

# **A utilização do conceito de calor por bombeiros militares e técnicos em refrigeração de ambientes**

## **The use of the heat concept by military firefighters and air conditioning and refrigerator technicians**

**Angélica Oliveira de Araújo**

Departamento de Química – DEQUI / Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM  
angelicaoaraujo@gmail.com

**Eduardo Fleury Mortimer**

Faculdade de Educação – FaE / Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG  
mortimer@ufmg.br

### **Resumo**

Este trabalho é parte de pesquisa de Doutorado em Educação que busca investigar a utilização do conceito científico em comunidades diferentes, socioculturalmente situadas: (i) técnicos que trabalham com refrigeração de ambientes e (ii) bombeiros militares. Apresentamos estudo preliminar da utilização do perfil conceitual de calor por estudantes e instrutores dos cursos de formação desses profissionais. Investigamos o uso de diferentes formas de falar associadas aos diferentes modos de pensar que caracterizam as zonas desse perfil. A utilização tecnológica do conceito de calor por estas comunidades contempla a ideia de transferência de energia, mas também a ideia de calor como temperatura, substância ou sensação térmica, o que demonstra que, para um mesmo conceito, pode haver diferentes significados que são estabilizados quando este é colocado em uso por diferentes comunidades. Essa pesquisa contribui para o tema de perfis conceituais ao investigar o uso de conceitos por comunidades para além do âmbito acadêmico.

**Palavras chave:** Perfil Conceitual, Calor, Heterogeneidade Conceitual.

### **Abstract**

This work is part of a doctorate research in education that seeks to investigate the use of the scientific concept in two different communities, socio-culturally situated: (i) air conditioning and refrigerator technicians and (ii) firefighters. We present a preliminary study of the use of the conceptual profile of heat by students and instructors of professional development courses for these professionals. We investigate the use of different ways of speaking associated with different ways of thinking that characterize the zones that profile. The technological concept of heat for these communities include the idea of energy transferring, but also the idea of heat as a substance or heat as a thermal sensation, which shows that the same concept can have different meanings that are stabilized when it is placed in use by different communities. This research contributes to the theme by investigating communities beyond the academic realm.

**Key words:** Conceptual Profile; Heat; Conceptual Heterogeneity.

## Introdução

A aprendizagem de ciências deve corresponder não à memorização de um conjunto de conceitos abstratos, mas à construção de significados que são utilizados para interpretar a realidade. Por essa razão, em um mesmo indivíduo ou em uma mesma comunidade podem coexistir diferentes significados para um mesmo conceito que serão utilizados em diferentes contextos. Inúmeras palavras "científicas" também são usadas em contextos cotidianos e, conseqüentemente, mostram vários significados que não os compatíveis com os pontos de vista científico. Esse fato pode ser observado com o conceito de calor, utilizado em contextos científico, cotidiano e tecnológico.

Este trabalho é parte de uma pesquisa de Doutorado em Educação que busca investigar a utilização do Perfil Conceitual de Calor por estudantes e instrutores dos cursos de (i) Formação de Oficiais do Bombeiro Militar de Minas Gerais e (ii) Qualificação Profissional em Mecânica de Manutenção e Instalação de Aparelhos de Climatização e Refrigeração. Investigamos o uso de diferentes formas de falar associadas aos diferentes modos de pensar que caracterizam as zonas desse perfil.

## Referencial teórico

Na literatura em Ensino de Ciências, existe concordância sobre a ineficiência da maioria dos sistemas educacionais em promover um acesso igualitário e significativo aos conhecimentos científicos (Mortimer *et. al.* 2012). Um dos motivos apontados para essa ineficiência se deve ao processo de ensino não levar em consideração os significados alternativos que são atribuídos pelos indivíduos para conceitos centrais das ciências como, por exemplo, “força” e “calor” (Mortimer e Amaral, 2001).

Para melhor compreender como se dá a construção dos conceitos, Mortimer (1995, 2000, 2003) apresenta a proposta de construção de perfis conceituais como uma forma de modelar a heterogeneidade do pensamento e da linguagem. Esse modelo compartilha pressupostos das teorias de (i) Bakhtin (2000), no que diz respeito às proposições sobre as enunciações, as linguagens sociais e os gêneros do discurso; e (ii) Vigotski (1934/2001), considerando o desenvolvimento das funções mentais superiores e a distinção entre sentidos e significados, criados pelo indivíduo para uma palavra, quando esta é colocada em uso. Essas teorias são integradas numa síntese coerente, constituída por vários pressupostos compartilhados.

Para Vigotski (2001), o sentido é uma entidade absolutamente pessoal e, certamente, a mesma pessoa constrói sentidos diversos para uma palavra, em diferentes circunstâncias. Já os significados são estabilizados e compartilhados culturalmente por diversos indivíduos. Entender essa distinção é um importante aspecto constitutivo do pensamento e da formação de um conceito e de conceituações.

Em geral, conceitos são tratados pela literatura em mudança conceitual como tendo uma existência duradoura, independente do contexto de uso, devido a suas estruturas internas mais ou menos fixas (Vosniadou, *et. al.* 2008). Na nossa visão, ao contrário, falamos em conceituação como o processo pelo qual as pessoas chegam a formular conceitos no processo mesmo de usá-los. A construção dos conceitos se dá a partir da construção de sentidos e significados.

No caso específico do calor, conceito estudado neste trabalho, além de possuir diversos significados, o processo de conceituação e utilização depende do desenvolvimento histórico e cultural desse conceito em determinada comunidade e seu emprego poderá fazer uso de diferentes linguagens sociais, determinadas pela posição profissional ou pessoal e ainda pelo lugar social e institucional do indivíduo. Isso caracteriza o uso de enunciados relativamente estáveis, que constituem os gêneros de discurso, e o uso de linguagens sociais específicas (Bakhtin, 2000). Assim, um técnico em refrigeração ou um bombeiro militar poderá empregar o conceito de calor dentro de uma linguagem técnica, mas não necessariamente acadêmica, quando estiver comunicando este conceito para seus pares ou outros setores na sua vida profissional. Ou poderá, ainda, usar o conceito de calor numa linguagem cotidiana, ligado a problemas práticos que ele enfrenta quando da instalação de sistemas de refrigeração.

Pretendemos investigar como as cinco zonas para o perfil conceitual de calor proposto por Amaral e Mortimer (2004) são utilizadas por técnicos que trabalham com refrigeração de ambientes e por bombeiros militares.

**1) Ideias de calor emergentes das sensações:** Está relacionada com a sensação térmica de quentura, considerando a temperatura uma propriedade dos corpos e a existência dois tipos de "calor", o quente e frio.

**2) Calor Animista:** Nesta zona o calor seria pensado como substância viva.

**3) Calor Substancialista:** O calor é apresentado como uma substância, uma espécie de fluido, que pertence a um corpo e pode penetrar em outros. O frio teria uma conotação semelhante e contrária.

**4) Diferenciação de calor e temperatura:** O calor continua a ser associado com altas temperaturas, mas o indivíduo o diferencia da sensação térmica.

**5) O conceito científico de calor como sendo proporcional à diferença de temperatura entre dois corpos:** O calor é considerado como energia em trânsito.

As diferentes zonas desse perfil podem ser utilizadas em contextos tecnológico e profissional, uma vez que o indivíduo aprende o conceito científico de calor como um processo de transferência de energia, mas não abandona o conceito de calor como sendo uma substância ou uma sensação térmica. Além disso, a sua comunidade pode legitimar e validar esses diferentes usos, ligados a situações práticas.

Acreditamos que uma mesma esfera da sociedade compartilhe significados semelhantes para determinado conceito. Assim, ao responder um instrumento de coleta de dados, como um questionário ou uma entrevista, por exemplo, o sujeito vai lançar mão de uma linguagem social típica do lugar de onde ele fala e também, de certa forma, considerando enunciados específicos da sua condição acadêmica e/ou escolar. Buscar esses “modos de falar” é uma das tarefas fundamentais para se determinar as categorias que compõem as diferentes zonas de um perfil conceitual (Mortimer, *et. al.* 2012).

## Metodologia

Neste trabalho, são apresentados alguns resultados obtidos para a utilização de modos de falar que caracteriza zonas do perfil conceitual de calor, em questionários e entrevistas, por estudantes e instrutores que trabalham nos cursos de (i) Formação de Oficiais (CFO) do Bombeiro Militar e (ii) Qualificação Profissional em Mecânica de Manutenção e Instalação de

Aparelhos de Climatização e Refrigeração (TCR)<sup>1</sup>. Aplicamos o questionário para 54 estudantes do CFO, pertencente a duas turmas do primeiro ano do curso, e ao instrutor das turmas; e a 49 estudantes do curso de formação profissional em refrigeração, pertencentes a 4 turmas concluintes do curso no primeiro semestre de 2012, e aos 5 instrutores desse curso. Realizamos também entrevistas com os instrutores de ambos os cursos.

O questionário foi elaborado com 5 questões abertas e foi respondido na presença da pesquisadora, sem que os alunos fizessem qualquer consulta aos colegas ou ao material. As entrevistas com os instrutores foram do tipo semi-estruturada e gravadas em áudio em formato .mp3 para análise posterior.

## Resultados e análise dos resultados

A pergunta “*Para você, o que é calor?*”, feita diretamente no questionário aplicado e na entrevista realizada, suscita não apenas diversas categorias de resposta como diversos usos para este conceito, cotidianos, técnicos e científicos, a fim de construir sentido para essas comunidades.

Apresentamos, nas tabelas a seguir, as categorias criadas e utilizadas pelas duas comunidades investigadas, bem como a frequência e os percentuais de respostas para cada uma das turmas investigadas. As categorias de análise foram criadas em processo iterativo com os dados, a partir das respostas obtidas. Os índices totais ultrapassaram 100% pois alguns alunos utilizaram mais de uma categoria em sua resposta. As três primeiras categorias foram usadas por ambos os alunos – bombeiros militares e técnicos de climatização de refrigeração. As demais são particulares a cada uma das comunidades.

	Categorias	Turma A		Turma B		Total	
		27 alunos		27 alunos		54 alunos	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%
1	Energia em trânsito entre corpos ou energia térmica	9	33,3	8	29,6	17	31,5
2	Temperatura ou temperatura alta (quente)	4	14,8	4	14,8	8	14,8
3	Energia interna ou agitação (movimentação) de partículas (moléculas, átomos, elétrons)	2	7,4	7	25,9	9	16,7
4	Sensação térmica	6	22,2	9	33,3	15	27,8
5	Energia responsável pelo aumento da temperatura	6	22,2	3	11,1	9	16,7
6	Um dos produtos da combustão	1	3,7	1	3,7	2	3,7
7	Outras respostas	2	7,4	0	0	2	3,7
8	Total de respostas	30	111,1	32	118,5	62	114,8
9	Não respondeu	0	0	0	0	0	0

Tabela 1: Análise da questão para “Para você, o que é calor?” Alunos do curso do CFO - Bombeiro Militar.

<sup>1</sup> TCR – Técnico em Climatização e Refrigeração. Sigla criada por nós para nos referirmos a este grupo.

	Categorias	Turma A		Turma B		Turma C		Turma D		Total	
		10 alunos		14 alunos		13 alunos		12 alunos		49 alunos	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
1	Energia em trânsito entre corpos ou energia térmica	2	20,0	5	38,5	6	46,2	3	25	16	29,2
2	Temperatura ou temperatura alta (quente)	2	20,0	5	38,5	3	23,1	0	0	10	20,8
3	Energia interna ou agitação (movimentação) de partículas (moléculas, átomos, elétrons)	1	10,0	1	7,7	3	23,1	2	16,7	7	14,6
4	Transferência ou troca de temperatura entre os corpos	2	20,0	1	7,7	0	0	6	50	9	18,8
5	Carga térmica	1	10,0	1	7,7	0	0	1	8,3	3	6,3
6	Outras respostas	3	30,0	0	0	1	7,7	2	16,7	6	12,5
7	Total de respostas	11	110	14	108	13	100	14	117	52	108
8	Não respondeu	0	0	1	7,1	0	0	0	0	1	2

Tabela 2: Análise da questão para “Para você, o que é calor?”-Alunos do curso TCR - Técnicos em climatização e refrigeração.

Podemos observar que 31, 5% do total dos estudantes do CFO e 29,2% dos estudantes do TCR definem calor como *energia em trânsito entre corpos ou energia térmica*, sendo essa a categoria de maior percentual para os dois cursos. Acreditamos que esse percentual se deve aos dois cursos buscarem trabalhar com a perspectiva científica para o conceito de calor. Já a categoria *temperatura ou temperatura alta* foi utilizada por 14,8% do CFO e 20,8% do TCR, sendo a segunda categoria mais utilizada pelo TCR e a terceira pelo CFO. Essa categoria é bastante representativa para os dois cursos, pois são advindas da ideia cotidiana de calor associada à noção de quentura. A terceira categoria para a definição do calor, *energia interna ou movimentação de partículas*, também foi coincidente para os dois grupos como a quarta categoria mais utilizada, 16, 7% do CFO e 14, 7% do TCR. Para as demais categorias houve distinção de proposição de categorias entre os dois grupos, devido ao próprio uso do conceito.

A segunda categoria mais utilizada no CFO, por 27,8%, foi o calor como *sensação térmica*. Embora a percepção do calor como quente seja advinda das sensações térmicas, apenas nessa comunidade foi apresentada de forma explícita. No TCR a terceira categoria mais utilizada, 18, 8%, foi o calor como *troca de temperatura entre os corpos*. Para essa comunidade a utilização do conceito de calor como sendo proporcional, ou mesmo equivalente, à temperatura é muito mais evidente que no CFO. Para os bombeiros, a categoria que faz uso do conceitos de temperatura aparece como *energia responsável pelo aumento da temperatura*, utilizada por 16,7 % dos alunos e difere bastante da utilização do calor como sendo a própria temperatura. Acreditamos que o uso do conceito de calor como sendo equivalente à temperatura se deve à (i) formação escolar, uma vez que para o ingresso no curso TCR a exigência é o 6º ano do Ensino Fundamental e no CFO, que é um curso de graduação, os alunos estudam, além de disciplinas específicas para a formação militar, física, química e matemática; (ii) à própria utilização do conceito, uma vez que a avaliação de calor em ambientes para os bombeiros é feita por meio da utilização da sensação térmica, para avaliar o risco de sua aproximação ou do início de um incêndio ou explosão. Já para os técnicos em refrigeração, que trabalham em ambientes com temperatura fixada a priori com um valor exato, é necessário medir a temperatura constantemente, para avaliar se ela está no valor

adequado. Neste sentido, enquanto para os bombeiros o mais importante é a sensação térmica do calor, para os técnicos em refrigeração é o valor da temperatura do ambiente, inicial e final. Isso talvez explique o valor relativamente alto obtido por essas duas categorias em duas comunidades diferentes.

Uma utilização para o conceito de calor que surgiu como particularidade para cada uma das comunidades foi (i) a definição do calor como *carga térmica*, utilizada por 6,3% dos TCR para tratar o calor como algo que pode ser retirado de um ambiente e transportado para outro, ocasionando assim o processo de refrigeração; (ii) a definição do calor como *um dos produtos da combustão*, por 3,7% dos alunos CFO, uma vez que estes profissionais lidam com o conceito de calor quando em ocorrência de incêndio (combustão).

A categoria *outras respostas*, 3,7% de CFO e 12,5% TCR, corresponde às respostas que não se adequaram às categorias propostas.

A análise dos dados nos mostra que as diferentes zonas do perfil conceitual de calor podem ser utilizadas em contextos tecnológico e profissional. A categorização dos dados nos levou a perceber que, para essas comunidades, a utilização de diferentes zonas do perfil conceitual deve-se à coexistência de formas diferenciadas de pensar e significar um conceito e a ideia de que estas formas apresentam valor pragmático para lidar com problemas diferentes (Sepúlveda, 2010). Embora haja convergências de utilização do conceito de calor, podemos observar que também há distinções neste uso, devido à utilização prática do conceito e ao processo de construção de significados pelas diferentes comunidades.

Foi possível perceber ainda que o indivíduo aprende o conceito científico de calor como um processo de transferência de energia, mas não abandona o conceito de calor como sendo uma substância ou uma sensação térmica, como pode ser observado na análise do questionário e como foi admitido pelos instrutores dos cursos durante a entrevista.

**Instrutor TCR:** *Na refrigeração o pessoal faz muita ligação do calor com uma mudança mesmo de temperatura/na refrigeração é esse conceito mesmo de calor/ o pessoal na prática eles não conseguem às vezes fazer esse tipo de associação ao calor como uma energia/ mas eles percebem eles conseguem observar na prática a transferência de calor que é a variação de temperatura (...) E o que eu no meu entendimento vejo que é importante para estudo do conceito na relação de transferência de calor é o que o aluno também consiga perceber que a mudança é a variação de calor / quanto mais um corpo recebe ou perde calor vai ter como resposta / como produto no equipamento a variação de temperatura que é o que ele consegue perceber de forma prática// visível mesmo.*

Podemos observar que o instrutor do curso para técnicos em refrigeração tem consciência da importância da utilização do calor como sendo equivalente à temperatura, pois isso é significativo para a comunidade que instala e mantém aparelhos de refrigeração.

Por outro lado, o instrutor CFO, quando questionado sobre o uso do calor como substância pelos seus alunos, deu a seguinte resposta:

**Instrutor CFO:** *acho que é até uma maneira mais fácil de entender aquilo que se está passando em frente do profissional bombeiro quando ele está submetido a uma situação de incêndio / é mais fácil / é mais tátil / é aquilo que a gente*

*consegue sentir /é o que está mais próximo da gente // é uma questão de entendimento mesmo / calor é um elemento / você sente o calor / você está sentindo ali no momento que você faz uma aproximação do local incendiado é algo que você sente é o calor / esse conceito ele é adequado pelo o que a gente usa.*

Podemos observar que, da mesma forma, o instrutor do curso de formação dos bombeiros militares tem consciência que a utilização do calor como sendo equivalente à sensação térmica e a uma substância é importante para essa comunidade.

Para ambas as comunidades é importante utilizar calor diretamente associado à temperatura, à sensação térmica e à substância, uma vez que, dessa forma, pode ser compreendido e mensurado, “transportado” (pelos TCR) ou “combatido” (pelos CFO).

## Considerações finais

O ensino e a aprendizagem das ciências se tornam mais sensíveis às diversidades culturais e mais factíveis na perspectiva do perfil conceitual, na medida em que não tomamos como objetivo deslocar ou substituir visões que são reforçadas a cada momento por nossa linguagem cotidiana (Mortimer et al., 2012). Além disso, nestas comunidades específicas, essas zonas do conceito de calor mostram valor pragmático e servem para dar sentido a suas práticas profissionais.

O conceito de calor, utilizado em âmbitos cotidianos, científicos e tecnológicos, pode assumir diversos significados. O uso desse conceito no exercício profissional dos técnicos que trabalham com refrigeração de ambientes e dos bombeiros militares mostra que, paralelo ao conceito físico de transferência de energia, também são estabilizados outros significados, que não são necessariamente os mesmos para as duas comunidades. Enquanto para a comunidade de bombeiros militares estabiliza-se o conceito de calor como sensação térmica, para a comunidade de técnicos em refrigeração, estabiliza-se o conceito de calor como temperatura. No entanto, o conceito de calor como substância é usado por ambas às comunidades, ainda que em contextos diferenciados.

## Referências

Referências em formato ABNT, Times 12, justificado, 0pt antes, 6pt depois

AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F. (2004). Un perfil conceptual para entropía y espontaneidad: una caracterización de las formas de pensar y hablar en el aula de Química. *Educación Química*, Cidade do México, v. 15, n. 3, p. 218-233.

BAKHTIN, M. M. (2000) Trad. Maria Ermantina Galvão. *Estética da criação verbal*. 3ª ed. São Paulo: Martins Fontes.

MORTIMER, E. F. (1995). Conceptual change or conceptual profile change? *Science & Education*, 4, 265–287.

MORTIMER, E. F.(2000). *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. Belo Horizonte, MG: Editora UFMG.

MORTIMER, E. F.; AMARAL, E. M. R. (2001). Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Porto Alegre, v. 1, n. 3, p. 5-18.

MORTIMER, E. F., & SCOTT, P. H. (2003) *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead, UK: Open University Press.

MORTIMER, E. F. ; SCOTT, P. H. ; EL-HANI, C.N. (2012). The Heterogeneity of Discourse in Science Classrooms: The Conceptual Profile Approach. In: Barry J. Fraser; Kenneth G. Tobin; Campbell J. McRobbie. (Org.). *Second International Handbook of Science Education*. 1 ed. Dordrecht: Springer, p. 231-246.

SEPÚLVEDA, Claudia de Alencar Serra. (2010). Perfil conceitual de adaptação: Uma ferramenta para a análise de discurso de salas de aula de biologia em contextos de ensino de evolução. Tese (doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Programa Inter-institucional Universidade Federal da Bahia (UFBA) e Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS).

VIGOTSKI L. S. (1934/2001). *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo: Martins Fontes.

VOSNIADOU, S., VAMVAKOISSI, X., SKOPELITI, I. (2008) The framework teory approach to the problem of conceptual change. In: *International Handbook of Reserch on Conceptual Change*. University Athens, Greece. Routledge.