

COLHER DE PAU VS. COLHER DE METAL: POTENCIALIDADES DE UMA ATIVIDADE INVESTIGATIVA PARA A APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE TEMPERATURA

Marta Maximo

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ)/Unidade de Ensino Descentralizada de Nova Iguaçu e Universidade de São Paulo/Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Brasil
martamaximo@yahoo.com

Vitorvani Soares

Universidade Federal do Rio de Janeiro/Instituto de Física, Brasil
vsoares@if.ufrj.br

RESUMO: Neste trabalho, propomos uma atividade investigativa de caráter experimental que visa auxiliar o professor a construir com seus alunos o conceito termodinâmico de temperatura. Tal proposta foi aplicada em uma turma de 43 alunos de 1º ano do Ensino Médio do CEFET/RJ – UnED Nova Iguaçu, no estado do Rio de Janeiro, Brasil. Os estudantes se dividiram em sete grupos para a realização da atividade. Para a avaliação da proposta, realizamos uma pesquisa descritiva, de abordagem qualitativa. Por intermédio de uma análise interpretativa dos textos escritos por alguns grupos de estudantes após a aplicação da atividade, foi possível perceber que tal atividade, no contexto desta pesquisa, contribuiu para a aprendizagem do conceito termodinâmico de temperatura por parte dos estudantes.

PALAVRAS-CHAVE: ensino por investigação, escrita, Física, temperatura, Ensino Médio.

INTRODUÇÃO

Segundo Grings, Caballero e Moreira (2007), os conceitos que os alunos associam às grandezas físicas fundamentais da Termodinâmica, mesmo após a instrução formal, estão muito distantes do conhecimento atualmente compartilhado pela comunidade científica. Sobre o conceito de temperatura, é comum os estudantes pensarem que se trata da “variação de um estado de quente para um estado de frio” (Grings, Caballero & Moreira, 2007) ou que “pele ou toque podem determinar a temperatura” (Yeo & Zadnik, 2001).

Considerando-se essas afirmações não-científicas, propomos neste trabalho uma atividade investigativa de caráter experimental que visa auxiliar o professor a construir com seus alunos o conceito termodinâmico de temperatura. Para a avaliação da proposta, apresentamos a análise dos textos escritos por alguns grupos de estudantes após a aplicação da atividade em sala de aula. Por intermédio da escrita dos alunos sobre o que ocorreu na atividade, procuramos buscar elementos que nos indicassem se houve aprendizagem dos conceitos físicos envolvidos na experiência.

MARCO TEÓRICO

Na área de ensino de ciências, o ensino por investigação tem sido mencionado como uma abordagem que pode facilitar a aprendizagem de conceitos, o estabelecimento de relações de causa e efeito, a realização de trabalho colaborativo e o desenvolvimento da argumentação dos estudantes (Maximo-Pereira, Andrade & Soares, 2011; Cappechi & Carvalho, 2006; Locatelli & Carvalho, 2007).

Para que uma atividade seja considerada investigativa, os alunos devem não somente observar fenômenos e manipular informações ou experimentos, mas também formular hipóteses, refletir e discutir em grupo, explicar os argumentos utilizados e relatar suas conclusões (Azevedo, 2004). Tendo claras as aproximações e os distanciamentos entre a construção do conhecimento científico escolar e a produção de ciência pelos cientistas, o trabalho investigativo deve partir de um problema aberto que faça sentido para o aluno e possibilite a construção de um novo conhecimento, pois, de acordo com Bachelard (2001, p. 166), “todo conhecimento é resposta a uma questão”.

Em uma atividade investigativa de caráter experimental, tendo por base o problema colocado, os estudantes começam a formular hipóteses para tentar resolvê-lo. Considerando as hipóteses e para testá-las, o professor sugere a realização de um experimento.

Os estudantes se organizam em grupos e fazem o planejamento da atividade experimental, momento em que o professor deve orientar os grupos nas tomadas de decisões que levarão à realização do experimento. Os grupos de alunos são encarregados de desenvolver, com a ajuda do professor, um plano de trabalho para a realização da experiência.

Após a elaboração e discussão do plano de trabalho, cada grupo realiza a experiência, analisa as informações obtidas e elabora sua resposta ao problema. Após esta etapa, os grupos debatem entre si a fim de encontrarem coletivamente a melhor solução para o problema e os argumentos mais consistentes para justificá-la.

O debate (tanto a interação dentro dos grupos como entre toda a turma) e a realização do experimento são orientados e mediados pelo professor, que mais do que um mero “fornecedor” de respostas prontas, deve propor questionamentos e reflexões, identificar inconsistências e estimular a participação de todos (Pereira & Aguiar, 2006).

Para Rivard e Straw (2000), o discurso oral é, em geral, extremamente divergente, flexível e demanda pequeno esforço por parte do aluno. Já o discurso escrito é bem mais convergente, elaborado e pressupõe maior reflexão por parte de quem escreve.

Concordando com os autores acima, escolhemos as produções escritas pelos alunos após a atividade investigativa aplicada não só para avaliar o potencial do ensino por investigação para o ensino, mas também como fonte de indícios de que conhecimentos foram (ou não) construídos por intermédio da atividade proposta.

METODOLOGIA

Realizamos uma pesquisa descritiva, de abordagem qualitativa, com análise interpretativa (Moreira & Caleffe, 2008) dos dados construídos por intermédio dos relatos escritos dos estudantes. Apresentamos, nesta seção, a proposta de atividade que desenvolvemos, como se deu a sua aplicação em sala de aula e os procedimentos de construção dos dados.

A atividade investigativa aplicada foi elaborada em nossa dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Física (Maximo-Pereira, 2010). Ela denomina-se *Colher de pau vs. Colher de metal* e tem por objetivo verificar que nem sempre as percepções sensoriais correspondem à temperatura verdadeira de um sistema. Essa atividade inicia-se com o seguinte problema aberto: *Qual a relação entre as temperaturas de uma colher de pau e de uma colher de metal que estão sobre uma mesa?* Com base na solução a essa

questão, queremos construir o conceito termodinâmico de temperatura como sendo *uma medida da sensação de quente ou frio em relação a um determinado padrão ou referência* (Hewitt, 2002).

Inicialmente, na resolução deste problema, os grupos de alunos, mesmo que de forma intuitiva, manipularam as duas colheres, tocando-as, e relataram suas sensações. Ao fazerem isso, perceberam uma sensação de “frio” na colher de metal em relação ao que sentiram com a colher de pau, ainda que os dois objetos estivessem expostos às mesmas condições no ambiente.

Tal fenômeno ocorre porque a condutividade térmica do metal é maior que a da madeira, o que implica uma maior transferência de energia entre nossa mão e o metal do que entre nossa mão e a madeira. Quando nossa temperatura corpórea (em torno de 36 °C) é maior do que a temperatura ambiente, perdemos energia para o metal através de calor, gerando uma diminuição de nossa temperatura no local em contato com ele e a sensação de “frio” que sentimos.

No entanto, nosso objetivo nesse ponto não era chegar a essa explicação, mas sim questionar as sensações táteis como boas medidas de temperatura. Assim, como os alunos em geral afirmaram que as duas colheres estavam a temperaturas diferentes devido às diferentes sensações que proporcionaram, quando realizaram a medida com um termômetro para verificar suas conclusões iniciais, foi motivo de muita estranheza o fato de ele indicar, dentro da incerteza associada ao instrumento de medida, o mesmo valor para as duas colheres.

Uma boa forma de realizar as medidas de temperatura das colheres é com um sensor termopar, já que termômetros de mercúrio ou digitais podem ser de difícil utilização nesse caso. Vale lembrar que a escolha do instrumento de medida (tato, termômetro de mercúrio, sensor termopar, etc.) e a forma como ela vai ser realizada (como colocar a colher em contato com o instrumento e quanto tempo esperar) também foram questões importantes discutidas pelos alunos, pois faziam parte do plano de trabalho que deveriam elaborar para realizar a experiência.

Esta atividade investigativa foi aplicada em uma turma de 43 alunos de 1º ano do Ensino Médio do CEFET/RJ – UnED Nova Iguaçu, no estado do Rio de Janeiro, Brasil. Os estudantes se dividiram em sete grupos para a realização da atividade. Essa aplicação ocorreu durante o primeiro dia de aula do ano letivo de 2010, no qual Física Térmica seria o primeiro assunto a ser estudado pelos alunos. A atividade demandou, excluindo-se a parte da escrita do texto, em torno de 15-20 min para ser aplicada.

Após o fim da atividade, cada grupo de alunos deveria escrever um relato da investigação realizada, mencionando desde a proposta da atividade até a conclusão obtida na discussão entre os grupos, ou seja, todas as etapas da atividade investigativa da qual participaram. Como tais relatos já foram corrigidos, em alguns deles aparecem com correções por nós sugeridas.

Por conta da extensão deste trabalho, não foi possível analisar todos os textos escritos pelos grupos de alunos. Por isso, dos sete grupos, analisamos apenas três deles.

Utilizamos como dados de nossa pesquisa o que interpretamos como sendo as conclusões dos relatos, por entendermos que essa parte do texto poderia sintetizar a compreensão dos grupos sobre o que foi discutido durante a atividade e sobre o que eles conseguiram construir por intermédio dela. Em geral, as conclusões dos relatos apareceram ao final dos textos.

ANÁLISE DE DADOS

O trecho da Figura 1 diz respeito à conclusão do grupo 2. Tal identificação foi feita por nós por conta da presença da expressão “Concluimos que...”.

Concluimos que se usarmos a mão como instrumento, irá parecer que a colher de metal é mais fria, isso acontece porque o metal é um condutor térmico, e a colher de pau não. Portanto, nos mostra que a sensação térmica não é confiável, pois não indica a temperatura correta. Por exemplo, podemos estar com a mão quente, e colocarmos numa água morna, a sensação será de que a água está fria.

Fig 1. Conclusão do relato do grupo 2.

Os alunos parecem ter conseguido construir a ideia de que a sensação de “frio” ao tocar a colher de metal foi devida ao fato de o metal ser um bom condutor térmico e não ao fato de a colher estar a uma temperatura mais baixa. Por isso, afirmaram que “a sensação térmica não é confiável, pois não indica a temperatura correta”. Para fortalecerem seu argumento, utilizaram corretamente um exemplo (“... podemos estar com a mão quente, e colocarmos numa água morna, a sensação será de que a água está fria”), que faz referência ao experimento da atividade investigativa que eles haviam realizado previamente, e que foi investigada por nós em outro trabalho (Maximo-Pereira, Andrade & Soares, 2011).

Entendemos que o trecho da Figura 2 se refere à conclusão do relato do grupo 3, pois os alunos escreveram: “Portanto, o que podemos concluir dessa experiência é que...”.

Portanto, o que podemos concluir dessa experiência é que a "sensação térmica" não é suficiente para medir a temperatura, porém, pelo multímetro podemos ter mais segurança e certeza quanto à medida. Também, o tato só nos indica se está frio ou quente, o que nos faz criar mais dúvidas. Colocando a mão apenas, parece que a temperatura é diferente por causa do material, e mesmo assim, essa grandeza física não pode ser medida com total precisão.

Fig. 2. Conclusão do relato do grupo 3.

Os estudantes identificaram que a sensação térmica é inadequada para medir a temperatura e mencionaram o multímetro (com sensor termopar) como o medidor apropriado. Os alunos perceberam também que a diferença entre a sensação pelo tato e a medida da temperatura é devida ao material que constitui o objeto (“Colocando a mão apenas, parece que a temperatura é diferente por causa do material...”), mas não mencionaram o fenômeno da condução térmica, como fez o grupo 2.

Interpretamos que o fragmento expresso na Figura 3 refere-se à conclusão do relato do grupo 4. Ainda que nele não haja nenhum marcador gramatical conclusivo, como nos outros dois textos, os alunos realizaram uma síntese do que escreveram anteriormente e finalizaram seu texto com este parágrafo.

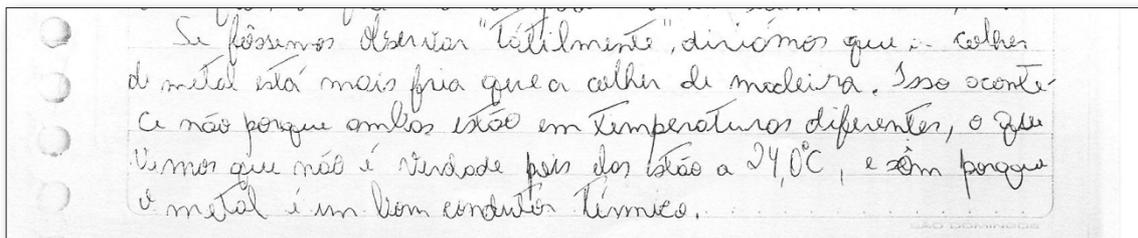


Fig. 3. Conclusão do relato do grupo 4.

O grupo 4 iniciou sua conclusão com uma hipótese que se contrapõe ao que queriam defender (“Se fôssemos observar ‘tátilmente’, diríamos que a colher de metal está mais fria que a de madeira”). É interessante notar a presença de um neologismo¹ criado conscientemente pelo grupo (“tátilmente”), a fim de se referir à sensação térmica. Identificamos que a criação dessa palavra ocorreu de forma consciente pelo seu emprego, no texto, entre aspas, o que indica que os alunos sabiam que essa palavra não era a mais adequada, mas sentiram necessidade de utilizá-la para expressar o que desejavam.

Os alunos justificaram a sensação de a colher de metal estar mais fria que a de madeira (no trecho “porque o metal é um bom condutor térmico”), fazendo uso do “porque” enquanto elemento que introduz uma justificativa ao fato de a sensação térmica ser diferente. Vemos que o conceito de condutividade térmica e sua caracterização para os metais também foram mencionados pelo grupo. Além disso, os estudantes utilizaram o dado empírico das medidas de temperatura realizadas no experimento (“elas estão a 24,0 °C”) para fortalecer a ideia de que a temperatura é a mesma, ainda que as sensações sejam diferentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, apresentamos uma proposta de atividade investigativa que foi implementada em sala de aula e analisamos as conclusões dos textos escritos por grupos de estudantes com o objetivo de sistematizarem o que havia ocorrido na atividade e os conhecimentos construídos por intermédio dela.

De forma geral, os textos dos três grupos analisados apresentaram em suas conclusões conhecimentos compatíveis com o conceito termodinâmico de temperatura e com o conceito de condutividade térmica. Além disso, esses textos sempre remetiam à atividade investigativa aqui descrita ou até mesmo a atividades anteriores, como no caso do grupo 2. Tais fatos indicaram que o trabalho com atividades investigativas (como aquela que foi aqui proposta) pôde, no contexto desta pesquisa, contribuir de alguma forma para a aprendizagem dos estudantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azevedo, M.C.P.S. (2004). Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: Carvalho, A. M. P. (org), *Ensino de Ciências*. pp. 19–33. São Paulo: Pioneira Thomson Learning.
- Bachelard, G. *O novo espírito científico*. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2001.
- Capecchi, M.C.V.M. & Carvalho, A.M.P. (2006). Atividade de laboratório como instrumento para a abordagem de aspectos da cultura científica em sala de aula. *Revista Pro-Posições* (Faculdade de Educação da Unicamp), 17 (1), pp. 137–153.

1. De acordo com o *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa*, um neologismo refere-se “ao emprego de palavras novas, derivadas ou formadas de outras já existentes, na mesma língua ou não”.

-
- Grings, E.T.O., Caballero, C., & Moreira, M.A. (2007). Significados dos conceitos da termodinâmica e possíveis indicadores de invariantes operatórios apresentados por estudantes de Ensino Médio. *Revista Liberato* (Novo Hamburgo), 8, pp. 7–12.
- Hewitt, P.G. (2002). *Física Conceitual*. Porto Alegre: Bookman.
- Locatelli, R.J. & Carvalho, A.M.P. (2005). Como os alunos explicam os fenômenos físicos. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra (VII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias), pp. 1–5.
- Maximo-Pereira, M. (2010). “Ufa!! Que calor é esse?! Rio 40 °C” — Uma proposta para o ensino dos conceitos de calor e temperatura no Ensino Médio. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Maximo-Pereira, M., Andrade, V.A. & Soares, V. (2011). Escrita como ferramenta indicativa das possíveis contribuições de uma atividade investigativa sobre temperatura para a aprendizagem. *Experiências em Ensino de Ciências*, 6(3), 118–132.
- Moreira, H. & Caleffe, L.G. (2008). *Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Lamparina.
- Pereira, D.R.O. & Aguiar, O. (2006). Ensino de Física no nível médio: tópicos de Física Moderna e experimentação. *Revista Ponto de Vista* (Viçosa), 3 (1), pp. 65–81.
- Rivard, L.P. & Straw, S.B. (2000). The effect of talk and writing on learning science. An exploratory study. *Science Education*, 84 (5), pp. 566–593.
- Yeo, S. & Zadnik, M. (2001). Introductory Thermal Concept Evaluation: assessing student’s understanding. *The Physics Teacher*, 39, pp. 496–504.