

DEFINIÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA EM FONTES DIDÁTICAS¹
DEFINITION OF THERMAL ENERGY IN DIDACTIC SOURCES

Jornandes Jesús Correia², Raquel Rodrigues de Oliveira Silva³.

RESUMO

A Energia Térmica é uma grandeza fundamental da Termodinâmica Clássica, porém a sua definição está apresentada de forma imprecisa em fontes didáticas, sendo comumente confundida com Calor, Energia Interna ou com Temperatura, podendo comprometer a compreensão de fenômenos associados ao equilíbrio térmico e às transformações de energia, podendo gerar dificuldades tanto no processo de ensino quanto no processo da aprendizagem. Nesse sentido, esta pesquisa tem como objetivo analisar, em fontes didáticas, a definição da Energia Térmica bem como: a sua expressão matemática; a expressão matemática e a significação da Variação da Energia Térmica; o valor máximo da Energia Térmica, bem como o significado desse valor máximo; o valor mínimo da Energia Térmica, bem como o significado desse valor mínimo; o significado do valor nulo da Energia Térmica; a lei física fundamental que está associada à Energia Térmica. A metodologia consistiu na análise de diferentes tipos de fontes, porém os resultados apontaram que além da definição de Energia Térmica ser pouco explorada, geralmente está associada a outras grandezas. Além disso, como as respostas encontradas nesta pesquisa não foram satisfatórias, propõe-se: apresentar uma expressão matemática para a Energia Térmica e apresentar o texto (um construto lógico) da sua definição.

PALAVRAS-CHAVE: Calor, Energia Interna, Energia Térmica, Fontes Didáticas, Termodinâmica.

ABSTRACT

Thermal Energy is a fundamental quantity of Classical Thermodynamics, however its definition is presented imprecisely in educational sources, often confused with Heat, Internal Energy, or Temperature. This can compromise the understanding of phenomena associated with thermal equilibrium and energy transformations, potentially creating difficulties in both teaching and learning. Therefore, this research aims to analyze, in educational sources, the definition of Thermal Energy, as well as its mathematical expression; the mathematical expression and significance of Thermal Energy Variation; the maximum value of Thermal Energy and the meaning of this maximum value; the minimum value of Thermal Energy and the meaning of this minimum value; the meaning of the zero value of Thermal Energy; and the fundamental physical law associated with Thermal Energy. The methodology consisted of analyzing different types of sources, but the results indicated that, in addition to the definition of Thermal Energy being little explored, it is generally associated with other quantities. Furthermore, as the answers found in this research were not satisfactory, it is proposed: to present a mathematical expression for Thermal Energy and to present the text (a logical construct) of its definition.

KEYWORDS: Didactic Sources, Heat, Internal Energy, Thermodynamics, Thermal Energy.

INTRODUÇÃO

¹ UESB- Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

² Professor Pleno da Área de Física do DCET/UESB
jornandes.correia@uesb.edu.br

³ Bolsista de Iniciação Científica da UESB
202410246@uesb.edu.br

A Energia Térmica é uma grandeza fundamental da Termodinâmica do Equilíbrio. Desse modo, a sua definição é essencial para contribuir para o aprendizado dos estudantes da área da Física. Como a Energia Térmica é parte essencial e intrínseca em diversos fenômenos da termodinâmica, a exemplo do equilíbrio térmico, entende-se que pode-se fundamentar este objeto de estudo. Entretanto, muitas vezes sua definição é tratada de forma imprecisa nas fontes didáticas, onde termos como "Calor", "Energia Interna" e "Temperatura" são tratados como sinônimos da Energia Térmica, o que pode gerar confusão ao leitor ou até mesmo uma interpretação equivocada do que seria a Grandeza de fato.

Desse modo, torna-se necessário investigar como a Energia Térmica é definida e apresentada nas fontes didáticas (livros de nível superior, livros de nível médio, enciclopédias, dicionários, artigos científicos e sites da internet), uma vez que essas fontes que irão servir como material de apoio para diversos estudantes.

Assim, a presente pesquisa tem como objetivo analisar as fontes didáticas citadas anteriormente a fim de identificar como a Energia Térmica é definida, as expressões matemáticas associadas à Grandeza, sua variação, seu limite máximo, seu limite mínimo, quando ela é nula, além da lei física fundamental que a apresenta. Caso esses elementos não sejam encontrados, propõe-se ainda elaborar um construto lógico da definição da Grandeza e uma expressão matemática que a represente.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada a partir da análise de diferentes fontes didáticas que abordam a Grandeza Energia Térmica, incluindo livros didáticos de Física do ensino médio e superior, enciclopédias, artigos científicos e sites da internet. Alguns livros foram analisados de maneira física, entretanto, em sua maioria foram analisados por meio digital (PDF), onde a principal ferramenta de pesquisa foi via Google.

O procedimento consistiu em localizar, em cada fonte, a definição, as características e a expressão matemática para Energia Térmica. Devido à escassez da abordagem das fontes didáticas analisadas, foi necessário pesquisar termos como "Calor", "Energia Interna" e "Temperatura".

As informações coletadas foram organizadas conforme o tipo de fonte didática, permitindo estabelecer comparações entre diferentes materiais e também identificar padrões, divergências e lacunas. O Referencial Teórico para analisar as fontes didáticas, foram os artigos: *An e-digraph for the thermodynamic potential energies* (CORREIA, 2021); *DEFINIÇÕES DE TEMPERATURA EM FONTES DIDÁTICAS* (CORREIA, 2017); *Obstáculos epistemológicos e o conceito de calor* (CORREIA; LIMA; MAGALHÃES, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das fontes didáticas indica que a definição de Energia Térmica é pouco abordada e muitas vezes substituída por termos como Calor ou Energia Interna. Alguns livros, como Dittman & Zemansky (1985), tratam o calor como se fosse uma propriedade do sistema, afirmando que o mesmo pode ser "transferido". Halliday, Krane & Resnick (2014) sequer citam a Energia Térmica, enfocando a Energia Interna e associando-a à diferença de temperatura.

Em geral, não foi encontrada nenhuma expressão matemáticas atribuída à Energia Térmica. Foram encontradas equações para o Calor e para a Energia Interna. Alekseev (1986), por exemplo, utiliza TdS para representar Energia Térmica, mas essa expressão refere-se apenas a uma parcela de variação da Energia Térmica e não à Energia Térmica em si.

Fontes como Bonjorno, Casemiro, Clinton & Prado (2015), descrevem a variação da Energia Térmica em termos do aumento ou da diminuição da agitação das partículas, sem formalizações matemáticas claras.

Quanto aos limites da Energia Térmica, a maioria das fontes não menciona valores máximos nem mínimos. A Física Estatística indica que a Energia Térmica tende a crescer com a Temperatura e se aproxima de zero quando a Temperatura se aproxima do zero absoluto (0 K).

Em relação às leis físicas, leis como a de Fourier são aplicadas em contextos de condução térmica, envolvendo transferência de Energia Térmica, mas sem defini-la como Grandeza fundamental. Assim, a Energia Térmica aparece de modo implícito em algumas formulações, sem definição clara, o que compromete a compreensão dessa grandeza e evidencia lacunas significativas nas fontes didáticas analisadas.

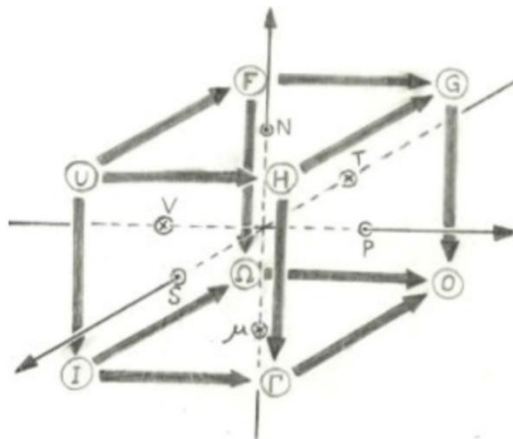
CONCLUSÕES/CONSIDERAÇÕES

A partir da presente pesquisa pode-se concluir que Energia Térmica é pouco abordada pelas fontes didáticas analisadas e que frequentemente é confundida com Calor ou com Energia Interna. Foi possível observar que os livros de nível médio tendem a apresentar definições mais simplificadas ou imprecisas, enquanto os livros de nível superior se aproximam mais do que poderia ser a sua definição, mas não apresentam formalizações matemáticas consistentes.

Ademais, a variação da Energia Térmica, assim como seu limite máximo, mínimo e seu valor nulo, são raramente discutidos de forma detalhada, onde a maioria das fontes não apresentam expressões matemáticas específicas.

Dessa forma, propõe-se que a expressão matemática da Energia Térmica seja $\Gamma = TS$, com base no Cubo Termodinâmico (Figura 01) presente no artigo de Correia (2021), a saber

FIGURA 1: CUBO TERMODINÂMICO



Fonte: Correia, 2021.

Com relação à definição para Energia Térmica, conclui-se que: " Energia Térmica é uma parcela da Energia Interna de um sistema que está diretamente relacionada à agitação microscópica de suas partículas. Logo, a Energia Térmica está presente em sistemas cuja Temperatura esteja acima do Zero Absoluto (0 K)". É importante diferenciar Energia Térmica de Calor, em que o Calor não é algo que "fica" no corpo. Desse modo, Calor é a denominação da Energia Térmica que estiver em estado de transferência entre dois sistemas devido à diferença de Temperatura entre esses dois sistemas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALEKSEEV, G. N. Energy and entropy. Moscow: Mir Publishers, 1986. Tradução de U. M. Taube. Revisado a partir da edição russa de 1978.
2. BONJORNO, E.; CASEMIRO, E.; CLINTON, E.; PRADO, E. Física 2: termologia, óptica, ondulatória. São Paulo: FTD, 2015.
3. CORREIA, J. J. An e-digraph for the thermodynamic potential energies. Revista do Professor de Física, Brasília, v. 5, n. 3, p. 1-28, 2021.
4. CORREIA, J. J. Definições de temperatura em fontes didáticas. Revista Binacional Brasil-Argentina, v. 6, n. 1, p. 201-220, 2017.

5. 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.

6. DITTMAN, R. H.; ZEMANSKY, M. W. *Calor y termodinámica*. 6. ed. Trad. Juan Marsanal Brasó. Madrid: McGraw-Hill, 1985.

7. HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. S. *Física 2*. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.