

UMA ANÁLISE CONCEITUAL DAS DEFINIÇÕES DE ENERGIA TÉRMICA EM LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO.¹

Matheus Fernandes Muniz de Almeida², Jornandes Jesús Correia³, Carlos Alexandre dos Santos Batista⁴.

RESUMO

A análise da transposição didática dos conteúdos de física em livros didáticos é uma perspectiva investigativa bastante importante para o ensino de ciências. Diante disso, este trabalho apresenta os resultados preliminares da análise das definições de energia térmica em livros didáticos de física de ensino médio no domínio disciplinar da termodinâmica. Para isso, operacionalizamos os conceitos e pressupostos da teoria da transposição didática; alinhando-os ao aporte metodológico da análise de conteúdo de Bardin, para construir categorias didático-epistemológicas que permitem avaliar as definições sobre a grandeza. Essas categorias são forjadas com a aproximação entre as características da transposição didática e os critérios epistêmicos de Kuhn. Os resultados preliminares apontam que, de maneira geral, as definições de energia térmica carecem de precisão, simplicidade, fecundidade e consistência. Evidenciamos a importância de uma maior vigilância didático epistemológica em relação às definições de energia térmica por parte dos autores dos livros didáticos.

PALAVRAS-CHAVE: Definições de grandezas físicas, Energia térmica, Livros didáticos, Vigilância epistemológica.

A CONCEPTUAL ANALYSIS OF THE DEFINITIONS OF THERMAL ENERGY IN HIGH SCHOOL PHYSICS TEXTBOOKS

ABSTRACT

The analysis of the didactic transposition of physics content in textbooks is a very important investigative perspective for science teaching. In view of this, this work presents the preliminary results of the analysis of high school physics textbooks, regarding the definitions of the physical quantity thermal energy in the disciplinary domain of thermodynamics. To do this, we operationalize the concepts and assumptions of the theory of didactic transposition; aligning them with the methodological contribution of Bardin's content analysis, to build epistemological didactic categories that allow evaluating definitions of greatness. These categories are forged with the approximation between the rules and characteristics of DT and Kuhn's epistemic criteria. Preliminary results indicate that, in general, thermal energy definitions lack precision, simplicity, fruitfulness and consistency. We highlight the importance of greater epistemological didactic vigilance in relation to the definitions of thermal energy by the authors of textbooks.

¹ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB).

² Graduando do curso de Licenciatura em Física

³ Professor do Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas (DCET) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)

⁴ Professor do Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas (DCET) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB).

KEYWORDS: Definitions of physical quantities, Epistemological surveillance, Textbooks, Thermal energy.

INTRODUÇÃO

A análise de livros didáticos é uma perspectiva investigativa importante para o processo de TD. Essa relevância é justificada pelo volumoso investimento de recursos financeiros públicos, na compra e distribuição de livros didáticos pelo PNLD⁵; bem como, pela existência de uma preocupação da comunidade da educação em ciências, sobre a qualidade didática desse recurso.

Nessa perspectiva, alguns trabalhos apontam problemas associados à TD dos conteúdos de física⁶. Por essa razão, este trabalho apresenta resultados preliminares sobre a análise de livros didáticos de física, ensino médio, acerca das definições da grandeza energia térmica. Para isso, operacionalizamos os conceitos da TD; alinhando-os ao aporte metodológico da análise de conteúdo de Bardin⁷, a fim de construir categorias didático-epistemológicas, as quais permitem avaliar as definições sobre essa grandeza. Essas categorias emergem da aproximação entre as características da TD e os valores de Kuhn (2011).

Nessa direção, Chevallard (1998) propõem características que definem a razão de um saber científico ser transposto para um saber a ensinar. Quais sejam: consensual, atualidade moral e biológica, operacional, criatividade didática e terapêutica. Junto a isso, ao ser transposto, o saber se afasta do saber científico que lhe deu origem, modificando a sua estrutura epistemológica, pelos processos de despersonalização, dessincretização e descontextualização⁸

No domínio do saber sábio, Kuhn (2011) defini alguns critérios epistemológicos – precisão, consistência, abrangência, simplicidade e fecundidade – para analisar os valores epistêmicos de teorias em cenário de disputa e escolha pela comunidade científica. Para ele, esses critérios podem funcionar como indicadores da qualidade de uma teoria aceita pela comunidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

A análise de conteúdo é um conjunto de técnicas de análise das comunicações, cujos procedimentos sistemáticos permitem a classificação exaustiva das unidade de registros existentes nas fontes de dados (Bardin, 2016). Para tanto, Bardin estabelece

⁵ Sigla para Programa Nacional do Livro Didático.

⁶ Silva, 2019; Carvalho, 2017.

⁷ Bardin (2016)

⁸ Chevallard, 1998.

três etapas básicas para a análise de conteúdo: a pré-análise – organização de todos os materiais que serão utilizados na coleta de dados, assim como, materiais auxiliares ao entendimento; a descrição analítica – o corpus da pesquisa é aprofundado, orientando-se pelas hipóteses e referencial teórico; o tratamento dos resultados; e interpretação – decodificação da mensagem.

Os conteúdos selecionados constituem uma amostra de livros didáticos de física, do ensino médio, no domínio disciplinar da termodinâmica clássica, os quais apresentam definições da grandeza energia térmica (TABELA 1). Os dados foram preparados mediante a seleção de fragmentos de textos, que contêm afirmações a respeito da definição da grandeza, e avaliados com as categorias de análise.

TABELA 1: fontes de dados referente aos livros didáticos de física.

Autor	Título	Editora	Ano
Gaspar, Alberto	Compreendendo a física.	Ática	2013
Hewitt, Paul G	Física conceitual.	Bookman	2015
Luz, Antônio Máximo Ribeiro da; ÁLVARES, Beatriz Alvarenga	Física: contexto e aplicações.	Scipione	2016
Yamamoto, Kazuhito; Fuke, Luiz Felipe.	Física para o ensino médio.	Saraiva	2016
Calçada, Caio Sérgio; Sampaio, José Luiz	Física clássica.	Atual	2012
Villas Bôas, Newton	Tópicos de física.	Saraiva	2012

Nesta TABELA 1, encontram-se, em cada linha, da esquerda para a direita, respectivamente, a(s) autoria(s), título, editora e ano de publicação dos livros (fonte de dados).

Para a análise, foram construídas as seguintes categorias: primeira, precisão das definições, cujo conteúdo atendem as características consensual e de atualidade biológica da TD, consistentes com o saber sábio; segunda, abrangência, alinha-se a operacionalidade e a criatividade didática; quarta, simplicidade, correspondendo aos conteúdo da redação; quinta, fecundidade, capacidade de fomentar novas compreensões sobre a grandeza física.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, são expostos fragmentos, analisados à luz das categorias analíticas, com as definições da grandeza física nos livros didáticos.

TABELA 2: fragmentos de textos com enunciados da grandeza física energia térmica.

Fonte	Fragmentos de Texto.
Gaspar(2013).	“Calor: energia que se transfere de um corpo para outro em razão apenas da diferença de temperatura; o mesmo que energia térmica”
Máximo e Alvarenga(2016).	“Veja que essa simplificação é razoável se pensarmos que a energia térmica, que depende da temperatura do corpo e de sua massa...”
Hewitt(2015).	“Uma máquina ideal opera com rendimento de 100%. Na prática, isso não acontece, e jamais podemos esperar que

	aconteça. Em qualquer transformação, alguma energia é dissipada em energia cinética molecular – energia térmica. Isto torna mais quente a máquina e sua vizinhança”
Kazuhito e Fuke(2016)	“Energia térmica é a soma das energias cinéticas decorrentes da agitação das partículas que constituem a matéria.”
Calçada e Sampaio(2012)	“A energia térmica é uma propriedade das partículas que constituem o sistema, portanto está contida nos corpos, enquanto o calor é uma forma de energia que se transfere de um corpo ao outro. São formas diferentes de energia e em locais diferentes, mas obedecem ao Princípio da Conservação da Energia.”
Newton(2012)	“A energia térmica de um corpo é o somatório das energias de agitação das suas partículas e depende da temperatura do corpo e do número de partículas nele existentes.”

Nesta TABELA 2, encontram-se os fragmentos com as definições da grandeza física encontrados nos livros didáticos.

Apesar da discussão fecunda e abrangente, Gaspar (2013) comete um erro conceitual, que pode levar a obstáculos à aprendizagem, ao igualar calor e energia térmica. De acordo com Correia (2008), calor é a energia em transferência entre dois corpos, devido apenas à diferença de temperatura entre eles. Assim, apesar de energia térmica e calor serem grandezas relacionadas, elas são conceitualmente distintas, logo, nessa definição observa-se o problema de precisão e consistência com o saber sábio. Por outro lado, Kazuhito e Fuke(2016), Calçada e Sampaio (2012) e Newton (2012) atendem aos critérios de precisão e consistência, não apresentando erros conceituais.

Máximo e Alvarenga (2016) apresentam uma definição consistente, porém sem abrangência. Isto é, limitam-se a apresentarem relações de dependência entre a energia térmica e a temperatura e a massa do corpo, sem apresentar discussões fenomenológicas relativas à compreensão da grandeza.

A definição de Hewitt (2015) sugere que a energia térmica é um tipo de energia, que, em uma dada transformação, é dissipada em energia cinética molecular. Porém, seu enunciado é confuso e carece de simplicidade, causando problemas que podem produzir obstáculos à aprendizagem.

Por fim, Calçada e Sampaio (2012) são fecundos e apresentam relações e discussões que fomentam o aprofundamento fenomenológico da grandeza e sua relação com outras grandezas da termodinâmica, incluindo o princípio da conservação da energia. Kazuhito e Fuke (2016) e Newton (2012) não são tão abrangentes quanto Calçada e Sampaio, porém, também dispõem de fecundidade nos enunciados analisados, ao fomentar novos entendimentos.

CONCLUSÕES/CONSIDERAÇÕES

Os livros didáticos de física constituem-se num recurso fundamental para o processo ensino-aprendizagem. No entanto, foi possível identificar que as definições da

grandeza física, por serem submetidas ao processo de didatização, acabam por se distanciar epistemologicamente do saber sábio, devido à sua dessincretização. Esse problema, como ficou evidente, acarreta em erros conceituais graves, que prejudicam a aprendizagem estudantil em sala de aula.

Os resultados expostos confirmam que as definições sobre energia térmica foram apresentadas de uma maneira insatisfatória, sob o ponto de vista conceitual. Esse problema, por sua vez, exige uma maior preocupação da comunidade em discutir a qualidade didática dos materiais de ensino e da abordagem dos conteúdos didatizados. Nesse sentido, a análise conceitual dos conteúdos didáticos proporcionado pelo alinhamento entre os valores epistêmicos de Kuhn e as regras da TD, apresenta-se com um importante aporte analítico, especialmente para inferir aspectos didático-epistemológicos relativos às definições de grandezas físicas, como os da energia térmica. Além disso, esse aporte serve para subsidiar a prática da vigilância epistemológica na didatização das definições de grandezas físicas, em uma perspectiva mais consistente com o saber sábio.

Nessa direção, os próximos passos da pesquisa residem em aprofundar a análise das definições de energia térmica em outros livros didáticos de física, incluindo do ensino superior, ampliando-a para outras grandezas física.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARDIN L. **Análise de conteúdo**. Edição revista e ampliada. São Paulo: Edições 70, 2016.
2. CARDOSO, M R. G.; OLIVEIRA, G. S.; GHELLI, K. G. M. Análise de Conteúdo: uma metodologia de pesquisa qualitativa. **Cadernos da Fucamp**, v. 20, n. 43, p. 98-111, fev. 2021.
3. CARVALHO, B. C.; GOMES, L. C. A transposição didática do equivalente mecânico do calor nos livros didáticos de Física. **Acta Scientiae**, v. 19, n. 2, p. 373-404, mar./abr. 2017.
4. CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado**. 3. ed. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 1998.
5. GASPAR, A. **Compreendendo a física**. São Paulo: Ática, 2013.
6. HEWITT, P. **Física Conceitual**. Porto Alegre: Bookman, 2015.
7. KUHN, T. S. **A tensão essencial**. São Paulo: Editora Unesp, 2011.
8. LUZ, A. M. R.; ÁLVARES, B. A.; GUIMARÃES, C. C. **Física: contexto & aplicações**. São Paulo: Scipione, 2016.

9. BÔAS, N. V.; DOCA, R. H.; BISCUOLA, G. J. **Tópicos de física**. São Paulo: Saraiva, 2012.
10. CALÇADA, C. S.; SAMPAIO, J. L. **Física clássica**: termologia, óptica e ondas. São Paulo: Atual, 2012.
11. SILVA, P.; SOUZA, L.; SILVA, F.; SIMÕES NETO, J. E. A Transposição Didática do conteúdo Termodinâmica Química. **Revista Insignare Scientia**, v. 2, n. 4, p. 198-218, 19 dez. 2019.
12. CORREIA, Jornandes Jesús; MAGALHÃES, Livia Diana. Obstáculos Epistemológicos e o Conceito de Calor. *Sitentibus Série Ciências Físicas*, [s. l.], 2008.