

# O calor específico nos livros didáticos: uma avaliação de materiais do ensino médio e superior



ISSN 1870-9095

Thalyta de Oliveira Inocêncio Martins<sup>1</sup>, Frederico Alan de Oliveira Cruz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Mestrado em Engenharia Física, Universidade do Porto, Rua do Campo Lindo s/n, 4169-007, Porto, Portugal.

<sup>2</sup>Departamento de Física, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, km 7, s/n, 23890-000, Seropédica, RJ Brasil.

E-mail: up202204752@up.pt

(Recibido el 14 de febrero de 2023, aceptado el 5 de mayo de 2023)

## Resumo

O livro didático, apesar dos avanços e inserções das tecnologias digitais da informação e comunicação nos processos educativos, continua a ser o principal material de apoio em muitas realidades escolares e também nos cursos de formação de professores no Brasil. Sendo assim, é fundamental que essas fontes possam contribuir positivamente para todos os atores envolvidos nos espaços de ensino-aprendizagem. Após uma investigação de como devem ser discutidas as grandezas termodinâmicas de interesse tecnológico, segundo as competências traçadas pela BNCC, este trabalho apresenta o resultado da avaliação da abordagem do conceito de calor específico em livros de ensino médio e superior. Essa avaliação baseou-se em elementos, considerados necessários no livro didático, para ele poder atender todas as demandas do processo de ensino-aprendizagem e possa auxiliar, com eficiência, os professores responsáveis pela apresentação dos conteúdos correspondentes. Ao final é possível perceber que, na maioria das situações, esses materiais atingem um nível apenas regular, no que diz respeito a atender os objetivos pelos quais eles foram gerados.

**Palavras chave:** Calor específico, Livro didático, Ensino de física.

## Abstract

The textbook, despite the advances and insertions of digital information and communication technologies in educational processes, continues to be the main support material in many school realities and also in teacher training courses in Brazil. Therefore, it is essential that these sources contribute positively to all actors involved in teaching-learning spaces. After an investigation of how thermodynamic quantities of technological interest should be discussed, according to the competences outlined by the BNCC, this work presents the result of the evaluation of the approach to the concept of specific heat in high school and higher education textbooks. This evaluation was based on elements considered necessary in the textbook, so that it can meet all the demands of the teaching-learning process and can efficiently assist the teachers responsible for teaching the corresponding contents. In the end, it is possible to see that, in most situations, these materials reach a just regular level, with regard to meeting the objectives for which they were generated.

**Keywords:** Specific heat, Textbook, Physics teaching.

## I. INTRODUÇÃO

O livro didático ainda é o recurso educacional mais utilizados pelos estudantes, de diferentes níveis de instrução e áreas, no seu processo de formação, apesar de estarmos num período de grandes avanços tecnológicos. No Brasil o seu uso iniciou em 1929 com uma ação interna do Colégio Pedro II [1], mas foi a partir da década de 1960, com a política de massificação da educação e o investimento das editoras em pessoal especializado para construção desses recursos, que ele ganhou grande protagonismo [2]. Ao longo dos anos que seguiram, ele tem sobrevivido como recurso fundamental, apesar das “mudanças de paradigmas, alterações dos programas oficiais de ensino, renovações de currículos e inovações tecnológicas” [3].

Esta permanência está associada a alguns motivos, mas dois podem ser destacados: um deles está associado a falta de mudanças no processo de ensino nos diversos níveis de escolarização - desde a educação básica, passando pela

formação profissional, até a universitária [4, 5] e o outro está associado ao fato de ser um material de fácil acesso à informação para muitos estudantes, principalmente para aqueles com menores condições socioeconômicas [6]. A questão é que a potencialidade desse recurso nem sempre é bem compreendida pelos estudantes, pois a sua utilização correta é pouco explorada no espaço escolar e fora dele. Muitas vezes ele é utilizado inadequadamente, como única e irrestrita fonte de consulta, ou utilizado apenas como uma fonte de exercícios de treino para o aprendizado de um conteúdo.

O uso não apropriado do livro didático é reforçado por uma prática recorrente dos professores, na qual há uma utilização desse recurso com uma fonte inquestionável e irrevogável, seguindo a ordem e até mesmo o nível de profundidade dos conteúdos indicados nestes manuais, atribuindo ao livro um caráter canônico. Este cenário pode ser confirmado no trecho a seguir sobre o uso deles pelos

Thalyta de Oliveira Inocência Martins y Frederico Alan de Oliveira Cruz  
docentes em pesquisa realizada: “os livros didáticos estão presentes na metodologia de cerca de 98% dos professores de escolas públicas no Brasil” [7].

É natural pensar que isso poderia estar restrito à educação básica, no entanto, a realidade no ensino superior não se encontra tão distante deste cenário. Tomando os cursos de formação em Física (Licenciatura e Bacharelado) como foco da discussão, é comum encontrar livros considerados “tradicionais” para a abordagem dos vários conteúdos da grade curricular. A preferência por certas referências bibliográficas, é refletida em avaliações nacionais - como Exame Unificado de Física [8] usado como o classificador para o ingresso nos programas de Pós-Graduação, em nível de Mestrado e Doutorado, em Física no Brasil - que sugerem certos autores como fontes de consulta. Essa predileção, cria um comportamento no qual os estudantes de licenciatura são levados a considerar apenas um pequeno conjunto de fontes de consulta durante as suas pesquisas, que poderá resultar em futuros docentes com o mesmo problema de uso não apropriado do livro didático.

A situação torna-se ainda mais preocupante quando são observados os dados sobre os docentes responsáveis em lecionar a disciplina de física, no Ensino Médio, no Brasil, pois, mesmo englobando licenciados ou bacharéis, apenas 42,6% deles possuem formação adequada na área [9]. Para suprir a falta desses profissionais, professores de outras áreas - como Matemática, Química e Biologia, assumem as aulas de física [10]. Para esses docentes o livro é um recurso necessário e norteador, com isso espera-se que apresentem, independente do autor, bases conceituais e exemplos adequados para que o leitor possa compreender efetivamente o que é abordado. Em outras palavras, o livro didático deve promover o auxílio necessário para a aprendizagem efetiva do estudante e também possa ser uma fonte de consulta confiável, independente da formação inicial do professor.

No entanto, é possível que alguns temas, devido a sua complexidade e abstração, sejam abordados de maneira que as informações não estejam claras e/ou passíveis de serem compreendidas. Baseando-se nisso, neste trabalho foi realizada uma avaliação da maneira como a grandeza calor específico foi apresentada em alguns livros do ensino médio e superior. Foram considerados critérios itens que contribuam com as competências a serem desenvolvidas pelos estudantes, muitas delas presentes na atual Base Nacional Comum Curricular (BNCC) [11] descrita na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) [12].

## II. JUSTIFICATIVA

A escolha do tema para análise deve-se à grande importância histórica, científica e tecnológica da grandeza para descrição de processos térmicos [13, 14, 15, 16]. Com o conhecimento do calor específico é possível:

- ✓ determinar e prever as etapas dos processos de aquecimento e resfriamento de materiais [17];
- ✓ inferir e/ou relacionar outras grandezas e constantes termodinâmicas, tais como: a variação da energia interna e da entalpia, importantes para o estudo dos motores térmicos [18], a viscosidade [19], a capacidade térmica, a constante dos gases ideais ( $R$ ),

o coeficiente de expansão adiabática ou de Laplace ( $\gamma$ ) [20] e a densidade dos materiais [21].

Avaliando a BNCC percebe-se que a discussão sobre as propriedades dos materiais, algumas associadas as grandezas citadas acima, evidenciadas em diversas partes do seu texto [11]:

*(EF02CI02) Propor o uso de diferentes materiais para a construção de objetos de uso cotidiano, tendo em vista algumas propriedades desses materiais (flexibilidade, dureza, transparência etc.) [...] (EF04CI01) Identificar misturas na vida diária, com base em suas propriedades físicas observáveis, reconhecendo sua composição [...] (EF05CI01) Explorar fenômenos da vida cotidiana que evidenciem propriedades físicas dos materiais – como densidade, condutibilidade térmica e elétrica, respostas a forças magnéticas, solubilidade, respostas a forças mecânicas (dureza, elasticidade etc.) [...] (EM13CNT307) Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.*

Além dos aspectos mencionados, muitos dos avanços científicos e tecnológicos, como os ocorridos durante a revolução industrial [22], foram possíveis pelos estudos desenvolvidos por pesquisadores para compreender e explicar as várias propriedades dos materiais. O calor específico entra nesse grupo e a sua discussão é importante para o desenvolvimento argumentativo do estudante.

Uma vez que os livros didáticos têm um papel fundamental no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes brasileiros, espera-se que as fontes disponíveis consigam promover discussões que retratem a diversidade de temas no qual o calor específico está associado, a sua evolução histórica e conceitual. Além disso, espera-se que elas possuam descrições de fenômenos e protótipos que podem ser explicadas a partir deste conhecimento.

## III. METODOLOGIA

A avaliação de como é realizada a apresentação dos conceitos associados, a grandeza calor específico, nos livros didáticos foi realizada em concordância a um conjunto de dez itens. Consideraram-se as características essenciais para o desenvolvimento das competências específicas das Ciências Naturais, já citadas, e também esperadas nas diretrizes para a formação do Licenciado/Bacharel em Física, presentes na resolução CNE/CES n. 9 do Conselho Nacional de Educação [23]. Mesmo que muitos docentes da disciplina de Física não tenha a formação na área, espera-se que eles estejam em consonância com orientações pertinentes.

Dentro dessa perspectiva os tópicos considerados foram os seguintes:

1. Apresentação correta do conceito atual do calor específico;
2. Apresentação correta da unidade da grandeza, segundo o sistema internacional de unidades (S.I.);

- Justificativa para os itens 1 e 2: permitir a compreensão e a representação, da mesma, de maneira cientificamente correta.
- 3. Redirecionamento (*Links* ou códigos *QR*) para vídeos onde a grandeza é utilizada para explicação de um fenômeno qualquer;
- Justificativa para o item 3: as gerações Z (nascidos entre a década dos anos 1990 e início do ano 2010) e  $\alpha$  (nascidos entre 2010 e 2019) [24] possuem como característica a aprendizagem baseada em objetos animados e interativos, desta maneira é fundamental que os atuais livros didáticos possam indicar outros materiais, que auxiliem o estudante no seu processo de aprendizagem.
- 4. Descrição de fatos históricos sobre o calor específico;
- Justificativa do item 4: a descrição histórica da evolução do conceito, é um ponto relevante, como traçado pela BNCC e na diretriz do CNE.
- 5. Relação explícita entre o calor específico e a capacidade térmica;
- 6. Descrição do calor específico a volume e pressão constantes e a indicação de pelo menos uma relação entre eles;
- 7. Discussão da influência da temperatura no comportamento do calor específico;
- Justificativa dos itens 5, 6 e 7: dada a quantidade de situações e processos que podem ser descritos ou relacionados ao calor específico, tornam o conhecimento dos fatores que influenciam a grandeza, de extrema importância na sua descrição.
- 8. Apresentação de um método experimental para obtenção do calor específico dos materiais;
- 9. Indicação de atividade experimental simples;
- Justificativa dos itens 8 e 9: dada a relação do calor específico e os processos industriais, que envolvem resfriamento e aquecimento de materiais e alimentos, a apresentação de uma técnica experimental é imprescindível. A atividade experimental também promove uma etapa de análise, onde os estudantes devem ajustar parâmetros e observar gráficos para aperfeiçoamento da técnica e retirada de dados.
- 10. Apresentação de atividades ou indicações experimentais, que utilizam como ferramenta as simulações educativas, que possam contribuir com a aprendizagem do conteúdo.
- Justificativa do item 10: numa realidade de aulas remotas, trazida pela pandemia de COVID-19, os livros didáticos devem trazer indicações de atividades interativas, como proposta principal ou complementar

para a aprendizagem do estudante, em consonância com a BNCC.

Os livros foram analisados segundo os tópicos descritos anteriormente, sendo três indicados para o ensino médio e outras três para o ensino superior. A classificação é disposta conforme a quantidade dos itens apresentados no livro, variando numa escala que parte de “insatisfatório” até “ótimo” (Tabela 1), considerando a existência (ou não) de cada uma delas.

**TABELA I.** Descrição da classificação dos livros didáticos base, conforme a quantidade de características apresentadas por ele.

| Status         | Características |
|----------------|-----------------|
| Ótimo          | 8-10            |
| Bom            | 5-7             |
| Regular        | 3-4             |
| Insatisfatório | 0-2             |

A escolha dos livros didáticos do ensino médio foi baseada em conversas informais com oito professores da rede pública estadual do Rio de Janeiro, num questionamento sobre a bibliografia usada por eles para a preparação e apoio durante as aulas. A partir da indicação fornecida, houve uma seleção baseada nas respostas e na literatura indicada pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD).

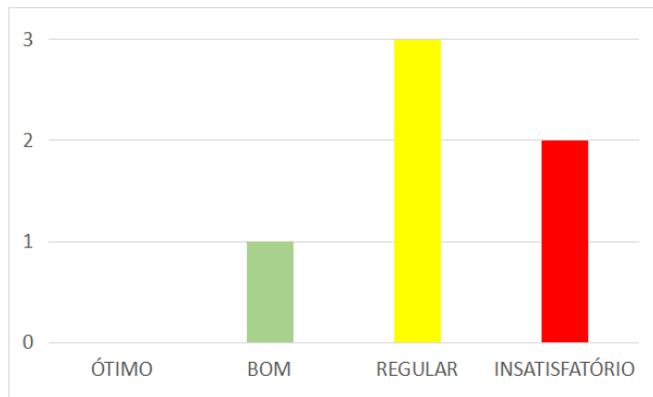
Relativamente às fontes do ensino superior o procedimento foi um pouco distinto, para a escolha foram consultadas as indicações presentes nas ementas das disciplinas de cinco diferentes instituições [25, 26, 27, 28, 29] voltadas à formação de professores de física para o ensino médio.

Os selecionados para análise, considerando aqueles mais citados em cada realidade de formação, foram:

- ✓ Curso de Física Básica, de Moisés Nussenzveig [20];
- ✓ Fundamentos de Física, de Halliday e colaboradores [30];
- ✓ Física II, de Sears e colaboradores [31];
- ✓ Física em contextos, de Pietrocola e colaboradores [32];
- ✓ Física: contexto & aplicações, de Máximo e colaboradores [33];
- ✓ 360° - Física: Aula por aula, de Xavier e colaboradores [34].

#### IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Das seis obras avaliadas, apenas uma foi classificada como “bom”, por satisfazer cinco das dez características. Três obras foram classificadas como “regular” e duas como “insatisfatório” (Figura 1). Considerando a média do conjunto, a pontuação atingida classifica o grupo como regular, indicando pouca contribuição para aprendizagem do tema.



**FIGURA 1.** Classificação geral dos livros didáticos, considerando as quatro classificações possíveis.

Alguns pontos dessa avaliação merecem destaque, o primeiro deles diz respeito a apresentação do conceito atual do calor específico, em que há ocorrência de duas definições distintas. A primeira resume-se como a quantidade de calor necessária, para que uma unidade de massa, possa variar numa unidade a sua temperatura. Na segunda definição, o conceito está vinculado à capacidade térmica, onde o calor específico é identificado como capacidade térmica mássica.

A primeira definição é observada em cinco das seis obras analisadas, no entanto, alguns deles não apresentaram a definição de maneira direta. Um dos autores faz uma análise com experimentos mentais de aquecimento de corpos distintos com mesma massa para explicar a grandeza, enquanto outro realiza a abordagem a partir da resolução de uma questão, apresentada como exemplo. Apesar das formas distintas, as obras citadas chegam à mesma conclusão sobre o conceito, obedecendo à descrição da característica de maneira satisfatória. A segunda definição do calor específico é apresentada somente por um dos livros avaliados, que não satisfaz a condição de clareza na apresentação da grandeza, desqualificando a obra no que se refere à característica um.

A apresentação da unidade de medida é um problema ainda maior, pois cal/g·°C foi repetidamente indicada como unidade de medida da grandeza. A apresentação da unidade, segundo o Sistema Internacional de Unidades, é reservado a anotações complementares do texto, como descrito em uma das fontes consultadas [31]: “O calor específico da água tem valor aproximado de: 4 190 J/kg·K ou 1 cal/g·°C ou 1 Btu/lb·°F” [31], ou por tabelas informativas (Figuras 2 - (a) e (b)).

A análise mostrou que metade das obras ainda se restringem somente da unidade usual [20,30,33], que pode levar o estudante a ter dúvidas sobre qual delas usar ou até mesmo não reconhecer a grandeza em outras referências. Vale lembrar que a unidade não pode ser considerada um mero detalhe, ela faz parte da apresentação correta de uma medida e, conseqüentemente, da compreensão da mesma.

| CALORES ESPECÍFICOS |        |          |
|---------------------|--------|----------|
| Substâncias         | J/kg.K | cal/g.°C |
| Água                | 4 186  | 1,00     |
| Gelo                | 2 302  | 0,55     |
| Vapor de água       | 2 093  | 0,50     |
| Etanol              | 2 428  | 0,58     |
| Alumínio            | 921    | 0,22     |
| Vidro               | 837    | 0,20     |
| Ferro               | 449    | 0,11     |
| Latão               | 385    | 0,092    |
| Cobre               | 394    | 0,094    |
| Prata               | 235    | 0,056    |
| Mercurío            | 140    | 0,033    |
| Chumbo              | 129    | 0,031    |

(a)

| Substância                 | Calor Específico |        | Calor Específico Molar |
|----------------------------|------------------|--------|------------------------|
|                            | cal/g.K          | J/kg.K | J/mol.K                |
| <i>Sólidos elementares</i> |                  |        |                        |
| Chumbo                     | 0,0305           | 128    | 26,5                   |
| Tungstênio                 | 0,0321           | 134    | 24,8                   |
| Prata                      | 0,0564           | 236    | 25,5                   |
| Cobre                      | 0,0923           | 386    | 24,5                   |
| Alumínio                   | 0,215            | 900    | 24,4                   |
| <i>Outros sólidos</i>      |                  |        |                        |
| Latão                      | 0,092            | 380    |                        |
| Granito                    | 0,19             | 790    |                        |
| Vidro                      | 0,20             | 840    |                        |
| Gelo (-10 °C)              | 0,530            | 2220   |                        |
| <i>Líquidos</i>            |                  |        |                        |
| Mercurío                   | 0,033            | 140    |                        |
| Etanol                     | 0,58             | 2430   |                        |
| Água do mar                | 0,93             | 3900   |                        |
| Água doce                  | 1,00             | 4197   |                        |

(b)

**FIGURA 2.** Representação das tabelas (a e b) indicando o valor e unidade do calor específicos, para diferentes materiais, em duas das fontes analisadas [30, 33].

A característica melhor descrita é a que relaciona o calor específico com a capacidade térmica, em cinco das seis fontes consultadas a discussão é realizada de maneira coerente pelos autores. No entanto, esta relação é escrita, em alguns dos livros, no meio do texto através de uma expressão matemática (Eq. 1), parecendo ter como único objetivo, o auxílio aos estudantes na resolução de exercícios.

$$C = m \cdot c, \tag{1}$$

Os parâmetros que influenciam o calor específico - tais como a pressão, o volume e a temperatura - compreendidos nos tópicos seis e sete, não tiveram representação nas obras destinadas ao ensino médio, contempladas apenas nos livros reservados ao ensino superior.

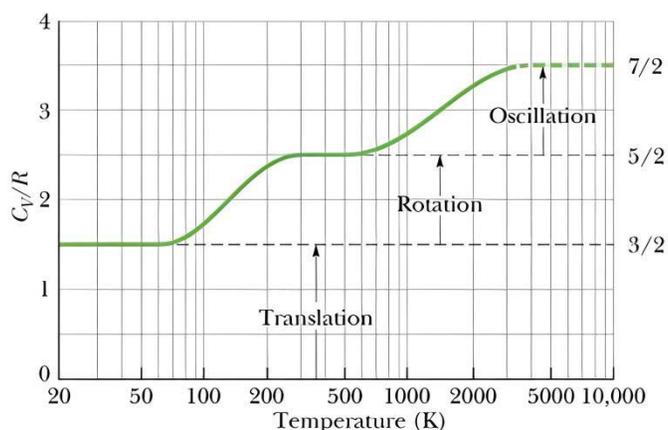
Na análise desse tópico foi possível perceber, que para a discussão do calor específico a pressão ( $c_p$ ) e volume ( $c_v$ ) constantes, há um comprometimento dos autores, devido a um objetivo comum, presente nas ementas dos cursos de termodinâmica e mecânica estatística, que corresponde ao estudo dos gases. As três obras destinadas ao ensino superior trazem a relação entre calor específico a volume e pressão constante e a constante universal dos gases, como descrito pela equação 2.

$$c_p = c_v + R, \quad (2)$$

As quantidades mencionadas anteriormente aparecem novamente no cálculo do coeficiente de Laplace ( $\gamma$ ) (Equação 3), fornecido pela razão entre  $c_p$  e  $c_v$  – como mostrada em três das obras analisadas - que desempenham um papel importante para o estudo da expansão dos gases.

$$\gamma = \frac{c_p}{c_v}, \quad (3)$$

Já a variação do calor específico com a temperatura foi descrita predominantemente pelas representações gráficas, em três das fontes consultadas, que relacionam a razão entre  $c_p$  e a constante universal dos gases ( $R$ ) com a temperatura. Coincidentemente, todas as obras realizaram a análise dos graus de liberdade de um gás, tomando como exemplo o gás hidrogênio ( $H_2$ ) (Figura 3).



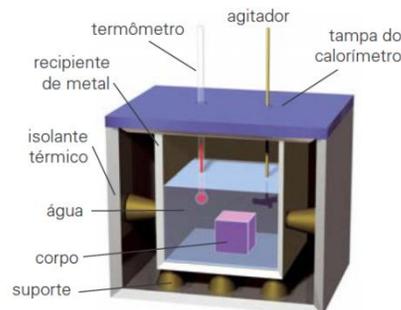
**FIGURA 3.** Reprodução do gráfico da variação de  $C_v$  em função da temperatura do gás hidrogênio presente numa das fontes consultadas [30].

Apenas uma das obras traz um trecho de descrição da variação do calor específico em função da temperatura para líquidos, onde descreve [20]:

*Pela definição de calor, o calor específico da água entre 14,5 °C e 15,5 °C é  $c = 1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ . O calor específico varia geralmente com a temperatura; assim, no intervalo entre 0 °C e 1 °C, tal que da água nessa faixa é de 1,008 cal/g °C; na prática, nesse caso, podemos desprezar tal variação.*

Essa estimativa do calor específico ser uma constante para líquidos e sólidos, em condições próximas a do ambiente, foi encontrada em todas as obras analisadas, mas em apenas uma delas há um argumento para tal aproximação.

Ao contrário dos tópicos seis e sete, a descrição de um método experimental tem maior destaque nas obras destinadas ao ensino médio. Neles são apresentados um calorímetro, objeto usado em estudos sobre as trocas de calor entre dois os mais materiais, com estrutura semelhante à figura 4.



**FIGURA 4.** Ilustração do modelo calorímetro mais citado nas fontes consultadas [32].

Apesar de todos dos três livros do ensino médio apresentarem uma ilustração como esta, apenas uma das obras vinculou o equipamento a uma prática que envolvia a determinação do calor específico. Essa menção é descrita da seguinte maneira [33]: “um aparelho que mede o calor trocado entre objetos colocados no seu interior, podendo-se obter, como resultado dessa medida, o calor específico de uma substância qualquer envolvida na experiência”.

Dos livros dedicados ao ensino superior, somente uma deles [20] apresenta a descrição de uma experiência, também utilizando o calorímetro como principal equipamento. A ilustração apresentada, corresponde a um modelo ligeiramente distinto da figura 4, devido à falta de um agitador e a possibilidade de abertura da tampa, para haver a inserção de elementos como temperaturas iniciais distintas.

Um problema recorrente em todas as fontes consultadas foi a falta de indicação de vídeos com situações cotidianas ou que permitisse os estudantes terem algum contato com algum material interativo para a compreensão dos conceitos. Alguns autores trouxeram exemplos com a finalidade de contextualizar o estudo da grandeza, como demonstrado a seguir [32]:

*Muita gente prefere cozinhar em panelas de ferro, apesar de elas serem pouco práticas – enferrujam, são pesadas, ficam pretas de fuligem. Um dos motivos é que, uma vez quentes, as panelas de ferro demoram mais a esfriar que as panelas de alumínio. O mesmo vale para as chapas e as frigideiras de ferro. Será que o calor específico pode explicar tal diferença? Se recorrermos ao valor do calor específico do ferro e do alumínio, veremos serem relativamente diversos: o do ferro é 0,107 cal/g °C e o do alumínio é 0,212 cal/g °C.*

Percebe-se no trecho acima que o autor relata um fato supostamente presente na rotina doméstica, que poderia ser de fácil acesso dos estudantes. É um fato que as panelas de ferro demoram a esfriar, mas elas também demoram a esquentar, comparativamente a outros tipos. A preferência pelo uso específico de uma panela ocorre por muitos fatores: local de cozimento, tipo de alimento que será preparado, questões de durabilidade, preço, tradição e tantas outras. Ainda que essa pudesse ser a escolha para o exemplo, seria mais conveniente a citação das tradicionais panelas de barro, muito utilizadas em diversas regiões do Brasil. Logo, houve o entendimento que este trecho não atende ao tópico três e fornece aos estudantes uma ideia pouco atrelada à realidade onde ele vive.

Outro exemplo significativo é apresentado em umas das fontes, na qual os autores discutem a diferença da temperatura da areia do deserto durante o dia e a noite. É importante perceber que nas cinco regiões do Brasil apenas uma delas apresenta condições naturais para desertificação de solos ou áreas já desertificadas [35]. Esse fato torna o exemplo ineficiente no contexto do estudante que não vive nessa região, pois exigirá uma abstração além do problema em si. A situação poderia ser contornada se fosse abordado um exemplo comum a maioria dos estudantes ou se existissem diversos exemplos, que pudessem servir de base para leitor localizado em qualquer lugar do país.

Alguns dos tópicos propostos para avaliação das obras, não foram mencionados por nenhuma delas, como o caso da contextualização histórica do calor específico, apesar de haver uma recorrente recomendação na BNCC. Nota-se em alguns casos a apresentação da evolução histórica da teoria do calor [20, 30], mas não há um relato diretamente ligado ao conceito do calor específico.

Outro ponto que é importante destacar está associado à falta de indicação de atividades experimentais simples ou com auxílio de simulações computacionais. Em nenhuma das fontes consultadas percebe-se a preocupação em incentivar os estudantes a realização de atividades autônomas ou com supervisão dos professores. Parece haver uma preocupação apenas com a indicação de expressões e atividade algébricas que condicionem os estudantes a memorização das leis que “descrevem” o fenômeno.

## VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Além das reflexões apresentadas sobre os resultados, existem outras considerações que devem ser feitas sobre o conteúdo exposto pelo conjunto de livros escolhidos.

A primeira está associada a ausência do contexto histórico, o possível motivo para que isso ocorra está ligado a pouca importância atribuída ao processo de evolução dos pensamentos que culminaram no desenvolvimento dos conceitos apresentados. Essa não é uma exclusividade dos livros destinados à discussão da Física, como pode ser percebido no trecho a seguir [36]: “no ensino de biologia, a perspectiva histórica é ausente ou bastante preliminar nos livros didáticos da área.”

Uma justificativa para tal fato é apresentada por Tonolli e colaboradores [36]:

*De certa forma, os professores e alunos são formados para pensar os conteúdos de forma fragmentada, ou seja, com a contextualização histórica sendo em geral omitida, pois essa tende a fugir da lógica que prioriza apenas os conteúdos puramente teóricos no ensino.*

A segunda, que pode ser considerada bastante significativa, está associada ao fato de todos os exemplares do ensino médio apresentarem um equipamento de medida do calor específico com a mesma estrutura. Essa recorrente forma de apresentação, promove uma visão diminuta de um equipamento que contém muitas versões e finalidades.

A terceira consideração está associada à forte conexão entre o calor específico e a capacidade térmica destacada em cinco dos seis livros apresentados neste trabalho. Apesar de não estar incorreta, a maneira como ela é apresentada induz os

estudantes a considerarem que calor específico é sempre constante para um mesmo material, que só apresenta valores distintos quando se trata de materiais diferentes.

A quarta consideração está associada ao fato de todas as obras, mesmo as que apresentaram a unidade da grandeza como  $J/kg\cdot K$ , respeitando o Sistema Internacional de Unidades, também apresentam a unidade  $cal/g\cdot ^\circ C$ , atribuindo-a como a forma usual de representação. Parece não haver uma justificativa plausível para isso ocorrer, afinal uma vez que existe um sistema internacional de unidades, existe a premissa que ele servirá de base para as representações científicas em quaisquer fontes. Essa indicação é reforçada, quando encontradas também em sítios ‘web’ de pesquisas [37, 38] e em outras bibliografias de referência [39].

Um questionamento que pode surgir, relativamente a essa análise, está associado ao peso igualitário fornecido aos parâmetros. Diferenciá-los em níveis de importância é uma abordagem pouco eficiente por vários aspectos, o mais evidente deles está no fato que um leitor, que recorre ao livro didático, poderá ser impactado de maneiras distintas de acordo com alguma das características mencionadas. Como nenhuma das fontes consultadas apresentou erros conceituais, mas apenas maneiras melhores ou piores de apresentar o tema, não se optou por uma categorização dos itens avaliados.

Por fim, algo que chama a atenção, principalmente nos livros de ensino superior, é a falta de propostas para a realização de atividades experimentais simples que permitam aos estudantes, futuros professores e/ou pesquisadores, compreender de fato as grandezas e fenômenos estudados. Supor que as atividades presentes nas disciplinas de cunho experimental supram todas as necessidades é uma utopia, principalmente num cenário no qual os estudantes são colocados para realizar experimentos a partir de roteiros fechados e sem espaço para a real experimentação.

## REFERÊNCIAS

- [1] Valente, W. R., *Livro didático e educação matemática: uma história inseparável*, Zetetike **16**, 149-171(2008).
- [2] Bastos, M. H. C., *Uma rica história do livro didático e do ensino de História do Brasil*, História da Educação **18**, 193-194 (2005).
- [3] Silva, M. A., *A Fetichização do Livro Didático no Brasil*, Educação e Realidade **37**, 803-821 (2012).
- [4] Lara, T. A., *A escola que não tive. O professor que não fui*. 3ª ed. (Corte, São Paulo, 2003).
- [5] Batista, S. D., Souza, A. M., Oliveira, J. M. D. S., *A evasão escolar no ensino médio: um estudo de caso*, Revista Profissão Docente **9**, 70-94 (2009).
- [6] FNDE - Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. *Programa do Livro*. Disponível em: <<https://is.gd/RD69Nq>>, Consultado em 20 de janeiro de 2023.
- [7] Maria, A. *Livro didático só perde para a Bíblia entre os mais lidos no Brasil*. Disponível em: <<https://is.gd/gNkZIQ>>, Consultado em 20 de janeiro de 2023.
- [8] SBF - Sociedade Brasileira de Física. *Edital de chamada para Exame Unificado de Pós-Graduação em Física: n° 2-2021*. Disponível em: <<https://is.gd/2o6JnV>>, Consultado em 20 de janeiro de 2023.

- [9] Inep - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. *Censo Escolar 2017: Notas Estatísticas* (Ministério da Educação, Brasília, 2018).
- [10] Saldaña, P. *Quase 50% dos professores não têm formação na matéria que ensinam*. Disponível em <<https://is.gd/i1J6Nm>>, Consultado em 20 de janeiro de 2023.
- [11] Brasil. *Base Nacional Comum Curricular* (Ministério da Educação, Brasília, 2018).
- [12] Decreto Lei 9394/96. *Lei de Diretrizes e Bases da Educacional* - LDB, Brasil. Disponível em: <<https://is.gd/zIHdjM>>, Consultado em 20 de janeiro de 2023.
- [13] Waples, D. W., Waples, J. S. *A Review and Evaluation of Specific Heat Capacities of Rocks, Minerals, and Subsurface Fluids. Part 1: Minerals and Nonporous Rocks*. Natural Resources Research **13**(2), 90-121 (2004).
- [14] Borém, F. M., Ribeiro, R. C. M. S., Corrêa, P. C., Pereira, R. G. F. A., *Propriedades térmicas de cinco variedades de café cereja descascado*, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental **6**, 475-480 (2002).
- [15] Johann, G., Santos, Katia., da Silva, E., *Determinação experimental do calor específico das folhas de erva-mate*, Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Química. Fortaleza, CE, Brasil (2016).
- [16] Mata, M. E. R. M. C., Duarte, M. E. M., *Calor específico da polpa de cajá a temperaturas criogênicas e diferentes concentrações de sólidos solúveis: métodos das misturas*, Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais **especial** (1), 1-7 (2003).
- [17] Santos, W. N.. *Métodos transientes de troca de calor na determinação das propriedades térmicas de materiais cerâmicos: II - o método do fio quente*. Cerâmica **51**, 371- 380 (2005).
- [18] Wylen, G. J. V., Sonntag, R. E., Borgnakke, C. *Fundamentos da Termodinâmica* (Editora Edigard Blucher Ltda, São Paulo, 2003), p. 816.
- [19] Garcia, G. *Prandtl Number – Calculation and Effective Use*. Disponível em < <https://is.gd/t36ylW>>, Consultado em 20 de janeiro de 2023.
- [20] Nussenzveig, H. M.. *Curso de Física Básica: Fluidos, ondas e calor*. v. 2. 5ª ed. (Blücher, São Paulo, 2006), p. 375.
- [21] Haar, L, Gallagher, J S, & Kell, G S.. *NBS/NRC steam tables thermodynamic and transport properties and computer programs for vapor and liquid states of water in SI units*. (Hemisphere Publishing Corp., New York, 1984).
- [22] Gomes, L. C., *A ascensão e queda da teoria do calórico*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física **29**, 1030-1073 (2012).
- [23] Brasil. *Resolução CNE/CES 9/2002. CNE - Conselho Nacional de Educação* (Diário Oficial da União, Brasília, 2002).
- [24] DDG - DOT Digital Group, *As gerações e suas formas de aprender* (DOT Digital Group, Florianópolis, 2018).
- [25] Ufam - Universidade Federal do Amazonas. *Conteúdo Programático: Física II*. Disponível em <<https://is.gd/9696xh>>, Consultado em 20 de janeiro de 2023.
- [26] Ufca - Universidade Federal do Ceará. *Física II CD0343*. Disponível em: <<https://is.gd/nttuX4>>, Consultado em 20 de janeiro de 2023.
- [27] Ufg - Universidade Federal de Goiás. *Programa de Disciplina*. Disponível em: <<https://is.gd/2PUxJv>>, Consultado em 20 de janeiro de 2023.
- [28] Ufrj - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. *Disciplina: Física II-A*. Disponível em: <<https://is.gd/THT8eo>>, Consultado em 20 de janeiro de 2023.
- [29] Ufsc - Universidade Federal de Santa Catarina. *Física Geral II-B*. Disponível em <<https://is.gd/wsRHNK>>, acesso em 20 de novembro de 2021.
- [30] Halliday, D.; Resnick, R.; Walker, J., *Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica*. v. 2 (Rio de Janeiro, LTC, 2011), p. 338.
- [31] Sears, F. W., Zemansky, M. W., Young, H. D., Freedman, R. A., *Física II: Termodinâmica e Ondas*. (Pearson Addison Wesley, São Paulo, 2008), p. 373.
- [32] Pietrocola, M., Pogibin, A., Andrade, R.; Romero, T. R., *Física em contextos*. v. 2 (Editora do Brasil, São Paulo, 2016), p. 499.
- [33] Máximo, A., Alvarenga, B., Guimarães, C., *Física: contexto & aplicações*. v. 2 (Scipione, São Paulo, 2016), p. 368.
- [34] Xavier, C., Barreto, B., *Física: Aula por aula*. v. único, 3ª ed. (FDT, São Paulo, 2015), p. 806.
- [35] Soares, D. B., Mota Filho, F. O., Nóbrega, R. S., *Sobre o processo de desertificação*, Revista Brasileira de Geografia Física **1**, 174-188 (2011).
- [36] Tonolli, P. N., Franco, F. F., Silva, A. F. G., *A construção histórica do conceito de enzima e sua abordagem em livros didáticos de biologia*, Analise **28**, 727-744 (2021).
- [37] Helerbrock, R., *Calorimetria*. Disponível em: <<https://is.gd/D10C9P>>, Consultado em 20 de janeiro de 2023.
- [38] Batista, C. *Calor específico: Toda matéria* (2021). Disponível em <<https://is.gd/8eKrqD>>, Consultado em 20 de janeiro de 2023.
- [39] Ramalho Jr, F., Santos, J. I. C., Ferraro, N. G., Soares, P. A. T., *Os Fundamentos da Física: Termologia, Óptica geométrica e Ondas* (Moderna, São Paulo, 1982), p. 525.