

Representações Sociais de Calor por Estudantes de Graduação em Química

Pablo Micael Araújo Castro e Luciana Nobre de Abreu Ferreira

O conceito de calor tem um grande caráter consensual, uma vez que faz parte do cotidiano das pessoas. Tal conceito também possui uma dimensão interdisciplinar, estando presente nas mais diversas ciências tais como física, química e biologia. A proposta deste trabalho é analisar as representações sociais do conceito de calor de graduandos em química, bem como os obstáculos no ensino que estas podem representar. Para a coleta de dados, foi utilizada a técnica de evocação livre de palavras, sendo os dados analisados por meio do software EVOC. A partir dos resultados obtidos, é possível sugerir que o conceito de calor possui um caráter material e que também é visto como sinônimo de quente e altas temperaturas. Percebeu-se também que tais significações apresentam barreiras epistemológicas e ontológicas, constituindo-se, portanto, em obstáculos para o processo de ensino-aprendizagem do conceito de calor.

► representações sociais, obstáculos epistemológicos ◀

Recebido em 13/10/2014, aceito em 02/02/2015

26

Uma das dificuldades inerentes ao ensino e aprendizado de conceitos químicos diz respeito à natureza microscópica e abstrata destes, característica comum à maioria dos conhecimentos químicos. Somado a isso, também existe o fato de a linguagem química ser essencialmente simbólica, o que pressupõe a necessidade de uma grande capacidade de abstração e generalização (Costa, 2012).

Dentre os conceitos tidos como abstratos, o de calor é de grande relevância, uma vez que tem dimensão interdisciplinar, sendo visto nas ciências exatas, biológicas e engenharias, além de estar presente no dia a dia dos alunos. Diz respeito à transferência de energia como resultado de uma diferença de temperatura entre o sistema e suas vizinhanças. A temperatura indica a direção do fluxo de energia térmica ou, do ponto de vista microscópico, o grau de agitação térmica das

A literatura descreve três características principais das concepções de calor e temperatura apresentadas por estudantes, resultantes do senso comum (Mortimer; Amaral, 1998): calor é uma substância; existem o calor quente e o calor frio; e calor é proporcional à temperatura.

moléculas (Atkins, 2013). Apesar de definidos cientificamente, tais conceitos apresentam um forte caráter consensual, uma vez que se fazem presentes no cotidiano das pessoas como, por exemplo, quando são utilizadas as expressões “estou com muito calor” ou “o dia está muito quente”.

A literatura descreve três características principais das concepções de calor e temperatura apresentadas por estudantes, resultantes do senso comum (Mortimer; Amaral, 1998): calor é uma substância; existem o calor quente e o calor frio; e calor é

proporcional à temperatura. As duas primeiras concepções devem-se ao pensamento que calor e frio são atributos de substâncias e materiais: um corpo seria quente porque possui calor, enquanto um corpo seria frio porque possui frio. A ideia de que calor é uma substância já foi aceita por muitos cientistas no passado, que consideravam que todos os corpos possuíam em seu interior uma substância fluida invisível e de massa desprezível, denominada calórico (Mortimer; Amaral, 1998). Logo, um corpo de maior temperatura possuiria mais calórico do que um corpo de

A seção “O Aluno em Foco” traz resultados de pesquisas sobre ideias informais dos estudantes, sugerindo formas de levar essas ideias em consideração no ensino-aprendizagem de conceitos científicos.

menor temperatura. A terceira concepção, de calor diretamente proporcional à temperatura, tem sua origem na maneira como lidamos com calor na vida cotidiana, o que faz com que tais conceitos sejam considerados, muitas vezes, idênticos (Mortimer; Amaral, 1998). A verdadeira relação entre tais conceitos é: o calor é proporcional à diferença de temperatura entre dois sistemas.

Em seus estudos, Alomá e Malaver (2007) analisaram o que textos universitários trazem a respeito do calor. Encontraram que alguns expressam o calor como transferência de energia, conceito cientificamente correto. Entretanto, outros expressam como forma de energia. Os autores também afirmam que algumas expressões de uso comum nos textos, tais como “adição de calor a pressão constante” e “adição de calor a volume constante”, passam a ideia de que calor é uma propriedade que possui os objetos.

Nesse sentido, ressalta-se a importância de estudar os conhecimentos prévios dos alunos, não somente porque tais conhecimentos guiam a aprendizagem como também se constituem em um de seus fatores mais relevantes, podendo servir de suporte ou ancoragem para novos conhecimentos (Paixão; Ferro, 2009) ou, por vezes, dificultar a construção do conhecimento pelo estudante, resultando em obstáculos ao processo de ensino e aprendizagem.

Portanto, os professores não podem ignorar tal caráter consensual, ao contrário, eles têm que conhecer as concepções prévias dos alunos, as quais são muitas vezes oriundas do senso comum. Para tal, o trabalho se apoiou na perspectiva de senso comum defendida por Serge Moscovici (1978), denominada também de representações sociais, a qual diz respeito a “um conjunto de conceitos, proposições e explicações originados na vida cotidiana, no curso de comunicações interpessoais” (p. 181).

Com base no exposto no presente trabalho, temos como objetivo identificar as representações sociais de um grupo de graduandos em química de uma instituição de ensino superior (IES) localizada em Teresina (PI) acerca do conceito de calor, destacando os possíveis obstáculos presentes nessas representações. Partimos do pressuposto que os resultados advindos de tal investigação possam contribuir para que professores tomem conhecimento sobre sua existência e, assim, possam planejar estratégias na tentativa de superá-los. A seguir, faremos algumas considerações sobre a teoria das representações sociais de Moscovici (1978), utilizando a abordagem estrutural defendida por Abric (1996; 1998) e explicitaremos alguns obstáculos que são comumente encontrados no processo de ensino e aprendizagem na perspectiva de Bachelard (1996) e Chi (1992 *apud* Amaral; Mortimer, 2001).

A teoria das representações sociais

O dinamismo inicial da teoria das representações sociais parte da premissa de que existem formas diferentes de conhecer e de se comunicar, guiadas por objetivos diferentes, dentre as quais se definem duas delas, a consensual e a científica, cada uma gerando seu próprio universo (Arruda, 2002). Segundo Moscovici (1978), o universo científico é o universo da ciência, das teorias: uma sociedade de especialistas que precisam obedecer a alguma hierarquia interna, pois uns são mais capacitados do que outros. Já o universo consensual é o universo do senso comum e encontra-se nas práticas interativas cotidianas, tais como as conversas informais, e consiste em uma sociedade de amadores, na qual todos podem falar com a mesma competência e conversam entre si buscando entender a realidade.

As representações podem ser construídas a partir dos conhecimentos científicos quando amadores tentam absorver os conhecimentos do mundo científico para o mundo delas. As representações sociais possuem o papel, portanto, de transformar o não familiar em familiar (Moscovici, 1978). Tal passagem do objeto do mundo científico para o consensual ocorre por meio de dois processos: a ancoragem e a objetivação.

As representações podem ser construídas a partir dos conhecimentos científicos quando amadores tentam absorver os conhecimentos do mundo científico para o mundo delas. As representações sociais possuem o papel, portanto, de transformar o não familiar em familiar (Moscovici, 1978). Tal passagem do objeto do mundo científico para o consensual ocorre por meio de dois processos: a ancoragem e a objetivação.

A ancoragem é o processo que incorpora o novo, que o traz para junto do que conhecemos. É o modo como o objeto, até então desconhecido, enraíza-se em nosso contexto social. Moscovici (1978) define a ancoragem como a constituição de uma rede de significações em torno do objeto, relacionando-o a valores e práticas sociais, ou seja, é justamente o processo que transforma o não familiar em familiar. Arruda (1993)

exemplifica esse processo: as mulheres de baixa renda do interior da Paraíba veem a pílula contraceptiva como uma massinha podre que se fixa no canal da mulher até entupir.

A objetivação versa em transformar o abstrato em concreto, conferindo a um objeto uma imagem. Desse modo, a imagem passa a representar o objeto e a ser aceito em situações comuns. Segundo Sá (1995, p. 38), à medida que “propusermos que as palavras não falam sobre ‘nada’, somos compelidos a ligá-las a alguma coisa, a encontrar equivalentes não verbais”, ou seja, imagens munidas de significados.

Para serem veiculadas na vida cotidiana, as representações sociais usam como canal os discursos das pessoas e dos grupos, bem como os comportamentos e as práticas sociais nas quais esses discursos se manifestam. Moscovici (2003) afirma que as representações sociais são construídas na mídia e nos lugares públicos por meio do processo de comunicação, o qual nunca acontece sem transformação. Jodelet (2001, p. 17) complementa: “Elas [as representações sociais] circulam nos discursos, são trazidas pelas palavras e veiculadas em

mensagens e imagens midiáticas, cristalizadas em condutas e em organizações materiais e espaciais”.

Tratando as representações sociais como conjuntos socio-cognitivos organizados e estruturados, Abric (1996) defende que a estrutura de uma representação é constituída por dois subsistemas: o central e o periférico. O primeiro, também chamado de núcleo central, apoia-se no sistema de valores partilhados pelos membros de um determinado grupo, enquanto que o segundo seria mais individualizado e contextualizado, pois se alimenta das experiências individuais dos sujeitos que compõem o grupo.

Para Abric (1998), o núcleo central possui duas funções fundamentais: uma geradora, que diz respeito ao elemento por meio do qual se cria ou se transforma o significado dos outros elementos constitutivos da representação; e uma organizadora, que determina a relação entre os elementos da representação. O sistema periférico possui três funções fundamentais: a de concretização, que ocorre por meio da interface entre o núcleo central e a situação concreta na qual a representação é elaborada ou colocada em funcionamento; a de regulação, que se caracteriza pela absorção de novas informações que colocariam em questão o núcleo central; e a de defesa do sistema periférico, que permite que o núcleo central resista à mudança, uma vez que sua transformação provocaria uma alteração completa da representação.

Entendemos, portanto, que o estudo das representações sociais possui importância, uma vez que a ação humana é, em grande parte, guiada a partir de razões simbólicas, o senso comum, e não por motivos racionais, e isso se aplica na educação. Gilly (2001, p. 321), citando Deschamps et al., faz ressalvas sobre as representações sociais:

[...] oferece um novo caminho para a explicação de mecanismos pelos quais fatores propriamente sociais agem sobre o processo educativo e influenciam seus resultados; e, ao mesmo tempo, favorece as articulações entre Psicossociologia e Sociologia da Educação.

Por conseguinte, podemos dizer que tais considerações também se aplicam ao ensino de química, sobretudo ao conceito de calor, se entendermos que os alunos, ao chegarem à sala de aula, não são tábulas rasas, mas possuem conhecimentos prévios sobre aquilo que os cercam, ou seja, representações iniciais ou ingênuas (Gilly, 2001). Tais conhecimentos interferem, guiam o aprendizado do aluno. Reconhecer tais representações possibilita não apenas diagnosticar os conhecimentos prévios dos estudantes como também direcionar a prática docente dos professores.

Obstáculos no processo de ensino e aprendizagem

Durante o processo de ensino e aprendizagem, percebe-se que muitos estudantes – embora saibam conceituar da forma cientificamente aceita quando colocados em uma situação-problema – demonstram que esses conceitos não foram de fato compreendidos. É comum que o conteúdo ministrado pelo professor seja apenas decorado, não internalizado. A partir dessas considerações, fica aparente a existência de dificuldades na construção de conceitos científicos, o que dificulta também o processo de ensino e aprendizagem destes.

Durante o processo de ensino e aprendizagem, percebe-se que muitos estudantes – embora saibam conceituar da forma cientificamente aceita quando colocados em uma situação-problema – demonstram que esses conceitos não foram de fato compreendidos. É comum que o conteúdo ministrado pelo professor seja apenas decorado, não internalizado. A partir dessas considerações, fica aparente a existência de dificuldades na construção de conceitos científicos, o que dificulta também o processo de ensino e aprendizagem destes.

Parte dessas dificuldades pode ser atribuída ao professor, quando este acaba por ignorar as concepções prévias dos estudantes. Bachelard (1996) diz que nós, professores, não consideramos que os alunos entram nas aulas com conhecimentos empíricos já constituídos e complementa: “não se trata, portanto, de adquirir uma cultura experimental, mas sim de mudar de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana” (p. 23).

Bachelard (1996) defende que tais obstáculos se relacionam com o próprio processo de construção do conhecimento científico, sendo conseqüentemente obstáculos epistemológicos, os quais se apresentariam no próprio ato de conhecer por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos, causando estagnação e até regressão. Segundo Lecourt (1980 *apud* Lopes, 1996), o obstáculo epistemológico tende a se manifestar para mascarar o processo de ruptura entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, quando o pensamento procura prender o conhecimento no senso comum. Como ressalta Lopes (1996), contudo, não há uma hierarquia axiológica entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, pois “não é possível compreender a lógica das ciências com a racionalidade do conhecimento cotidiano, tal qual não é possível viver no cotidiano de forma que cada uma das nossas ações reflita uma lógica científica” (p. 269).

Dentre os variados obstáculos epistemológicos elencados pelo autor, a experiência primeira deve ser o primeiro obstáculo superado no processo de formação do espírito científico. Esse obstáculo se relaciona ao grande desejo de ser considerado verdadeiro o conhecimento anteriormente adquirido, sem que este seja criticado. No caso do calor, não há uma criticidade acerca de sua natureza ou de seu fluxo. Por exemplo, um agente influenciador dessa causa primeira é o tato: quando tocamos objetos com altas temperaturas, sentimos a sensação de quente e a associamos ao calor (Amaral; Mortimer, 2001). Vemos, então, com uma experiência, o surgimento da relação entre calor, temperatura e

quente. Seguindo o mesmo raciocínio, é possível relacionar frio, temperatura e gelado, uma vez que quando tocamos objetos com baixas temperaturas, sentimos a sensação de gelado e a associamos ao frio.

Chi (1992 *apud* Amaral; Mortimer, 2001) também aponta dificuldades que não são inerentes à construção do conhecimento científico, mas sim ao entendimento da natureza dos conceitos, o que se constituem, por conseguinte, em obstáculos ontológicos. A autora propõe três categorias principais que poderiam descrever as características

ontológicas da maior parte dos conceitos científicos, a saber: matéria, eventos e abstrações. Tais categorias apresentam um conjunto de limite ou leis distintas. A matéria, por exemplo, possui propriedades, tais como cor e massa, e comportamentos, como ser armazenada, e os eventos, por exemplo, são governados por outro conjunto distinto de leis físicas, tais como a variação do tempo. Tecendo tais considerações, a autora afirma que os processos de mudança conceitual diferem caso o conceito passe por uma mudança dentro de uma mesma categoria ontológica ou se a mudança ocorre mediante categorias ontológicas diferentes.

Metodologia

A coleta dos dados foi feita com um grupo de sujeitos formado por alunos que cursavam o primeiro ou o segundo período dos cursos de licenciatura e bacharelado em química de uma IES localizada em Teresina (PI). Estes foram abordados entre julho e agosto de 2013, sendo que os do primeiro período foram abordados durante a disciplina de Química Geral I e os do segundo período, na disciplina de Filosofia da Educação. Destes, 28 são alunos do curso de licenciatura e 26 do de bacharelado, resultando em um total de 54 sujeitos.

Considerando que o trabalho envolve a identificação de concepções advindas do senso comum, optamos por abordar os alunos que cursavam os primeiros períodos do curso, acreditando que as representações sociais de calor que estes apresentam ainda não teriam sido consideravelmente influenciadas pelo curso. O conceito de calor também é trabalhado no ensino básico, principalmente nas disciplinas de física e química, então, esperávamos encontrar alguns elementos referentes à instrução escolar nas representações sociais dos alunos, porém acreditávamos que os elementos referentes à situação climática da cidade seriam os predominantes.

A coleta dos dados foi feita a partir da Técnica de Associação Livre de Palavras (TALP), originalmente desenvolvida por Jung e adaptada para o campo da psicologia social por Di Giacomo (Nobrega; Coutinho, 2003), a qual se constitui um tipo de investigação aberta que se estrutura a partir da evocação de respostas dadas com base em um estímulo indutor, o que permite colocar em evidência universos

semânticos relacionados a determinado objeto. Dessa forma, pedimos aos alunos que escrevessem seis palavras que lhes viessem imediatamente à lembrança ao ouvir a palavra calor. Em seguida, solicitamos que colocassem as palavras evocadas em ordem de importância e justificassem o porquê da palavra de significado de número 1, ou seja, a palavra mais importante para o sujeito.

Os dados obtidos foram organizados e processados por meio do software EVOC, elaborado por Pierre Vergès (2002). Com base nesse processamento, chegamos

ao núcleo central e sistema periférico, os quais caracterizam as representações sociais sobre o conceito de calor dos sujeitos. Esse software permite a realização de cálculos estatísticos, construindo matrizes de concorrência, as quais servem de base para a construção do quadro de quatro casas. Para a construção do quadrante, consideram-se a frequência (F) com que as palavras foram evocadas e a ordem média de importância (OMI) como pode ser visto na Figura 1. A OMI é calculada mediante uma média de frequências ponderadas, atribuindo-se peso 1 para uma importância 1, peso 2 para uma importância 2 e assim sucessivamente. Os pontos de corte utilizados para os quadrantes são as frequências médias e a média das OMI.

Considerando que o trabalho envolve a identificação de concepções advindas do senso comum, optamos por abordar os alunos que cursavam os primeiros períodos do curso, acreditando que as representações sociais de calor que estes apresentam ainda não teriam sido consideravelmente influenciadas pelo curso.

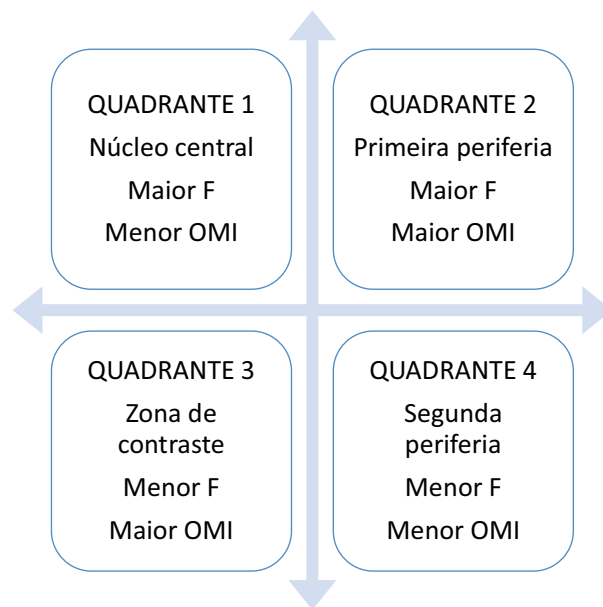


Figura 1: Critérios utilizados para definição dos elementos centrais e periféricos a partir da evocação livre de palavras (Vergès, 2002), relacionando o quadrante com a frequência (F) e a ordem média de importância (OMI).

Conforme Vergès (2002) e Oliveira e colaboradores (2005), os quatro quadrantes podem ser interpretados da seguinte maneira: no primeiro, situam-se os elementos mais relevantes e, por isso, possíveis de constituírem o núcleo

central de uma representação; nos outros três, os elementos mais prováveis de constituírem o sistema periférico. Apesar de corresponderem aos elementos menos salientes na estrutura da representação, os segundo e terceiro quadrantes são significativos em sua organização, sendo o segundo chamado de primeira periferia e o terceiro, de zona de contraste. No quarto quadrante, estão os elementos que correspondem à periferia distante ou segunda periferia.

Os obstáculos presentes no sistema periférico seriam de mais fácil superação, uma vez que os elementos que constituem tal sistema são flexíveis, evolutivos e têm como uma de suas funções sofrer mudanças para proteger o núcleo central. Os obstáculos inseridos nos elementos do núcleo central seriam, entretanto, mais resistentes à mudança, uma vez que é o núcleo que define a representação, demandando maiores cuidados e esforços por parte do professor para superá-los.

Os alunos estudam durante o ensino fundamental e médio, principalmente no 2º ano do ensino médio, tanto em física como em química, a natureza do calor, a qual está intrinsecamente relacionada aos conceitos de *energia e temperatura*. Esses termos, novamente, e *Teresina* se relacionam diretamente com o sujeito, uma vez que essa cidade é conhecida por suas altas temperaturas.

Resultados e Discussão

30

Os 54 discentes evocaram um total de 320 palavras, sendo 107 diferentes. Tomamos como critério analisar palavras que apareceram no mínimo seis vezes nos questionários, o que correspondeu a 53,8% das vocábulos evocados. *Energia* foi a palavra com maior frequência de evocação (25 vezes), enquanto que 68 foram evocadas somente uma vez. O valor da frequência média das palavras evocadas foi 10, enquanto que o valor da média das OMI foi 3,6. No Quadro 1, é apresentado o quadrante de quatro casas construído pelo software EVOC a partir do termo indutor “calor é...”, evidenciando os possíveis termos que constituem o núcleo central e os sistemas periféricos.

No primeiro quadrante, estão situados os prováveis elementos centrais: *energia*, *temperatura* e *Teresina*. Os periféricos encontram-se distribuídos nos três demais quadrantes:

a primeira periferia é composta pelos elementos *Sol*, *quente* e *fogo*; a zona de contraste é definida pelos elementos *vida*, *desconfortável* e *agitação*; por fim, os elementos *insuportável*, *verão*, *praia* e *suor* constituem a segunda periferia. No presente trabalho, focamos na análise dos elementos do núcleo central, mostrando suposições para sua geração, seus significados e relações com o sistema periférico e como tais significados podem constituir obstáculos para o processo de ensino-aprendizagem em química.

Quanto à sua geração, o núcleo central de uma representação é, segundo Abric (1998, p. 31), “determinado, por um lado, pela natureza do objeto apresentado; por outro, pela relação que o sujeito mantém com esse objeto”, sendo assim, o que determina o núcleo central é a finalidade da situação na qual a representação se reproduz. Logo, como mostra o Quadro 1, não é surpresa verificar que os prováveis elementos do núcleo central da representação de calor são *energia*,

temperatura e *Teresina*.

Os alunos estudam durante o ensino fundamental e médio, principalmente no 2º ano do ensino médio, tanto em física como em química, a natureza do calor, a qual está intrinsecamente relacionada aos conceitos de *energia* e *temperatura*. Esses termos, novamente, e *Teresina* se relacionam diretamente com o sujeito, uma vez que essa cidade é conhecida por suas altas temperaturas. Como ressalta Andrade (2000, p. 77):

Temperatura e calor: duas expressões colocadas no cotidiano da população e da mídia teresinense; e duas importantes qualidades ligadas às condições climáticas intensamente vividas pelos moradores da cidade. [...] A temperatura do ar, como condição produtora de calor, exerce influência nos costumes, na cultura e,

Quadro 1: Quadrantes construídos a partir das palavras evocadas pelos sujeitos. F significa frequência e OMI significa ordem média de importância.

| F > 10 | Núcleo Central | OMI < 3,6 | | | Primeira Periferia | OMI > 3,6 | | |
|--------|-------------------|----------------|----|------|--------------------|--------------|----|------|
| | | Palavra | F | OMI | | Palavra | F | OMI |
| | | Energia | 25 | 2,20 | | Sol | 24 | 3,75 |
| | | Temperatura | 15 | 3,47 | | Quente | 25 | 4,04 |
| | | Teresina | 24 | 3,54 | | Fogo | 12 | 4,17 |
| F < 10 | Zona de Contraste | Palavra | F | OMI | Segunda Periferia | Palavra | F | OMI |
| | | Vida | 7 | 1,86 | | Insuportável | 5 | 3,80 |
| | | Desconfortável | 5 | 2,60 | | Verão | 9 | 4,33 |
| | | Agitação | 6 | 3,33 | | Praia | 9 | 4,44 |
| | | | | | | Suor | 6 | 4,50 |

Fonte: Autoria própria.

consequentemente, na paisagem. Compreender como se comporta a temperatura do ar ao longo do ano em Teresina é, também, oportunizar o conhecimento de como a população vive e experiencia o calor.

Como definido na parte introdutória do trabalho, Abriç (1998) pontua duas funções para o núcleo central: gerador e organizador dos significados e elementos que fazem parte das representações sociais. No presente trabalho, os elementos convergem para dois significados (termodinâmico e climático), os quais foram divididos em grupos, conforme pode ser visto na Tabela 1. No termodinâmico, estão presentes elementos com ideias que se aproximam mais do caráter científico do calor, enquanto que, no climático, estão elementos que se relacionam mais com a sensação térmica de quentura. Os elementos *temperatura* e *quente* foram classificados em ambos os significados, pois se relacionam tanto com a energia (termodinâmico) como com a quentura (climático).

Tabela 1: Distribuição dos elementos das representações de acordo com o significado.

| Termodinâmico | Climático |
|---------------|----------------|
| Energia | Temperatura |
| Temperatura | Teresina |
| Agitação | Sol |
| Quente | Quente |
| Fogo | Vida |
| | Desconfortável |
| | Insuportável |
| | Verão |
| | Praia |
| | Suor |

Fonte: Autoria própria.

O significado termodinâmico é advindo da escola, e o fato de que tal significado possui elementos pertencentes ao núcleo central é um indício de que as representações sociais de calor dos alunos já caminham para uma representação científica. Acreditamos que esse significado é ancorado no elemento *temperatura*, o qual, por sua vez, relaciona-se com os outros elementos desse grupo (o *quente* é sinônimo de altas temperaturas, a *agitação* é um medidor de temperatura e o *fogo* é uma fonte de altas temperaturas).

O significado climático é advindo da própria situação climática de Teresina. Andrade (2000) estudou as representações de calor na mídia e literatura teresinense e concluiu que o clima da cidade é exaltado de maneira paradoxal: ao mesmo tempo em que a alta temperatura é vista como

Nessa segunda concepção, apesar de os alunos relacionarem calor à energia, percebemos que eles não entendem o calor como um processo de transferência de energia, mas como o objeto que está sendo transferido. Sendo assim, calor possui um aspecto material. Temos aqui, portanto, dois obstáculos para o processo de ensino-aprendizagem de tal conceito: o obstáculo epistemológico substancialista; e um obstáculo ontológico de mudança de categoria.

desconfortável, é ela a responsável por tornar os teresinenses um povo caloroso. Por vez, acreditamos que tal significado é ancorado no elemento *Teresina*, o qual se relaciona com os outros elementos (Teresina possui altas *temperaturas*, o clima de Teresina é *desconfortável* e *insuportável* uma vez que é muito *quente* etc.)

Passamos agora a analisar cada termo do núcleo central separadamente, buscando identificar possíveis ideias que podem constituir obstáculos para o processo de ensino e aprendizagem.

O primeiro termo do núcleo, *energia*, constitui um dos conceitos-chave no estudo de termodinâmica e termoquímica. Calor se relaciona com tal conceito uma vez que é caracterizado como energia térmica em transição de um corpo de maior temperatura para um de menor temperatura (Atkins, 2008). Fazendo a análise das justificativas dadas pelos sujeitos ao selecionarem esse atributo como a evocação mais importante, percebemos que essas justificativas convergem para dois sentidos: calor como energia em transição, o conceito cientificamente aceito (sujeitos 41 e 46); e energia como calor em transição, conceito cientificamente errôneo (sujeitos 15 e 16).

Pois calor significa a transição de energia de um corpo com maior temperatura para um corpo com menor temperatura. (Sujeito 41)

Creio que energia em movimento pode ser caracterizada como calor, pois o calor não é estático. (Sujeito 46)

Energia é liberação de calor. (Sujeito 15)

Liberação ou absorção de calor. (Sujeito 16)

Nessa segunda concepção, apesar de os alunos relacionarem calor à energia, percebemos que eles não entendem o calor como um processo de transferência de energia, mas como o objeto que está sendo transferido. Sendo assim, calor possui um aspecto material. Temos aqui, portanto, dois obstáculos para o processo de ensino-aprendizagem de tal conceito: o obstáculo epistemológico substancialista; e um obstáculo ontológico de mudança de categoria.

O substancialismo carrega ideias de que partículas possuem características físicas semelhantes a corpos materiais (Bachelard, 1996). Tal ideia também pode abranger atributos de substâncias a formas de energia, e uma vez que o calor é entendido no senso comum como uma forma de energia, tal obstáculo pode acabar por englobá-lo. O substancialismo dificultou

bastante o progresso do pensamento científico na construção do conceito de calor, estando presente desde a teoria do flogístico até a do calórico, ainda persistindo como modo de pensar dos estudantes. Para Bachelard (1996), o obstáculo substancialista é um dos mais difíceis de ser superado, uma vez que se apoia em uma fácil explicação das propriedades pela substância.

É importante frisar que calor não é um tipo de energia, mas sim energia em trânsito. Dessa maneira, segundo as categorias ontológicas proposta por Chi (1992 *apud* Amaral; Mortimer 2001), calor pertence à categoria de evento. Entretanto, as concepções dos estudantes se encaixam na categoria de substância material. Assim, estes usam o comportamento e as propriedades da matéria para interpretar o comportamento e a propriedade de eventos. Chi (1992 *apud* Amaral e Mortimer 2001) afirma que uma mudança de categoria ontológica é uma das causas das dificuldades na mudança conceitual em ciências.

Quanto ao segundo elemento do núcleo central, *temperatura*, alguns alunos mostram o conceito cientificamente aceito: a medida de agitação das moléculas (Atkins, 2008). No entanto, não o relacionam de forma cientificamente correta ao calor. Analisando as respostas dos alunos que marcaram temperatura como o termo mais importante (Sujeitos 30 e 51), percebe-se que este possui um significado comum entre os sujeitos: o fato de que calor é diretamente proporcional à temperatura, ou seja, calor é relacionado com altas temperaturas. No entanto, é correto dizer que calor é diretamente proporcional à diferença de temperatura. Vide as respostas abaixo:

De acordo com ela, temperatura, temos sensação térmica, sentimos calor, temperatura alta. (Sujeito 30)

Temperatura é o grau de agitação das moléculas. Eu acho que é o que determina o nível do calor. (Sujeito 51)

Esse equívoco constitui um obstáculo no processo de aprendizagem sobre o conceito de calor e pode ser atribuído a um obstáculo epistemológico: o verbal. O obstáculo verbal está relacionado ao caso de uma palavra constituir toda a explicação, podendo até representar uma imagem de forma tão evidente que não se percebe a necessidade de explicá-la (Ribeiro, 2004). Ainda quanto ao obstáculo verbal, Santos (1991, p. 140) considera que em situações pedagógicas “[...] há palavras que, dizendo respeito a uma linguagem aprendida em um contexto não científico e com conotações divergentes ou com uma significação simbólica para o sujeito, constituem barreira ao ensino formal de ciências”.

No caso da relação calor e temperatura, tal obstáculo está presente na variação semântica apresentada pela palavra calor, que também é associada para representar um desconforto relacionado à situação climática. Como é de costume, tanto entre pessoas com formação científica ou não, fala-se “estou com calor” no lugar de “estou recebendo energia térmica do meio”, o que faz com que haja uma associação de que calor é diretamente proporcional à temperatura.

No caso da relação calor e temperatura, tal obstáculo está presente na variação semântica apresentada pela palavra calor, que também é associada para representar um desconforto relacionado à situação climática. Como é de costume, tanto entre pessoas com formação científica ou não, fala-se “estou com calor” no lugar de “estou recebendo energia térmica do meio”, o que faz com que haja uma associação de que calor é diretamente proporcional à temperatura.

Essa concepção alternativa também pode constituir outra barreira no processo de ensino-aprendizagem: uma pessoa considerar o calor como uma exclusividade de ambientes nos quais a sensação térmica é de quentura. Ao fazer isso, a pessoa instintivamente cria a grandeza

física frio em oposição ao calor (“estou com frio” seria o oposto de “estou com calor”). É então que surge a ideia de dois tipos de calor, o calor quente e o calor frio.

De fato, os elementos de uma representação vinculam-se diretamente às condições históricas, sociológicas, psicológicas e culturais do grupo. Como todos os sujeitos da pesquisa são residentes da cidade de Teresina, não é surpreendente que termos relacionados com a situação climática da cidade fossem muito evidentes. Por esse aspecto, durante o estudo, apareceram termos como *Teresina, quente, Sol e desconfortável*.

O último elemento que constitui o núcleo central é o termo *Teresina*. Sua associação não é com o conceito científico de calor, mas com a condição climática na qual calor é muitas vezes lembrado, sendo assim, é uma associação com influência predominantemente cultural, como pode ser visto nos próprios discursos dos sujeitos:

Teresina, porque como é a cidade que moro, considero o calor daqui um ponto x para sua caracterização. Terra quente, ao extremo, tanto no sentido climático como de receptividade. (Sujeito 1)

Pelo simples fato de Teresina ser muito quente. (Sujeito 10)

Teresina é conhecida por suas altas temperaturas e onde a sensação de calor é constante. (Sujeito 44)

Teresina é a cidade mais quente que existe, muito calor. (Sujeito 53)

Teresina é também termo que dá visibilidade ao processo de representação realizado pelos sujeitos. Como já nos referimos, segundo Moscovici (1978), a construção de representações sociais envolve dois processos básicos, sendo

um deles a objetivação. É por meio de tal processo que se constrói uma imagem do objeto representado, visando torná-lo quase tangível. A imagem de uma Teresina com um Sol forte e uma quentura desconfortável é, portanto, o termo que objetiva o calor, uma vez que é a associação mais tangível e concreta feita pelos sujeitos.

Considerações Finais

Por meio desta pesquisa, foi possível tomar conhecimento das representações sociais que um grupo de alunos ingressantes no curso de química de uma IES localizada em Teresina (PI) partilha sobre conceitos básicos de termoquímica, em especial o calor. Focou-se na estrutura interna das representações e em como os termos se distribuem no núcleo central e no sistema periférico, buscando identificar possíveis obstáculos no processo de ensino-aprendizagem que tais termos podem causar.

Os elementos do núcleo central foram: *energia, temperatura e Teresina*. Os elementos do sistema periférico foram: para a primeira periferia, *Sol, quente e fogo*; para a zona de contraste, *vida, desconfortável e agitação*; para a segunda periferia, *insuportável, suor, verão e praia*.

As representações de calor giram em torno de dois significados: um significado mais científico e um mais climático. O científico aborda o calor a partir de um olhar termodinâmico, definindo-o como energia em trânsito ou trânsito de energia e relacionando-o com termos como *temperatura, quente e agitação*. No entanto, apesar de ter uma abordagem mais científica, ainda fica clara a influência de concepções não científicas, principalmente no que concerne à associação de calor como sinônimo de quente e de altas temperaturas.

O significado climático aborda o calor mediante um olhar cultural. Nessa perspectiva, influenciado principalmente pela cidade na qual os sujeitos da pesquisa residem, o calor é visto como sinônimo da sensação térmica de quentura. Desse ponto de vista, o calor é relacionado a termos como *Teresina, quente, desconfortável, insuportável, suor, verão e praia*. É importante frisar que alguns termos, como quente, apresentam valor semântico que se encaixa em ambos os significados de calor.

Foram identificados três obstáculos no processo de ensino-aprendizagem do conceito de calor, sendo dois de caráter epistemológico (substancialismo e verbal) e um de caráter ontológico (mudança de categoria ontológica). O substancialismo se mostra presente no termo *energia*, caso em que o calor possui um caráter material, acumulável. O obstáculo verbal se encontra no termo *temperatura*, caso em que há uma variação semântica que atribui um valor de sensação térmica ao calor. O obstáculo ontológico se mostra na cisão de categorias do conceito de calor, uma vez que, por

ter aspecto material, é considerado no senso comum como possuidor de uma natureza de substância material, enquanto que, no meio científico, é considerado um evento definido por lei. Entretanto, o fato de o termo energia aparecer como elemento do núcleo central mostra uma provável evolução quanto ao entendimento do conceito científico de calor, uma vez que, apesar de alguns alunos atribuírem um aspecto material à energia, estudos mostram que alunos de ensino fundamental e médio ainda partilham a ideia de calor como uma substância, não como uma energia (Amaral; Mortimer, 2001; Mortimer; Amaral, 1998). Logo, este poderia ser um primeiro passo para superar o obstáculo ontológico presente no conceito de calor.

As principais representações feitas ao conceito de calor são que este é tido com um caráter material e é visto como sinônimo de quente ou de altas temperaturas. Ao longo do trabalho, percebeu-se também que tais significações apresentam barreiras epistemológicas e ontológicas, constituindo-se em obstáculos pedagógicos para o processo de ensino-aprendizagem de calor e, conseqüentemente, de conteúdos que utilizam o conceito de calor como base.

Percebemos, então, que apesar de teoricamente conhecer os conteúdos ensinados no ensino básico, o aluno ingressante ainda possui algumas lacunas no conhecimento científico.

Como ao longo de sua formação estes ainda cursarão disciplinas nas quais o conhecimento científico de calor será fundamental (como, por exemplo, disciplinas relacionadas à físico-química), aconselhamos que sejam lecionadas aulas (em disciplinas de química geral, físico-química ou

correlatas) visando à superação dos obstáculos pedagógicos aqui apresentados a fim de um melhor aproveitamento no entendimento dos conteúdos mais complexos.

Em nosso caso em específico, o professor deverá direcionar sua prática visando superar o obstáculo substancialista e a mudança de categoria ontológica, mostrando aos alunos que o calor não é uma substância acumulável, mas trânsito de energia; e o obstáculo verbal, para que eles tenham consciência da relação calor/temperatura/sensação térmica. Ressaltamos que, como as representações sociais são originadas principalmente de aspectos sociais e culturais, as representações de calor por estudantes do ensino básico devem ser semelhantes às representações encontradas no presente trabalho, sobretudo no que diz respeito aos aspectos climáticos.

Foram identificados três obstáculos no processo de ensino-aprendizagem do conceito de calor, sendo dois de caráter epistemológico (substancialismo e verbal) e um de caráter ontológico (mudança de categoria ontológica).

Pablo Micael Araújo Castro (pablo.micael@ufabc.edu.br), licenciado em Química pela Universidade Federal do Piauí (UFPI), é mestrando no Programa de Ensino, História e Filosofia das Ciências e Matemática da Universidade Federal do ABC (UFABC) com ênfase no Ensino de Química. Santo André, SP – BR. **Luciana Nobre de Abreu Ferreira** (luciananobre@ufpi.edu.br), licenciada em Química pela Universidade Federal do Ceará (UFC), mestre em Ciências pelo Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo (IQSC/USP), doutora em Ciências pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), é professora do Centro de Ciências da Natureza da UFPI. Teresina, PI – BR.

Referências

- ABRIC, J.-C. A abordagem estrutural das representações sociais. In: MOREIRA, A.P.S.; OLIVEIRA, D.C. (Orgs.). *Estudos interdisciplinares de representação social*. Goiânia: AB, 1998.
- _____. Prefácio. In: SÁ, C.P. *Núcleo central das representações sociais*. Petrópolis: Vozes, 1996.
- ALOMÁ, E.; MALAVER, M. Análisis de los conceptos de energía, calor, trabajo y el teorema de carnot en textos universitarios de termodinámica. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 25, n. 3, p. 387-399, 2007.
- 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, p. 5-18, 2001.
- ANDRADE, C.S.P. *Representações do calor em Teresina-PI*. 2000. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2000.
- ARRUDA, A.; Representaciones y opiniones, o jugando con la muñeca rusa. *Revista AVEPSO*, v. 16, n. 1, p. 3-11, 1993.
- _____. Teoria das representações sociais e teorias de gênero. *Cadernos de Pesquisa*, n. 117, p. 127-147, 2002.
- ATKINS, P.; PAULA, J. D. *Físico-química*. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.
- BACHELARD, G. *A formação do espírito científico*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- COSTA, R.G.; PASSERINO, L.M.; ZARO, M.A. Fundamentos teóricos do processo de formação de conceitos e suas implicações para o ensino e aprendizagem de química. *Revista Ensaio*, v. 14, n. 01, p. 271-281, 2012.
- GILLY, M. Representações sociais no campo da educação. In: JODELET, D. (Ed.). *As representações sociais*. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2001. p. 321-341.
- JODELET, D. Representações sociais: um domínio em expansão. In: _____. (Ed.). *As representações sociais*. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2001.
- MORTIMER, E.F.; AMARAL, L.O.F. Quanto mais quente melhor: calor e temperatura no ensino de termoquímica. *Química Nova na Escola*, n. 7, p. 30-34, 1998.
- MOSCOVICI, S. *A representação social da psicanálise*. Rio de Janeiro: Zahar, 1978.
- _____. *Representações sociais*. Vozes: Petrópolis, 2003.
- NÓBREGA, S.M.; COUTINHO, M.P.L. O teste de associação livre de palavras. In: COUTINHO, M.P.L.; LIMA, A.S., FORTUNATO, M.L.; OLIVEIRA, F.B. (Orgs.). *Representações sociais: abordagem interdisciplinar*. João Pessoa: EdUEPB, 2003.
- LOPES, A.R.C. Bachelard: o filósofo da desilusão. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 13, n. 3, p. 248-273, 1996.
- OLIVEIRA, D.C.; MARQUES, S.C.; GOMES, A.M.T.; TEIXEIRA, M.C.T.V. Análise das evocações livres: uma técnica de análise estrutural das representações sociais. In: MOREIRA, A.S.P.; CAMARGO, B.V.; JESUÍNO, J.C.; NÓBREGA, S.M. (Orgs.). *Perspectivas teórico-metodológicas em representações sociais*. João Pessoa: Ed. UFPB, 2005.
- PAIXÃO, M.D.S.S.L.; FERRO, M.D.G.D. A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. In: CARVALHO, M.V.C.D.; MATOS, K.S.A.L.D. (Eds.). *Psicologia da educação: teorias do desenvolvimento e da aprendizagem em discussão*. Fortaleza: Ed. UFC, 2009. p. 83-117.
- RIBEIRO, E.O.R. *Obstáculos epistemológicos no estudo de calor*. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas) - Programa de Pós-Graduação em Ciências e Matemáticas, Universidade Federal do Pará, Belém, 2004.
- SÁ, C.P. Representações sociais: o conceito e o estado atual da teoria. In: SPING, M.J. (Ed.). *O conhecimento no cotidiano*. São Paulo: Brasiliense, 1995.
- SANTOS, M.E.V.M. *Mudança conceptual na sala de aula: um desafio pedagógico*. Lisboa: Livros Horizontes, 1991.
- VERGÈS, P. *Ensemble de programmes permettant l'Analyse des evocations*. Manuel EVOC 2000. Aix em Provence: LAMES, 2002.

Para Saber Mais

- CORTES JUNIOR, L.P.; CORIO, P.; FERNANDEZ, C. As representações sociais de química ambiental dos alunos iniciantes na graduação em química. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 1, p. 46-54, 2009.
- GUARESHI, P.; JOVCHELOVITH, S. (Orgs.). *Textos em representações sociais*. Petrópolis: Vozes, 1999.
- SILVA, M.A.P.; PITOMBO, L.R.M. Como os alunos entendem queima e combustão: contribuições a partir das representações sociais. *Química Nova na Escola*, n. 23, p. 23-26, 2006.

Abstract: *Social representations of heat by undergraduate students in chemistry.* The concept of heat has a large consensual nature, since that is part of everyday life. This concept also has an interdisciplinary dimension, present in several sciences such as physics, chemistry and biology. The purpose of this paper is to analyze the social representations of the concept of heat by undergraduates in chemistry, as well as obstacles in teaching that they represent. To collect data, the technique of free word evocation was used and the data was analyzed through the EVOC software. From the results obtained it is possible to suggest that the concept of heat has a material nature and it is also seen as a synonym for "hot" and "high temperatures". It was also observed that such meanings have epistemological and ontological barriers, thus constituting obstacles to the process of teaching and learning of the concept of heat.

Keywords: heat, social representations, epistemological obstacles.