

CALOR E TEMPERATURA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA DO PNLD 2021

HEAT AND TEMPERATURE IN THE PNLD 2021 NATURAL SCIENCE TEXTBOOKS

José Ronildo Caetano dos Santos¹, Maria Inês Martins², Paola Gabriela da Costa Arantes³

¹Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais/Departamento de Física e Química,
josecaetano@outlook.es

²Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais/Departamento de Física e Química e Programa de Pós-graduação em Educação, ines@pucminas.br

³Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais/Departamento do SIB PUC Minas,
paolagabriela@pucminas.br

Resumo

O presente artigo analisa a abordagem dos conceitos de calor e temperatura em livros didáticos de ciências da natureza do PNLD 2021, a 1ª edição do Programa sem livros didáticos específicos de Física, Química e Biologia. Nesse novo formato, procura-se observar o rigor científico na abordagem e na contextualização, inclusive histórica de tais conteúdos. Além disso, investiga-se, através de questionário, como alunos do ensino médio de uma escola pública de Belo Horizonte compreendem tais conteúdos em seus contextos. A pesquisa consubstanciou-se na revisão da literatura, na análise documental em Livros Didáticos (LD) e, por fim, na análise de conteúdo dos resultados da pesquisa empírica. A composição e a formação da autoria foram determinantes para a escolha das obras a serem analisadas. No escopo analisado observou-se nos LD rigor semelhante na definição dos conceitos em foco, mas distinção na sua contextualização (excelente, parcial, fraca). Em relação aos estudantes, o conceito de calor parece ser melhor compreendido do que o de temperatura e a contextualização foi considerada relevante para todos os que se dedicaram ao seu detalhamento em pergunta específica. Como a contextualização fraca foi observada em obra de autoria com formação exclusiva em Biologia, sugere-se a ampliar esse cotejamento de autoria, para outras temáticas da Física e da Química.

Palavras-chave: Calor e Temperatura; Livros Didáticos de Ciências da Natureza; PNLD 2021; Contextualização.

Abstract

This article analyzes the approach to the concepts of heat and temperature in natural science textbooks from PNLD 2021, the first edition of the Program in which specific textbooks on Physics, Chemistry, and Biology are not included. In this new context, we seek to observe whether scientific rigor is preserved for such approaches and how such concepts are contextualized, including historically. Furthermore, it is investigated, through a questionnaire, how high school students from a public school in Belo Horizonte understand such content in their contexts. The research consisted of a literature review, documentary analysis in Textbooks (TB), and, finally, the content

analysis of the results of the empirical research. The composition and formation of authorship were decisive for the choice of the TB to be analyzed. In the scope analyzed, similar rigor was observed in the TBs in defining the concepts in focus, but distinction in their contextualization (excellent, partial, weak). Concerning students, the concept of heat seems to be better understood than that of temperature, and the contextualization was considered relevant for all those who dedicated themselves to detailing it in a specific question. As weak contextualization was observed in a TB written exclusively by Biologists, it is suggested to expand this comparison of authorship to other topics in Physics and Chemistry.

Keywords: Heat and Temperature; Textbooks of Natural Sciences; PNLD 2021; Contextualization.

Introdução

A presente investigação observa a conceituação e a contextualização de calor e temperatura em livros de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) da última edição do Programa Nacional do Livro e do Material Didático para o Ensino Médio (PNLD 2021). Trata-se da 1ª edição do Programa em que são distribuídos livros por área, no caso CNT, em substituição aos LD específicos de Física, Química e Biologia. O edital do PNLD 2021 (Brasil, 2019) reflete os novos ordenamentos legais, a Lei 13415/2017 (Brasil, 2017), conhecida como Reforma do Ensino Médio (REM) e a aprovação em 2018 da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o EM (Brasil, 2018). É nesse contexto que se investiga como temas estruturadores da Física, tais como calor e temperatura são abordados nos livros de CNT do PNLD 2021.

A escolha dos conceitos em questão pauta-se em estudos que os consideram como não triviais, sendo comum a ocorrência de interpretações equivocadas. Ramalho e Silva (2022) ressaltam, por exemplo, a confusão entre os dois conceitos:

Entretanto, obtivemos uma quantidade razoável de desenlaces para o calor como transferência de energia e da temperatura como grau de agitação de moléculas; outras respostas denotaram o consenso popular de quente e frio, além de uma confusão entre calor e temperatura como “o calor é uma temperatura quente, ou seja, quanto mais quente, mais calor. Temperatura é o que distingue se está quente ou frio”. (Ramalho; Silva, 2022, p. 6).

Ademais, os livros didáticos desempenham um papel fundamental no processo de ensino-aprendizagem, como salienta Del Carlo (2007, p. 1): “O livro didático é a fonte de conhecimentos adequada à utilização pelo aluno e a avaliação da aprendizagem se relaciona à necessidade de acompanhamento do processo educacional.” Nessa perspectiva, é relevante investigar como a REM impactou fortemente o PNLD, em particular o ensino de Física, Biologia e Química ao substituir

coleções dessas disciplinas escolares por coleções de CNT, ora analisadas.

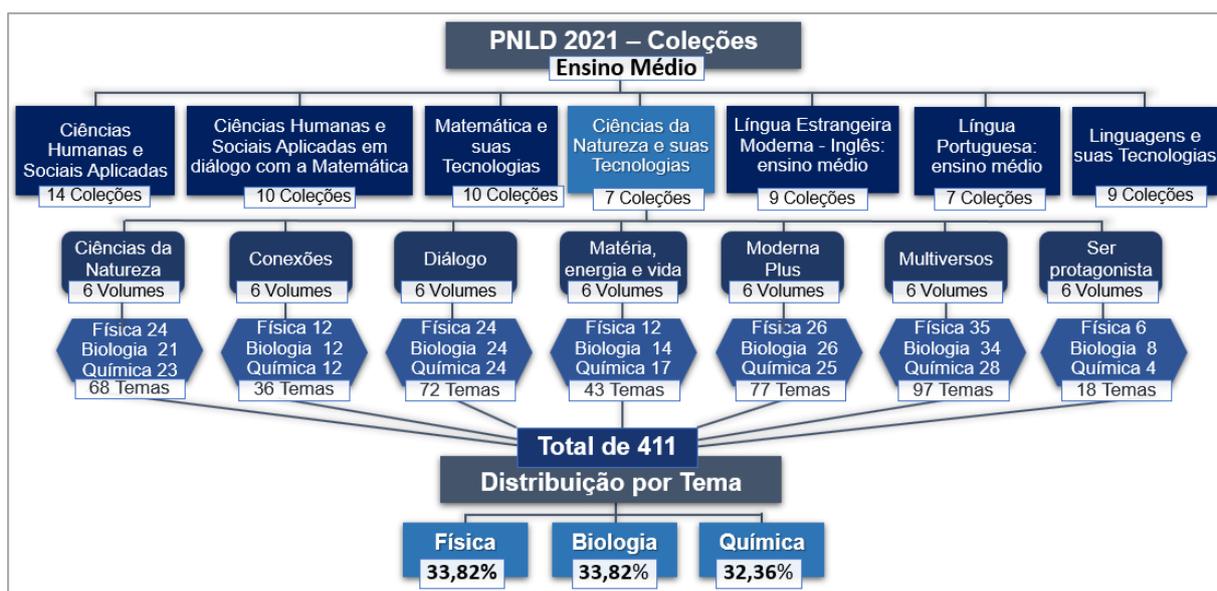
Além da análise documental no Guia (Brasil, 2021) e em coleções didáticas aprovadas pelo PNLD 2021, procurou-se investigar a familiaridade de alunos do Ensino Médio sobre os conceitos em tela e seus contextos. Pretendeu-se compreender os conteúdos de calor e temperatura nos novos LD disponíveis e na percepção dos alunos, visando o aprimoramento do entendimento sobre a temática.

Desenvolvimento

Focalizou inicialmente o levantamento bibliográfico, visando recuperar o que foi publicado sobre a temática-foco em trabalhos em eventos, artigos de revistas, banco de teses e dissertações (BDTD), e no portal de periódicos da Capes. Foram utilizados os operadores Booleanos AND e OR e o operador de truncagem “*” nas seguintes estratégias de busca: “Calor e Temperatura”, “Calor e Temperatura” AND “Livros didáticos”, Calor AND “Livros didáticos”. O processo se repetiu em várias plataformas e, ao final foram considerados apenas os trabalhos pertinentes ao tema.

A análise documental, tomou como referência basilar o Guia (Brasil, 2021) que materializa o resultado do objeto 2 – coleções por área de conhecimento - da edição do PNLD 2021. A Figura 1, a seguir, mostra o número de coleções aprovadas por área, destaca nominalmente as coleções específicas da área de CNT, bem como a distribuição percentual de temas entre Física, Biologia e Química.

Figura 1: Coleções por área (objeto 2) aprovadas pelo PNLD 2021



Fonte: Elaborada pelos autores

Observa-se na Figura 1 que a área de CNT foi contemplada com 7 coleções, cada uma composta por 6 livros destinados aos alunos. As coleções foram inicialmente analisadas, a partir da distribuição das temáticas, visando verificar se houve prevalência de conteúdos (temas) de alguma disciplina escolar em detrimento das demais. Ao considerar cada coleção não se verifica dissonância entre a distribuição de temas, e no geral, ao considerar todas as coleções, constata-se uma distribuição equitativa entre Física (33,82%), Biologia (33,82%) e Química (32,36%).

Em seguida foi considerada a composição de autoria, extraída sobretudo da contracapa das obras, como critério para a seleção de coleções a serem analisadas. Nesse aspecto observa-se grande variação, desde formação exclusiva em Biologia (coleção **Ciências da Natureza Lopes & Rosso**, incluída na análise), autoria por representação única de área (coleção **Multiversos**, incluída na análise), múltipla representação equitativa de autoria (coleções **Conexões** e **Matéria, energia e vida**, incluídas na análise) e, por fim, obras de autoria coletiva ou de vínculo editorial (coleção **Diálogo**, coleção **Moderna Plus** e coleção **Ser Protagonista**, excluídas da análise)¹. Com isso, a presente investigação focaliza os volumes que abordam o conceito de calor e temperatura em 4 entre as 7 coleções de CNT aprovadas.

Como terceiro ponto da análise objetivou-se investigar como os conceitos de calor e temperatura aparecem nessas obras, sobretudo em relação ao rigor científico e ao contexto. As definições referenciais de calor e temperatura foram tomadas de trabalhos obtidos através da pesquisa bibliográfica. A grandeza calor pode ser definida como a energia que flui de um sistema para o outro devido unicamente a diferença de temperatura entre eles. Ainda que o calor seja definido como uma forma de energia, essa grandeza está relacionada com o processo de transferência de energia, pois só faz sentido tratar o calor como energia, quando ocorre a transferência de tal energia devido a diferença de temperatura entre os sistemas físicos em questão. Warren (1972, p. 41) afirma que “Calor e trabalho são métodos de transferência de energia e, quando todo o fluxo termina, as palavras calor e trabalho não têm mais nenhum significado útil.” A temperatura de um corpo, por sua vez, pode ser compreendida como uma propriedade que está relacionada com a energia cinética das partículas

¹ Critério específico de exclusão de 3 obras: a coleção **Diálogo** foi excluída por ser obra coletiva com identificação exclusiva da editora responsável, a coleção **Moderna Plus** por vincular a editora ao próprio título da obra e a coleção **Ser Protagonista**, em função do histórico da editora SM, em fortalecer a marca “Ser Protagonista” às submissões no âmbito do PNLD. Detalhes da consolidação da marca “Ser Protagonista” em Martins *et al.* (2020).

que compõem tal corpo, como menciona Araújo (2015):

A temperatura que para o senso comum é entendido como a medida de calor existente nos corpos, já para a ciência é a medida de energia cinética de translação dos átomos. Com isso a energia cinética se torna diretamente proporcional a temperatura. É importante ressaltar que no exemplo das mudanças de fase existe variação de energia interna sem que variação da temperatura. (Araújo, 2015, p. 23)

No quadro 1, a seguir, apresentam-se as obras e os volumes analisados, a formação dos autores, as definições de calor e temperatura presentes, além do cotejamento feito com as definições de referência e a contextualização. A formação de cada autor consta entre parêntesis, separada por vírgula, especificando o grau e a área de graduação e pós-graduação, em acordo com a seguinte legenda: grau: B=bacharelado, L=licenciatura, M=mestrado, D=doutorado; área de formação: F=física, B=biologia, Q=química, CC=ciências, P=Pedagogia, Ed=educação.

Quadro 1 – Formação dos autores, conceituação de calor e temperatura e, cotejamento do contexto nos livros analisados

Obra (volume)	Autoria (Formação)	Conceituação de calor (Q)	Conceituação de temperatura (T)	Cotejamento do contexto
CN Lopes & Rosso (2v) Corpo hum e vida saudável Água, agric. e uso da terra	(BLCB, DCC) (LCB, MCB, DCC)	Energia térmica em movimento, ou em trânsito, decorrente da diferença de T entre 2 corpos.	A T de um corpo é uma medida do grau de agitação das partículas que o compõem.	Contextualização fraca, apenas com apresentação do conceito
Coleção Conexões (1v) Matéria e energia	(BCB, MB, DB) (BCB, MB, DB) (LF, MEd, DEd) (BF, MF, DF) (LF) (BLQ, MEd), (LQ)	Energia em trânsito de um corpo para outro, devido unicamente à diferença de T entre eles.	Grandeza física macroscópica associada ao grau de agitação térmica média das partículas de um corpo ou de um sistema.”	Contextualização parcial, sem contemplar a evolução histórica do conceito
Coleção Matéria, energia e vida (1v) Materiais e energia: Transformações e conservação	(BLQ, MEd, DEd) (BLQ, MEd) (BQ, MQ, DQ) (LF, MEd) (LF, MEd, DEd) (BF, MF, DF) (BLCB, MB, DEd) (LCB, MEd, DEd) (LCC, MEC, DEd)	Quantidade de energia transferida de um corpo mais quente para um corpo mais frio	Expressa o grau de agitação térmica dos átomos e das moléculas de um corpo	Contextualização excelente com o cotidiano e com a evolução histórica
Coleção Multiversos (1v) Ciência, Sociedade e Ambiente	(LCB, MB) (BQ, MEC) (LF, LP, MCC, DEd)	Energia transferida de um corpo para outro devido à diferença de temperatura entre eles”	Grandeza associada à movimentação das partículas (átomos e moléculas) constituintes da matéria...	Contextualização excelente com o cotidiano e com a evolução histórica

Fonte: Elaborado pelos autores, com dados da pesquisa

Observa-se no quadro 1 que os LD apresentam os conceitos de calor e

temperatura, de modo próximo das definições referenciais. Em relação ao contexto, duas obras, apresentam as temáticas de forma bem contextualizada, associando-as tanto com situações do cotidiano, quanto com a sua evolução histórica. Entretanto, a obra considerada de contextualização fraca, se restringe ao aporte conceitual. Nessa obra verifica-se a autoria com formação exclusiva em ciências biológicas, enquanto que as demais incluem autores das três disciplinas escolares das CN. A Figura 2, a seguir, mostra excertos de obras bem e fracamente contextualizadas.

Figura 2: Excerto exemplificativo de obra bem e fracamente contextualizadas

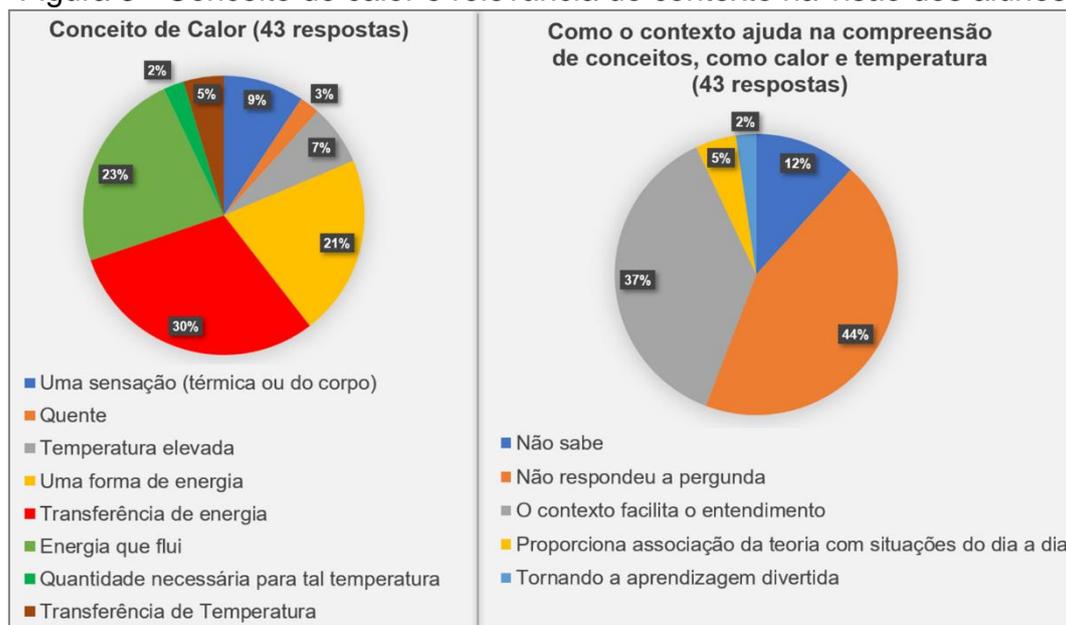


Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 102); Lopes e Rosso (2020b, p. 82).

Por fim, finalizada a análise documental, procedeu-se a pesquisa de campo, através de um questionário aplicado via *GoogleForms*, em duas turmas diurnas com 30 alunos cada (2ª e 3ª séries do Ensino Médio) de uma escola pública estadual de Belo Horizonte. Tal prática, visou compreender na nova realidade dos LD de CNT a familiaridade desses alunos com os conceitos de calor e temperatura e como percebem o contexto no processo de aprendizagem do tema. Foi obtido um total de 43 respostas (72%), sendo 27 (63%) alunos da 2ª série e 16 (37%) alunos da 3ª.

Parte significativa dos alunos (80%) foi capaz de se expressar ao menos tangenciando a definição referencial para o conceito de calor (para a temperatura, tal fato ocorreu em apenas 37% das respostas). A figura 3 mostra no gráfico da esquerda a dispersão das respostas para o conceito de calor e no gráfico da direita a relevância do contexto na percepção dos alunos. Considerou-se a aproximação conceitual, sobretudo nas respostas “sensação térmica” “forma de energia”, transferência de energia”, e, “energia que flui”. No que tange ao contexto, embora 44% não tenha respondido e 12% afirmou não saber, entre os 44% que efetivamente responderam, todos o consideraram como positivo (facilita o entendimento, associação teoria e cotidiano e torna a aprendizagem divertida).

Figura 3 - Conceito de calor e relevância do contexto na visão dos alunos



Fonte: Elaborado pelos autores, com dados da pesquisa

Considerações Finais

Observou-se nos LD de CNT do PNLD 2021 analisados que enquanto a conceituação das grandezas calor e temperatura é apresentada de forma adequada, não se pode dizer o mesmo em relação à contextualização, classificada como excelente (aplicação e evolução histórica), parcial (aplicação ou evolução histórica) e fraca (sem contexto). Embora os conceitos de calor e temperatura não sejam triviais e os LD o abordem conceitualmente de modo adequado, a propriedade física denominada temperatura se mostrou mais passível de compreensões errôneas, ratificando, em nosso entendimento, a relevância da contextualização.

De fato, os 44% dos alunos que responderam sobre a contextualização, a consideraram como positiva no processo de ensino-aprendizagem. Ainda que essa análise tenha sido restrita aos conceitos de calor e temperatura, do domínio conceitual da disciplina escolar Física, a identificação de contextualização fraca associada ao LD de autores de formação restrita às Ciências Biológicas, nos instiga a ampliar no futuro a abrangência dessa investigação, para o escopo global dos LD de CNT para o Ensino Médio.

Referências

ARAÚJO, A. T. **Conceitos de calor e temperatura sob a ótica do momento pedagógico de problematização inicial**, 2015. Dissertação (Mestrado em Química)

- Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.

BRASIL. Lei nº 13415. **Conversão da Medida Provisória 746/2016**. Reforma do Ensino Médio, Brasília: Presidência da República, 2017.

BRASIL. MEC. **Edital de Convocação nº 03/2019 PNLD 2021**. Brasília: MEC/FNDE, 2019.

BRASIL. MEC. **Guia digital PNLD 2021: didático**. Brasília: MEC/FNDE, 2021.

BRASIL. MEC. SEB. **Base Nacional Comum Curricular**. Ensino Médio. Brasília: MEC/SEB, 2018.

DEL CARLO, S. **Conceitos de física na educação básica e na academia: aproximações e distanciamentos**. 2007. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

GODOY, L. *et al.* **Ciências da natureza e suas tecnologias, ciência, sociedade e ambiente**. São Paulo: MODERNA, 2020.

LOPES, S.; ROSSO, S. **Ciências da natureza e suas tecnologias, água, agricultura e uso da terra**. São Paulo: MODERNA, 2020a.

LOPES, S.; ROSSO, S. **Ciências da natureza e suas tecnologias, corpo humano e vida saudável**. São Paulo: MODERNA, 2020b.

MARTINS, M. I. *et al.* Brazilian national program of educational books for Physics, Chemistry, and Biology: Consolidation of an editorial policy. *In: INTERNATIONAL TECHNOLOGY, EDUCATION AND DEVELOPMENT CONFERENCE*, 14., 2020, Valencia, Spain. **Anais [...]**. Valencia, Spain: INTED2020 Proceedings, 2020.

MORTIMER, E. *et al.* **Ciências da natureza e suas tecnologias, materiais e energia: transformações e conservação**. São Paulo: MODERNA, 2020.

RAMALHO, R. N.; SILVA, H. H. B. Do Calórico À Teoria Atual Do Calor: uma Abordagem HFC No Ensino Remoto. *In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*, 19., 2022, Online, **Anais [...]**, São Paulo: SBF, 2022.

THOMPSON, M. *et al.* **Ciências da natureza e suas tecnologias, matéria e energia**. São Paulo: MODERNA, 2020.

WARREN, J. W. The teaching of the concept of heat. **Physics Education**, v. 7, n. 1, p. 41, 1972.