



Calor: uma proposta de ensino pelo método dedutivo¹

Acássio Moraes Silva², Andressa da Silva³, José Leandro de Albuquerque Macedo Costa Gomes⁴

¹Parte do curso de extensão Ensino de Física pela Metodologia HFC financiado pelo IFAL

²Aluno-bolsista do Curso de Extensão de Ensino de Física pela Metodologia HFC do Instituto Federal de Alagoas – Campus Arapiraca. e-mail: acassio_morais_@hotmail.com

³Aluno-voluntário do Curso de Extensão Ensino de Física pela Metodologia HFC - IFAL. e-mail: andressa2011@live.com

⁴Professor Msn. Esp. de Física do Instituto Federal de Alagoas – Campus Arapiraca, coordenador e orientador dos bolsistas e voluntários do curso de extensão Ensino de Física pela Metodologia HFC. e-mail: prof.leandro.fisica@hotmail.com

Resumo: O presente trabalho procura estabelecer uma resposta para questão se é possível, e como desenvolver o ensino do conceito físico de calor atualmente aceito utilizando o método dedutivo. Por meio de deduções feitas a partir de experimentos realizados, pode-se chegar a conclusões que verificaram a validade da definição de calor como transferência de energia. Foi confirmada, em primeira aproximação, a eficiência e precisão das conclusões obtidas por meio das deduções realizadas pelos discentes envolvidos na pesquisa. Este trabalho apresenta a proposta e os resultados da ação didática implementada no segundo ano do ensino médio-integrado do Instituto Federal de Alagoas – Campus Arapiraca.

Palavras-chave: Conceito atual de calor, ensino, experimentos, método dedutivo.

1.INTRODUÇÃO

O conceito de calor encontra certa resistência quanto à sua compreensão por parte dos alunos do ensino médio. Isto se deve em parte pelas ideias substancialistas que nos são inatas. Como objeto de pesquisa, este conceito físico foi explorado e seu ensino foi proporcionado através de uma ação didática que se valeu do método dedutivo aplicado à educação. Para mediar o processo de ensino-aprendizagem foram elaborados experimentos, os quais têm por objetivo facilitar tal processo e proporcionar situações dialógicas à discussão do que seria e como age o calor (MEDEIROS e BEZERRA, 2000).

Através do tempo a humanidade utilizou diversos modos de interpretação e explicação da Natureza. Um desses modos deu origem à ciência moderna. Uma forma de relacionar essas interpretações é a divisão em períodos históricos, partindo da ciência Grega que era qualitativa e contemplativa (compreende, aproximadamente, do século VII a.C. até o final do século V d.C.), Medieval onde se estudava algumas obras da Grécia Antiga (aproximadamente, do século VI d.C. até final do século XV d.C.), passando pela ciência Moderna onde se foi introduzido a metodologia científica (aproximadamente, do século XVI d.C. até o final do século XIX d.C.), até a Contemporânea onde houve a desmistificação do método científico (início do século XX d.C. até os dias de hoje) (REALE, 2002).

Possivelmente, as primeiras tentativas de explicações racionais para os fenômenos da Natureza vieram com os Indianos e Gregos antigos. Antes disso, as explicações eram fruto da mitologia, com explicações dos fenômenos atribuídas aos poderes de deuses, de seres superiores. Posteriormente surge a Filosofia Natural (a ciência ancestral da Física, na Idade Média e boa parte da Moderna), que procurava compreender e explicar os fenômenos naturais racionalmente, ou pelo menos não recorrendo à metafísica. Nessa época a Filosofia Natural se mistura à Química e em alguns pontos com a Matemática e Biologia (REALE, 2002).

A ciência atual reconhece que não existem regras para uma descoberta, pois há vários caminhos para se chegar a um conhecimento ou para desenvolver um saber já existente. A partir deles, os vários caminhos, foi desfeita a ideia de método científico como sendo um caminho invariável e infalível, o qual se deveria seguir para a produção do conhecimento científico. (REALE, 2002).

Apesar de diversas mudanças nas concepções científicas, o método que é mais perceptível quanto à utilização para verificar, explicar, antecipar acontecimentos e testar uma ou mais hipóteses, é o *método dedutivo* (HODSON, 1982; CHALMERS, 1993).



A explicação e a previsão (ou predição) são características importantes da ciência. As explicações se dão por meio de hipóteses explicativas (ou teorias). Estas procuram estabelecer os mecanismos causais dos fenômenos, ou seja, é uma tentativa de resposta para a ocorrência (fenômeno) por meio do apontamento da(s) sua(s) causa(s) (HODSON, 1982; CHALMERS, 1993; CHIBENI, 2006).

As hipóteses (teorias) precisam ser testadas, pois uma hipótese que não tem consequências experimentais é uma suposição vazia, do ponto de vista cognitivo, e, dependendo do critério de demarcação essa hipótese pode não ser considerada científica. Segue-se, portanto, que o método que valida as hipóteses explicativas e as predições também é de extrema importância. Mas que método é esse? (CHALMERS, 1993; CHIBENI, 2006).

Um dos métodos utilizados para testar hipóteses é o método dedutivo. Esse método consiste na integração de leis gerais com casos particulares. O processo se dá, de modo simplificado, da seguinte maneira: havendo uma teoria (lei geral) associada a uma ou mais condições específicas, são deduzidas certas conclusões. Logo após, é feito o teste experimental da(s) hipótese(s) para a comprovação ou refutação da(s) mesma(s), por meio da comparação dos dados com as conclusões deduzidas anteriormente (HODSON, 1982).

Aqui se tem um exemplo simplista, mas eficaz para compreensão do uso do método dedutivo: suponha um baralho de cartas comuns, com todas as cartas de naipes pretos. Assim, a lei geral a ser verificada pela dedução é *todas as cartas do baralho são pretas*. Pode-se, então, retirar cartas desse baralho em qualquer tempo, em qualquer estação do ano, ou mudar de local. Mesmo assim, as cartas retiradas, a princípio, serão de naipes pretos. O que verifica e valida a lei geral todas as cartas do baralho são pretas.

O método dedutivo surgiu na Grécia, com o silogismo do filósofo Aristóteles (384 - 322 a.C.) e também foi desenvolvida por Descartes (1596-1650 d.C.), Spinoza (1632-1677 d.C.) e Leibniz (1646-1716 d.C.). Mas, é necessário frisar que a dedução, e consequentemente o método dedutivo, não produz conhecimento novo, pois a dedução consiste em aplicar a qualidade já conhecida de um conjunto, a uma parte constituinte do mesmo (CHALMERS, 1993; REALE, 2002).

A dedução lógica, segundo Popper, é:

1. Transmissora de verdade, ou seja, das premissas para a conclusão. Sendo as premissas verdadeiras a conclusão será, invariavelmente, verdadeira;
2. Retransmissora de falsidade, ou seja, da conclusão para as premissas. Sendo a conclusão falsa, pelo menos uma das premissas será falsa;
3. Não-retransmissora de verdade, ou seja, da conclusão para as premissas. A verdade da conclusão não garante a verdade das premissas. Em outras palavras, pode existir conclusão verdadeira que provenha de premissas falsas (SILVEIRA, 1996).

Essas características são de extrema importância na tentativa de validação de teorias, pois elas (essas características) formam a base para o raciocínio lógico que buscará validar a hipótese. Pode-se inferir, a partir da terceira característica, que nenhuma teoria (lei geral) pode ser dada como verdadeira (SILVEIRA, 1996).

Esse método obtém relativo sucesso até hoje em suas aplicações. Entretanto, será que obtém sucesso no ensino de Física, mais especificamente no ensino do que é calor enquanto método de ensino? E ainda mais: como ensinar utilizando esse método?

Na tentativa de responder às questões anteriores foi elaborada uma atividade didática que faz uso do método dedutivo para ensinar aos discentes do segundo ano do ensino médio-integrado do Instituto Federal de Alagoas-Campus Arapiraca o conceito de calor atualmente aceito.

Para deixar claro, a definição de calor que é explorada é a de Borgnakke *et al* (2003, p. 100), para o qual calor é uma “forma de energia que é transferida entre o limite de um sistema a uma determinada temperatura para outro sistema (ou nas imediações) a uma temperatura inferior em virtude da diferença entre os dois sistemas”.

2.MATERIAIS E MÉTODOS



A atividade didática consistiu na realização de quatro experimentos realizados com a participação dos discentes. Os experimentos foram selecionados e preparados de forma a proporcionar aos educandos momentos de discussão e debate acerca do conceito físico de calor.

Para fundamentar a proposta de ação didática foram elaborados alguns resumos de trabalhos (revisão bibliográfica) relacionados com o tema, sendo estes a base teórica dos principais pontos do presente trabalho (método dedutivo e calor). Em seguida foram preparados os experimentos. Estes foram aplicados em quatro momentos distintos, um para cada experimento.

Na confecção dos experimentos utilizam-se alguns materiais simples, abaixo relacionados, de acordo com o experimento realizado:

EXPERIMENTO 1. Um secador de cabelo, um termômetro digital e um recipiente contendo 200 ml de água:

Neste primeiro experimento pega-se um secador de cabelo, onde o mesmo será ligado na tomada elétrica e um recipiente (uma bacia, por exemplo) com cerca de 200 ml de água fria. Depois medir a temperatura da água no recipiente com o termômetro digital, então ligar o secador e o apontar a certa distância para a água que está no recipiente. Depois, a cada 20 minutos, durante 2 horas, medir a temperatura da água do recipiente com o termômetro digital, isso sendo repetido sobre várias condições (de manhã, de tarde e de noite) e sempre sendo os dados anotados.

EXPERIMENTO 2. Cerca de 150 ml de café quente, um termômetro digital e uma xícara qualquer à temperatura ambiente:

Neste segundo experimento, pega-se cerca de 150 ml de café quente e mede-se a temperatura do mesmo com um termômetro digital, depois se despeja o café em uma xícara qualquer. Depois, a cada 10 minutos, durante 1 hora, medir a temperatura do café com o termômetro digital e tocar a xícara com a mão, isso sendo repetido e feito sobre várias condições (de manhã, de tarde e de noite) e sempre sendo os dados anotados.

EXPERIMENTO 3. Um condutor elétrico (fio de cobre desses encontrados comumente no interior dos fios de eletrodomésticos e extensões elétricas baratas), e uma fonte de tensão variável:

Neste experimento, um condutor de cobre foi conectado a uma fonte de tensão variável (5V à 25V). Depois variar a tensão de entrada de 5 em 5 volts a cada 5 minutos, isso sendo repetido e feito sobre várias condições (de manhã, de tarde e de noite) e sempre sendo os dados anotados.

EXPERIMENTO 4. Dois objetos metálicos não polidos:

Neste experimento, dois objetos metálicos são atritados um contra o outro, fazendo-se isso a cada 5 minutos, durante 1 hora. Depois, com as mãos, tocar a região atritada dos objetos para sentir o que ocorreu na região atritada, isso sendo repetido e feito sobre várias condições (de manhã, de tarde e de noite) e sempre sendo os dados anotados.

Numa última etapa, os resultados dos experimentos feitos em diferentes condições devem ser comparados para verificar se tais resultados estão de acordo com o conceito de calor, para que dessa forma se possa validar a forma de ensino de calor pelo método dedutivo.

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

O trabalho aqui apresentado expõe uma proposta de ação didática. Descreve-se, então, uma discussão entre os resultados esperados e os obtidos em relação aos experimentos selecionados e confeccionados e o método dedutivo com metodologia de ensino do conceito de calor. Tal descrição tem por meta dar subterfúgios a outros pesquisadores, educadores e professores que porventura desejem fazer uso da proposta aqui contida.

No experimento 1, quando o ar quente produzido pelo secador entra em contato com a água fria, com o passar do tempo, o ar quente produzido pelo secador deixou a água do recipiente aquecida, isso ocorreu devido à elevada temperatura do ar produzido pelo secador, que quando entra em contato com a água faz com que as moléculas de água se agitem e colidam entre si com mais intensidade e quanto mais o ar quente entra em contato com a água do recipiente, mais as moléculas de água se agitam, consequentemente, maior probabilidade de colisões entre as partículas, causando o aquecimento da água.



Os discentes observaram que o ar aquecido proveniente do secador fez a temperatura da água ser elevada. Na tentativa de explicarem tal fato propuseram duas alternativas. A primeira que a temperatura e o calor seriam levados pelo ar e depositados ou transferidos para a água quando do contato entre o ar e a água. A outra linha de explicação dizia que ao se chocar com a água, o ar quente provocava a agitação da água (isso era visível na superfície da água) e que, por isso, pelo aumento da movimentação da água era que se verificava a transferência de energia do ar para a água.

No experimento 2, quando o café quente entra em contato com a xícara, com o passar do tempo, a xícara vai ficando quente e o café vai ficando frio. Isso acontece devido à transferência de energia do café para a xícara.

Nessa nova etapa não havia movimentação visível dos materiais envolvidos no experimento. Os discentes apresentaram apenas uma forma de explicar o ocorrido, a qual seria pela transferência de energia do corpo mais aquecido para o menos aquecido, isto ocorrendo até que os dois chegassem à mesma temperatura. Fica claro aqui um pré-conceito (ideia inicial) de equilíbrio térmico.

Cabe um breve comentário sobre o contato físico existente entre os materiais usados nos experimentos 1 e 2: apesar do contato ter sido essencial nos experimentos 1 e 2, é necessário deixar claro aos discentes que a transferência de energia não depende exclusivamente do contato físico. Isto pode ser fruto de outra exploração didática.

Nos dois últimos experimentos (3 e 4) o fator que contribuiu para o aumento da temperatura foi o aumento de velocidade, ou seja, da energia cinética.

No terceiro, o aumento de temperatura é decorrente do aumento da tensão fornecida para o condutor, que conseqüentemente, aumenta a corrente que passa pelo condutor. Por definição, corrente elétrica é a variação da quantidade de cargas (elétrons) que passam durante certo tempo em um condutor ($I = \Delta Q / \Delta t$). Então quanto maior a quantidade de cargas por unidade de tempo, maior é a velocidade que elas adquirem, ou seja, quanto maior a energia cinética maior é a quantidade de calor que é gerada. Isso acontece porque o fio oferece resistência à passagem de corrente, fazendo com que os elétrons colidam com as moléculas do condutor, então, se a quantidade de elétrons aumentar, o número de colisões será maior, fazendo com que a temperatura aumente (Lei de Joule). Isso é um dos indícios que o movimento gera calor.

Vale ressaltar que os alunos do segundo ano médio-integrado do IFAL-Arapiraca viram a primeira Lei de Ohm e os conceitos físicos de corrente, resistência e diferença de potencial elétrico (ddp) no primeiro ano, bem como os conceitos físicos de energia e trabalho.

Dessa forma, valendo-se de tais conhecimentos, os discentes atribuíram o aumento de temperatura ao aumento da velocidade das cargas elétricas devido à elevação da ddp.

No quarto experimento, o aumento da temperatura é em decorrência, notadamente, do atrito entre os metais. Mas, o que interessa nesse experimento é o fator da velocidade. Quanto maior a velocidade com que os materiais são atritados, maior a quantidade de calor que é produzida. Isso ocorre porque a energia cinética se transforma em energia térmica. O atrito provoca uma vibração nas moléculas dos metais. Isso provoca um aumento de temperatura quando se aumenta a velocidade na qual os metais estão sendo atritados.

Semelhantemente às situações anteriores, os alunos defenderam a ideia de que a rapidez com que eram atritados os metais era o fator que explicava o aumento da temperatura e a produção de energia térmica. Assim, novamente deixaram claro que a movimentação causava uma transferência de energia.

A partir dos resultados das experiências anteriores, pode-se concluir que o aumento da velocidade, ou seja, ao aumento da energia cinética provoca um aumento da quantidade de calor que é produzido. Em todos os casos anteriores, é possível inferir que a energia cinética de um material ou substância é transferida para a outro, e isso se encaixa perfeitamente à definição de calor que foi usada (lei geral para o método dedutivo). Tanto do café para a xícara, do ar quente para a água, da corrente elétrica para o condutor, quanto do movimento dos dois metais atritados.

A partir disso, tem-se a lei geral que o movimento (energia cinética) gera calor. A partir dessa lei podem-se deduzir inúmeros casos em que o calor dá-se pela transferência de energia entre corpos, facilitando o ensino do conceito físico de calor.



Partindo-se da lei geral do que é calor aceita atualmente na Física, os experimentos exploram situações específicas dessa lei e tem por finalidade levar os educandos a verificarem a validade do conceito de calor por meio do método dedutivo.

4.CONCLUSÕES

Quando se quer encontrar respostas para um determinado fenômeno precisa-se ter como base teorias e experimentos que coloquem essas hipóteses (teorias) à prova para confirmá-las ou não. A junção entre deduções, experimentos e observações é de extrema importância para por à prova a validade desse conceito (teoria) – como foi visto nos resultados obtidos – e para facilitar o entendimento desse conceito (calor).

Entretanto, quantos experimentos são necessários para testar que calor é gerado pelo movimento? O movimento gera o calor realmente? Será que se tivessem sido muito mais experimentos um deles iria refutar a validade do conceito? E como foi utilizado neste trabalho apenas o método dedutivo para tentar testar esse conceito, não se pode ter certeza da validação do conceito atual de calor. Mas, será que existe outro método que pode ser utilizado para uma possível comprovação do conceito atual de calor? E se calor é a consequência do movimento de partículas energéticas, será que todo movimento de partículas com energia vai originar calor?

Dúvidas como essas surgem, pois não existe método perfeito, conceito perfeito. Tudo tem sua falha. Pode-se ter método e conceito que se aproximem da verdade. Não há na ciência uma verdade absoluta que não possa ser refutada.

O referido trabalho buscou mostrar que raciocínios associados a experimentos simples, que podem ser feitos em casa, podem facilitar o entendimento do conceito de calor e por à prova conceitos e concepções científicas acerca dos fenômenos físicos por meio da aplicação do método dedutivo ao ensino, neste caso ao do conceito físico calor.

O método dedutivo pode ser aplicado ao ensino de outros conceitos físicos, bem como para explorar a própria natureza da ciência. Estes são os próximos desdobramentos oriundos da pesquisa que resultou no trabalho aqui exposto.

REFERÊNCIAS

- BORGNACKE, C. SONNTAG, R. E.; WYLEN, G. J. V. **Fundamentals of Thermodynamics**. 6 ed. New York: John Wiley & Sons, 2003.
- CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** São Paulo: Editora Brasiliense. 1993. Tradução: Raul Filker;
- CHIBENI, S. S. **Algumas observações sobre o “método científico”**. São Paulo: Unicamp, 2006;
- HODSON, D. Existe um método científico? São Paulo: Universidade de São Paulo. Traduzido e adaptado de: “Is there a scientific method? **Education in Chemistry**, v. 19, 1982. p.112-116;
- MEDEIROS, A.; BEZERRA, S. A natureza da ciência e a instrumentação para o ensino da física. **Ciência & Educação**, v. 6, n. 2, p. 107-117, 2000.
- REALE, Miguel. **Introdução á filosofia**. 4 ed. São Paulo: Saraiva, 2002.
- SILVEIRA, F. L. A filosofia da ciência de Karl Popper: o racionalismo crítico. **Cadernos Catarinenses de Ensino de Física**, v 13, n 3, 1996. p. 197-218.