Ensino do conceito de calor através do método indutivo[1]

Ivael dos Santos Silva[2], Edifábio Pereira de Oliveira[3], José Leandro de Albuquerque Macedo Costa Gomes[4]

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

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

[3]Aluno-voluntário do Curso de Extensão Ensino de Física pela Metodologia HFC - IFAL. e-mail: edifabio1003@hotmail.com

[4]Professor 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: Diante das dificuldades no processo de aprendizagem do conceito de calor por parte de alunos do ensino médio, o presente trabalho apresenta uma proposta para o ensino desse conceito através do método indutivo. A mesma traz quatros experimentos de fácil manipulação que deram base às interpretações que orientam o processo de indução. Na análise dos experimentos, com base nos critérios indutivistas, obtiveram-se proposições de observação que, durante o desenvolvimento da proposta, foram utilizadas de forma a possibilitar aos discentes criar entendimentos a respeito do conceito de calor.

Palavras–chave: conceito de calor, ensino das ciências, mecanicismo, método indutivo

1.INTRODUÇÃO

Durante a história da humanidade surgiram diversos conceitos sobre o que seria calor. Relatos existem desde os gregos antigos na era clássica com o pensamento racional (século VI a.C.), passando pela Europa por volta do século XVII ao século XIX, até a atualidade (BALDOW e SANTOS, 2009).

Uns dos períodos de maior destaque no desenvolvimento do estudo da natureza do calor foi o intervalo entre séculos XVII e XIX, na Europa. Nesse período surgiram várias linhas de pesquisa, das quais duas se destacaram: a substancialista e a mecanicista. Os substancialistas concebiam que o calor era uma substância (fluido) que se transferia de um corpo a outro provocando o aquecimento ou resfriamento dos corpos. Enquanto que para os mecanicistas o calor era o efeito do movimento das partículas internas aos corpos (DIAS e SAPUNARU, 2008).

No decorrer do tempo a teoria mecanicista se consolidou perante as rivais como a mais forte até hoje. Tendo-se atualmente que calor

> ...é definido como uma forma de energia que é transferida entre o limite de um sistema a uma dada temperatura para outro sistema (ou nas imediações) a uma temperatura inferior em virtude da diferença de temperatura entre os dois sistemas (BORGNAKKE, SONNTAG e WYLEN, 2003, p. 100).

Atualmente, mesmo com a aceitação generalizada das explicações mecanicistas, ocorrem problemas plausíveis quanto ao ensino do conceito de calor, devido a dependências com outros conceitos como o de energia, a falta de clareza em relação à agitação dos átomos e à transferência de energia de um corpo a outro, e assim por diante. Por isso, surgem problemas que podem ser amenizados com explicações associadas a práticas experimentais (DIAS e SAPUNARU, 2008; CUSTÓDIO, CRUZ e PIETROCOLA, 2011).

O presente trabalho explora uma maneira de ensinar o *conceito de calor* através do *método indutivo* para estudantes do segundo ano do ensino médio-integrado do Instituto Federal de Alagoas-Campus Arapiraca.

1.1 Método Indutivo

ISBN 978-85-62830-10-5
VII CONNEPI©2012

O método ou processo através do qual um pensador por meio de várias observações singulares a respeito de um fenômeno, realizadas em várias condições diferentes, infere proposições – as proposições de observação – que servirão de base para a produção de uma lei universal é denominado *método indutivo* (CHALMERS, 1993).

Suponha-se, por exemplo, que hoje alguém tenha observado uma grande quantidade de corvos sob uma ampla variedade de circunstâncias e tenha observado que todos eles são pretos e que, com base nisto, conclua: "Todos os corvos são pretos". Esta é uma inferência indutiva perfeitamente legítima. Em linhas gerais, indução é chegar a uma conclusão universal a partir de várias observações particulares de um dado fato ou fenômeno realizadas sob variadas circunstâncias (CHALMERS, 1993).

Assim, esse método tem como características fundamentais que, para obter-se um determinado conhecimento, no caso, a lei geral, é necessário um grande número de observações do fenômeno, sob diversas condições, e essas precisam, em princípio, ser neutras. Ou seja, o observador deve assimilar fielmente todos os dados possíveis sem que haja interferência de pré-conceitos ou preferências teóricas que direcionem a observação. Após a observação, os dados obtidos são analisados para verificar aquilo que ocorreu em todas as observações, buscando assim regularidades. A partir dessas regularidades busca-se obter, quando possível, a lei geral.

As observações formam o corpo de proposições que darão sustentação à formação da lei universal, sendo úteis apenas aquelas proposições que ocorrem regularmente em todas as observações feitas. Finalmente, para se induzir a lei geral se faz necessário que nenhuma proposição da qual a própria lei é derivada entre em conflito com essa lei (HODSON, 1982; CHALMERS, 1993).

Através do uso do método indutivo, objetivou-se levar os estudantes a construírem o conceito de calor. As características desse método permitem ao pensador trabalhar com os dados obtidos a partir da experiência, sendo essa uma das maneiras utilizadas na validação de explicações. É possível ao pensador, no caso em questão o estudante, através das experiências, sobre variadas condições, inferir proposições que o permitam construir um modelo mental a respeito do comportamento do fato em correlação (relação mútua) com o mundo e, por fim, chegar a um determinado entendimento (lei geral). Outra característica é que o método indutivo permite uma fácil compreensão da natureza do calor, tendo-se como base o conceito atualmente aceito sobre o mesmo. **(**HODSON, 1982; CHALMERS, 1993; CUSTÓDIO, CRUZ e PIETROCOLA, 2011).

2. MATERIAL E MÉTODOS

A proposta de ensino baseou-se na experimentação. Assim, foram desenvolvidos quatro experimentos simples, sendo um deles um experimento mental, todos realizados com a participação dos discentes. A seleção e confecção dos experimentos foram realizadas com objetivo de proporcionar momentos de interlocução entre o conceito físico de calor, os experimentos e os discentes, com a mediação dos orientadores de aula (professor e alunos monitores).

Inicialmente foi feita uma leitura de trabalhos existentes relacionados com o tema calor e método indutivo o que caracterizou a revisão bibliográfica usada como base teórica do presente trabalho. Posteriormente foram confeccionados os experimentos. Os mesmo foram realizados em quatro momentos diferentes, cada experimento em um momento. A duração desses momentos encontra-se na descrição dos experimentos.

Para a realização dos experimentos foram necessários os seguintes materiais:

- Um pedaço maciço e retangular de madeira, com um sulco (fenda) que o percorra todo;
- Um sulcador (pedaço cilíndrico) de madeira;
- 5 voluntários;
- Pregos;
- Martelo;

- Um termômetro clínico;
- Um bloco retangular de madeira com dimensões 1 x 1,5m.

Experimento A: Foram selecionados três alunos voluntários, aleatoriamente, ou seja, sem nenhuma especificação de característica. Cada voluntário ficou incumbido de realizar o experimento três vezes ao dia (uma pela manhã, outra à tarde e a última à noite), dando um total de nove realizações. O experimento consistiu em com o sulcador percorrer o sulco (fenda) do pedaço de madeira em um movimento de vai e vem, por aproximadamente três minutos. Após o término de cada experimento, o voluntário mediu a temperatura do sulcador e da fenda de madeira por sensação tátil. Sendo anotadas as inferências. A madeira e o sulcador eram de madeira ordinária (comum).

Experimento B: Foi proposto a dois alunos voluntários que ambos fizessem uma corrida (a pé) de média intensidade durante 30 minutos. Antes da corrida foi medida a temperatura externo do corpo de cada voluntário com o termômetro clínico, repetindo-se a medição após a corrida. As medidas foram anotadas.

Experimento C: Dois alunos, escolhidos aleatoriamente, participaram da experiência usando um martelo e três tipos diferentes de pregos de metal, chamados x, y e z, apenas para diferenciação. Escolheu-se um bloco retangular de madeira de cerca de 1,0 x 1,5 m, e nele foram colocados os pregos que posteriormente foram martelados. Os pregos tiveram suas temperaturas medidas, antes e depois das marteladas, tatilmente pelos alunos. Para fins de comparação, as temperaturas medidas antes das marteladas foram consideradas como as temperaturas “normais” dos pregos em relação ao ambiente.

Experimento D: Este foi o experimento mental. Foram selecionados quatro voluntários, X, Y, Z e W, aleatoriamente, ou seja, sem nenhuma especificação ou característica peculiar. Cada voluntário passou a dirigir um carro e o acelerou até atingir a velocidade de 50 km/h. Chegando a esta velocidade, o voluntário acionou os freios até o carro parar completamente. O experimento foi realizado duas vezes para cada voluntário, totalizando oito realizações, com carros ditos populares, nas seguintes condições:

- Os voluntários X e Y percorreram uma mesma pista reta asfaltada, enquanto Z e W percorreram uma mesma pista reta de areia sobre condições diferentes, a serem expostas a seguir, durante suas frenagens;
- Na primeira frenagem de cada voluntário, os voluntários X e W usaram pneus de uma mesma marca, a qual foi chamada de *p* apenas para motivo de diferenciação, enquanto o Y e Z usaram pneus de outra marca, a qual foi chamada de *q*; Repetiu-se este procedimento com X e W usando o pneu *q*, e Y e Z o pneu *p*;
- Antes e após cada frenagem, a temperatura dos pneus foram aferidas tatilmente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro experimento foram construídas as seguintes proposições de observação:

Tabela 1 – Sensação tátil observada no experimento A

	1º vez	2º vez	3º vez
Aluno 1	Verificou aquecimento do pedaço maciço de madeira e do sulcador	Verificou aquecimento do pedaço maciço de madeira e do sulcador	Verificou aquecimento do pedaço maciço de madeira e do sulcador
Aluno 2	Verificou aquecimento do pedaço maciço de madeira e do sulcador	Verificou aquecimento do pedaço maciço de madeira e do sulcador	Verificou aquecimento do pedaço maciço de madeira e do sulcador

No segundo experimento, após a corrida dos voluntários, verificou-se neles a presença de aquecimento pela variação de temperatura corporal externa. Também pelo depoimento dos voluntários pode-se saber se a elevação da temperatura corporal também era sentida por eles.

Tabela 2 – Variação da temperatura corporal externa dos voluntários do experimento B

	Temperatura antes da corrida	Temperatura depois da corrida
Aluno 1	36,7 ºC	37,3 ºC
Aluno 2	36,5 ºC	37,1 ºC

No experimento C, depois das marteladas sobre os pregos, além de ser verificado que estes sofreram deformações por causa dos impactos, verificou-se ainda os seguintes resultados quanto à temperatura dos pregos antes e após as marteladas:

Tabela 3 – Sensação tátil da temperatura dos pregos após as marteladas no experimento C

	Prego x após as marteladas	Pregos y após as marteladas	Pregos w após as marteladas
Aluno 1	Verificou aquecimento	Verificou aquecimento	Verificou aquecimento
Aluno 2	Verificou aquecimento	Verificou aquecimento	Verificou aquecimento

Como resultado do experimento D, ter-se-ia que na pista de asfalto, um dos compostos de pneu aqueceria mais após a frenagem por causa das diferentes composições da borracha utilizada nas marcas *p* e *q*. Outro ponto seria que ao se utilizar a pista de areia, verificar-se-ia que haveria aquecimentos diferentes em relação ao uso da marca *p* e da marca *q* de pneus, e que, não interessando a marca utilizada, o aquecimento dos pneus produzido pela frenagem no asfalto seria maior que o aquecimento produzido pela frenagem na areia. Portanto, não importaria a marca de pneu utilizada, o motorista, a pista, e o número de experimentos realizados, pois se verificaria o aquecimento dos pneus do carro em relação à temperatura dos mesmos antes da realização do experimento.

Os alunos conseguiram anotar um elevado número de proposições de observação através das experiências supracitadas, e utilizaram o método indutivo ao partir para a análise dos dados, a qual apenas foi feita após todas as experiências. Na análise das proposições de observação, perceberam que apenas algumas apresentam aspectos comuns, sendo tais proposições:

- O movimento de vai e vem com o sulcador na fenda do pedaço maciço de madeira provoca determinado aquecimento tanto no pedaço maciço de madeira quanto no sulcador;
- A corrida efetuada por um voluntário qualquer provoca determinado aquecimento externo do seu corpo;
- As marteladas de um martelo qualquer em um prego qualquer provocam determinado aquecimento no prego;
- As frenagens realizadas por um carro qualquer se utilizando de uma marca de pneu qualquer em uma pista qualquer provocam determinado aquecimento nos pneus do carro.

As proposições supracitadas foram utilizadas por apresentarem os seguintes aspectos comuns: o movimento, o contato e o aquecimento. Por isso, as outras proposições, a exemplo as referentes às deformações nos pregos provocadas pelas marteladas, ou às lascas de madeiras produzidas pela ação do sulcador na fenda e o desgaste da borracha dos pneus dos carros, como não se repetiam em todas as realizações dos experimentos, foram descartadas.

A partir das proposições de observações que foram selecionadas como utilizáveis, os alunos chegaram a seguinte lei geral sobre o calor: “Quando pelo menos dois corpos realizam um movimento em que ocorre contato arrastado ou forte entre esses corpos, percebe-se a presença do fenômeno aquecimento, sendo o calor, nesse caso, possível por causa do movimento em que os corpos estejam em contato”.

Portanto, mesmo existindo outras formas de calor, os experimentos realizados permitiram aos discentes chegarem à conclusão de calor como gerado pelo movimento entre dois corpos em contato.

4. CONCLUSÕES

Através da ação didática descrita neste trabalho, pode ser considerado que o uso do método indutivo configura uma possibilidade de se explicar uma das formas de calor, sendo essa forma o calor gerado na relação movimento e aquecimento.

O método aqui desenvolvido pode ser facilmente reproduzido em qualquer ambiente escolar por professores e alunos que se interessem por iniciativas diferenciadas para o ensino dos conceitos físicos, não ficando restrito apenas ao conceito calor. Tal facilidade dá-se pelo fato que se as experiências selecionadas forem de simples manipulação, o conceito a ser trabalhado tiver aspectos facilmente perceptíveis, as induções as quais eles remetem permitirão uma fácil compreensão da ação e funcionamento do conceito científico envolvido.

Uma problemática da proposta apresentada é que o trabalho desenvolvido se limita a abordar o calor quando esse está relacionado com o movimento e contato físico, e sendo estes fatores os geradores do aquecimento, deixando outras possíveis formas de calor sem ser levadas em consideração (convecção e radiação). Diante disso, surgem incentivos para futuros trabalhos que deem oportunidades de desenvolvimento de complementações à proposta aqui apresentada ou como elaboração de novas propostas que venham a suprir esta necessidade. Em parte, esta nova empreitada já se encontra em fase de planejamento pelo grupo que apresenta este trabalho.

REFERÊNCIAS

BALDOW, R., SANTOS, T. **Ideias de temperatura e calor com um gatinho**. Disponível em: < http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/R1015-2.pdf > Acesso em: 22 de abr de 2012

BORGNAKKE, 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.

CUSTÓDIO, J. F.; CRUZ, F. F. S.; PIETROCOLA, M. **Explicações científicas, explicações escolares e entendimento**. Disponível em: <http://alexandria.ppgect.ufsc.br/files/2012/03/Jose.pdf> Acesso em: 15 de abr de 2012

DIAS, P. M. C.; SAPUNARU, R. A. **História da física II: a estrutura mecanicista da natureza**. Disponível em: <http://omnis.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/material_didatico/2008/historia_fisica_2.pdf> Acesso em: 10 de mai de 2012.

HODSON, Derek**. Existe um método científico?**. Disponível em: <http://www2.iq.usp.br/docente/famaxim/disciplina/qfl4600/hodson2006.pdf> Acesso em: 12 de mai de 2012.