

# **Obstáculos epistemológicos na compreensão do conceito de temperatura por estudantes de nível médio**

## **Epistemological obstacles in understanding temperature concept by high school students**

**Giovanni Rodrigues da Silva Del Duca**

Universidade Federal do Pampa  
giovannirodriguesdasilva@gmail.com

**Vania Elisabeth Barlette**

Universidade Federal do Pampa  
vaniabarlette@unipampa.edu.br

**Daniel Luiz Nedel**

Universidade Federal da Integração Latino-Americana  
danielnedel@unila.edu.br

### **Resumo**

Este estudo tem como objetivo identificar obstáculos epistemológicos na compreensão do conceito de temperatura por estudantes de nível médio. Os dados foram coletados no contexto de um conjunto de 7 aulas de física térmica ministradas a uma turma de estudantes do 3º semestre de um curso de Informática de uma instituição pública federal do interior do estado do Rio Grande do Sul no ano letivo de 2015. Destes estudantes, 20 deles com idade média de 15,8 anos participaram do estudo. A análise dos dados foi desenvolvida na perspectiva da análise textual discursiva sob o viés teórico da filosofia empírica do conceito de calor à luz da epistemologia de Bachelard. O estudo mostra que as compreensões de alguns participantes sobre o conceito de temperatura apresentam obstáculos epistemológicos, indicando que estas compreensões carregam a visão ontológica da natureza característica do pensamento realista. Algumas implicações para o ensino de ciências são discutidas.

**Palavras chave:** calor e temperatura, epistemologia de Bachelard, empirismo, obstáculos epistemológicos

### **Abstract**

This study aims to identify epistemological obstacles in understanding the temperature concept by high school students. The data were collected in the context of a set of 7 thermal physics classes taught to a group of students of the 3rd semester of an IT course of a federal public institution in the interior of the state of Rio Grande do Sul in the school year 2015. Of these students, 20 of them with an average age of 15.8 years have participated of this study. Data analysis was developed from the perspective of discursive textual analysis under the theoretical bias of the empirical philosophy of the concept of heat based in Bachelard's

epistemology. The study shows that some participants' understanding of the concept of temperature presents epistemological obstacles, indicating that these understandings carry the ontological view of the characteristic nature of realistic thinking. Some implications for science teaching are discussed.

**Key words:** heat and temperature, Bachelard's epistemology, empirism, epistemological obstacles

## Introdução

Vários estudos têm mostrado que os conceitos de temperatura e calor aparecem indistintos na compreensão de estudantes de diversos níveis (RIBEIRO, 2002; SÖZBILIR, 2003; AMARAL; MORTIMER, 2001; KOHNLEIN; PEDUZZI, 2002; SILVA; FORATO; GOMES, 2013). Dentre os referenciais utilizados na compreensão desses conceitos, diversos pesquisadores do ensino de ciências têm utilizado a epistemologia de Bachelard pela relação entre a formação histórico-científica dos conceitos e a formação escolar em ciências. Referente a formação histórico-científica do conceito de calor, Amaral e Mortimer (2001) sugerem um perfil conceitual de calor, caracterizando que os conceitos de calor e temperatura são indistinguíveis no estágio pré-científico do pensamento e distinguíveis no estágio científico.

Neste estudo, propomos o empirismo como transição entre o estágio pré-científico e o estágio científico do pensamento. Nesse sentido, a pergunta que nos fazemos é como se apresenta a filosofia empírica do conceito de calor com relação aos obstáculos epistemológicos, de acordo com Bachelard, na compreensão de estudantes de nível médio. Com isso, nosso objeto de estudo são os obstáculos epistemológicos do conceito de temperatura, e buscamos identificar os obstáculos epistemológicos na compreensão do conceito de temperatura de estudantes de nível médio.

## Filosofia empirista do conceito de calor à luz da epistemologia de Bachelard

A primeira experiência para compreender a natureza dos fenômenos térmicos utiliza como instrumento de medida o próprio corpo humano (PIRES; AFONSO; CHAVES, 2006); é um fenômeno sensível, pois o instrumento de medida utilizado é o próprio sentido do tato do experimentador. Na Grécia antiga, sob influência do pensamento de Aristóteles (382 a.C. – 322 a.C.), foram construídos “os primeiros termoscópios, que indicavam “graus” de calor ao estado do paciente” (SILVA; FORATO; GOMES, 2013, p. 499). Nesta época, a elaboração dos instrumentos de medida para a compreensão dos fenômenos térmicos foi orientada pelas sensações térmicas; o aumento do quente demonstrado pela expansão térmica de um gás, determinaria o estado de calor do corpo, que seria também sua temperatura. Em termos de obstáculos epistemológicos, as medidas realizadas se parecem com o obstáculo experiência primeira, porque oferece uma satisfação imediata à curiosidade através de um “empirismo evidente e básico” (BACHELARD, 2013, p. 37), que “afirma receber suas lições diretamente do dado claro, nítido, seguro, constante” (idem, ibidem, p. 29). Assim, a filosofia realista, nesse momento, acredita conhecer a noção de calor através da própria natureza dos fenômenos térmicos, se valendo da experiência dos sentidos para acessar a realidade. Essa formulação do conceito de calor constitui o chamado obstáculo epistemológico experiência primeira que compreende o conceito de calor a partir das experiências térmicas dos sentidos,

dividindo o conceito de calor entre calor e frio, numa falsa dialética em que a compreensão do conceito é a própria natureza da sensação térmica sentida no corpo. O conhecimento do conceito de calor, nessa primeira aproximação, revela-se pela definição do conceito a partir da experiência térmica do sentido do tato e, assim, não é criticado, porque o realismo dos sentidos está atento, sempre que necessário, para comprovar empiricamente a coerência da formulação do conceito de calor através dos sentidos, numa “experiência colocada antes e acima da crítica – crítica esta que é, necessariamente, elemento integrante do espírito científico” (BACHELARD, 2013, p. 29). O obstáculo epistemológico experiência primeira do conceito de calor faz referência ao “ser” do conceito, sendo ontológica a forma de tratar o conhecimento. Assim sendo, o instrumento de medida caracterizaria o estado térmico pela quantidade de calor e de frio, por exemplo, um aumento da quantidade de calor diminuiria a quantidade de frio, ocasionando uma expansão no gás utilizado como substância termométrica. Galileu Galilei no ano de 1592 produziu outro termoscópio que não possui escala termométrica (BASSALO, 1991); este instrumento apresenta diversos problemas como, por exemplo, estar exposto a pressão atmosférica. Novamente, da mesma forma que os instrumentos anteriores, a medida dos fenômenos térmicos não se diferencia das sensações térmicas, e permanece o obstáculo experiência primeira como orientador da experimentação, representado pela quantidade de calor e de frio que caracterizaria o estado térmico.

Durante os séculos XVI e XVII muitos estudiosos continuaram dedicando atenção para entender os fenômenos térmicos utilizando o termoscópio (PIRES; AFONSO; CHAVES, 2006). Contudo, no início do século XVI, Santório, um médico italiano, pela primeira vez utilizou pontos de medida no aparelho e começou a desenvolver as primeiras quantificações para compreender os fenômenos térmicos (BASSALO, 1991). Estas modificações no termoscópio originaram o termômetro. No século XVIII, muitas diferenças existiam entre os termômetros: os pontos fixos, a substância termométrica, as maneiras de construção. Uma grande quantidade de termômetros existia, cada um com suas peculiaridades (GOMES, 2012). Esses diferentes termômetros revelavam a dificuldade para compreender os fenômenos térmicos e, embora existisse a possibilidade de quantificar tais fenômenos, os resultados experimentais estavam relacionados com outros fenômenos envolvendo química, biologia, e, ainda, relacionados à concepções religiosas da época (SILVA; FORATO; GOMES, 2013). Podemos entender que a compreensão dos fenômenos térmicos e da natureza do calor pelos pensadores da época, os quais têm relação com a construção dos instrumentos de medida e o seu uso, podem apresentar o obstáculo animista uma vez que os conhecimentos da física estavam permeados, à época, pelos conhecimentos intuitivos relacionados à vida. Assim, o fenômeno realizado pelo instrumento de medida para compreensão do calor novamente expressa obstáculo epistemológico. Nesse caso, em que estão presentes os fenômenos da física e da biologia, pode ser mais expressivo o obstáculo animista. Esse obstáculo estabelece o conceito de calor de forma ontológica, procurando determinar que o calor diz respeito a uma natureza vivaz. Nesse sentido, a temperatura de um corpo representa a quantidade de vida deste corpo. Assim, perante o realismo do obstáculo animista, o calor é um ser vivo que tanto representa a quantidade de vida de um corpo quanto tem sua própria autonomia, possuindo vontades e desejos, movimentando-se por suas próprias forças.

Durante o período da utilização de diferentes termômetros, os avanços na compreensão dos fenômenos térmicos foram significativos. Black (1728-1799), por exemplo, com a utilização do termômetro foi capaz de entender conceitos como capacidade térmica, mostrando que diferentes elementos químicos necessitam de diferentes quantidades de calor para variar sua temperatura num mesmo número de graus, chamando esta propriedade de capacidade para o calor (GOMES, 2012; SILVA; FORATO; GOMES, 2013). Utilizando a ideia da conservação do calor, Black também estabeleceu que existem calores sensíveis e calores escondidos nos

corpos, sendo que os calores escondidos, que receberiam o nome de calor latente, seriam responsáveis pela mudança de fase das substâncias para a qual não haveria variação da temperatura, e o calor sensível aquele que mostraria a variação de temperatura deste mesmo corpo devido a variação na sua quantidade de calórico (GOMES, 2012). Nessa mesma época, a teoria do calórico explicaria que “quando dois corpos são de diferentes temperaturas, o mais quente divide seu calor com o mais frio, até que ambos são trazidos a mesma temperatura” (GOMES, 2012, p. 1047). Assim, a evolução na compreensão dos fenômenos térmicos pela utilização de termômetros guarda a marca da visão filosófica da teoria do calórico, representando a temperatura dos corpos como quantidade de calórico, e o equilíbrio de temperaturas devido a divisão igual de calórico entre os corpos. Mais uma vez o instrumento de medida pode confirmar a compreensão dos fenômenos térmicos, desta vez, da natureza substancialista do calor. Portanto, o termômetro representaria a compreensão da natureza do calor enquanto substância, caracterizado pelo obstáculo epistemológico substancialista.

De acordo com Bachelard (1984), um instrumento de medida é capaz de produzir um fenômeno científico devido a uma teoria e a uma técnica que o precede e planifica. Assim, para a construção de um instrumento de medida científico é necessária uma técnica específica, uma técnica capaz de produzir o fenômeno científico e que se origina num plano de representação orientado por uma teoria. Em outras palavras, a prática experimental que se orienta pela solidariedade dos conceitos, o conhecimento como epistemologia, propõe os fenômenos científicos num espaço de representação, num “complexo de experiências que não se encontram efectivamente configuradas na natureza” (BACHELARD, 1984, p. 70). Nesse sentido, o empirismo junto com a técnica de produção de fenômenos apresenta a marca do pensamento racional, e as experiências científicas oportunizam a verificação empírica da filosofia racionalista, através do instrumento de medida orientado pela teoria e assim, produzindo os fenômenos científicos num plano de representação. Por outro lado, a realização experimental quando não combinada com as características fenomenotécnicas de sua natureza, possibilita a confirmação da filosofia realista. Nessa perspectiva, a filosofia realista também encontra no experimento sua comprovação. No entanto, o experimento científico produz fenômenos científicos num plano diverso aos fenômenos realistas, calcados por observações naturais, diretas e sensíveis, que se valem do dado claro para a formulação conceito-obstáculo.

O racionalismo surge no desenvolvimento histórico-científico com a solidariedade entre conceitos, quando a noção de calor é descrita por uma expressão matemática, em que os conceitos têm significado pela epistemologia destas relações solidárias; não diz respeito a realidade destes fenômenos, mas a descrição abstrata destes fenômenos. Desta forma, “o conceito de calor passa a ser pensado como uma relação entre grandezas, adquirindo assim um caráter racional” (AMARAL; MORTIMER, 2001). O calor é descrito dentro de determinadas condições como, por exemplo, a existência de corpos a diferentes temperaturas que tendem ao equilíbrio térmico. Em comparação ao estágio pré-científico do conhecimento, correspondente aos obstáculos epistemológicos do realismo, podemos perceber que o racionalismo não faz inferência à realidade do calor. A compreensão de calor no realismo é referente a sua ontologia, ora como uma substância, ora como um organismo vivo, ou ainda como uma experiência sensível. Um trabalho que representa o racionalismo do conceito de calor foi feito por Fourier, durante o primeiro quarto do século XIX, quando ele propõe explicar a transferência de calor por condução com a utilização da física matemática, sem se preocupar com a natureza do calor (PIFER; AURANI, 2015). Fourier, em sua teoria analítica do calor, argumenta que “o princípio das trocas de calor é apenas uma hipótese e independente dela, as leis matemáticas são verificadas e representam a realidade física” (PIFER; AURANI, 2015, p. 5). De acordo com o trabalho de Fourier, o racionalismo passa

“do realismo das coisas ao realismo das leis” (BACHELARD, 1984, p. 28). Outro movimento epistemológico que acontece com o conceito de calor no racionalismo é o entendimento do calor como processo de transferência de energia térmica quando há diferença de temperatura entre dois ou mais corpos em que a direção deste fluxo líquido de energia é do corpo de maior temperatura para o corpo de menor temperatura. O racionalismo se apresenta no condicionamento do conceito de calor, restringindo-o a eventos nos quais há troca de energia térmica entre corpos a diferentes temperaturas. Dessa forma, se distinguem calor e temperatura, sendo a temperatura uma propriedade intrínseca dos corpos, e calor, por outro lado, uma propriedade de processo de transferência de energia térmica. O conceito de calor surge como epistemologia dos fenômenos térmicos, em oposição a visão ontológica do pensamento pré-científico que atribui uma realidade ao calor para explicar os fenômenos térmicos.

## Metodologia

### Local e participantes

Os participantes são 20 estudantes (11 homens e 9 mulheres) com idade média de 15,8 anos de uma turma do 3º semestre do Curso de Informática de uma instituição pública federal do interior do estado do Rio Grande do Sul. Os participantes foram denominados E1, E2, ..., E24. Os estudantes E5, E7, E8 e E9 não participaram da pesquisa. A participação na pesquisa foi vinculada ao aceite voluntário do participante e a autorização dos pais ou responsáveis para uso de dados da pesquisa.

### Instrumento de coleta de dados

Os dados foram coletados no contexto de um conjunto de 7 aulas de física térmica com uso da experimentação ministradas entre 15 de setembro a 01 dezembro de 2015. Foram elaborados 7 acompanhamentos de aula sobre conteúdos de física térmica e assuntos relacionados (Tabela 1). Os acompanhamentos foram constituídos por perguntas abertas, e cada um foi entregue aos estudantes no início de cada encontro de aula para serem respondidas por eles durante o desenvolvimento da aula. As questões dos acompanhamentos de aula utilizados neste estudo estão apresentadas na Tabela 2 e dizem respeito ao conceito de temperatura.

| Conteúdo                                   | Acomp. (s) de aula |
|--|--------------------|
| Termometria                                | 1, 2               |
| Processos de transferência de energia      | 3                  |
| Calorimetria                               | 4, 6               |
| Dilatação térmica                          | 7                  |
| Vários assuntos relacionados aos conteúdos | 5                  |

Tabela 1: Conteúdos dos acompanhamentos de aula

| Acomp. | Questionamentos  |
|--------|--|
| 1      | 2) diferencie sensação térmica de temperatura? 4) o que você entende por temperatura?  |
| 2      | 1) o que é temperatura?  |
| 3      | 1) o que é temperatura?  |
| 4      | 2) diferencie calor de temperatura?  |
| 5      | 1) a que corresponde a medida de temperatura de um corpo?  |
| 6      | 1) ao realizar a medida da temperatura de um corpo com uso de termômetro estamos medindo o quê?<br>3) existe diferença entre calor e temperatura? Quais? Explique. |

Tabela 2: Questões para a coleta de dados

## Análise dos dados

Os dados foram analisados na perspectiva da análise textual discursiva discutida por Moraes (2003). Essa perspectiva contempla a desmontagem dos textos e elaboração de unidades de análise, do estabelecimento de relações entre as unidades de análise (categorização), e da emergência de novas compreensões. O *corpus* de análise utilizado compreende questões dos acompanhamentos respondidas pelos participantes durante as aulas com relação ao conceito de temperatura (Tabela 2). O *corpus* da análise qualitativa recebeu sentido e significado orientado pela filosofia empírica à luz da epistemologia bachelardiana. As unidades de análise *à priori* foram retiradas do trabalho de Amaral e Mortimer (2001), com base na trajetória histórico-científica do conceito de calor e na epistemologia de Gaston Bachelard, expressa nas zonas do perfil conceitual de calor proposto por estes autores, a saber, experiência primeira, obstáculo animista, e obstáculo substancialista. As categorias deduzidas correspondem aos três obstáculos epistemológicos anteriores às compreensões empírica e racional do conceito de calor, quais sejam, os obstáculos experiência primeira, animista e substancialista, para os quais não existe distinção entre os conceitos de calor e temperatura.

## Resultados e Discussão

As respostas aos acompanhamentos de aula, para as quais identificamos a presença dos obstáculos epistemológicos experiência primeira e substancialista na compreensão do conceito de temperatura, estão apresentadas nas Tabelas 3 – 8. Em algumas respostas está presente a explicação da temperatura como medida do grau de calor e de frio, na qual identificamos o obstáculo experiência primeira que caracteriza o estado térmico de um objeto pela mistura das quantidades de calor e de frio. No acompanhamento nº 1 (Tabelas 3 e 4), o obstáculo experiência primeira aparece com mais frequência. A primeira formulação do conceito de calor se faz pelas experiências sensíveis dos fenômenos térmicos, percebido pelos sentidos e organizado em duas sensações distinguíveis: o quente e o frio. Na formulação das ideias de frio e de quente, estas aparecem dicotômicas: nas experiências de aquecimento, formula-se o conceito calor; e, nas experiências de resfriamento, formula-se o conceito frio.

| Acomp. | Part. | 2) diferencie sensação térmica de temperatura   | Obstáculo       |
|--------|-------|---|-----------------|
| 1      | E1    | “Temperatura é a forma de medir frio ou calor<br>Sensação são as reações que a temperatura nos passa”                                   | Exp. primeira   |
|        | E3    | “A temperatura é a real variação de calor e frio enquanto a sensação é a variação entre calor e frio que sentida por nosso corpo”       |                 |
|        | E12   | “Temperatura é o grau de calor ou frio do ambiente, e sensação térmica é como nós vemos isso, ou seja, percepção da temperatura”        |                 |
|        | E21   | “Sensação térmica é como sentimos o calor ou o frio a nossa volta, temperatura é a grandeza física”                                     |                 |
| 1      | E6    | “A sensação térmica é a sensação que você sente no ambiente e temperatura é o calor que realmente está no ambiente”                     | Substancialista |
|        | E10   | “Depende de nossa temperatura corporal a sensação térmica, enquanto a temperatura mede o calor existente”                               |                 |
|        | E16   | “A sensação térmica presume a partir do tato a temperatura de forma imprecisa, e a temperatura é uma forma de medir calor precisamente” |                 |
|        | E20   | “Sensação térmica é como sentimos o calor e temperatura é a grandeza física”  |                 |
|        | E23   | “Sensação térmica é referente ao calor sentido pelo corpo”  |                 |

Tabela 3: Obstáculos epistemológicos nas respostas à questão “diferencie sensação térmica de temperatura”

Algumas concepções alternativas de estudantes parecem apontar para o obstáculo epistemológico da experiência primeira. Sözbilir (2003) aponta que entre 6 e 13 anos de

idade os estudantes acreditam que “há dois tipos de calor, o calor frio e o calor” (p. 28, tradução nossa). O obstáculo experiência primeira também costuma aparecer como uma “noção de “carga” de calor, onde é desconhecida a existência de uma temperatura ambiente” (AMARAL; MORTIMER, 2001). Assim, o estado térmico de um corpo é interpretado de acordo com sua sensação térmica. O obstáculo experiência primeira para o conceito de calor também aparece nas concepções alternativas dos estudantes quando estabelecem “a temperatura como medida da mistura de calor e de frio dentro de um objeto” (KOHLEIN; PEDUZZI, 2002, p. 26). Além disso, de acordo com Ribeiro (2004), o obstáculo experiência primeira aparece com bastante frequência durante as explicações de estudantes aos processos de transferência de energia térmica.

| Acomp. | Part.   | 4) o que você entende por temperatura?   | Obstáculo       |
|--------|---|--|-----------------|
| 1      | E3  | “Que a temperatura é a variação das moléculas de quente e frio”  | Exp. primeira   |
|        | E12   | “É a transferência de calor ou frio no ambiente, ar, etc.”   |                 |
|        | E14   | “Temperatura é um clima e sensação de frio ou calor concreto”  |                 |
| 1      | E2  | “Temperatura é pra mim temperatura do meio ambiente podendo ser manipulada se tornando quente ou mais com menos calor” | Substancialista |
|        | E6  | “É a medida do calor do ambiente”  |                 |
|        | E15   | “Quantidade de calor”  |                 |
|        | E16   | “Uma forma de medir a quantidade de calor de algo”   |                 |
|        | E20   | “Grandeza física que mede o calor”   |                 |
|        | E21   | “Medida do calor”  |                 |
|        | E22   | “Temperatura corresponde a ausência e presença de calor”   |                 |
|        | E23   | “A quantidade de calor”  |                 |
| E24    | “Quantidade de calor ou sua falta contida em corpos ou ambientes” |  |                 |

Tabela 4: Obstáculos epistemológicos nas respostas à questão “o que você entende por temperatura”

| Acomp. | Part. | 1) o que é temperatura?  | Obstáculo       |
|--------|-------|--|-----------------|
| 2      | E3    | “Temperatura não é a mesma coisa que clima e ela é a medida de energia tanto em forma de calor como a de frio” | Exp. primeira   |
|        | E16   | “É um meio de medir o calor de forma precisa”  | Substancialista |
|        | E22   | “É uma medida de calor”  |                 |
|        | E23   | “A medida de calor de um ambiente”   |                 |
| 3      | E23   | “A quantidade de calor presente em um ambiente”  | Substancialista |

Tabela 5: Obstáculos epistemológicos nas respostas à questão “o que é temperatura”

De forma semelhante, e até com mais frequência, o obstáculo substancialista também aparece nas respostas dos estudantes (Tabelas 3 – 8), em que a temperatura corresponde a medida do grau de calor. Essa compreensão da temperatura apresenta o obstáculo substancialista quando explica o estado térmico de um corpo como a quantidade de calor presente no corpo. O obstáculo substancialista apresenta o realismo de forma diferente dos demais obstáculos. Esse realismo faz referência a intimidade do objeto, “prevalecendo-se da experiência externa evidente, mas escapando à crítica pelo mergulho na intimidade” (BACHELARD, 2013, p. 121). Este obstáculo, para Bachelard (1984; 2013), tem grande importância durante a transição do conhecimento pré-científico para o científico e, na história da ciência, ele aparece com mais frequência nos séculos XVIII e XIX, época em que se desenvolveram as teorias para explicar a natureza dos fenômenos térmicos. Sözbilir (2003) cita que “as crianças percebem o calor como uma substância material, que reflete a teoria do calórico” (p.30, tradução nossa), mostrando a semelhança entre as compreensões dos estudantes sobre o calor e o desenvolvimento histórico-científico deste conceito, e que, na compreensão dos estudantes, “não há diferença entre calor e temperatura” (p 28, tradução nossa).

| Acomp. | Part. | 1) a que corresponde a medida de temperatura de um corpo? | Obstáculo |
|--------|-------|---|-----------|
|        | E13   | “Calor”   |           |

|   |     |   |                 |
|---|-----|---|-----------------|
| 5 | E22 | “A quantidade de calor que habita no corpo” | Substancialista |
|   | E23 | “A quantidade de calor”                     |                 |

Tabela 6: Obstáculo epistemológico nas respostas “a que corresponde a medida de temperatura de um corpo”

| Acomp. | Part. | 1) ao realizar a medida da temperatura de um corpo com o uso de termômetro estamos medindo o quê? | Obstáculo       |
|--------|-------|---|-----------------|
| 6      | E1    | “A quantidade de energia em forma de calor que ele tem mais que o normal”                         | Substancialista |
|        | E2    | “A nossa temperatura, nosso calor armazenado, nossa sensação térmica”                             |                 |
|        | E3    | “A quantidade de calor que o corpo perde mantendo o corpo em equilíbrio térmico”                  |                 |
|        | E19   | “Estamos medindo a diferença de calor no corpo”   |                 |
|        | E23   | “O calor do corpo”  |                 |

Tabela 7: Obstáculos epistemológicos nas respostas à questão “ao realizar a medida da temperatura ...”

| Acomp. | Part. | 3) existe diferença entre calor e temperatura? Quais? Explique.       | Obstáculo       |
|--------|-------|---|-----------------|
| 6      | E1    | “Calor é uma temperatura assim como o frio”                           | Exp. primeira   |
|        | E3    | “Sim, calor é uma medida [ilegível] em temperatura”                   | Substancialista |
|        | E22   | “Sim. Calor é a sensação térmica e temperatura é uma medida de calor” |                 |

Tabela 8: Obstáculos epistemológicos nas respostas à questão “existe diferença entre calor e temperatura ...”

As respostas dos estudantes mostram que a compreensão do conceito de temperatura é feita de acordo com a leitura ontológica da natureza do calor. Por conseguinte, o entendimento do conceito de temperatura está associado ao entendimento ontológico do conceito de calor, pois, para os estudantes investigados, a temperatura representa a quantidade de calor e de frio de acordo com a ontologia do obstáculo experiência primeira, ou, seguindo a ontologia do obstáculo substancialista, a temperatura representa a quantidade de calor.

## Conclusão

Este estudo mostrou que as compreensões de alguns participantes da pesquisa sobre o conceito de temperatura apresentam obstáculos epistemológicos, em acordo com estudos da literatura. Os resultados obtidos no presente estudo indicam que as compreensões do conceito de temperatura para os estudantes investigados carregam a visão ontológica da natureza característica do pensamento realista, quando analisadas sob o viés teórico da filosofia empírica do conceito de calor à luz da epistemologia de Bachelard. Nesse viés teórico, o empirismo, consubstanciado pela utilização de um instrumento de medida, não garante a compreensão racionalista dos fenômenos térmicos. No caso em estudo, o instrumento de medida utilizado nas aulas (termômetro) pode servir para confirmar a compreensão realista dos fenômenos térmicos. Por outro lado, a utilização do termômetro permitiu a comunidade científica dialogar sobre os fenômenos térmicos e a compreensão dos conceitos de calor e temperatura. Nesse sentido, o instrumento de medida pode possibilitar um diálogo entre as representações construídas pelo sujeito a partir da experimentação, permitindo considerar o fenômeno sob outro ponto de vista, construindo uma nova compreensão do fenômeno.

Os resultados obtidos neste estudo, ainda que mereçam aprofundamento, vão nessa direção, indicando que o uso no ensino de um instrumento de medida não garante a compreensão racionalista do conceito de calor, e, mais importante, que a utilização de um instrumento de medida poderá servir como objeto de diálogo para a compreensão racionalista dos fenômenos térmicos pelos sujeitos em situação de ensino-aprendizagem. Esse aspecto tem especial importância no ensino de ciências com o uso de recursos de instrumentos de medida, como na estratégia da experimentação, colocando em destaque o papel do professor no planejamento

do ensino e na condução do diálogo na sala de aula sobre os fenômenos em estudo, buscando encaminhamentos para compreensões epistemológicas do conhecimento científico em detrimento a compreensões ontológicas da natureza.

## 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, 2001. Disponível em: <https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec>. Acesso em: 04 dez. 2016.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. 10. ed. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 2013.

\_\_\_\_\_. **A filosofia do não**: a filosofia do novo espírito científico. 3. ed. Tradução de Joaquim José Moura Ramos. Lisboa: Editorial Presença, 1984.

BASSALO, J. M. F. A crônica do calor: termometria. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 13, n. 1, 1991, p. 135-161.

GOMES, L. C. A ascensão e queda da teoria do calórico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 3, 2012, p. 1030-1073.

KÖHNLEIN, J. F. K.; PEDUZZI, S. S. Um estudo das concepções alternativas sobre o conceito de calor e temperatura. **Revista Brasileira de Investigação em Educação em Ciências**, v. 2, n. 3, 2002, p. 84-96.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, 2003, p. 191-211.

PIFER, A.; AURANI, K. M. A teoria analítica do calor de Joseph Fourier: uma análise das bases conceituais e epistemológicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, 2015, p. 1603.1-1603.9.

PIRES, D. P. L.; AFONSO, J. C.; CHAVES, F. A. B. A termometria dos séculos XIX e XX. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, 2006, p. 101-114.

RIBEIRO, E. O. R. **Obstáculos epistemológicos no estudo do calor**. 2004. 79f. Dissertação (Mestre em Educação em Ciências e Matemáticas) – Pós-Graduação em Ciências e Matemática, Universidade Federal do Pará, Belém. 2004.

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

SÖZBILIR, M. A review of selected literature on student's misconceptions of heat and temperature. **Journal of Education**, v. 20, n. 1, 2003, p. 25-41.