

O PERFIL CONCEITUAL DE CALOR EM UM LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA

THE CONCEPTUAL PROFILE OF HEAT IN A PHYSICS TEXTBOOK

EL PERFIL CONCEPTUAL DE CALOR EN UN LIBRO DIDÁCTICO DE FÍSICA

Juliana Monteiro Rodrigues*  

José Euzebio Simões Neto**  

Glauco dos Santos Ferreira da Silva ***  

RESUMO

O objetivo deste estudo é analisar a abordagem do conceito de calor em um livro didático (LD) de Física, considerando as diversas formas de falar, associadas aos distintos modos de pensar o conceito, como escrito na Teoria dos Perfis Conceituais. Para isso, foi considerado o segundo volume da coleção “Física para o Ensino Médio”, de Yamamoto e Fuke, que integrou o rol de obras aprovadas no Plano Nacional do Livro e do Material Didático de 2018. Assim, buscou-se identificar a ocorrência do termo 'calor' na nos textos explicativos do volume. Cada trecho com ocorrência do conceito foi atribuído a uma das cinco zonas propostas pela Teoria dos Perfis Conceituais: calor como sensação térmica, movimento, substância, temperatura e energia. Destacamos, a zona calor como substância foi a mais recorrente no livro, resultado que foi associado a uma “cultura científica”, e que possivelmente é recorrente em outros livros didáticos. Apesar da noção substancialista eventualmente dificultar a compreensão do calor como energia, infere-se que para a compreensão plena do conceito também é preciso reconhecer outros modos de pensar, associados a outras zonas, devido a utilização com valor pragmático em diferentes contextos. Por isso incluir a perspectiva apresentada pela Teoria dos Perfis Conceituais no Ensino de Ciências pode auxiliar no desenvolvimento da habilidade de compreender a relação entre significado do conceito e contexto.

Palavras-chave: Perfil Conceitual de calor. Livro Didático. Ensino de Ciências.

ABSTRACT

The aim of this study is to analyze how the concept of heat is addressed in a high school Physics textbook, taking into account the different ways of speaking about it, which are associated with distinct ways of thinking about the concept, as proposed by the Theory of Conceptual Profiles. For this purpose,

* Licenciada em Física pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ). Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação (CEFET/RJ), Rio de Janeiro, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Frei Rogério, número 29, casa C, Centro, Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil, CEP: 25685-010. E-mail: jumonteiro2000@gmail.com.

** Doutor em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Professor na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, Pernambuco, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil., CEP: 52071-030. E-mail: euzebio.simoes@ufrpe.br.

*** Doutor em Ensino de Ciências pela Universidade de São Paulo (USP). Professor do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil. Endereço para correspondência: Rua do Imperador, 971, Centro. Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil, CEP: 25620-000. E-mail: glauco.silva@cefet-rj.br.

the second volume of the collection *Física para o Ensino Médio* by Yamamoto and Fuke was analyzed; this textbook was among the works approved by the 2018 edition of Brazil's National Textbook and Teaching Material Program (PNLD). The study focused on identifying occurrences of the term "heat" in the explanatory texts of the volume. Each excerpt in which the concept appeared was classified according to one of the five zones proposed by the Theory of Conceptual Profiles: heat as thermal sensation, motion, substance, temperature, and energy. It was found that the "heat as substance" zone was the most frequent in the textbook—a result associated with a 'scientific culture' that likely recurs in other textbooks as well. Although the substantivalist notion can sometimes hinder the understanding of heat as energy, it is inferred that a full grasp of the concept also requires recognizing other ways of thinking, related to the remaining zones, due to their pragmatic value in different contexts. Therefore, incorporating the perspective offered by the Theory of Conceptual Profiles into science education may support the development of students' ability to understand the relationship between the meaning of a concept and the context in which it is used.

Keywords: Conceptual Profile of Heat. Textbook. Science Teaching.

RESUMEN

El objetivo de este estudio es analizar el enfoque del concepto de calor en un libro de texto de Física, considerando las diversas formas de hablar, asociadas a distintos modos de pensar el concepto, tal como lo propone la Teoría de los Perfiles Conceptuales. Para ello, se consideró el segundo volumen de la colección *Física para el Ensino Médio*, de Yamamoto y Fuke, que formó parte del conjunto de obras aprobadas en el Programa Nacional del Libro y del Material Didáctico de 2018, en Brasil. Así, se buscó identificar la aparición del término "calor" en los textos explicativos del volumen. Cada fragmento en el que aparece el concepto fue asignado a una de las cinco zonas propuestas por la Teoría de los Perfiles Conceptuales: calor como sensación térmica, movimiento, sustancia, temperatura y energía. Se destaca que la zona "calor como sustancia" fue la más recurrente en el libro, resultado que se asocia a una "cultura científica" y que posiblemente también se repite en otros libros de texto. Aunque la noción sustancialista puede dificultar ocasionalmente la comprensión del calor como energía, se infiere que para una comprensión plena del concepto también es necesario reconocer otros modos de pensar, vinculados a otras zonas, debido a su valor pragmático en diferentes contextos. Por ello, incluir la perspectiva presentada por la Teoría de los Perfiles Conceptuales en la enseñanza de las Ciencias puede contribuir al desarrollo de la capacidad para comprender la relación entre el significado del concepto y el contexto.

Palabras clave: Perfil Conceptual de calor. Libro de texto. Enseñanza de las Ciencias.

1 INTRODUÇÃO

O presente artigo é parte de um estudo mais amplo, em um projeto de pesquisa que busca analisar a abordagem de conceitos científicos nos livros didáticos brasileiros (LD) de Física e Química a partir da Teoria dos Perfis Conceituais. Aqui, destaca-se o conceito de calor, central na Física Térmica e um dos conceitos mais difíceis de ensinar e aprender, principalmente pelo obstáculo caracterizado pela dificuldade de diferenciação entre calor e temperatura (Silva, Laburú e Nardi, 2008), que tem origem no recorrente uso cotidiano, em expressões como "hoje

está calor” e “onda de calor”, esta última frequentemente utilizado pela mídia para descrever as altas temperaturas registradas em diferentes localidades no mundo atualmente.

Na Física, estudos como o de Silva, Forato e Gomes (2013) mostram que o calor possuiu diferentes interpretações ao longo da história, como a ideia de fogo, de sensação térmica, de substância, essa situada na teoria do calórico, até a formulação da associação com o conceito de energia. Ainda, apesar da sua definição científica, calor é utilizado no cotidiano, associado a ideias que muitas vezes se assemelham a concepções encontradas no percurso histórico do próprio conceito. Ou seja, é preciso compreender que a palavra calor não é de uso exclusivo da Física, ou seja, os estudantes já associam ideias não científicas ao termo, e isso deve ser considerado ao abordar o conceito nas aulas de Física Térmica. No entanto, é fundamental destacar que, neste artigo, assume-se que para aprender e utilizar a definição científica do calor não é preciso abandonar outras concepções.

Ainda, apesar da sua definição científica, calor é utilizado no cotidiano, associado a ideias que muitas vezes se assemelham a concepções encontradas no percurso histórico do próprio conceito. Ou seja, o calor não tem seu uso exclusivo na Física e, por isso, os estudantes já possuem ideias associadas a ele e que devem ser consideradas ao abordá-lo nas aulas de Física Térmica. No entanto, é fundamental destacar que, neste artigo, assume-se que para aprender e utilizar a concepção científica do calor não é preciso abandonar outras concepções.

Logo, para compreender a existência de diversos sentidos para um mesmo conceito, pode-se utilizar a Teoria dos Perfis Conceituais, a qual afirma que um único conceito pode apresentar mais de uma interpretação. Os perfis conceituais representam a heterogeneidade de modos de pensar um determinado conceito, que são as diferentes maneiras de ver e interpretar o mundo, utilizadas pelas pessoas para dar sentido às suas experiências (Mortimer *et al.*, 2014). Logo, pode-se considerar que diferentes concepções sobre um mesmo conceito coexistem no pensamento das pessoas, sendo acessadas em diferentes contextos. Então, nesse viés, é possível compreender o calor como uma forma de energia, mas também pensar na relação cotidiana com sensações térmicas e associado a substâncias, pois a depender do contexto, encontra-se valor pragmático de uso.

Centrando atenções no livro didático, fica evidente que estes são objetos de diversas pesquisas que analisam, por exemplo, conteúdo, temas, abordagens e representação da ciência (Axt e Bruckman, 1989; Cindra e Teixeira, 2004; Correia, Lima e Magalhães, 2008; Cavalcante, 2013; Reis e Martins, 2016; Pereira e Londero, 2019). Algumas dessas pesquisas se concentram em analisar conceitos da Física Térmica, sendo um deles o calor (Axt e Bruckman, 1989; Cindra

e Teixeira, 2004; Correia, Lima e Magalhães, 2008), e revelam observações convergentes sobre sua definição, indicando, por exemplo, que o conceito de calor frequentemente se confunde com conceitos correlatos, como temperatura ou energia térmica, e eventualmente é tratado de forma substancialista, como uma propriedade do corpo. Além disso, mostram que a linguagem utilizada muitas vezes não atende aos requisitos do formalismo científico, aproximando-se frequentemente da linguagem cotidiana.

O desenvolvimento de pesquisas sobre os LD se faz importante uma vez que estes são parte da cultura escolar e dão suporte aos conteúdos, conhecimentos, técnicas ou habilidades, agregando tudo aquilo que se considera importante nas relações de ensino-aprendizagem (Martins e Garcia, 2019). Ainda, justifica-se o interesse em analisar os LD, a partir das ideias de Schivani, Souza e Lira (2020, p. 2), quando afirmam que, apesar de “todo o desenvolvimento e acesso às tecnologias digitais que temos hoje em diferentes segmentos da sociedade, o livro didático continua em destaque na Educação Básica”.

Considerando que o conceito de calor é polissêmico, neste trabalho busca-se compreender de que maneira essa característica se reflete no contexto do Ensino de Física, com foco na análise de um livro didático (LD) de Física. Nesse sentido, objetivo deste estudo é analisar a abordagens do conceito de calor em um livro didático (LD) de Física, considerando as diversas formas de falar, associadas aos distintos modos de pensar o conceito, como escrito na Teoria dos Perfis Conceituais. Para isso, foi considerado o segundo volume da coleção “Física para o Ensino Médio”, de Yamamoto e Fuke (2016), que integrou o rol de obras aprovadas no Plano Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) de 2018.

Parece importante compreender que o uso e a aplicação do conceito de calor transcendem o âmbito científico e se estendem ao cotidiano, a depender do contexto em que é empregado. Por isso, tendo como base a Teoria dos Perfis Conceituais, pode-se identificar e refletir acerca das diferentes formas de falar sobre o calor presentes em um livro didático de Física. Este estudo, trata-se, portanto, de uma abordagem pouco usual na pesquisa em Ensino de Ciências sobre análise de conceitos em livros didáticos. Assim, é necessário discutir acerca do livro didático de física, da apresentação da Física Térmica nas obras e do perfil conceitual de calor (Amaral e Mortimer, 2001).

2 O LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA

Nesta seção, destacaremos algumas investigações que ajudam a compreender como os LD historicamente apresentam o conceito de calor e demais conteúdos da Física Térmica, especialmente antes e depois da inserção da disciplina no PNLD. Embora o foco aqui não seja o programa em si, consideramos importante discuti-lo brevemente devido a sua importância como política pública educacional no Brasil.

O Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) é um programa responsável pela avaliação, aquisição e distribuição de livros didáticos destinados às escolas públicas brasileiras, garantindo acesso gratuito e periódico em ciclos relacionados às respectivas etapas da educação básica. A seleção das obras segue critérios pedagógicos e editoriais rigorosos, definidos em editais do Ministério da Educação (MEC) e executados pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE.) Após a avaliação, os professores têm acesso ao Guia de Livros Didáticos, que apresenta as coleções aprovadas, incluindo informações sobre a abordagem dos conteúdos e os critérios adotados para aprovação (Brasil, 2003; Pereira e Londero, 2019).

A inserção da Física no PNLD ocorreu em 2008, e sua primeira distribuição às escolas públicas foi realizada em 2009. Com os efeitos do PNLD, através da universalização do LD na educação básica pública do Brasil, o Programa e as obras que o compõem despertaram a atenção e o interesse de diversas pesquisas e, especificamente a partir de 2008, àquelas relacionadas aos LD e a Física. (Pereira e Londero, 2019)

Desde a formação do programa, as pesquisas desenvolvidas abordam tanto os LD quanto o Ensino de Física e, de acordo com Shivani, Souza e Lira (2020), tais investigações podem ser divididas em duas categorias: a primeira, mais abrangente, foca na análise e discussão das implicações das políticas públicas na produção e inserção dos livros didáticos, além do papel das editoras nesse processo; a segunda, mais específica e mais recorrente, se dedica a analisar as obras publicadas.

Entre as variadas pesquisas sobre LD, algumas se concentram em investigar a presença e/ou ausência de determinados conteúdos (conceitos, temas ou abordagens) nas obras. Outros pesquisadores selecionam os livros a serem estudados com base nas coleções adotadas por uma escola, região ou corpo docente. Por fim, há pesquisas que analisam todas as coleções aprovadas em determinada edição do PNLD (Shivani, Souza e Lira, 2020). Destacaremos, a seguir, algumas destas investigações.

Mesmo antes da implementação dos livros de Física no PNLD já era possível encontrar trabalhos na literatura sobre livros didáticos. Axt e Bruckman (1989), investigaram a definição de calor nos seis livros didáticos de Ciências mais utilizados em Porto Alegre, entre os anos de 1985 e 1986. Os autores mostraram que os livros não atendiam aos requisitos do formalismo científico e destacam a inconsistência interna dos conceitos apresentados. Já Monteiro Júnior e Medeiros (1998) mostraram que textos sobre o som enfatizavam aspectos abstratos, sem contextualização prática para os estudantes, logo, os livros careciam de abordagem contextualizada e interdisciplinar, apesar da relação histórica entre a física e a música, que não era apresentada de forma integrada. Pimentel (1998) analisou conceitos de Física em livros de Ciências do Ensino Fundamental e relatou problemas de imprecisões conceituais. Por fim, Ostermann e Ricci (2004) buscaram olhar a abordagem da relatividade restrita em livros do Ensino Médio e identificaram dois problemas principais, a saber: a massa relativística era frequentemente apresentada como um conceito essencial e existia um equívoco notório na abordagem da relação entre massa e energia.

Já a partir de 2009, com a distribuição dos livros específicos de Física pelo PNLD, encontramos pesquisas focadas na avaliação e análise dos materiais aprovados pelo Programa. Cavalcante (2013) analisou a Energia Nuclear em livros do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) 2007 e 2012 e percebeu que um avanço significativo na apresentação desse conteúdo entre as duas edições, quanto as atividades propostas, ilustrações e no manual do professor. Contudo, a pesquisa também destaca a existência de lacunas relativas às informações sobre o desenvolvimento histórico da energia nuclear, suas aplicações, produção, biografias de cientistas relevantes e a situação específica da energia nuclear no Brasil.

Reis e Martins (2016) realizaram um estudo comparativo das atividades experimentais em coleções de Física nas edições de 2012 e 2015 do PNLD, diagnosticando uma distribuição desigual dos experimentos, com predominância de práticas relacionadas aos movimentos dos corpos, bem como destacaram que os aspectos históricos e sociais ainda eram pouco abordados nas obras.

Trintin e Gomes (2018) investigaram os perfis epistemológicos de força nos LD de Física do PNLD de 2018, especificamente as obras escolhidas pelos professores dos colégios estaduais de Maringá. De maneira geral, verificaram que os livros estão sobrecarregados de imagens e trechos que refletem o realismo, na intensa utilização de metáforas, além de um viés racionalista clássico, o que permitiu inferir que os livros precisam problematizar o conceito de

força, com o objetivo de construir reflexões mais abstratas. Por fim, destacamos o trabalho de Pereira e Londero (2019), que teve como foco a produção científica sobre Física no Brasil nos livros do PNLD 2018, tendo como resultado principal que físicos brasileiros e as instituições de pesquisa/ensino são frequentemente representados de forma secundária.

Observar estes trabalhos permite inferir que a dinâmica de produção sofreu alterações com a entrada da Física no PNLD, em 2009, e a comunidade, antes centrada em analisar erros conceituais, uso confuso de alguns termos, problemas historiográficos e falta de contextualização em obras específicas, passou a observar, de forma mais ampla, as obras incluídas no Programa.

Assim, considerando-se, especialmente, as pesquisas sobre LD depois da inserção da Física no PNLD, a partir de 2008¹, pode-se dizer que há uma nova abordagem de seus conteúdos. Esse movimento justifica a análise da obra escolhida neste estudo, já que os critérios do programa influenciam diretamente a forma de abordagem conceitual, inclusive no que se refere às zonas do perfil conceitual de calor.

3 A FÍSICA TÉRMICA NOS LIVROS DIDÁTICOS

Alguns trabalhos com foco nos livros didáticos de Física concentram-se no conteúdo de Física Térmica, tais como Axt e Bruckman (1989), Pimentel (1998), Cindra e Teixeira (2004), Correia, Lima e Magalhães (2008) e Correia (2017), dos quais, no presente texto, destacam-se os dois últimos.

Assim, no trabalho de Correia, Lima e Magalhães (2008), é apresentado uma discussão sobre obstáculos epistemológicos e o conceito de calor, mostrando que em alguns livros o conceito de calor é empregado, mesmo que de forma imperceptível, com as concepções do calórico, ou seja, apresentando características substancialistas. Os autores identificaram que os obstáculos acerca da compreensão da definição de calor estão associados a uma cultura que prestigia cientistas que defendiam, à época, uma concepção substancialista. Ainda, mostraram que em 29 obras publicadas entre os anos de 1976 e 2006 a visão substancialista do calor é destaque.

Já Correia (2017), analisou a definição de temperatura em livros didáticos, dicionários e sites de internet, observou que parte das obras destinadas ao Ensino Médio não define

¹ Disponível em: <https://www.gov.br/fnde/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/programas-do-livro/pnld/historico>.

temperatura, mas equilíbrio térmico, além de várias definições associarem demasiadamente temperatura e calor, tornando confusa a distinção entre os conceitos. Em síntese, nos livros analisados pelo autor, a abordagem da temperatura é superficial, com uma definição sintética e que não destaca as características do conceito.

Assim, considerando os resultados destas pesquisas, pode-se constatar a existência de concepções de calor associadas ao substancialismo, às sensações térmicas e à temperatura. Em contextos cotidianos, o calor pode ser frequentemente associado a essas concepções, contudo, na Física, o conceito possui uma conotação específica, relacionada à transferência de energia térmica entre sistemas de diferentes temperaturas. Neste sentido, analisando a diversidade de significados atribuídos ao conceito de calor em pesquisa anteriores nos LD e também a falta de distinção entre o calor e outros conceitos da Física Térmica, procuramos analisar o LD sob a ótica da Teoria dos Perfis Conceituais, que nos dá base para identificar e ter consciência da multiplicidade de significados que o calor pode assumir conforme o contexto de utilização.

4 O PERFIL CONCEITUAL DE CALOR

O Perfil Conceitual de calor foi proposto por Amaral e Mortimer (2001), e possui cinco zonas, *realista*, *animista*, *substancialista*, *empírica* e *racionalista*, que também podem ser chamadas, respectivamente de calor como sensação térmica, calor como movimento, calor como substância, calor como altas temperaturas e calor como energia (Araújo, 2014), em nomenclatura mais atuais. Cada uma das zonas pode ser associada a uma visão filosófica específica, de acordo com diferentes cenários epistemológicos, ontológicos e axiológicos, (Mortimer *et. al.*, 2014). Para compreender a divisão, podemos identificar os modos de pensar o calor ao longo da história, que resultam nas várias perspectivas sobre a sua natureza, exemplificando as mudanças que ocorrem na ciência e transformam as maneiras de observar e interpretar fenômenos (Silva, Forato e Gomes, 2013).

As primeiras percepções do calor têm suas raízes na origem e na utilização do fogo como fonte térmica. Desde tempos antigos, o calor tem sido intimamente ligado à sensação térmica de quentura, associação evidenciada por filósofos como Empédocles, Aristóteles, Heron, Philo e Galeno, cada um deles com sua visão particular ao estabelecer relação entre o calor e o elemento fogo. Essa visão inicial do calor está intrinsecamente relacionada à experiência sensorial (Silva, Forato e Gomes, 2013; Amaral e Mortimer, 2001). Essas percepções antigas ainda se fazem presente em nossa linguagem cotidiana, quando

frequentemente usamos calor e temperatura de forma intercambiável, como sinônimos, ao falar sobre o “calor do Sol” ou dizer que “está fazendo calor”. Este modo de pensar está alinhado com a *zona realista*, ligada as sensações térmicas, embora não necessariamente refletam sobre sua natureza intrínseca (Amaral e Mortimer, 2001).

Durante muito tempo, a concepção de fogo esteve associada à vitalidade, sendo considerada uma substância dinâmica, ideias essas influenciaram a concepção do calor uma vez que estava diretamente associado ao fogo. Por conseguinte, algumas interpretações sobre a natureza do calor atribuem características animadas à matéria, como algo que se movimenta e possui vontades próprias. Portanto, quando a vida é atribuída ao calor, sendo considerado uma entidade que se desloca por forças intrínsecas, configura a *zona animista*. Adicionalmente, a caracterização animada da matéria pode ser estendida ao material, que poderia “desejar” ganhar ou perder calor (Amaral e Mortimer, 2001). Na *zona animista* a concepção de calor também pode estar associada ao movimento, nos processos de “transferência de calor”, capaz de “manifestar vontades” em relação à sua transferência (Amaral e Mortimer, 2001).

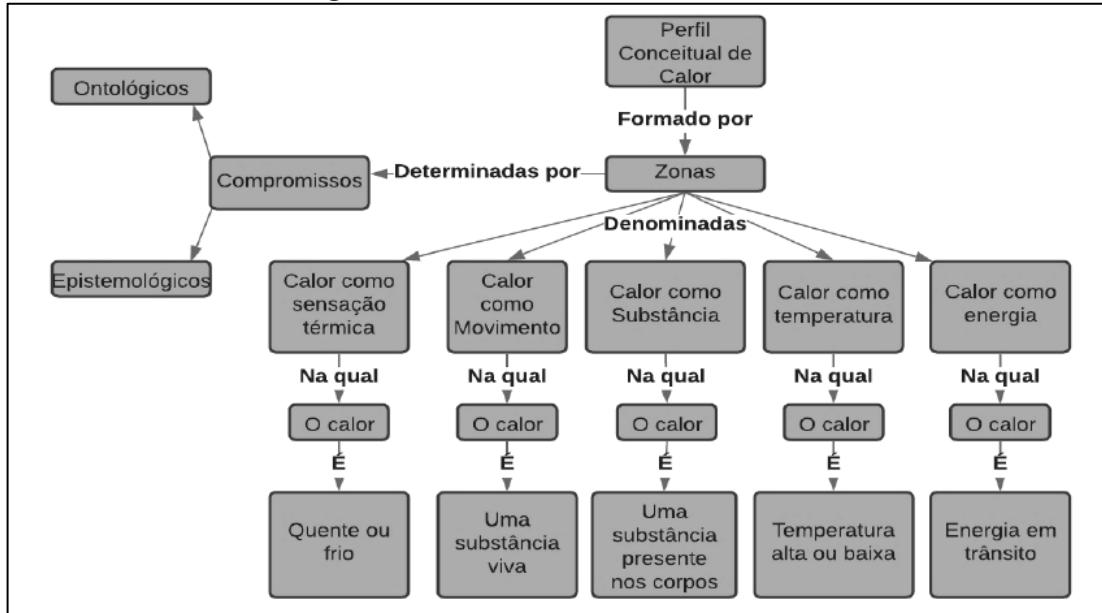
Já o modo de pensar o calor como substância está presente também em outra zona do Perfil Conceitual de calor, a *zona substancialista*, sendo esta uma das primeiras estruturas de modelo para calor. Diferente da visão na zona animista, aqui não se pensa o calor como algo vivo, mas como substância inerte. Assim, na zona substancialista o calor é pensado como uma substância fixa, como propriedade dos materiais, algo que não se movimenta por vontade própria, mas que pode penetrar ou transitar por eles.

A quarta zona, *zona empírica*, concentra-se na mensuração e comparação do calor presente em sistemas ou envolvido em processos de transformação, além de explorar a relação com o conceito de temperatura, especificamente às temperaturas altas ou baixas, eventualmente associada também ao termômetro.

Por fim, a *zona racionalista* tem sua origem na teoria mecânica do calor, que estabelece a grandeza como uma forma de energia em transferência de um corpo de maior temperatura para um corpo de menor temperatura. Nessa zona, fazem parte os enunciados matemáticos relativos ao calor como forma de energia dissipativa e associada ao movimento molecular (Amaral e Mortimer, 2001), ou seja, o calor é pensado como uma forma de energia, relacionada a diferença de temperatura e ao calor específico e, portanto, diferente do conceito de temperatura. Essa energia está relacionada ao contato termodinâmico entre dois corpos com temperaturas distintas, pode ser representada matematicamente pelas variadas fórmulas conhecidas atualmente e, também ser relacionada ao trabalho mecânico.

Souza e Simões Neto (2021) propõem um esquema, apresentado na Figura 1, que sintetiza o Perfil Conceitual de calor, mostrando de maneira resumida as zonas e os modos de pensar associados a elas.

Figura 1: Síntese do Perfil Conceitual de calor.



Fonte: Souza e Simões Neto (2021).

Assim, na Teoria dos Perfis Conceituais, não tratamos um conceito polissêmico, como o calor, a partir de um único modo de pensar ou considerando uma única definição, apontada como correta. Os diferentes modos de pensar o calor, que são manifestados nas zonas e emergem nas formas de falar sobre o conceito, embora diferentes da concepção científica atual, que corresponde a zona racionalista, outros modos de pensar constituem zonas que possuem valor pragmático em alguns contextos, sendo assim, as zonas podem coexistir em um mesmo indivíduo, e em escala supraindividual também. Logo, ressalta-se que uma nova zona incorporada não extingue as anteriores, tornando-se complementares.

5 METODOLOGIA

Nesta seção, apresentam-se os elementos que dirigem o percurso da investigação, a saber: o livro didático utilizado para análise, o processo de obtenção dos dados e a metodologia para realização da análise, com base nas zonas do perfil conceitual de calor.

5.1 Caracterização do Livro Didático

Para este artigo, a análise foi realizada no livro “*Física para o Ensino Médio, vol. 2: termologia, óptica e ondulatória*”, de Yamamoto e Fuke, publicado em 2016, uma das coleções mais escolhidas pelas escolas no estado do Rio de Janeiro no triênio 2018-2020 (Shivani, Souza e Lira, 2020). A obra é organizada em unidades e capítulos e, conforme o Guia Digital² do PNLD de 2018, apresenta os temas “por meio de textos contendo a parte teórica da Física, suas aplicações tecnológicas, suas relações com outras áreas do conhecimento e aspectos do seu desenvolvimento histórico” (Brasil, 2018). Especificamente, o volume 2 do livro é divido em três unidades, *Termologia, Óptica Geométrica e Ondulatória*, sendo considerada a primeira delas nesta pesquisa, dividida em seis capítulos, a saber: *Termometria, Dilatação de sólidos e líquidos, Calorimetria, Mudanças de estado, Estudo dos gases e Termodinâmica*.

Considerando a coleção completa, esta é composta por três livros do estudante e três volumes do Manual do Professor, que incluem discussão teórica, desenvolvimento histórico, aplicações tecnológicas e interações com outras áreas do conhecimento. Esses elementos são explorados em seções que fornecem complementos variados, diálogos entre conceitos de Física e a vida cotidiana, contextos históricos relacionados aos temas e sugestões de experimentos (Brasil, 2018).

Quadro 1: Seções da obra com complementações

Seção	Descrição
Exercícios resolvidos	Visa promover uma familiaridade com os conceitos.
Outras palavras	Traz informações complementares sobre como o assunto é tratado por outros autores, em outros contextos e mídias.
Atividade prática	Sugestões de experimentos factíveis em sala de aula e que demandam materiais simples.
A Física no cotidiano	Estabelece um diálogo entre os conceitos de Física e a vida diária.
A Física na História	Apresenta contextos históricos importantes para a compreensão de alguns conteúdos.
Para saber mais	Sugestões de livros, revistas e sites de internet.
Exercícios propostos	Exercícios selecionados e apresentados ao final de cada capítulo.

Fonte: Brasil (2018, adaptado).

No Guia Digital do PNLD do ano de 2018 também é possível encontrar uma breve descrição e análise sobre a coleção, que citamos a seguir:

Nos textos teóricos de cada capítulo, os conceitos, as leis e os modelos físicos são tratados com rigor, de forma correta, clara e contextualizada. Por meio de seções

² Disponível em <https://www.fnde.gov.br/pnld-2018/>.

específicas, a obra constrói algumas interlocuções dos conteúdos com outras áreas do conhecimento, possibilitando uma boa contextualização dos temas e utilizando vários exemplos do mundo vivencial dos estudantes. Entretanto, a despeito dessa abordagem, as discussões apresentadas não estão suficientemente organizadas para compor articulações explícitas com os conhecimentos prévios dos estudantes (Brasil, 2018).

De modo geral, conforme apresentado no Guia Digital, as expressões matemáticas e formulações de leis físicas são acompanhadas de enunciados, deduções e articulações consistentes, com aplicações e limites de validade explicitados. Ainda, a coleção dedica uma unidade específica à Física Moderna e insere conceitos desta área em outras unidades, promovendo integração entre os conteúdos, que buscam contemplar tanto a dimensão histórica e social quanto a vivencial dos estudantes, conectando com aplicações técnicas e o campo profissional. De acordo com o Guia, a história da ciência é um ponto forte, distribuída de forma coerente e equilibrada ao longo dos textos, articulada a contextos sociais, tecnológicos e vivenciais. Por fim, destacamos as relações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) permeiam algumas discussões, embora a interdisciplinaridade apareça de forma discreta (Brasil, 2018).

5.2 Processo Metodológico

Para analisar as formas de expressar e os modos de pensar sobre o conceito de calor no texto do LD *Física para o Ensino Médio*, de Yamamoto e Fuke(2016), levou-se em consideração apenas as partes que apresentavam explicações teóricas, como textos principais, legendas de figuras, tabelas, quadros e tópicos complementares do conteúdo principal (seções do Quadro 1), logo, foram desconsiderados todos os exercícios e elementos fora dos textos explicativos.

Primeiramente, identificou-se todas as ocorrências da palavra *calor* nas partes consideradas, e para cada ocorrência, recortou-se trecho em separata, que foram denominados excertos. Assim, a quantidade de excertos corresponde ao número de vezes que a palavra foi identificada no livro. A Figura 2 ilustra como os trechos foram identificados, organizados e separados.

Figura 2: Processo de identificação, com as marcações e criação dos excertos.

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. No entanto, será que calor e temperatura são a mesma coisa? O fato é que, assim como a massa, o comprimento e o tempo, calor e temperatura são grandezas físicas (distintas).

No Brasil, usamos a escala Celsius para medir temperaturas que vão desde -11°C (lê-se "menos onze graus Celsius"), já registradas no inverno da região Sul, até próximas de 45°C , no interior da região Nordeste.

Considerando esses extremos, diríamos que uma temperatura em torno de 23°C é bastante agradável, como a de um dia típico de primavera na capital paulista. Mas, quando nos mostram que a temperatura em Detroit, Estados Unidos, é de 46°F (lê-se "quarenta e seis graus Fahrenheit"), está frio ou quente por lá?

Na abertura de um jogo de futebol americano realizado em Detroit e transmitido por uma TV brasileira, o narrador fez a seguinte observação: "A temperatura, ambiente de 46°F , mostrada pela geradora das imagens, corresponde a aproximadamente 8°C ".

Além de conhecer a escala termométrica que está sendo adotada, precisamos saber o que estamos medindo quando tomamos a temperatura de um objeto ou ambiente.

Intuitivamente estabelecemos uma relação entre a temperatura de um corpo ou objeto e a sensação de "calor" ou "frio" que ele proporciona. Claro que, para termos a certeza de que a impressão está correta, devemos medir a sua temperatura.

Nesta unidade estamos iniciando o estudo da Termologia, um ramo da Física que estuda o calor, suas manifestações e implicações, e que se estenderá até o capítulo 6. Neste capítulo, propriamente, veremos uma de suas divisões: a Termometria. Assim, vamos conhecer as grandezas físicas temperatura e calor, estudar as leis que regem a medição da temperatura, ver as escalas termométricas consagradas e aprender a realizar conversões entre as medidas tomadas a partir delas.

Fonte: Yamamoto e Fuke (2016, p.10, adaptado)

Após a criação dos excertos, elaborou-se uma planilha para identificação e codificação, para posteriormente associá-los às zonas do perfil conceitual de calor. Assim, especificou-se o capítulo, a seção e a página na qual se encontram cada trecho com a palavra *calor* e, em complemento, observou-se palavras ou expressões utilizadas para apresentar ou explicar o conceito de calor em cada trecho, como em *transferência* de calor, *quantidade* de calor, *sensação* de calor, calor *recebido*, *está* calor etc., pois é a partir delas que podem emergir as zonas que se relacionam com os diferentes modos de pensar o calor. Um recorte da planilha com a forma de organização dos dados pode ser visto no Quadro 2.

Quadro 2: Recorde da planilha de organização dos excertos do livro.

Página	Capítulo/Seção	Excerto	Observações	Palavra(s) Associada(s)
9	Termologia/ Introdução	Caldeiras eram usadas em um grande número de aplicações, incluindo fábricas para produção de calor e outras formas de energia e trens a vapor.	Explicação junto à imagem de uma fábrica de caldeiras	Produção
10	Termometria	Hoje vai fazer calor? Para encontrar a resposta poderíamos consultar a previsão do tempo, que indica as temperaturas		Fazer

		máxima e mínima esperadas no decorrer do dia.		
10	Termometria	No entanto, será que calor e temperatura são a mesma coisa? O fato é que, assim como a massa, o comprimento e o tempo, calor e temperatura são grandezas físicas (distintas).		Grandeza física
10	Termometria	Intuitivamente estabelecemos uma relação entre a temperatura de um corpo ou objeto e a sensação de “calor” ou “frio” que ele proporciona. Claro que, para termos a certeza de que a impressão está correta, devemos medir a sua temperatura.		Sensação
10	Termometria	Nesta unidade estamos iniciando o estudo da Termologia, um ramo da Física que estuda o calor, suas manifestações e implicações, e que se estenderá até o capítulo 6.		Manifestações

Fonte: Elaboração própria.

Nesse recorte estão as primeiras ocorrências analisadas no LD, nas quais identificou-se os modos de pensar o calor, reconhecendo as zonas do perfil conceitual. Também foi acrescentado à planilha a coluna de observações para cada excerto, que serviu para indicar algumas particularidades, a saber: (i) se o trecho possui imagens auxiliares; (ii) se estavam na legenda ou título de uma figura ou tabela; (iii) se fazia parte de algum tópico complementar; (iv) se a identificação de frases ou parágrafos foram divididos por conter mais de uma ocorrência da palavra *calor*.

Com a planilha organizada desta forma, relacionou-se cada excerto às zonas do perfil conceitual de calor, e em seguida pôde-se realizar a contagem da diversidade de modos de pensar contidos na obra.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o conteúdo do LD separado em excertos, foi realizada análise considerando os modos de pensar o conceito de calor, que caracterizam as zonas do perfil conceitual. Em seguida, foram observados como os modos de pensar estão distribuídos nos capítulos e, por fim, foram identificadas palavras ou expressões associadas a eles. É importante lembrar que, na análise do LD, considerou-se todos os capítulos presentes na unidade *Termologia*, e procedeu-se com a identificação dos modos de pensar a partir da interpretação do sentido da frase e da

palavra ou expressão associada ao calor. O Quadro 3 mostra alguns exemplos de como os trechos foram identificados.

Quadro 3: Exemplo do processo de identificação dos modos de pensar o calor no livro.

Excerto	Palavra(s) Associada(s)	Zona do Perfil conceitual de calor
“Sabemos que a sensação de calor ou de frio é subjetiva (por exemplo, uns sentem mais frio que outros, na mesma temperatura ambiente), e isso pode ser mostrado facilmente com um experimento muito simples”. (p. 12)	Sensação	Calor como sensação térmica
“Esses e outros fatos corriqueiros parecem indicar que o calor flui naturalmente da matéria mais quente para a mais fria (ou menos quente), até que seja alcançada uma temperatura de equilíbrio — o ambiente quente derrete o sorvete e o ambiente frio esfria a água quente”. (p. 12)	Flui naturalmente	Calor como movimento
“Os aparelhos de ar-condicionado costumam trabalhar com a unidade BTU (British Termal Unit), correspondente ao calor que aquece 1 lb de água , variando sua temperatura em 1 °F”. (p. 33)	Aquece	Calor como temperatura
“Equilíbrio térmico é o estado em que a temperatura compartilhada pelos corpos, depois de cessada a transferência de calor entre eles , é idêntica”. (p. 13)	Transferência (entre corpos)	Calor como substância
“Baseando-nos no Princípio de Conservação de Energia, é razoável dizer que essas partículas, ao movimentarem-se, trocam uma forma de energia que chamaremos de calor”. (p. 13)	Energia	Calor como energia

Fonte: Elaboração própria.

Os capítulos *Dilatação dos sólidos e líquidos* e *Estudo dos gases* não aparecem nos resultados, pois não foram encontradas ocorrências da palavra *calor*. Com isso, para analisar a quantidade total de modos de pensar o calor que aparecem em todo o LD, no primeiro momento, gerou-se um gráfico com a frequência de todos os excertos analisados, apresentado na Figura 3, a seguir.

Figura 3: Quantidade total dos modos de pensar o calor.



Fonte: Elaboração própria.

O LD foi dividido em 253 excertos de acordo com a metodologia deste trabalho, que significa ocorrência do mesmo número de palavras *calor* no texto analisado. Desse total, 180 excertos (71,15%) foram associados à zona calor como substância, ou zona substancialista., e A zona de calor como energia, ou zona racionalista, na qual está o modo de pensar o calor compartilhado pela comunidade científica, é a segunda com maior número de ocorrências, com 28 excertos (11,07%), seguida pela zona animista, ou calor como movimento, com 8,70% das ocorrências. Já as outras duas zonas representam menos de 5% das ocorrências. Por fim, foram marcados como outros, com 5,14% das ocorrências, excertos que não se encaixaram em nenhuma das zonas. No Quadro 4 a seguir apresentamos com mais detalhes o processo de interpretação em cada modo de pensar o calor.

Quadro 4: Exemplos do processo de interpretação dos excertos

Capítulo/Seção	Exertos	Termo Associado	Perfil Conceitual
Mudanças de estado- Higrometria	“Um ambiente com umidade relativa de até 30% é considerado seco como regularmente acontece em algumas regiões do Brasil; por outro lado, uma umidade relativa acima de 90% aumenta a sensação de calor, devido à redução da transpiração”. (p. 69)	Sensação	Calor como sensação térmica
Termodinâmica- Segunda Lei	“O calor flui espontaneamente da fonte quente para a fonte fria; para ocorrer o contrário, é necessário realizar trabalho externo”. (p. 103)	Flui espontaneamente	Calor como movimento
Calorimetria - Trocada de calor entre corpos e sua lei geral	“Muitas vezes, medimos as quantidades de calor trocadas entre dois ou mais corpos e fluidos, no interior de um recipiente, e consideramos o conteúdo como um sistema termicamente isolado do ambiente externo.” (p.48)	Quantidades trocadas	Calor como substância
Calorimetria –O calor	“Os aparelhos de ar-condicionado costumam trabalhar com a unidade BTU (British Termal Unit), correspondente ao calor que aquece 1 lb de água, variando sua temperatura em 1 °F.” (p. 33)	Aquece	Calor como temperatura
Termodinâmica- Segunda Lei	“Nas transformações irreversíveis, a entropia é a medida da parte da energia térmica que não é convertida em trabalho, sendo desperdiçada sob a forma de calor, que é uma forma de energia desorganizada”. (p. 103)	Forma de energia	Calor como energia

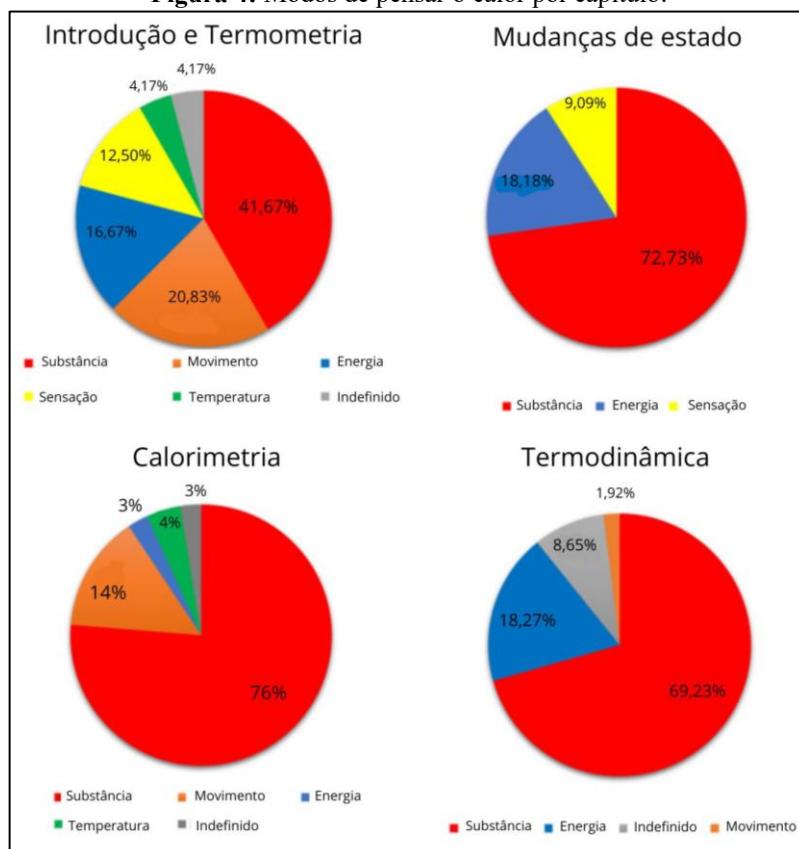
Fonte: Elaboração própria.

Para visualizar como acontece a distribuição dos modos de pensar o calor pelo LD, também foram analisados os capítulos separadamente. O capítulo de *Termometria* é o primeiro, precedido de uma breve introdução que também foi considerada. Nessa parte estão presentes 24 excertos, dos quais 41,67% podem ser associados à zona calor como substância. No segundo capítulo, *Calorimetria*, estão a maior parte dos excertos, 118 no total, sendo majoritariamente associados a zona calor como substância, 76,00% das ocorrências associados a este modo de

pensar. O quarto capítulo, denominado *Mudanças de estado*, é o que menos apresenta ocorrências da palavra calor, 11 excertos, dentre os quais 72,73% podem ser associados a zona calor como substância. Por fim, o sexto capítulo, *Termodinâmica*, é o segundo capítulo com a maior quantidade de excertos considerados, totalizando 102 excertos, sendo 69,23% associados ao modo de pensar que estabiliza a zona o calor como substância.

Para compreensão da distribuição por capítulo, é apresentada a Figura 4, que permite a comparação entre a ocorrência das zonas em cada uma das divisões da unidade.

Figura 4: Modos de pensar o calor por capítulo.



Fonte: Elaboração própria

Assim, considerando as Figura 3 e 4, é possível notar que há alguns excertos em que os modos de pensar foram classificados como indefinidos, a maioria deles no capítulo *Termodinâmica*, quando especificam o tipo de energia associada ao calor, como por exemplo energia térmica. Também foram identificados em alguns excertos expressões como “energia convertida em calor” ou “o calor convertido em energia”, que podem dirigir a uma dúvida sobre a natureza dessa energia e, diante da falta de evidências que permitisse identificar a zona, a

partir da relação entre forma de expressar e modo de pensar, os trechos foram ditos como indefinidos. O Quadro 5 mostra exemplos destes excertos, retirados do LD analisado.

Quadro 5: Exemplos de excertos com modo de pensar não definidos

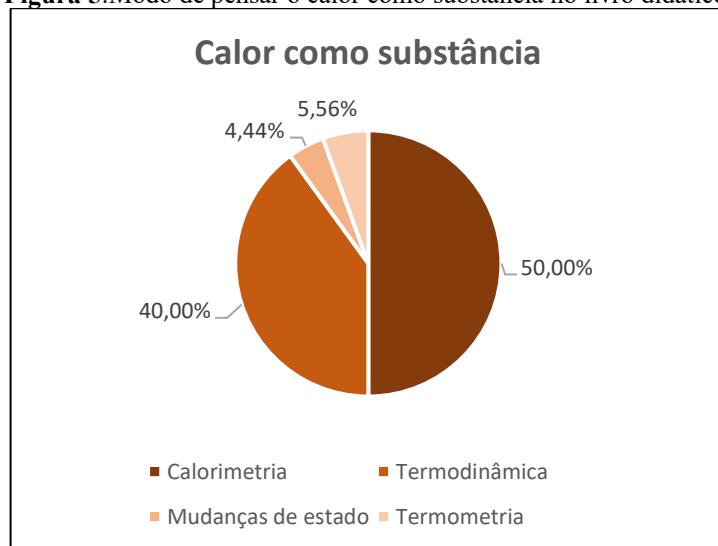
Excertos como modo de pensar não definidos	Termo Associado
“Calor é a energia térmica em trânsito que está sendo transferida de um corpo a outro devido à diferença de temperatura existente entre eles — sempre do corpo de temperatura mais elevada para o de menor temperatura.” (p. 13)	Energia térmica
“Nossos antepassados já obtinham fogo atraindo dois pedaços de madeira seca; hoje sabemos que o trabalho executado pela força dos braços move os gravetos, e parte dessa energia se converte em calor por atrito, que eleva a temperatura até o ponto de ignição da madeira.” (p.85)	Energia se converte em calor
“Por outro lado, o calor também se converte em energia mecânica, como trabalho.” (p.85)	Calor se converte em energia

Fonte: Elaboração própria.

Por fim, a partir da análise estabelecida, fica evidente a predominância, na obra analisada, do modo de pensar associado a zona calor como substância. Sendo o livro um material didático encarregado de introduzir, explicar e conceituar os conteúdos da Física, esperava-se que a ideia de calor associada a zona racionalista, calor como energia, como o conceito é pensado na Ciência atualmente, fosse predominante.⁵

Assim, diante do resultado, buscou-se aprofundar a compreensão sobre a predominância da zona do calor como substância na obra analisada. Para isso, foi elaborado um gráfico, na Figura 5, para ilustrar como as ocorrências de tal modo de pensar se distribuíram nos capítulos.

Figura 5: Modo de pensar o calor como substância no livro didático.



Fonte: Elaboração própria.

O gráfico da Figura 5 evidencia a predominância da visão do calor como substância nos capítulos de Calorimetria (50,0%) e Termodinâmica (40,0%). Destaca-se que *Calorimetria* reúne a maior parte dos trechos analisados, e o modo de pensar o calor como substância concentra-se especialmente nas seções sobre Calor Sensível, Calor Latente e Propagação do Calor, onde expressões como *receber, trocar, ceder* calor e *propagação, condução e fluxo* de calor são recorrentes. Ainda, observa-se o uso frequente do termo *quantidade de calor*, muitas vezes acompanhado por verbos como *trocada, transferida e cedida*, reforçando a concepção substancialista predominante.

Correia, Lima e Magalhães (2008) destacam que o uso recorrente de termos como *calor latente* e *calor sensível* nos LD contribui para a concepção de calor como uma propriedade intrínseca dos corpos. Segundo os autores, essa linguagem reflete uma cultura científica consolidada ao longo do tempo, como uma forma de herança da teoria do calórico. A origem dessa teoria remonta ao século XVIII, especialmente nas obras do físico Joseph Black, que tratava o calor como uma substância mensurável presente nos corpos (Silva, Forato e Gomes, 2013; Gomes, 2012), em contraste com a concepção científica atual. Os achados desta análise convergem, então, com os de Correia, Lima e Magalhães (2008), que apontaram a persistência da concepção substancialista em 29 obras analisadas entre 1976 e 2006. Mesmo após a inserção da Física no PNLD, o resultado aqui obtido — com mais de 70% dos trechos alinhados ao modo de pensar o calor como substância — indica que essa abordagem ainda é amplamente reproduzida, mesmo em obras atualizadas e aprovadas oficialmente. A dificuldade na distinção entre conceitos como calor, energia e temperatura, também é apontada por Pimentel (1998), que identificou imprecisões conceituais semelhantes em livros de Ciências, sugerindo um padrão histórico de ambiguidade na apresentação de conceitos científicos. Assim, entende-se que utilizar o LD como único material durante as aulas de Física pode não proporcionar ampla discussão do conceito de calor, no reconhecimento dos modos de pensar e dos contextos em que possuem maior valor pragmático, inclusive do modo de pensar o calor como energia, consensual na comunidade científica.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho procurou-se analisar como um livro didático de Física aprovado no PNLD 2018 aborda o conceito de calor, considerando sua polissemia, a diversidade de modos pensar e formas de falar e os diferentes contextos em que cada um possui valor pragmático, de

acordo com a Teoria dos Perfis Conceituais e com o perfil conceitual de calor. O principal resultado é de que, no livro analisado, o modo de pensar o calor como substância é predominante, embora outros modos também emergam no texto, além de algumas ideias confusas e indefinidas.

Ao longo do processo de análise foi possível perceber que mesmo com o declínio da teoria do calórico perante a comunidade científica, a partir do fim do século XIX, o livro didático ainda carrega ideias substancialistas ao definir e utilizar o conceito de calor. Definir o calor como energia e utilizar expressões como *fluxo de calor*, *transferência de calor*, *quantidade de calor* e *troca de calor*, por exemplo, sem explicitar os seus contextos, pode ser confuso, pois na visão consensual da ciência moderna o calor não é uma substância e nem uma propriedade dos corpos. Porém, termos como esses são tão comuns e usuais que já fazem parte de uma cultura científica, além de terem considerável valor pragmático, logo, faz-se necessário, para atingir os objetivos do Ensino de Ciências, discuti-los em sala de aula.

Percebe-se, também, que os resultados encontrados na análise do livro didático analisado são coerentes com os resultados apresentados por Correia, Lima e Magalhães, em 2008, no qual tem-se como principal resultado um predomínio de visões substancialistas, com base na ideia de calórico, em 29 obras, publicadas entre 1976 e 2006.

Entendemos que o ser humano, por sua própria natureza, tende a resistir a mudanças, por internalizar e reproduzir a cultura na qual foram criados e estão habituados. Contudo, o objetivo primordial do Ensino de Ciências passa, também, por ressaltar a importância de compreender as diferentes formas de ver e significar o mundo a partir de um conceito específico, entendendo que algumas delas não são suficientes para explicar fenômenos científicos, mas são suficientes para serem utilizadas em outros contextos, não científicos, mas de igual importância na história de vida das pessoas.

Portanto, ter consciência da multiplicidade de modos de pensar o conceito de calor, a partir do conhecimento de suas zonas no processo de enriquecimento do perfil conceitual, bem como da tomada de consciência dos contextos de maior valor pragmático para cada um desses modos de pensar, pode elucidar que mesmo que existam expressões na Física carregadas de uma noção substancialista para o calor, o contexto que vai determinar como esse conceito é melhor compreendido. Então, a tomada de consciência pode torná-lo mais crítico e atento aquilo que ele lê, fala e utiliza, sem necessidade de abandonar diferentes concepções ou renunciar ao uso do livro didático, um elemento tão importante para o ensino.

Estudar e explorar o contexto e a diversidade de um conceito, como propõe a Teoria dos Perfis Conceituais, pode contribuir significativamente para o Ensino de Ciências. Ao ensinar e aprender os conceitos científicos sob a ótica dos Perfis Conceituais, estimula-se o processo de reflexão e a conscientização sobre a construção desses conceitos e das ideias subjacentes a eles. Aprender significa estar ciente da existência de diferentes modos de pensar e reconhecer sua utilidade em diversos contextos, dado que eles se complementam.

Em síntese, entendemos que a utilização da Teoria dos Perfis Conceituais para o planejamento e desenvolvimento de atividades em ambiente escolar leva em conta a variedade de perspectivas em relação a um determinado conceito, o que pode resultar em uma aprendizagem mais abrangente das ciências. Isso implica também que a abordagem do livro didático, com modos de pensar específicos, não seja considerada como a única e principal base nos argumentos apresentados durante as aulas de ciências, uma vez que ele não considera a multiplicidade de modos de pensar sobre um determinado conceito. Assim, dentre diversas outras questões, interessa no Ensino de Ciências, incluindo o Ensino de física, aumentar a habilidade do estudante em lidar com um conceito ou teoria, nos contextos mais variados possíveis (Mortimer, 2000).

Os resultados obtidos neste estudo indicam que a concepção de calor como substância ainda prevalece amplamente nos livros didáticos, o que pode induzir os estudantes a interpretações incompatíveis com a visão científica atual, mas que possuem valor pragmático em outros contextos. Diante disso, a mediação docente pode ser fundamental para que o livro didático não se torne a única fonte de significado sobre o conceito de calor. Portanto, torna-se essencial a promoção de discussões que permitam aos estudantes reconhecerem os múltiplos modos de pensar esse conceito, articulando linguagem cotidiana, termos científicos e contextos de utilização. Ao considerar os diferentes modos de pensar o conceito de calor em sala de aula, pode-se também estimular a leitura crítica do material didático.

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. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4154>

ARAÚJO, A. O. **O perfil conceitual de calor e sua utilização por comunidades situadas.** 2014. 223 f. Tese (Doutorado em Educação), Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

AXT, R.; BRÜCKMANN, E. O conceito de calor nos livros de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 128–142, 1989. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/9805>. Acesso em: 20 ago. 2023.

BRASIL. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Resolução FNDE n. 38, de 15 de outubro de 2003**. Brasília: Ministério da Educação, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Guia de livros didáticos: PNLD 2018: Física: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/pnld-2018/index.html>.

CAVALCANTE, A. B. S. **Energia nuclear no ensino médio**: uma análise dos livros didáticos de Física dos programas PNLEM 2007 e PNLD 2012. 2913. 237 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física e Matemática), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física e Matemática, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

CINDRA, J. L.; TEIXEIRA, O. P. B. Discussão conceitual para o equilíbrio térmico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. 2, p. 176–193, 2004. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6431>

CORREIA, J. J. Definições de temperatura em fontes didáticas. **Revista Binacional Brasil-Argentina: Diálogo entre as ciências**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 201-220, 2017. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/rbba/article/view/1520>. Acesso em: 15 nov. 2023.

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. Disponível em: <http://periodicos.ufes.br/index.php/SSCF/article/view/SSCF-v.4-A1>. Acesso em: 12 jul. 2023.

GOMES, L. A ascensão e queda da teoria do calórico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 3, p. 1030–1073, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29n3p1030>. Acesso em: 27 ago. 2023.

MARTINS, A. A.; GARCIA, N. M. D. Artefato da cultura escolar e mercadoria: a escolha do livro didático de Física em análise. **Educar em Revista**, v. 35, n. 74, p. 173–192, 2019. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40602019000200173&tlang=pt. Acesso em: 6 nov. 2023.

MONTEIRO JÚNIOR, F. N.; MEDEIROS, A. Distorções conceituais dos atributos do som presentes nas sínteses dos textos didáticos: aspectos físicos e fisiológicos. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 5, n. 2, p. 1–14, 1998. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1516-73131998000200001&tlang=pt&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 15 nov. 2023.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P.; AMARAL, E. M. R.; EL-HANI, C. N. Conceptual Profiles: Theoretical-Methodological Bases of a Research Program. In: MORTIMER, E. F.; EL-HANI, C. N. (Orgs). **Conceptual Profiles**. Dordrecht: Springer, 2014, v. 42, p. 3–33.

OSTERMANN, F.; RICCI, T. Relatividade restrita no ensino médio: os conceitos de massa relativística e de equivalência massa-energia em livros didáticos de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. 1, p. 83–102, 2004. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6440>. Acesso em: 15 nov. 2023.

PEREIRA, W. H.; LONDERO, L. A Física Produzida no Brasil nas Coleções Didáticas do Programa Nacional do Livro Didático (2018-2020). **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 21, p. e12583, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/MKP6sWKmMnmkJwyLNjHdYfs/?lang=pt>. Acesso em: 6 nov. 2023.

PIMENTEL, R. Livros didáticos de ciências: a Física e alguns problemas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 15, n. 3, p. 308–318, 1998. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6889>. Acesso em: 16 nov. 2023.

REIS, W. F.; MARTINS, M. I. Estudo comparativo sobre as atividades experimentais em coleções de Física coincidentes recomendados nas edições 2012 e 2015 do PNLD. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 2, p. 462–476, set. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n2p462>.

SCHIVANI, M.; SOUZA, G. F.; LIRA, N. Programa Nacional do Livro Didático de Física: subsídios para pesquisas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, p. e20200011, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/4sqHgYCbgZP4tYNZXMYNV4B/?lang=pt>. Acesso em: 6 nov. 2023.

SILVA, D.; FERNANDEZ NETO, V.; CARVALHO, A. M. P. Ensino da distinção entre calor e temperatura: uma visão construtivista. **Pesquisas em ensino de ciências e matemática**, Bauru-SP: UNESP, 1997. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/000951002>. Acesso em: 12 nov. 2023.

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, out., 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2013v30n3p492>.

SILVA, O. H. M.; LABURÚ, C. E.; NARDI, R. Reflexões para subsidiar discussões sobre o conceito de calor na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 3, p. 383–396, 2008.

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. **Anais...**, Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/76614>. Acesso em: 12/11/2023

TRINTIN, R. S.; GOMES, L. C. Perfis Epistemológicos dos Livros Didáticos de Física do PNLD de 2018. **Acta Scientiae**, v. 20, n. 2, maio, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.v20iss2id3804>

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

APÊNDICE 1 – INFORMAÇÕES SOBRE O MANUSCRITO

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a CAPES e a FAPERJ, pelo apoio a pesquisa, e aos revisores, por seus comentários valiosos e sugestões construtivas.

FINANCIAMENTO

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) bolsa de mestrado concedida à primeira autora – Jovem Cientista do Nossa Estado (JCNE) da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) – E-26/204.471/2024, concedido ao terceiro autor

CONTRIBUIÇÕES DE AUTORIA

Resumo/Abstract/Resumen: Juliana Monteiro Rodrigues, José Euzebio Simões Neto e Glauco dos Santos Ferreira da Silva.

Introdução: Juliana Monteiro Rodrigues, José Euzebio Simões Neto e Glauco dos Santos Ferreira da Silva.

Referencial teórico: Juliana Monteiro Rodrigues, José Euzebio Simões Neto e Glauco dos Santos Ferreira da Silva.

Análise de dados: Juliana Monteiro Rodrigues, José Euzebio Simões Neto e Glauco dos Santos Ferreira da Silva.

Discussão dos resultados: Juliana Monteiro Rodrigues, José Euzebio Simões Neto e Glauco dos Santos Ferreira da Silva.

Conclusão e considerações finais: Juliana Monteiro Rodrigues, José Euzebio Simões Neto e Glauco dos Santos Ferreira da Silva.

Referências: Juliana Monteiro Rodrigues, José Euzebio Simões Neto e Glauco dos Santos Ferreira da Silva.

Revisão do manuscrito: Juliana Monteiro Rodrigues, José Euzebio Simões Neto e Glauco dos Santos Ferreira da Silva.

Aprovação da versão final publicada: Juliana Monteiro Rodrigues, José Euzebio Simões Neto e Glauco dos Santos Ferreira da Silva.

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declararam não haver nenhum conflito de interesse de ordem pessoal, comercial, acadêmica, política e financeira referente a este manuscrito.

DISPONIBILIDADE DE DADOS DE PESQUISA

O conjunto de dados que dá suporte aos resultados da pesquisa foi publicado no próprio artigo.

PREPRINT

Não publicado.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

COMO CITAR - ABNT

RODRIGUES, Juliana Monteiro; SIMÕES NETO, José Euzebio; SILVA, Glauco dos Santos Ferreira da. O perfil conceitual de calor em um livro didático de Física. **REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**. Cuiabá, v. 13, e25062, jan./dez., 2025. <https://doi.org/10.26571/reamec.v13.19145>

COMO CITAR - APA

Rodrigues, J. M., Simões Neto, J. E., Silva, G. dos S. F. da. (2025). O perfil conceitual de calor em um livro didático de Física. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 13, e25062. <https://doi.org/10.26571/reamec.v13.19145>

DIREITOS AUTORAIS

Os direitos autorais são mantidos pelos autores, os quais concedem à Revista REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática - os direitos exclusivos de primeira publicação. Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos neste periódico. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicado neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico. Os editores da Revista têm o direito de realizar ajustes textuais e de adequação às normas da publicação.

POLÍTICA DE RETRATAÇÃO - CROSMARK/CROSSREF

Os autores e os editores assumem a responsabilidade e o compromisso com os termos da Política de Retratação da Revista REAMEC. Esta política é registrada na Crossref com o DOI: <https://doi.org/10.26571/reamec.retratacao>



OPEN ACCESS

Este manuscrito é de acesso aberto ([Open Access](#)) e sem cobrança de taxas de submissão ou processamento de artigos dos autores (*Article Processing Charges – APCs*). O acesso aberto é um amplo movimento internacional que busca conceder acesso online gratuito e aberto a informações acadêmicas, como publicações e dados. Uma publicação é definida como 'acesso aberto' quando não existem barreiras financeiras, legais ou técnicas para acessá-la - ou seja, quando qualquer pessoa pode ler, baixar, copiar, distribuir, imprimir, pesquisar ou usá-la na educação ou de qualquer outra forma dentro dos acordos legais.



LICENÇA DE USO

Licenciado sob a Licença Creative Commons [Attribution-NonCommercial 4.0 International \(CC BY-NC 4.0\)](#). Esta licença permite compartilhar, copiar, redistribuir o manuscrito em qualquer meio ou formato. Além disso, permite adaptar, remixar, transformar e construir sobre o material, desde que seja atribuído o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico.



VERIFICAÇÃO DE SIMILARIDADE

Este manuscrito foi submetido a uma verificação de similaridade utilizando o software de detecção de texto [iThenticate](#) da Turnitin, através do serviço [Similarity Check](#) da [Crossref](#).



PUBLISHER

Universidade Federal de Mato Grosso. Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECEM) da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC). Publicação no [Portal de Periódicos UFMT](#). As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da referida universidade.



EDITOR

Dailson Evangelista Costa  

AVALIADORES

Avaliador 1: não autorizou a divulgação do seu nome.
Avaliador 2: não autorizou a divulgação do seu nome.

HISTÓRICO

Submetido: 01 de fevereiro de 2025.
Aprovado: 17 de abril de 2025.
Publicado: 29 de dezembro de 2025.
