

## MODOS DE PENSAR O CONCEITO DE CALOR EM UM LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA PARA O ENSINO MÉDIO

## WAYS OF THINKING ABOUT THE CONCEPT OF HEAT IN A PHYSICS TEXTBOOK FOR HIGH SCHOOL

Juliana Monteiro Rodrigues<sup>1</sup>, José Euzebio Simões Neto<sup>2</sup>, Glauco dos Santos Ferreira da Silva<sup>3</sup>

<sup>1</sup>CEFET-RJ – Campus Petrópolis/Licenciatura em Física, jumonteiro2000@gmail.com

<sup>2</sup>UFRPE/Departamento de Química, euzebio.simoese@ufrpe.br

<sup>3</sup> CEFET-RJ – Campus Petrópolis/Licenciatura em Física, glauco.silva@cefet-rj.br

### Resumo

Este trabalho tem como objetivo analisar os modos de pensar o conceito de calor presentes em um livro didático de Física, na perspectiva da Teoria dos Perfis Conceituais, que considera que um conceito pode apresentar vários significados, que são organizados em diferentes zonas, de acordo com compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos. O livro didático analisado foi o segundo volume de “Física para o Ensino Médio”, de Yamamoto e Fuke, publicado em 2016 e presente no Plano Nacional do Livro e do Material Didático de 2018. A metodologia consistiu na identificação da palavra ‘calor’ nos textos expositivos, seguido da criação de um excerto para cada ocorrência do termo, e, por fim, a associação com as zonas do perfil conceitual de calor. A zona calor como substância foi a mais encontrada no livro, devido ao uso de expressões que carregam noções substancialistas. Notou-se que tais expressões encontradas surgiram durante o auge da teoria do calórico, quando o calor era pensado como uma substância fluida e que, portanto, ainda utilizá-los faz parte de uma ‘cultura científica’.

**Palavras-chave:** Perfil Conceitual de Calor. Livro Didático. Ensino de Física.

### Abstract

This work aims to analyze the ways of thinking about the concept of heat present in a Physics textbook, from the perspective of the Theory of Conceptual Profiles, which considers that a concept can have several meanings, which are organized into different zones, according to epistemological, ontological and axiological commitments. The textbook analyzed was the second volume of “*Física para o Ensino Médio*”, by Yamamoto and Fuke, published in 2016 and present in the *Programa Nacional do Livro e do Material Didático* of 2018. The methodology consisted of identifying the word 'heat' in the expository texts, followed by the creation of an excerpt for each occurrence of the term, and, finally, the association with the zones of the conceptual heat profile. The zone heat as a substance was the most frequently found in the book, due to the use of expressions that carry substantialist notions. It was noted that such expressions emerged during the height of caloric theory, when heat was thought of as a fluid substance and that, therefore, still using them is part of a 'scientific culture'.

**Keywords:** Conceptual Profile of Heat. Textbook. Physics Education.

## **Introdução**

O calor, conceito fundamental na Física Térmica, transcende seu uso estrito na Ciência, sendo comum nas expressões cotidianas, como "estou com calor" ou "onda de calor", esta amplamente utilizada pela mídia ao abordar altas temperaturas. No entanto, tais formas de falar, embora arraigadas na linguagem comum, não encontram sentido na Física enquanto Ciência, no significado compartilhado pela comunidade científica. O calor, termo originado da teoria do calórico, que o concebia como uma substância fluida, evoluiu ao longo da história, abrangendo interpretações que variam desde a ideia de fogo até a concepção atual, de energia (Silva, Forato e Gomes, 2013). Apesar da definição científica, diferentes interpretações ainda persistem em situações cotidianas. Tendo isso em vista, nossa intenção é entender se essas ideias também estão presentes nos textos dos livros didáticos (LD).

Considerando a importância dos LD para o ensino de Física, o objetivo deste trabalho é analisar os modos de pensar o conceito de calor presentes em um LD de Física, considerando termos e expressões para se referir ao conceito, com base na Teoria dos Perfis Conceituais, que nos permite entender como um único conceito pode apresentar diversos significados. É importante ressaltar que este estudo constitui uma parte de uma pesquisa mais ampla, destinada a examinar as concepções de calor nos LD de Física do Plano Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) de 2018.

## **A Teoria dos Perfis Conceituais e o Perfil Conceitual de Calor**

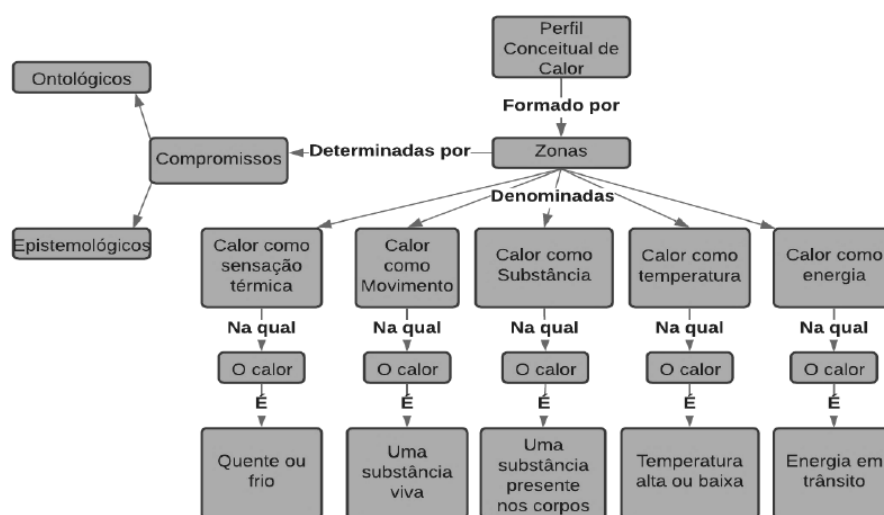
Considerando que as pessoas possuem diversas formas de ver e pensar o mundo, Mortimer (1995) propõe a noção de Perfil Conceitual, que a partir de reflexões posteriores foi associada a um arcabouço teórico acerca da aprendizagem e da linguagem e transformada em Teoria dos Perfis Conceituais. Tal teoria pressupõe que um único conceito pode estar disperso entre vários aspectos e apresentar compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos distintos, representando o que o autor chamou de zonas de um Perfil Conceitual, que podem ser identificadas a partir da relação entre os modos de pensar e as formas de falar sobre determinado conceito (Mortimer, 2001).

Ainda, Mortimer (1995) afirma que nos Perfis Conceituais é possível utilizar as zonas em contextos específicos, nos quais o modo de pensar possui valor pragmático, pois não ocorre, necessariamente, uma substituição de concepções sobre

o conceito. Por isso, compreender uma nova zona não implica no abandono de ideias pertencentes a outras. Assim, a aprendizagem, na perspectiva da teoria, consiste na aquisição de novas zonas e na tomada de consciência das relações entre elas e o contexto em que cada uma pode ser utilizada (Mortimer e El-Hani, 2014).

Atualmente, o Perfil Conceitual de calor vem sendo utilizado com novas denominações para as zonas, com as seguintes relações: as zonas realista, animista, substancialista, empírica e racionalista passam a ser denominadas, respectivamente, de *calor como sensação térmica*, *calor como movimento*, *calor como substância*, *calor como temperatura* e *calor como energia*, como podemos observar na síntese gráfica apresentada por Souza e Simões Neto (2021), na Figura 1.

**Figura 1:** Síntese Gráfica do Perfil Conceitual de Calor



**Fonte:** Souza e Simões Neto (2021)

## Metodologia

O LD utilizado neste trabalho foi o *Física para o Ensino Médio*, (Yamamoto e Fuke, 2016), escolhido por estar listado no PNLD do ano de 2018<sup>1</sup> e por estar disponível, de forma física, no acervo consultado. A análise foi feita no segundo volume, que aborda *termologia, óptica e ondulatória*, na unidade parte Termologia, que é composta por seis capítulos: *Termometria, Dilatação de sólidos e líquidos, Calorimetria, Mudanças de estado, Estudo dos gases e Termodinâmica*.

A metodologia consistiu em analisar o conteúdo do texto do LD, levando em consideração os fragmentos que fazem parte das explicações teóricas, tais como:

<sup>1</sup> Informação disponível em: <https://www.fnnde.gov.br/pnld-2018/>

textos principais, legendas de figuras, tabelas, quadros e tópicos complementares. Para isso, separou-se cada trecho que possui a palavra ‘calor’, identificando a página e a seção à qual pertence e quais substantivos e/ou verbos estão associados ao conceito no trecho. O Quadro 1 mostra o recorte considerado para este trabalho e expõe como os dados foram organizados.

**Quadro 1:** Organização dos Excertos.

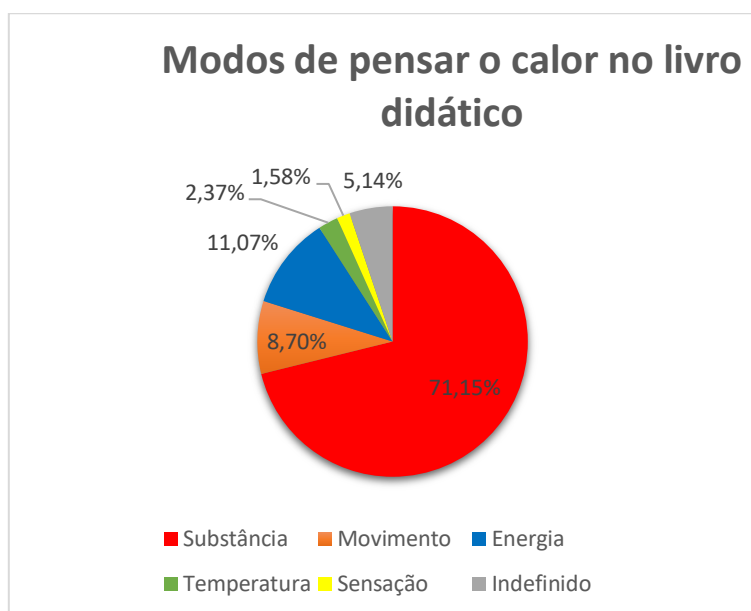
Página	Excerto	Tópico	Verbos/Substantivos
8	As grandezas centrais da Termologia são o calor e a temperatura, ambas relacionadas com a quantidade de energia dos corpos, aqui interpretados como sistemas de muitas partículas.	Termologia (Introdução)	Energia
8	A temperatura dos corpos e o calor trocado entre eles altera suas dimensões e também a forma de agregação das partículas que os compõem.	Termologia (Introdução)	Trocado
8	Começando pela temperatura e as diversas escalas, investigaremos as diferenças entre calor e temperatura, o fenômeno da dilatação, a transmissão de calor.	Termologia (Introdução)	Transmissão
9	<b>Explicação junto à imagem de uma fábrica de caldeiras:</b> Caldeiras eram usadas em um grande número de aplicações, incluindo fábricas para produção de calor e outras formas de energia e trens a vapor.	Termologia (Introdução)	Produção
10	Hoje vai fazer calor? Para encontrar a resposta poderíamos consultar a previsão do tempo, que indica as temperaturas máxima e mínima esperadas no decorrer do dia.	Termometria	Fazer

**Fonte:** Própria

Cada um dos excertos foi associado a um modo de pensar o calor, de acordo com a teoria, pela relação entre os modos de pensar e as formas de falar (Mortimer, 2001), e os resultados encontrados foram organizados para gerar gráficos a partir da contagem da frequência dos modos de pensar o calor presentes em cada um dos modos de falar apresentados.

## Resultados e Discussão

Na análise do LD, considerou-se todos os capítulos presentes na unidade de *Termologia*. Porém, dois deles, ‘*Dilatação do Sólidos e Líquidos*’ e ‘*Estudos dos gases*’ não apresentaram ocorrências da palavra calor e, por isso, não estão incluídos nos resultados. A identificação das ideias de calor em cada excerto partiu da interpretação da frase e da palavra associada ao calor. A Figura 2 mostra os resultados gerais.

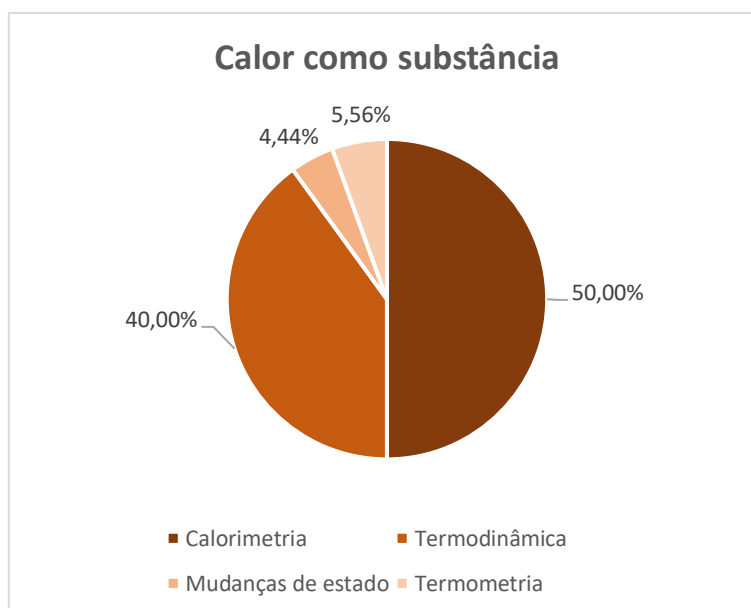
**Figura 2:** Modos de pensar o calor no livro didático

**Fonte:** Própria

Ao todo, encontramos 253 fragmentos no livro e, desse total, 180 compreendem ideias de calor como substância, correspondendo a 71,15% dos excertos. Todas as zonas de calor emergiram na análise dos excertos, no entanto, a predominância desta zona foi significativa, com a segunda maior ocorrência, da zona calor como energia, a mais científica, tendo apenas 28 ocorrência nos excertos.

É possível notar que há alguns trechos foram classificados como 'indefinidos'. No Perfil Conceitual de calor, temos uma das zonas, calor como energia, que corresponde a ideia do calor como energia em trânsito. Embora alguns trechos apresentem indícios deste modo de pensar, classificamos como 'indefinido' os fragmentos que especificam o tipo de energia associada ao calor, como por exemplo, quando é usada a nomenclatura energia térmica. Como tal classificação não é prevista no Perfil Conceitual de Calor, não foi realizada tal associação. Ademais, há alguns fragmentos que se referem a “energia convertida em calor” ou “o calor convertido em energia”, e entende-se que essas expressões apresentam indefinição sobre a natureza da relação entre calor e energia.

Ainda, sendo a ideia de calor como substância a que mais emerge no texto do LD, analisamos também como ela se divide nas partes da obra, como podemos observar na Figura 3.

**Figura 3:** Ideia de calor como substância no livro.

Fonte: Própria

A partir do gráfico apresentado na Figura 3, percebe-se que o modo de pensar o calor como substância mostra-se mais frequente nos capítulos *Termodinâmica* e *Calorimetria*, sendo o segundo, inclusive, no qual está concentrada a maior parte dos excertos assim classificados, com a maioria deles trazendo a ideia de calor como substância, representando 50% de todas as ocorrências relacionadas a ideias substancialistas, ou seja, da zona calor como substância, no Livro Didático.

É na Calorimetria, principalmente nas seções *Calor sensível* e *calor latente* e *Propagação do calor*, que aparecem a maior parte das expressões ‘quantidade de calor’, ‘calor sensível’, ‘calor latente’, ‘calor específico’, ‘propagação de calor’ e ‘fluxo de calor’. Além dessas, aparecem também palavras como *receber*, *trocar* e *ceder calor*. Correia, Lima e Magalhães (2008) mostram que em vários LD há a utilização destes termos, ou de semelhantes, que carregam ideias substancialistas.

Se buscarmos a origem de algumas expressões como ‘quantidade de calor’, ‘calor latente/sensível’ e ‘calor específico’, por exemplo, estas surgem durante o século XVIII, em meio ao domínio da teoria do calórico, que considerava o calor como uma substância fluida presente nos corpos. Silva, Forato e Gomes (2013) mostram evidências desta situação ao analisarem algumas obras do físico Joseph Black (1728-1799), nas quais ele fala em uma “quantidade de calor transferida”. É ele, inclusive,

quem também introduziu o conceito de conceito de “calor latente”, ao realizar experimentos para fundir o gelo (Magie, 1935). Todos esses conceitos são amplamente utilizados ainda hoje, advindos de estudos que proporcionaram um grande avanço aos estudos do calor e da Física Térmica.

Atualmente, o calor não é mais interpretado na Ciência como uma substância material presente nos corpos, mas foi com este significado que muitos estudos sobre a sua natureza se desenvolveram. Assim, Correia, Lima e Magalhães (2008) acreditam que a existência de expressões substancialistas, como as que aparecem no LD, contribuem para a concepção de calor como uma propriedade do corpo, e não do sistema, e associam a “uma ‘cultura científica’, que usa o conceito de calor, com base na teoria do calórico” (p.5), já que são termos que surgem neste período.

### **Considerações Finais**

Ao analisar a o LD, observou-se que, apesar do declínio da teoria do calórico a partir do final do século XIX, as formas de falar nos textos da obra ainda incorporam noções substancialistas ao considerar, na maioria dos enxertos, a zona calor como substância, do Perfil Conceitual de Calor. Definir o calor como energia em trânsito, zona calor como energia, mas usar, na forma de falar, expressões substancialistas pode tornar a compreensão do texto contraditória e confusa, pois no contexto científico atual o calor não é substância e nem propriedade dos corpos. Porém, entende-se isso como o indicativo de uma cultura científica, que dificilmente mudará.

Para o ensino de Ciências, pode-se e deve-se considerar diferentes perspectivas, reconhecendo e apresentando todos os contextos possíveis, conforme a Teoria dos Perfis Conceituais, para que o estudante possa compreender a coexistência de modos de pensar, pois ensinar e aprender Ciências nesta perspectiva tem potencial para estimular a reflexão e a tomada de consciência sobre a construção dos conceitos. Mudar toda a cultura científica não é um trabalho viável e que precisa ser realizado, então, pode-se ter consciência dos modos de pensar um conceito e compreender os contextos de utilização pragmática de cada um deles.

### **Referências**

AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 3, p. 1-14, 2001.

CORREIA, J. J.; LIMA, L. S.; MAGALHÃES, L. D. R. Obstáculos Epistemológicos e o Conceito de Calor. **Sitientibus Série Ciências Físicas**, v. 4, p. 1-10, 2008.

MAGIE, W. F. **A source book in physics**. New York: McGraw-Hill, 1935.

MORTIMER, E. F. Conceptual change or Conceptual Profile change? **Science & Education**, v. 4, n. 3, p. 267-285, 1995.

MORTIMER, E. F. Perfil Conceptual: formas de pensar y hablar en las classes de ciências. **Infancia y Aprendizaje**, v. 24, n. 4, p. 475-490, 2001.

MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. N. **Conceptual Profiles: A Theory of Teaching and Learning Scientific Concepts**. Springer, 2014.

SILVA, A. P. B.; FORATO, T. C. M.; GOMES, J. L. A. M. C. Concepções sobre a natureza do calor em diferentes contextos históricos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 3, p. 492-537, 2013.

SOUZA, I. B. S.; SIMÕES NETO, J. E. Canções e paródias: uma estratégia para avaliar a aprendizagem do conceito de calor com base na teoria dos perfis conceituais. IN: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 13, 2019, Natal. **Anais...**, Campina Grande-PB, 2019.

YAMAMOTO, K; FUKU, L. F. **Física para o Ensino Médio**. vol. 2: termologia, óptica e ondulatória. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.