505-

CARVALHO, A.M.P. & GIL - PEREZ , D. *Formação de Professores de Ciências; tendências e inovações*. Ed. Cortez 2a edição São Paulo 1995.

CARVALHO, A.M.P. et. al. Termodinâmica: uma proposta de ensino por investigação Ed. Edusp 1a ed. 1999 São Paulo.

CLAUSIUS, R. The Nature of the motion which we call Heat (from Annalen der Physik, 1857) in in BRUSH.S.G. Kinetic Theory V. 1 ed. Oxford London 1965 ;

CONANT, J.B. Haward Case Histories in Experimental Sciences V.1 e 2 Haward University Press. 1957.

DUARTE N. A Relação entre o Lógico e o Histórico no Ensino da Matemática elementar. Dissertação de mestrado em educação (UFSCar), São Carlos 1987.

FACCI, M.G.D. Valorização ou Esvaziamento do Trabalho do Professor: um estudo crítico comparativo da teoria do professor reflexivo, do construtivismo e da psicologia vigotskiana. Ed. Autores Associados Campinas SP, 2004.

FRACALANZA, H. O que sabemos sobre os livros didáticos para o ensino de ciências no Brasil. Tese de Doutorado, Faculdade de Educação, UNICAMP, 1992.

GIARDINETTO, J.R.B. Reflexões ante as concepções de “espontaneidade” e de “eficácia” do saber matemático cotidiano presente em algumas pesquisas em Educação Matemática. Educ. Mat. Pesquisa, São Paulo, v. 2, n. 2, pp. 35-50, 2000

_____ A Existência Metodológica da Investigação Histórica na Elaboração e Execução de Procedimentos de Ensino da Matemática. Didática São Paulo. 29 95-99 1993/1994.

GRAMSCI A Concepção Dialética da História Ed Civilização Brasileira 2 a ed. RJ.1978 .

JOULE, J. P. On Matter, Living Force and Heat (from the Manchester Courier, 1847) in BRUSH.S.G Kinetic Theory V. 1 ed. Oxford London 1965

_____. On the Mechanical Equivalent of Heat : Communicated by Michael Faraday D.C.L, F.R.S Foreign Associaey of the Academy of Science Paris &c &c &c. Philosophical Translaction 61-82. Royal Society of London. 1850.

_____ “On some Thermo-dynamic Properties of Solids” Philosophical Translaction 1858.

KRAGH, H. Introdução à Historiografia da Ciência. Porto Portugal: Porto Editora. LDA 2001 ISBN 972-0-45081-9

KNELLER, GEORGE F. A Ciência como Atividade Humana, Editora da USP, São Paulo 1980.

KÖHNLEIN, J.F.K. & PEDUZZI S. S. Um Estudo a Respeito das Concepções Alternativas sobre Calor e Temperatura, Revista Brasileira de Investigação em Educação em Ciências, 2(3)84-96, 2002.

LAVOISIER, A, *Traité élémentaire de chimie: présenté dans un ordre nouveau, et d'après les découvertes modernes.* 1792.

LOMBARDI, O.I. La Pertinencia de la Historia en la Enseñanza de Ciencias Argumentos y Contrargumentos. *Enseñanza de las Ciencias* 15(3) 1997.

MARTINS, R. A. Abordagens, Métodos e Historiografia da História da Ciência. In: Ângela Maria Martins. (Org.). *O tempo e o cotidiano na história.* São Paulo, SP: Fundação de Desenvolvimento da Educação, 1993, v., p. 73-78.

_____ Como não escrever sobre história da física - um manifesto historiográfico. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 113- 129, 2001

_____ Descartes e a Impossibilidade de ação à distância In Fuks, S ed. *Descartes 400 anos. Um legado científico e filosófico* RJ 1998 pp 79-126.

_____ Mayer e a conservação de energia *Cad. História e Filosofia da Ciência* (6) 65-95, 1984.

_____ Manual de Análise de textos metacientíficos (versão 2.1) Disponível em: <http://ghtc.ifi.unicamp.br/download/manual-meta.pdf> 05/01/2005

_____ A física no final do século XIX: modelos em crise <http://www.ifi.unicamp.br/~ghtc/A> Acesso em 12/07/2006

_____. Sobre O Papel da História da Ciência No Ensino. *Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, Rio de Janeiro, RJ, n. 9, p. 3-5, 1990.

_____ Arquimedes e a coroa do rei: problemas históricos. *Caderno Catarinense de Ensino de Física* 17 (2): 115-121, 2000.

MATTHEWS M.R. História e Filosofia da Ciência: Tendência atual de reaproximação in: *Cad. Catarinense de Ensino de Física Florianópolis* p.164-214 dez. 1995.

_____ Construtivismo e o Ensino de Ciências, Uma Avaliação *Cad. Cat. Ensino de Física* v.17, n.3 p270-294, dez 2000.

MEDEIROS, A. & MONTEIRO, M. A. A Invisibilidade dos Pressupostos e das Limitações da Teoria Copernicana nos Livros Didáticos de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 19, n. 1, pp. 29-52, Abril 2002.

MEGID, J. N. & FRACALANZA, H.O Livro Didático de Ciências: Problemas e Soluções *Revista Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003

MOREIRA, A.M. & AXT, R. A questão das Ênfases Curriculares e a Formação do Professor de Ciências *Cad. Cat. Ens. Fis, Florianópolis*, 3(2): 66-78, ago. 1986

PELLAT; H. *Cours de Physique Générale Thermodynamique, leçons prefesées à la Sourbonne* 1895.

RUMFORD, B.C. OF An Inquiry Concerning the Nature of Heat, and the mode of V.1 in Jstor (1800-1814) pp.139-147.

_____ An Inquiry Concerning the Weigth Ascribed to Heat, Philosophical Transaction of the Royal Society of London V. 89 (1799) pp. 179-192

_____ Mémoires sur la Chaleur Paris 1803.

SANTOS, M. E. Mudança Conceitual em sala de Aula: em desafio Epistemologicamente bem fundamentado 1o ed. Horizonte Lisboa 1991.

_____ A Cidadania na “Voz” dos Manuais Escolares: O que temos? O que queremos? Ed Horizonte Lisboa 2001.

SOLBES, J & TRAVER, M,J La utilización de história de las ciencias en la enseñanza de la física y la química enseñanza de las ciencias 14(1) 103-122 1996

TINDALL, J. On the Vibrations and Tones produced by the Contact of Bodies having different Temperatures” Philosophical Translaction 1859.

_____ Heat, a Mode of Motion Londres 1875.