

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO PROFESSOR ALBERTO CARVALHO  
NÚCLEO DE GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**

**CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DE ESTUDANTES DE QUÍMICA  
SOBRE OS CONCEITOS DE CALOR E TEMPERATURA**

**EDUARDO MACEDO DOS SANTOS**

**Itabaiana - SE  
2010**

EDUARDO MACEDO DOS SANTOS

CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DE ESTUDANTES DE QUÍMICA SOBRE  
OS CONCEITOS DE CALOR E TEMPERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção da Graduação em Licenciatura Plena em Química da Universidade Federal de Sergipe – Campus Prof. Alberto Carvalho. Realizado na disciplina de Estágio Supervisionado em Ensino de Química IV, ministrada pelo Prof. Ms. Edson José Wartha.

Orientador: Prof. Dr. Victor Hugo Vitorino Sarmiento.

# CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DE ESTUDANTES DE QUÍMICA SOBRE OS CONCEITOS DE CALOR E TEMPERATURA

Eduardo Macedo dos Santos (IC), Victor Hugo Vitorino Sarmiento (PG).

## RESUMO

Neste trabalho identificamos as concepções alternativas sobre calor e temperatura de alunos do segundo semestre de um curso de Licenciatura em Química, durante as aulas da disciplina Físico-química Experimental. Para isso foi construído e aplicado um questionário de pré-teste. Em seguida foi realizada uma análise das respostas dos alunos caracterizando as concepções encontradas com base na descrição feita na literatura como também das aproximações e distanciamentos das respostas com os conceitos científicos. Em outra etapa, foi elaborada uma questão (pós-teste) sendo aplicada na avaliação escrita da disciplina, a fim de observar ou não mudanças no perfil conceitual dos estudantes.

**PALAVRAS-CHAVE:** concepções alternativas; calor; temperatura.

## I – INTRODUÇÃO

Os conceitos de calor e temperatura são utilizados no nosso dia-a-dia frequentemente. Esses termos, no entanto, não possuem o mesmo significado na ciência e em nossa linguagem cotidiana, o que tem causado dificuldades no ensino formal desses dois conceitos que se inicia na 8ª série (9º ano) do Ensino Fundamental. Essas dificuldades persistem no Ensino Médio, nas aulas de termoquímica nas quais se trabalha os conceitos mais avançados que auxiliam a compreensão de processos energéticos em diversos fenômenos químicos.

A distinção entre o significado científico e o comum, muitas vezes, não é feita claramente e, assim, os estudantes não conseguem perceber os contextos de aplicação de um e de outro conceito e utilizam concepções alternativas para explicar os conceitos científicos. Um exemplo de distinção que podemos citar é o uso da expressão “agasalho bem quente”. Tal expressão é entendida perfeitamente quando estamos em um nível cotidiano de linguagem. Entretanto, na compreensão científica o agasalho não é quente, mas apenas um bom isolante térmico já que ele impede que o corpo troque calor com o ambiente.

As concepções cotidianas dos alunos sobre calor e temperatura são aplicadas com sucesso em diversas situações. Assim, seria inviável fazer com que os estudantes abandonem essas ideias de sua linguagem (MORTIMER e AMARAL, 1998, p. 30). Para isso é necessário, segundo alguns autores, que seja utilizada a noção de perfil conceitual. Esta noção está baseada na idéia de que um mesmo individuo possui formas diferentes de pensar um

mesmo conceito, podendo ter mais de uma forma de compreender e representar esse conceito que a ele foi apresentado. Um perfil conceitual é composto por zonas. “Cada zona do perfil corresponde a uma forma de pensar e falar sobre a realidade, que convive com outras formas diferentes num mesmo indivíduo” (AMARAL e MORTIMER, 2001). Dessa forma,

“Em lugar de tentar suprimi-las, seria melhor oferecer aos alunos condições para tomar consciência de sua existência e saber diferenciá-las dos conceitos científicos. A proposta de ensino [...] prevê, portanto, o alargamento do perfil conceitual do aluno, que incorporará novos significados – científicos – que passarão a conviver com os significados cotidianos.” (MORTIMER e AMARAL, 1998, p. 30-31).

As características das concepções alternativas dos estudantes sobre calor e temperatura descritas na literatura que se relacionam com a forma cotidiana de se expressar são as seguintes:

- O calor é uma substância;
- Existem dois tipos de ‘calor’: o quente e o frio;
- O calor é diretamente proporcional à temperatura.

O que acontece em muitos casos é a combinação entre a ideia de que o calor é uma substância com a de que existem dois tipos de calor. Tal concepção resulta em que o calor e o frio sejam atributos de substâncias e materiais, ou seja, um corpo quente possui calor enquanto que um corpo frio possui frio. Também é costume dizermos em nosso cotidiano que colocamos uma pedra de gelo em uma bebida para esfriá-la, sugerindo que o gelo transfere ‘frio’ para a bebida. O que ocorre é uma transferência de energia entre a bebida e o gelo, sendo que a transferência ocorre, espontaneamente, da bebida para o gelo. A esse processo de transferência de energia, do ponto de vista científico, é o que denominamos *calor*.

O calor, por ser uma forma de transferência de energia, não é uma substância. A ideia de que o calor seja uma substância já foi aceita por muitos cientistas. Eles consideravam que todos os corpos possuíam uma substância denominada *calórico*, um fluido invisível e de massa desprezível. Hoje, sabemos que uma substância não contém calor, mas pode armazenar energia. Segundo Mortimer e Machado (2003): “Do ponto de vista científico, um corpo não possui calor. Ele possui energia interna que pode ser transferida sob a forma de calor desde que haja contato com um corpo a uma temperatura menor”. A soma de todas as formas de energia que um sistema (como, por exemplo, uma substância) possui é o que chamamos de *energia interna* desse sistema.

A concepção de que o calor é diretamente proporcional à temperatura está relacionada ao dizermos que ‘faz muito calor’ quando a temperatura ambiente está elevada, o que favorece que os conceitos de calor e temperatura sejam confundidos. Segundo Beatie *apud* Castellan (1986), o termo calor tem um significado mais apropriadamente empregado como um processo de transferência de energia do que como uma forma de energia. Tal processo ocorre quando temos corpos ou sistemas a diferentes temperaturas e em contato diatérmico. O calor, portanto, é diretamente proporcional à *diferença de temperatura* entre os dois sistemas em que ocorre a transferência de energia.

O conceito científico de *temperatura*, em uma visão macroscópica, é um parâmetro que indica se há ou não transferência de energia, na forma de calor, entre dois corpos em contato e em que direção essa transferência ocorre, caso ela se processe. Se não houver transferência de energia, na forma de calor, os corpos estão a uma mesma temperatura e diz-se que eles estão em *equilíbrio térmico*. Caso contrário, a transferência de energia ocorre, na qual o fluxo de energia se dá em direção da maior temperatura para a menor. Podemos dizer também que a temperatura expressa o grau de agitação térmica das partículas de um corpo. Assim, quanto maior a temperatura, maior a agitação térmica dessas partículas.

A visão microscópica de temperatura está relacionada com a *energia cinética média* das partículas que constituem um sistema, sendo que quanto maior for a energia cinética média das partículas, maior será a temperatura do sistema. O número de partículas, mesmo em um sistema muito pequeno, é extremamente elevado (na ordem de potência  $10^{23}$  partículas), o que torna impossível a análise individual do comportamento delas. Além disso, as partículas individuais têm energias cinéticas diferentes e que não se mantêm constantes com o tempo. Por essa razão, a temperatura é associada ao valor médio da energia cinética das partículas. (BARROS, 2009, p. 245). As partículas podem ser átomos, moléculas, íons ou agregados moleculares como, por exemplo, na água líquida sendo formados pelas ligações de hidrogênio e que podem ter um número variável de moléculas.

A descrição adequada dos conceitos científicos de calor e temperatura facilita a compreensão de outros conceitos termoquímicos como, por exemplo, a energia interna de um sistema. Os componentes da energia interna, como objeto de estudo da Química, são as energias associadas ao nível atômico-molecular. Em um sistema, as energias associadas à translação, rotação e vibração de suas partículas correspondem à *energia cinética*, isto é, ao movimento aleatório dessas partículas. A energia eletrônica associada às interações intramoleculares e intermoleculares existentes entre núcleos e elétrons correspondem à

*energia potencial* que está relacionada com a posição das partículas de um sistema, seja na quebra ou na formação de ligações químicas ou em processos de ionização.

Para um bom entendimento da relação entre os conceitos científicos de calor, temperatura e energia interna consideremos dois experimentos no qual possamos analisar a vaporização e a condensação da água. A discussão nessas duas mudanças de fase pode ser feita pelas variações de energia interna do sistema em termos das energias cinética e potencial de suas partículas constituintes. (BARROS, 2009, p. 243).

No processo de vaporização temos, inicialmente, o aquecimento da água líquida que absorve energia, na forma de calor, da chama para mudar para a fase gasosa. Como ocorre uma absorção de energia, a água na fase gasosa tem uma energia interna maior que a fase líquida. Considerando que a água enquanto se processa a mudança de fase está a uma mesma temperatura (o ponto de ebulição, 100°C) uma pergunta que pode surgir, segundo Barros (2009), é: *por que não há aumento na temperatura, já que há absorção de calor?* Acontece que a energia fornecida pela chama é totalmente transformada em energia potencial das moléculas, sem alteração em sua energia cinética média. Sendo a energia cinética média constante, não há variação de temperatura. Essa energia potencial é responsável pelo rompimento das ligações de hidrogênio que mantém as moléculas unidas, formando agregados moleculares na fase líquida.

Para uma boa percepção da energia potencial vamos analisar o processo de condensação da água. A temperatura permanece constante e igual a 100°C e, como na situação anterior, não há variação da energia cinética média das partículas. A mudança da água na fase gasosa para a fase líquida ocorre com a formação das ligações de hidrogênio. Nesse processo há liberação de energia, na forma de calor, para a vizinhança e uma redução da energia potencial já que ocorre um rearranjo das partículas formando os agregados moleculares e, como apenas a energia potencial varia, há redução da energia interna do sistema.

Com base nessas ideias e concepções acerca dos conceitos de calor e temperatura, queremos neste trabalho identificar as concepções dos alunos ingressantes de um curso de Química sobre os conceitos calor e temperatura e como se caracterizam essas concepções tendo por base a literatura. Buscamos avaliar também as aproximações e distanciamentos entre as concepções dos alunos e os conceitos cientificamente aceitos e, em um segundo momento, observar a existência ou não de mudanças significativas no perfil conceitual dos alunos após a abordagem dos conceitos de calor e temperatura na disciplina Físico-química Experimental.

## II – METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada com uma turma do segundo semestre do curso de Licenciatura em Química do Campus Universitário Prof. Alberto Carvalho da Universidade Federal de Sergipe, localizado no município de Itabaiana, estado de Sergipe. Os estudantes pesquisados cursam no segundo semestre a disciplina Físico-química Experimental. A turma da disciplina selecionada como amostra é formada por 21 alunos, sendo a maioria deles egressos de escolas públicas do agreste sergipano, região onde se localiza a cidade de Itabaiana.

A ementa da disciplina Físico-química Experimental propõe a associação e a correlação entre teoria e experimentação, apesar do seu caráter prático. Os objetivos gerais das práticas de Físico-química Experimental são os seguintes: Utilizar os resultados obtidos em experimentos que abrangem o conteúdo básico de físico-química para guiar o aluno na construção dos conceitos fundamentais; Relacionar os conceitos de físico-química com fenômenos mensuráveis; Interpretar os resultados obtidos com base nos fundamentos.

Para identificar as concepções dos alunos foi construído um questionário com sete questões abertas, aplicadas pelo professor de Físico-química como pré-laboratório da prática de calorimetria. As perguntas solicitavam a definição dos conceitos de calor e temperatura, a relação entre os dois conceitos e situações cotidianas nas quais os conceitos são utilizados.

O questionário, denominado de pré-teste, que foi utilizado para identificar as idéias dos estudantes de Química teve as seguintes questões:

- 1) Como você define o conceito de calor?
- 2) Como você define o conceito de temperatura?
- 3) Pode-se afirmar que um corpo possui calor? Explique.
- 4) Como o calor varia em função da temperatura?
- 5) Cite uma situação na qual se pode afirmar a existência de calor.
- 6) Pode-se afirmar que um agasalho esquenta? Explique.
- 7) O que acontece quando uma pessoa está febril?

Aliada à prática de calorimetria, houve também aulas expositivas com a abordagem dos conceitos de calor e temperatura e a relação entre eles, inicialmente a nível macroscópico, sistema e vizinhança, além do conceito de trabalho. Na sequência das aulas foi abordado o

conceito de temperatura, a nível microscópico, e as formas de energia envolvidas nos processos termodinâmicos.

A fim de observar se houve mudanças no perfil conceitual dos alunos, foi elaborada uma pergunta aberta, aplicada após a abordagem dos conceitos científicos de calor e temperatura. A questão fez parte da avaliação escrita dos alunos e serviu como pós-teste desta pesquisa.

A questão que serviu de pós-teste foi a seguinte: “Um aluno tocou em dois blocos rapidamente – um de madeira e outro de alumínio – e tentou avaliar, pelo toque, suas temperaturas. Ele sentiu que o bloco de alumínio estava mais frio do que o bloco de madeira. Entretanto, ao medir a temperatura com um termômetro, os blocos indicavam praticamente a mesma temperatura! O aluno ficou espantado com o que aconteceu! Baseado nos seus conhecimentos adquiridos no curso de Físico-química Experimental explique o que pode ter acontecido”.

### **III – RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 – Pré-teste**

A análise dos questionários visa observar como os estudantes utilizam suas concepções nos conceitos de calor e temperatura na elaboração de suas respostas. Em cada questão foi construída uma tabela com a análise das respostas. Em seguida aborda-se a discussão com algumas respostas mais significativas sendo transcritas.

Na questão 1 nenhuma das respostas teve coerência com o conceito cientificamente aceito, apresentando concepções alternativas ou alguma idéia científica. O índice de respostas classificadas como incoerentes foi de 61,9%. Uma aluna afirmou que: “Calor é o estado de agitação das moléculas”. Outro afirmou que calor: “(...) é um fluxo de agitação das moléculas”, fazendo assim, confusão entre os conceitos de calor e temperatura, apresentando incoerência. Outra resposta incoerente de uma aluna diz o seguinte: “Calor é quando o corpo utiliza muita energia para realizar uma atividade”. Nessas respostas não há nenhuma referência ao fato de que somente ocorre um fluxo de energia entre dois corpos em contato quando estes estão a diferentes temperaturas. Além disso, muitas delas lembram apenas que calor é uma energia em trânsito, sem qualquer definição mais restritiva.

As respostas pouco coerentes representam 38,1% do total. Em uma das respostas pouco coerentes um aluno definiu calor da seguinte forma: “Calor é a energia que um corpo passa para o outro quando entram em contato”.

**Tabela 1:** Como você define o conceito de calor?

Resposta	Nº. de alunos
Coerente	--
Pouco coerente	38,1%
Incoerente	61,9%
Fugiu do tema/ não respondeu	--

Na questão 2 o índice dos alunos que não compreendem o conceito de temperatura foi maior (61,8%), incluindo aqui respostas incoerentes, que fugiram do tema e questionários sem resposta. Observou-se também que 38,0% dos alunos têm ideias que se aproximam do conceito de temperatura, apesar da pouca coerência delas. Em todas essas respostas o conceito mencionado tem relação com o nível microscópico. Para estes, temperatura é o grau de agitação das moléculas ou partículas que compõem um sistema. Entretanto, nenhuma das respostas utilizou o termo energia cinética média para explicar o movimento das partículas.

**Tabela 2:** Como você define o conceito de temperatura?

Resposta	Nº. de alunos
Coerente	19,0%
Pouco coerente	19,0%
Incoerente	42,8%
Fugiu do tema/ não respondeu	19,0%

Em uma das respostas pouco coerentes uma aluna afirma o seguinte: “Temperatura é a agitação das moléculas, isto é, quando ocorre agitação das moléculas à aumento da temperatura” (sic). Para que se tenha aumento de temperatura, a energia cinética média das partículas deve aumentar e, conseqüentemente, a agitação (movimentos de rotação, translação e vibração) delas.

Um dos alunos afirmou, incoerentemente, que: “A temperatura é a retenção de calor de um sistema”. Assim, a temperatura seria uma propriedade do sistema. Segundo Silva (1995) *apud* Martins e Rafael (2007) essa concepção tende a se estabelecer sem relação com a ideia de equilíbrio térmico. Outra aluna respondeu que: “(...) a temperatura é quando o corpo recebe energia em forma de calor em que ela pode ser baixa ou alta”. Essas duas afirmações incoerentes mostram uma confusão entre temperatura e energia interna sem relacionar a

temperatura como um parâmetro que indica se ocorre ou não transferência de energia (calor liberado ou absorvido por um sistema).

Uma segunda aluna afirmou que temperatura: “tem uma relação com o clima, ou seja, quando o clima está frio, isso quer dizer que a temperatura está baixa; quando o clima está quente sua temperatura está alta”. Outra afirmou o seguinte: “(...) quando agente (sic) mede para saber a temperatura do tempo”, fugindo, assim, do tema proposto na pergunta.

Na questão 3 as respostas incoerentes, mais uma vez, foram a maioria, com 85,7% do total de alunos. O índice de respostas incoerentes indica que a maioria dos estudantes não utiliza ou desconhece o conceito científico de calor, apesar de serem egressos do Ensino Médio e de terem concluído ele recentemente.

Apenas 4,8% das respostas apresentaram uma boa compreensão do processo. Um aluno afirmou que: “Não. Porque não possui e sim a (sic) uma troca (de calor) do corpo pro (sic) meio”.

**Tabela 3:** Pode-se afirmar que um corpo possui calor? Explique.

<b>Resposta</b>	<b>Nº. de alunos</b>
Coerente	4,8%
Pouco coerente	4,8%
Incoerente	85,7%
Fugiu do tema/ não respondeu	4,8%

As respostas pouco coerentes representam também 4,8% do total. Um aluno afirma que: “Não. O calor é adquirido (sic) do aquecimento, que pode ser de combustão ou de reações químicas”. Em um processo de aquecimento acontece uma transferência de energia. Esse processo denomina-se calor. Assim, há variação de energia interna, seja entre sistema e vizinhança ou entre dois corpos em contato a diferentes temperaturas.

A idéia cotidiana de calor esteve representada na seguinte resposta incoerente de um aluno: “Não, porque ele sente o calor e não o possui.”. A idéia de que calor é uma substância foi manifestada na afirmação de que um corpo possui calor: “(...) devido à energia gasta diariamente na realização de atividades”. Tal afirmação incoerente dá a entender que o calor é consumido como um reagente em uma transformação química.

A questão 4 visava identificar a idéia que os alunos têm sobre a relação entre calor e temperatura. Nenhuma das respostas foi coerente com os conceitos científicos. A maioria das respostas (90,5%) apresentou a concepção alternativa de que calor é diretamente proporcional à temperatura ou não respondeu à questão. Essa ideia incoerente está bem representada na seguinte afirmação de uma aluna: “Quando a temperatura está muito alta há uma maior

liberação de energia, conseqüentemente libera mais calor. Assim quando a temperatura está muito baixa há uma liberação menor de energia, liberando pouco calor”.

Em uma das respostas pouco coerentes, outra aluna afirma que: “O calor varia com uma determinada massa, um valor específico ‘c’ e a temperatura”. Tal afirmação está baseada na equação usada para o cálculo da quantidade de calor liberada ou absorvida por um sistema ( $Q = m.c.\Delta T$ ). Entretanto, da equação se observa que a quantidade de calor é diretamente proporcional à diferença de temperatura entre dois corpos ou objetos em contato diatérmico ou entre um sistema e sua vizinhança.

**Tabela 4:** Como o calor varia em função da temperatura?

Resposta	Nº. de alunos
Coerente	--
Pouco coerente	9,5%
Incoerente	76,2%
Fugiu do tema/ não respondeu	14,3%

Uma outra resposta incoerente chamou atenção pelo fato de afirmar que o calor não varia, mas somente a temperatura: “O calor não varia que (sic) varia é a temperatura”. Essa frase representa uma concepção de que a quantidade de calor seria uma constante em todas as situações, o que a distancia da idéia cientificamente aceita.

Na questão 5 as respostas que não explicam a situação adequadamente e em que se manifestam concepções alternativas têm em sua maioria a idéia cotidiana de calor representam 47,6% do total. Um exemplo que podemos citar é o seguinte: “Quando um corpo está transpirando é provável que ele esteja com calor”. Esta afirmação indica que o calor pode ser uma propriedade de um corpo. Em uma outra afirmação se observa uma confusão: “Quando colocamos um cubo de gelo em temperatura ambiente. Se estiver muito calor ele derrete. Se deixarmos na geladeira ele conserva-se”. Aqui o aluno atribui ao calor (usado aqui em seu significado cotidiano), e não à diferença de temperatura, o processo de mudança de fase da água.

As respostas coerentes com a idéia de calor expressa pela ciência representam 38,1%. A situação mais lembrada entre os alunos que mais se aproximam da idéia científica foi o processo de combustão. Um dos exemplos de resposta coerente foi o seguinte: “Combustão, ou seja, a queima de um produto”.

**Tabela 5:** Cite uma situação na qual se pode afirmar a existência de calor.

Resposta	Nº. de alunos
Coerente	38,1%
Pouco coerente	14,3%
Incoerente	42,8%

Fugiu do tema/ não respondeu	4,8%
------------------------------	------

A questão 6 apresenta uma situação comum nas épocas de temperaturas mais baixas: o uso de agasalho. As respostas a esta pergunta foram diversificadas. O número de respostas incoerentes e que fogem do tema (52,4%) ainda foi maior que de coerentes. Em um exemplo dessas respostas uma aluna afirmou que: “Sim, pois o agasalho aumenta a temperatura do corpo”. Na verdade não há aumento de temperatura do corpo, que é constante (em torno dos 37°C).

Dentre as coerentes com a idéia científica (19,0%), citamos a resposta de um aluno afirmando que: “Não. Ele faz com que a pessoa apenas não perca calor para o meio”. Uma aluna afirmou que: “Não, pois o agasalho serve como isolante e com isso o corpo não libera o calor”. Uma das respostas pouco coerentes (28,6%) que chamam a atenção é esta: “Não. Quem esquentar é a pessoa o agasalho é um isolante térmico”. Tal resposta supõe uma variação na temperatura corpórea de quem veste um agasalho. Entretanto, sendo o agasalho um isolante térmico, não ocorre fluxo de calor entre o corpo e o ambiente.

**Tabela 6:** Pode-se afirmar que o agasalho esquenta? Explique

Resposta	Nº. de alunos
Coerente	19,0%
Pouco coerente	28,6%
Incoerente	47,6%
Fugiu do tema/ não respondeu	4,8%

Em outra resposta de uma segunda aluna ela afirma apenas que: “Depende da temperatura da pessoa”. Porém, ao contrário destas ideias, a variação que acontece é da temperatura ambiente que abaixa nas épocas mais frias do ano. Tal fato gera um maior fluxo de calor do corpo para o ambiente devido ao aumento da diferença de temperatura entre eles. O agasalho impede esse processo de transferência de energia.

A questão 7 apresenta uma outra situação: o estado febril de uma pessoa. A maior parte das respostas (52,4%) foi coerente. Um exemplo dessas respostas é a afirmação de um aluno que nessa situação: “A temperatura do corpo se eleva, fica acima do normal”. As respostas incoerentes (42,8%) têm relação com as concepções cotidianas. Um exemplo de afirmação incoerente: “A pessoa está absorvendo calor (frio) e ao mesmo tempo ela está liberando calor (suando)”. Não existem dois processos de transferência de energia, mas apenas um que é o calor. Como o equilíbrio térmico do corpo está alterado, ocorre liberação de energia na forma de calor para o meio externo na busca de restabelecer a temperatura

corpórea ideal. A sensação de frio que a pessoa com febre sente ocorre por causa dessa liberação de energia.

**Tabela 7:** O que acontece quando uma pessoa está febril?

<b>Resposta</b>	<b>Nº. de alunos</b>
Coerente	52,4%
Pouco coerente	4,8%
Incoerente	42,8%
Fugiu do tema/ não respondeu	--

### 3.2 – Pós-teste

Após a intervenção do professor abordando os conceitos de calor e temperatura foi realizada uma avaliação escrita, na qual foi incluída a questão do pós-teste. A questão apresenta dois blocos – um de madeira e outro de alumínio – que, ao serem tocados, passam sensações diferentes. A maioria das respostas, novamente, foi incoerente (66,7%). Das respostas incoerentes, uma afirmação chama a atenção. Ela está transcrita a seguir: “Ao tocar no alumínio houve uma variação da temperatura do corpo do menino com o bloco de alumínio que é um bom condutor de frio. Com o bloco de madeira, a temperatura do corpo do menino é quase igual com do bloco de madeira que é um bom condutor de frio. Agora, medindo a temperatura dos dois blocos no meio ambiental, ela permanece quase igual”. Para este aluno, o alumínio conduz frio e, ao contrário do que de fato ocorre, não absorve calor no contato entre a mão e o metal. Além disso, existe nessa resposta uma concepção de que, se temos a sensação de frio, há condução de frio e não de calor. Ou seja, teríamos dois processos de transferência de energia: o calor e o frio. Na realidade, existe apenas o processo que denominamos calor.

No caso apresentado pela questão, a mão do aluno está a uma temperatura diferente da temperatura dos blocos e pelo contato entre a mão, que está a uma temperatura maior que a ambiente, sendo esta também a temperatura dos blocos, há transferência de energia do corpo do aluno para os blocos. A temperatura do alumínio se modifica mais rapidamente do que a madeira pelo fato de que o calor específico do alumínio é menor que o da madeira. Um material que possua baixo calor específico aquece mais rapidamente do que um material de alto calor específico.

Apenas uma das respostas foi classificada como coerente (4,8%). A resposta coerente está citada a seguir: “Pelos conhecimentos adquiridos no curso foi possível observar que o aluno ficou confuso; esse fato é devido a que o calor específico do alumínio é muito mais

baixo do que o calor específico da madeira, e no momento que ele toca na madeira ele troca calor com o material, assim quando ele vai tocar no alumínio, o alumínio está em relação ao aluno com uma temperatura bem menor aí ele sente uma sensação de mais frio, ou seja, o alumínio absorve o calor do menino muito mais do que no caso da madeira”. Como o alumínio tem um calor específico menor sendo um bom condutor de calor a sua temperatura se modifica mais rapidamente, o que causa a sensação de frio, enquanto que a madeira é um isolante térmico.

As respostas que mais se aproximam dos conceitos mas incompletas (pouco coerentes) representam 14,3% do total. Das respostas pouco coerentes, uma se destaca por ser bem sucinta: “Ambos estão à mesma temperatura mas possui calor específico diferente (sic)”. Essa afirmação está correta: os dois blocos, realmente, estão a uma mesma temperatura e possuem valores de calor específico diferentes. Entretanto, ele não explica nada sobre o fato de que a pessoa ao tocar o alumínio tem a sensação de frio já que há uma absorção de calor maior pelo alumínio que pela madeira devido ao menor calor específico do metal.

**Tabela 8:** Questão do pós-teste

<b>Resposta</b>	<b>Nº. de alunos</b>
Coerente	4,8%
Pouco coerente	14,3%
Incoerente	66,7%
Fugiu do tema/ não respondeu	14,3%

#### **IV – CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A identificação das concepções alternativas sobre calor e temperatura possibilitou caracterizá-las de acordo com o que já foi descrito na literatura. Neste trabalho identificamos as seguintes concepções alternativas:

- O calor como algo dependente da temperatura;
- O calor existe apenas nos corpos quentes;
- O calor como sendo uma substância;
- Ausência da noção de equilíbrio térmico.

Estas concepções estão de acordo com a literatura, pois descrevem as três principais características das concepções alternativas sobre calor e temperatura apresentadas pelos estudantes e relacionadas com a forma que nos expressamos sobre esses conceitos na vida

cotidiana: o calor é uma substância; existem dois tipos de ‘calor’: o quente e o frio; e que calor é diretamente proporcional à temperatura.

A avaliação dessas concepções mostrou que as ideias cotidianas de calor e temperatura são utilizadas até mesmo quando se pediu a descrição dos conceitos evidenciando a grande dificuldade na distinção entre os significados cotidianos e científicos nas explicações feitas pelos alunos. As respostas apresentaram muitos distanciamentos em relação ao conceito formal já que a maioria delas foi de explicações incoerentes (58,3% das respostas) para as situações que os questionários indicam.

Com a observação das respostas dos estudantes à questão pós-teste, incluída na avaliação, não houve mudanças significativas no perfil conceitual da maioria dos alunos. As explicações incoerentes e que fogem do tema ou avaliações sem resposta representam 81,0% do total. Obteve-se apenas uma resposta coerente com a situação descrita na questão, que representa 4,8% do total. Pudemos constatar novamente, após os alunos estudarem os dois conceitos, que eles têm muita dificuldade para diferenciar os significados científicos dos cotidianos.

Entendemos que há uma necessidade de elaboração e aplicação de estratégias de ensino a partir das concepções alternativas dos estudantes. Tais estratégias devem ser pensadas para o Ensino Médio já que é nesse nível de ensino que os estudantes têm o primeiro contato com as idéias científicas de calor e temperatura. Para isso, a realização de atividades experimentais, a inserção de elementos do cotidiano dos alunos e o estudo de fatos da história das ciências são ferramentas com as quais os professores podem trabalhar para a construção dos conceitos científicos.

## V – BIBLIOGRAFIA

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, pp. 5-18, Bauru, SP: ABRAPEC, 2001.

BARROS, H. L. C. **Processos Endotérmicos e Exotérmicos: Uma Visão Atômico-Molecular.** *Revista Química Nova na Escola*: v. 31, nº. 4, nov. 2009.

CASTELLAN, G. **Fundamentos de físico-química.** Trad. C. M. P. Santos e R. B. Faria. Rio de Janeiro: LTC, 1986.

FELTRE, R. **Química.** 5ª ed. São Paulo: Moderna, 2000, v. 2.

FONSECA, M. R. M. **Química: físico-química.** São Paulo: FTD, 2007.

MARTINS, A. F. P.; RAFAEL, F. J. **Uma investigação sobre as concepções alternativas de alunos do Ensino Médio em relação aos conceitos de calor e temperatura.** In: *Anais do XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física*. São Luís: fev. 2007. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/sys/resumos/T0375-1.pdf>. Acesso em: 01/05/2010.

MORTIMER, E. F.; AMARAL, L. O. F. **Quanto mais quente melhor: calor e temperatura no ensino de termoquímica.** *Revista Química Nova na Escola*: n°. 7, maio 1998.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química para o Ensino Médio.** São Paulo: Scipione, 2003, v. único.

OLIVEIRA, R. J.; SANTOS, J. M. **A Energia e a Química.** *Revista Química Nova na Escola*: n°. 8, nov. 1998.

SILVA, J. L. P. B. **Por que não estudar entalpia no Ensino Médio.** *Revista Química Nova na Escola*: n°. 22, nov. 2005.