

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

**A UTILIZAÇÃO DO PERFIL CONCEITUAL DE CALOR PELOS
LICENCIANDOS EM QUÍMICA DA UFVJM**

Weldis Antônio de Souza

DIAMANTINA

2013/1

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

**A UTILIZAÇÃO DO PERFIL CONCEITUAL DE CALOR PELOS
LICENCIANDOS EM QUÍMICA DA UFVJM**

Weldis Antônio de Souza

Orientadora:

Prof^ª MSc Angélica Oliveira de Araújo

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Química da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri como parte dos requisitos exigidos para a conclusão do curso.

DIAMANTINA

2013/1

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

**A UTILIZAÇÃO DO PERFIL CONCEITUAL DE CALOR PELOS
LICENCIANDOS EM QUÍMICA DA UFVJM**

Weldis Antônio de Souza

Orientadora:

Prof^a MSc. Angélica Oliveira de Araújo

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Química da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri como parte dos requisitos exigidos para a conclusão do curso.

APROVADO _____ / _____ / 2013

Prof^a. MSc. ANGÉLICA OLIVEIRA DE ARAÚJO – UFVJM (orientadora)

Prof^a. Dr^a. DALVA ESTER DA COSTA FERREIRA – UFVJM

Prof^a. Dr^a. HELEN ROSE DE CASTRO SILVA ANDRADE – UFVJM

DIAMANTINA
2013/1

Dedico esse trabalho de conclusão de curso a meus pais, irmãos e a todos os profissionais de Química.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre guiar os caminhos que tenho percorrido;

À professora Prof^ª Angélica Oliveira de Araújo, pela excelente e brilhante orientação, competência, conhecimentos transmitidos e dedicação disponibilizada ao longo deste processo, sem os quais este trabalho não seria possível. Mesmo envolvida com seu trabalho de doutorado, dedicou imensamente para que esse trabalho fosse concluído da melhor forma possível, meus sinceros agradecimentos. Muito Obrigado!

Aos professores que colaboraram para que o questionário fosse aplicado. Obrigado!

Aos alunos que responderam ao questionário. Obrigado!

Obrigado aos membros da banca por fazerem parte deste trabalho: Prof^ª Dr. Dalva Ester da Costa Ferreira e Prof^ª. Dr Helen Rose de Castro Silva Andrade

A todos os professores do corpo docente do Departamento de Química da UFVJM, pelo seu saber e competência com que transmitiram valores e conhecimentos para a minha formação. Obrigado!

À minha família, que amo muito. Se não fosse por vocês não estaria onde estou! Agradeço à minha mãe, Dalva Aparecida Lourenço de Souza, ao meu pai, Moises Ponciano de Souza, e aos meus irmãos, Willian Jesus de Souza, e Angélica de Fátima Souza. Obrigado por tudo!

A Tarcimara Kátia Costa, por estar sempre ao meu lado me apoiando.

Aos meus avós por sempre me incentivarem e rezarem por mim.

Enfim, a todos que desde o primeiro dia contribuíram de forma direta ou indireta para minha formação. Muito obrigado!

RESUMO

SOUZA, W. A. A UTILIZAÇÃO DO PERFIL CONCEITUAL DE CALOR PELOS LICENCIANDOS EM QUÍMICA DA UFVJM UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI. DIAMANTINA. MINAS GERAIS.

Esta pesquisa foi desenvolvida como trabalho de conclusão de curso de Licenciatura em Química. O principal objetivo foi investigar e discutir sobre a utilização do Perfil Conceitual de Calor, proposto na literatura, pelos alunos da Licenciatura em Química da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM. Assim sendo, discutimos sobre (i) a utilização das zonas do Perfil Conceitual de Calor e (ii) como essa utilização varia ao longo do curso. Para o desenvolvimento do trabalho aplicamos um questionário em quatro turmas, de diferentes períodos, com o objetivo de investigar a utilização dos conceitos de calor e temperatura em situações cotidianas e aplicadas. Buscamos ainda identificar se os licenciandos em química da UFVJM entendem calor e temperatura como sendo diretamente proporcionais e se existem diferentes tipos de calor: o frio e o quente, como proposto na literatura. Os sujeitos participantes da pesquisa foram alunos das turmas de Química Geral I e II e Físico Química I e II. Buscamos identificar os diferentes modos de falar associados aos diferentes modos de pensar que caracterizam as zonas do Perfil Conceitual de Calor. Obtivemos como resultado que o conceito de calor é utilizado acessando idéias científicas e cotidianas.

Palavras chaves: Perfil conceitual, calor, ensino de química.

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS.....	7
1- INTRODUÇÃO.....	8
2- OBJETIVOS.....	10
2.1 Objetivo geral	10
2.2 Objetivos específicos	10
3- REFERENCIAIS TEÓRICOS.....	11
3.1 Os conceitos de calor e temperatura.....	12
3.2 Os Perfis conceituais	17
3.3 O Perfil Conceitual de Calor.	19
4- PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	24
4.1 Sujeitos da pesquisa.	24
4.2 O instrumento para a coleta de dados	25
4.3 Procedimentos para análise e apresentação dos resultados	26
5- RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1 Para você, o que é calor?.....	28
5.2 Para você, o que é temperatura?	32
5.3 Calor é diretamente proporcional à temperatura?	36
5.4 Existe mais de um tipo de calor?	38
5.5 Como você explica a utilização de uma blusa de lã pelas pessoas para diminuir a sensação de frio?.....	40
5.6 As concepções sobre o uso de um cobertor.....	44
5.7 Condições para que a água possa entrar em ebulição:.....	46
5.7.1 A temperatura da água contida no tubo de ensaio será menor, maior ou igual à temperatura da água do béquer?	47
5.8 A água do tubo de ensaio entrará em ebulição?	48
6- CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
APÊNDICE I.....	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Análise da questão, para você o que é calor?	28
Quadro 2: Análise da questão “O que é temperatura”?	33
Quadro 3: Análise da questão “Calor é diretamente proporcional á temperatura”?	36
Quadro 4: Análise da questão “existe mais de um tipo de calor?”	39
Quadro 5: Análise da questão “Como você explica a utilização de uma blusa de lã pelas pessoas para diminuírem a sensação de frio”?	38
Quadro 6: Análise da questão “Uma pessoa ao se cobrir com um cobertor afirma que o mesmo é bom pois impede que o frio passe através dele. Considerando o conceito científico de calor, esta afirmação é”: Correta, Errada ou Depende do material do cobertor?.....	41
Quadro 7: Análise da questão “A temperatura da água contida no tubo de ensaio será menor, maior ou igual à temperatura da água do béquer?”	43
Quadro 8: Análise da questão: “A água do tubo de ensaio entrará em ebulição?”	48

1- INTRODUÇÃO

Esta pesquisa foi desenvolvida como trabalho de conclusão de curso de Licenciatura em Química. O principal objetivo foi investigar e discutir sobre a utilização do Perfil Conceitual de Calor, proposto na literatura, pelos alunos da Licenciatura em Química da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM e se a utilização desse conceito se altera ao longo do curso.

Os conceitos de calor e temperatura são utilizados em diferentes contextos, e em diferentes momentos da nossa vida. Em muitas situações, esses conceitos são utilizados de forma indiscriminada e, por essa razão, muitas pessoas não são capazes de diferenciá-los. A construção e a utilização desses conceitos vêm sendo discutidas em pesquisas na área de ensino, havendo alguns trabalhos desenvolvidos voltados para construção de perfis conceituais e para as estratégias de ensino nas a abordagem e desenvolvimentos desses conceitos.

Para melhor compreender como se dá a construção dos conceitos na educação em ciência, Mortimer (1995, 2000) apresenta em meados dos anos noventa, a proposta de construção de perfis conceituais como uma forma de modelar a heterogeneidade do pensamento e da linguagem em salas de aula de ciências. O perfil conceitual foi inspirado no perfil epistemológico proposto por Bachelard (1936/1978, *apud* Amaral 2004). A noção de perfil conceitual compartilha com o perfil epistemológico a idéia de que um conceito pode estar disperso entre vários tipos de pensamentos filosóficos, estando as visões sobre um conceito relacionadas a um contexto particular. (Amaral, 2004, p.4).

O perfil conceitual é uma noção relacionada ao ensino e à aprendizagem de conceitos científicos e se fundamenta no princípio de que um conceito pode abranger uma diversidade de significados, que podem ser aplicados de acordo com o contexto (Mortimer, 1995). Assim sendo, o indivíduo pode desenvolver diferentes modos de ver e conceituar o mundo, a partir da própria experiência.

Uma pesquisa sobre o perfil conceitual de calor foi desenvolvida por Edenia Maria Ribeiro do Amaral, durante seu doutorado, buscando compreender quais as ideias dos alunos do Ensino Médio sobre os conceitos de calor e de equilíbrio térmico. O

desenvolvimento de trabalho com perfis conceituais se mostra dependente do contexto (i) histórico, (ii) de pesquisa em educação em ciência e (iii) de ensino de química (Amaral, 2004).

Neste trabalho de conclusão do curso em Licenciatura em Química, buscamos investigar, utilizando o que foi proposto pelo estudo de Amaral (2004), os diferentes modos de falar, associados aos diferentes modos de pensar, que caracterizam as zonas do Perfil Conceitual de Calor utilizado pelos alunos do curso de química da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, UFVJM, ao longo do curso de Licenciatura em química.

O trabalho foi constituído por três etapas: A primeira, uma revisão de literatura sobre os conceitos de calor e temperatura. Foram realizadas leituras dos trabalhos existentes na literatura, tendo como principal referência os trabalhos Amaral e Mortimer (2001) e a tese de doutorado de Amaral (2004). A segunda, a elaboração e aplicação de um questionário para alguns estudantes do curso de Licenciatura em Química da UFVJM. O questionário foi elaborado com perguntas contextualizadas, procurando valorizar aspectos cotidianos, a partir de questões fechadas e abertas. E a terceira etapa, a análise dos questionários, em que fizemos uma comparação da evolução do perfil conceitual dos graduandos ao longo de algumas disciplinas do curso.

Apresentaremos a seguir: (i) Os objetivos gerais e específicos do trabalho. (ii) O referencial teórico, em que apresentamos os conceitos de calor e temperatura no Ensino de Ciências e como se dá a construção e a utilização do Perfil Conceitual de Calor, dando ênfase nas abordagens das zonas conceituais. (iii) Os procedimentos metodológicos para o desenvolvimento do trabalho. (iv) Os resultados e a análise dos resultados. (v) As considerações finais.

2- OBJETIVOS

2.1- Objetivo geral

- Investigar os diferentes modos de falar, associados aos diferentes modos de pensar, que caracterizam as zonas do Perfil Conceitual de Calor utilizado pelos alunos do curso de química da UFVJM, ao longo de algumas disciplinas do curso de Licenciatura em Química. Para conduzir essa investigação, utilizamos como referências principais os trabalhos de Amaral e Mortimer (2001) e a tese de doutorado de Amaral (2004). Utilizamos ainda, outros trabalhos existentes na literatura, sobre as idéias de calor e temperatura presentes em situações de ensino de termoquímica.

2.2- Objetivos específicos

- Verificar o entendimento dos Licenciandos em Química da UFVJM sobre o conceito de calor e temperatura;
- Compreender como esses alunos utilizam esses conceitos e o Perfil Conceitual de Calor em situações cotidianas;
- Investigar se os licenciandos em química da UFVJM entendem (i) calor e temperatura como sendo diretamente proporcionais, e (ii) se existem diferentes tipos de calor.

3- REFERENCIAIS TEÓRICOS

Na literatura em Ensino de Ciências, existe certo consenso sobre a importância da educação científica na sociedade atual. Há também certa concordância sobre a ineficiência da maioria dos sistemas educacionais em promover um acesso igualitário e significativo aos conhecimentos científicos (Mortimer *et. al.* 2011).

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 esses autores, a aprendizagem de ciências corresponde não à memorização de um conjunto de conceitos abstratos, mas à construção de significados que são utilizados para interpretar a realidade. Dessa maneira, há de se considerar que a ciência não é uma forma homogênea de conhecer e falar, mas uma maneira em meio a outras de ver e interpretar o mundo.

Por essa razão, em um mesmo indivíduo podem coexistir diferentes significados para um mesmo conceito e serem utilizados em diferentes contextos. Inúmeras palavras "científicas" também são usadas em contextos cotidianos e, conseqüentemente, mostram vários significados que não são compatíveis com os pontos de vista científicos. Esse fato pode ser observado com o conceito de calor, utilizado em contextos: científico, cotidiano e tecnológico.

Para buscar compreender como se dá a construção e a utilização de conceitos, como o de calor, constrói-se um perfil conceitual que leva em consideração que um ou mais modos de pensar, compatíveis ou não com o conceito científico, estão presentes na construção do conceito pelo indivíduo (Mortimer *et. al.* 2011). Para os autores Mortimer; Amaral; Coutinho e Silva cada zona do perfil corresponde a uma forma de pensar e falar sobre a realidade, que convive com outras formas diferentes, num mesmo indivíduo. Dessa forma, a aprendizagem de um conceito não exige abandonar as concepções pré-existentes ao aprender as idéias científicas, pelo contrário, um mesmo conceito pode ter diferentes significados, utilizados em diferentes contextos.

Neste sentido, as pesquisas sobre perfis conceituais têm se mostrado úteis para a Educação em Ciências, pois auxiliam na proposição de um processo de ensino voltado

para a valorização das diversas concepções que podem ser atribuídas a um conceito. Dessa maneira, esse modelo propicia um aprendizado que colabora para a construção de uma visão mais adequada da ciência, e sua diferenciação na utilização em contextos científicos, tecnológicos e cotidianos. Uma maneira de entender o ensino e a aprendizagem das ciências que as tornam mais sensíveis à diversidade cultural e mais factíveis, 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., 2011).

Por outro lado, segundo a teoria dos perfis conceituais, a aprendizagem de ciências envolve dois processos interligados: ser introduzido a novas zonas de um perfil e tomar consciência desse perfil, relacionando as diversas zonas, inclusive aquelas de uso cotidiano com a de uso em contexto científico. Além disso, tomar consciência das diferentes zonas do perfil pode favorecer a autonomia no uso do conceito por dominar diferentes significados.

Segundo Silva (1995), as idéias que as pessoas têm a respeito do calor e temperatura são muito discutidas e apresentadas em diversas publicações, chegando a elaborar um conhecimento bem constituído, mas ainda se conhece pouco sobre a evolução temporal dessas idéias em situações de ensino.

3.1- Os conceitos de calor e temperatura

O estudo do calor é um dos mais antigos estudos realizados pela ciência. O fogo, considerado fenômeno de manifestação do calor, foi uma das primeiras e mais apreciadas conquistas do homem (SCHURMANN, 1946).

Mas afinal, o que é calor? Esse conceito assume diversos significados ao longo da história das ciências e, também, no cotidiano de cada um de nós. Ao consultar, em um conhecido dicionário da língua portuguesa, o verbete calor¹ obtivemos os seguintes significados:

CALOR - *sm* (Do lat. *calore*) 1.Sensação que se experimenta, em ambiente aquecido (pelo sol ou artificialmente), ou junto de um objeto quente e/ou que aquece. 2. Calma. 3. Qualidade ou estado de quente; quentura. 4.*Fig* Animação, vivacidade. 5.*Fig* Afabilidade, cordialidade. 6.*Fig* Sentimento de estima e/ou solidariedade. 7.*Fís* Forma de energia que se transfere de um sistema para outro em virtude duma diferença de

¹¹ Extraído do Aurélio em aplicativo de telefone celular

temperatura existente entre os dois, e que se distingue das outras formas de energia porque, com o trabalho, só se manifesta num processo de transformação. 8. *Bras. S. Brio, coragem.* 9. *Bras. MG V. Cio*

Podemos perceber que os significados atribuídos pelo dicionário para o conceito de calor são diversos, desde cotidianos até científicos. Portanto, não há uma resposta que seja única para a pergunta “o que é calor”.

As noções de “quente” e “frio” são evidentemente muito antigas, bem como o conhecimento de que, colocando em contato um corpo quente com outro frio, o que está frio esquenta, enquanto o que está quente esfria. Ao longo da história das ciências muitas foram as explicações dadas para esse fenômeno, assim como também muitos foram os significados atribuídos ao calor e que fazem parte do desenvolvimento ontológico e da construção social desse conceito.

Embora haja contestações quanto aos conceitos, Galileu (1564-1642 *apud* SILVA 1995) no final do século XVI inventou um instrumento prático para a medida de temperatura, um termoscópio. Joseph Black (1728-1799, *apud* SILVA 1995) fez estudos importantes sobre o comportamento do calor através da experimentação com o uso dos termômetros até então desenvolvidos. Ele é responsável pela origem do estudo da calorimetria, elucidando a diferença entre temperatura e quantidade de calor, que eram freqüentemente confundidos. Black (1728-1799) citado por Cardozo e Pereira (2005) verificou que:

Uma massa de mercúrio aquece muito mais rapidamente que uma massa igual de água, e que o mesmo pode-se dizer para o processo de esfriamento, chegando à conclusão de uma propriedade de matéria diferente da sua densidade, descobrindo assim o conceito de calor específico, chamado por ele de capacidade para calor, assim como também descobriu o conceito de calor latente. Cardozo e Pereira, (2005; p. 4)

Era conhecido o fato de que dois corpos que se encontram inicialmente com temperaturas diferentes evoluem suas temperaturas para uma de mesmo valor. Esse estado que os corpos atingem, chamado equilíbrio térmico, levou a pensar que eles deveriam possuir alguma substância que o corpo de maior temperatura deveria perder e que o corpo de menor temperatura deveria ganhar, ou seja, uma teoria do calor como matéria que seria a substância trocada entre esses corpos. (CARDOZO e PEREIRA, 2005).

O entendimento dos conceitos de calor e temperatura se faz necessário, devido à relação entre esses dois conceitos. Segundo Silva:

Os conceitos de calor e de temperatura são distintos pelo aspecto de o primeiro ser uma grandeza extensiva, isto é, depende ou é proporcional à massa do corpo (ou sistema) e pode ser definido como sendo a energia transferida de um sistema a outro, quando há uma diferença de temperaturas. A temperatura, por sua vez, é uma grandeza intensiva, ou seja, independente da massa. É, também, uma grandeza média e macroscópica, expressando (juntamente com o volume e pressão) o estado físico de um corpo; estando associada à energia de vibração de um corpo. Silva (1995; p. 51)

Segundo Silva (1995), o conceito de calor e temperatura pode ser resumido por várias concepções alternativas, tais como:

- Calor é entendido como uma substância, uma espécie de fluido, como às vezes o frio ganha uma conotação semelhante e contrária;
- Temperatura é a medida do calor de um corpo;
- Calor também está associado às temperaturas altas;
- Os conceitos de calor e temperatura são usados como sinônimos. Usa-se também o conceito de temperatura como sinônimo de energia.

O conceito de calor foi construído a partir de vários estudos realizados no decorrer dos anos e com participação de vários pesquisadores. Silva em sua tese (1995) descreve pontos importantes para o entendimento de calor e temperatura e como esses conceitos foram desenvolvidos.

Apresentamos a seguir alguns aspectos relacionados aos conceitos de calor e temperatura.

Calor

Silva (1995) apresenta em sua tese uma abordagem histórica sobre a construção do conceito de calor. Segundo o autor, em uma obra proposta por LUCRÉCIO (aproximadamente. 95-55 A.C), aparecem duas substâncias distintas, o calor que está no sol e o frio que está nos rios. Também o fogo, composto por uma substância sutil, pode transferir-se pelos poros da matéria. Já calor era considerado como estado de movimento das moléculas (AGABRA, 1986, apud SILVA 1995). Interpretações feitas por autores ingleses do séc. XVIII atribuíam a LUCRÉCIO a consideração do calor

como estado de movimento das moléculas, o que não parece ser exato, devendo ser um exagero (HOPPE, *apud* SILVA 1995).

Galeno (129-200), em seu tratado de Medicina, propõe a representação do calor e do frio por meio de uma escala de graus numéricos. Nesta escala, o ponto zero correspondia a um "calor neutro" que não era nem frio nem quente. Como o único meio de "medida" era a sensação, Galeno havia determinado como "calor neutro" a mistura de água fervendo e de gelo. (SILVA, 1995).

Na atualidade, Gonçalves e Toscano (*apud* PEREIRA e CARDOSO, 2005) definem calor como uma energia em transferência de um corpo que possui maior agitação térmica para um corpo de menor agitação térmica até que surja um equilíbrio térmico entre eles.

É muito comum ouvir pessoas falando que estão com calor. No entanto, fisicamente falando, essa fala é equivocada. Calor é definido como sendo energia térmica em trânsito, que flui de um corpo para outro em razão da diferença de temperatura existente entre eles, sempre do corpo mais quente para o corpo mais frio. Contudo, no cotidiano podemos definir algumas concepções para calor e temperatura: (i) existem dois tipos de 'calor': o quente e o frio, (ii) o calor é diretamente proporcional à temperatura. De acordo com essas idéias, um corpo quente possui calor enquanto um corpo frio possui frio. (MORTIMER e AMARAL, 1998).

O conceito de calor é polissêmico e assume diferentes significados, tanto científicos como cotidianos, por isso tem sido objeto de diversos estudos, de forma a buscar compreender como se desenvolvem tais conceitos e diferenças para definição do calor, contendo por trás da idéia que um corpo pode conter calor, ou seja, de que calor e frio são atributos dos materiais. (MORTIMER E AMARAL, 1998).

O conceito de calor já foi estudado em muitos trabalhos de pesquisa na área de educação em ciências, os quais discutem aspectos variados como concepções espontâneas dos estudantes, dificuldades de aprendizagem, propostas de estratégias de ensino, História da Ciência e outros. Pesquisas que consideram os aspectos energéticos das reações químicas apontam para as dificuldades que os alunos têm em relação à aprendizagem do conceito de energia e seus correlatos, ou ainda, dificuldades quanto à aprendizagem de um grande número de conceitos abstratos como, calor, energia, temperatura e energia de ligação. (AMARAL e MORTIMER, 1998).

Podemos perceber que na literatura existem varias definições a respeito destes conceitos que nos levam a um melhor entendimento. Porém ainda associamos as definições de calor e temperatura como sendo sinônimos. A seguir apresentaremos algumas considerações sobre o conceito de temperatura.

Temperatura

Silva (1995) aborda o conceito de temperatura, apresentando as ideias de GALENO, apresentando-o responsável pelo início da evolução do conceito de temperatura, em seus estudos sobre a medicina. Tendo sua obra como principal guia médico por muitos séculos encontrando-se até no séc. XVI considerações sobre o funcionamento do coração e a circulação do sangue baseadas nas suas idéias. Somente quando sua obra foi descrita no latim dos séculos XI e XII, com o envolvimento da mistura de graus de calor foi traduzida pelo termo correspondente: tempera (temperatura). Assim, a idéia de temperatura é atribuída primeiramente a GALENO, consistindo numa tentativa de estabelecer um padrão de medida para a mistura entre o quente e o frio no corpo humano.

A temperatura é vista pelos alunos como a medida de calor de um corpo e o calor associado às altas temperaturas (SILVA, 1995).

Amaral e Mortimer (1998) apresentaram as idéias de LAVOISIER (1743-1794), em que um corpo de maior temperatura possuía mais caloria do que um corpo de menor temperatura. O calor, como fluxo de energia, conseqüentemente, passa de um corpo com maior temperatura para outro a uma temperatura menor, quando os dois estão em contato.

Segundo Kapp e Nunes Kapp

A temperatura é uma grandeza física comumente associada às noções de frio e quente. No entanto, mesmo entre os estudantes que ingressam em cursos superiores é comum aqueles que têm dificuldade de definir tal grandeza. Em uma descrição do ponto de vista microscópico, ela é definida como a *medida da energia cinética* associada à *vibração* das partículas (em um sólido) ou ao movimento das partículas (em um gás). Kapp e Nunes Kapp (2010; p. 3)

No nosso dia a dia, algumas vezes, também definimos temperatura por meio da sensação. Ao tocarmos um corpo, sentimos se ele está quente ou frio. Assim, definimos a temperatura por meio da sensação térmica quando tocamos em certo objeto e

determinamos se este está com temperatura maior ou menor que o nosso corpo. “As sensações táteis de “quente” e de “frio” nos transmitem a primeira noção de temperatura. Costumamos dizer que quanto mais quente é um corpo, maior é a sua temperatura”. (MARQUES e ARAÚJO; 2009. P.11).

Temperatura pode ser expressa por Kelvin (K), grau Celsius (°C) e Fahrenheit (°F), no Brasil geralmente a temperatura é expressa em °C, pois utiliza-se do ponto de fusão da água como referência. O “zero absoluto” é como é chamada a temperatura na qual a vibração das moléculas cessaria, e somente se trata de uma previsão teórica, pois nunca foi de fato alcançada até hoje, embora tenha-se chegado a décimos deste valor. Para transformar de K para °C subtrai-se 273 (Kapp e Nunes- Kapp, 2010).

3.2- Os Perfis conceituais

A noção de perfil conceitual foi desenvolvida por Mortimer (1994:2000) inspirada no perfil epistemológico de Bachelard e adaptada para investigar como determinados conceitos são desenvolvidos e utilizados pelos sujeitos. Trata-se "de um modelo teórico e ferramenta metodológica para analisar as idéias dos alunos acerca de conceitos científicos e a evolução conceitual em sala de aula" (Amaral, 2004, p.12).

A noção de perfil conceitual, proposta por Mortimer (1995, 2000), pode ser usada para a estruturação das idéias relativas a um determinado conceito como também para descrever a evolução das idéias, tanto no espaço social da sala de aula como nos indivíduos, como consequência do processo de ensino. Ao discutir sobre constituição de perfil conceitual, o autor apresenta as proposições de Vigotski, determinando as zonas do perfil a partir de diferentes domínios:

(i) Genético: Segundo Vigotski, genética não é algo que vem da experiência, e sim do nosso espírito desde quando nascemos. A genética não é transmitida ou dada por alguém como algo pronto e acabado. Vigotski entende que todo conhecimento depende de uma matriz genética que interage com o meio sócio-cultural em que o sujeito está inserido. Vigotski buscou explicar como o indivíduo se desenvolve pela internalização de processos sociais e como as características tipicamente humanas do comportamento se desenvolvem, ao longo da história do homem, levando em conta as interações sociais, tanto as mais imediatas quanto as mais amplas. Para compreender o desenvolvimento de funções mentais superiores como a atenção voluntária, a memória

lógica, a capacidade de abstração, controle consciente das ações e capacidade de pensar conceitualmente, é necessário estudá-las em diferentes domínios genéticos. Tais domínios são a filogênese, a ontogênese e a história sociocultural.

(ii) Sócio histórico: A psicologia sócio histórica traz em seu contexto a concepção de que todo homem se constitui como ser humano pelas relações que estabelece com os outros e com o meio em que vivemos. Desde o nosso nascimento, somos socialmente dependentes dos outros e entramos em um processo histórico que, de um lado, nos oferece os dados sobre o mundo e visões sobre ele e, de outro lado, permite a construção de uma visão pessoal e com o meio que está inserida, fazendo com que tenhamos interação sobre este mesmo mundo.

(iii) Ontogenético: É entendido como o conjunto de transformações que ocorrem no indivíduo desde a sua concepção até a sua vida adulta. A ontogênese equivale ao desenvolvimento de cada ser dentro de sua espécie, ou seja, a trajetória de vida da espécie se coloca com limitação e característica que são peculiares à espécie, sendo que cada membro da espécie se desenvolve e se constrói nessa determinada trajetória.

(iv) Microgenético. Para Vigotski, o domínio microgenético de desenvolvimento cognitivo está relacionado à formação de processos psicológicos no curso de alguns minutos ou segundos. Vigotski argumenta, entretanto, que a abordagem microgenética deve associar-se à análise do macro-contexto sócio cultural de desenvolvimento, a fim de que possamos identificar o significado das ações e processos mentais humanos.

O perfil conceitual toma por base a idéia de que as pessoas podem exibir diferentes formas de ver e representar a realidade a sua volta e que a construção de novas idéias possa ocorrer independentemente das idéias prévias. “O perfil conceitual para um determinado conceito é constituído de diferentes zonas e distribuído segundo uma ordem genética, sendo que cada uma delas tem uma complexidade maior do que as anteriores” (Amaral, 2004 p. 11).

A noção de perfil conceitual prevê que, ao longo do seu processo de aprendizagem, o aluno vai construindo o sentido e o significado de concepções relativas a um mesmo conceito. Ou seja, o aluno pode criar uma concepção referente daquilo que está sendo estudado e, a partir daí, elaborar uma representação mental que se faz desta idéia.

3.3- O Perfil Conceitual de Calor.

Em um de seus trabalhos, Amaral e Mortimer (1998) propuseram as Zonas para o perfil conceitual de calor, sendo elas: (i) Idéias de calor emergentes das sensações, (ii) Calor Animista, (iii) Calor Substancialista, (iv) diferenciação de calor e temperatura e (v) O conceito científico de calor como sendo proporcional à diferença de temperatura entre dois corpos. Apresentamos a seguir cada uma dessas zonas como propostos pelos autores.

(i) Idéias de calor emergentes das sensações: os autores atribuem essa zona do perfil conceitual como sendo as idéias de Calor nascidas das sensações de quente e de frio, de acordo com as noções de calor advindas da origem e uso do fogo como fonte de calor.

A idéia de calor, desde os seus primórdios, está relacionada à idéia de quente. Desta forma, a primeira noção de calor está ligada à sensação térmica de quentura, considerando a relação de contrários na mente infantil, onde o frio é o contrário do quente e também contrário de calor. Para crianças de 8-9 anos, o “calor” é usado em termos de um “estado de quentura”.

Passar pela experiência das sensações do quente e do frio não produz necessariamente uma reflexão sobre a natureza do calor. Conseqüentemente, as idéias geradas de posturas irrefletidas podem se enquadrar num tipo de obstáculo que Bachelard (1996; *apud Amaral 2001*) chama da “primeira experiência”. Para o autor, o obstáculo inicial à cultura científica aparece com a primeira experiência: “repleta de imagens, é pitoresca, concreta, natural, fácil”. (AMARAL e MORTIMER, 2001, P.4)

Para além das sensações, idéias sobre a natureza do calor foram sendo desenvolvidas ao longo da história humana, o calor como átomos móveis que escapavam dos corpos muito quentes são apresentadas desde Platão (427-347 a.C.), que distingue o fogo, que penetra a matéria, do seu efeito, o calor, considerado como o movimento das pequenas partes da matéria.

(ii) Calor Animista: Algumas idéias sobre a natureza do calor se baseiam em atribuir um caráter anímico (o que se sente, porém não se vê) à matéria. O calor é considerado como atributo dos materiais e estes podem manifestar “vontades” quanto a sua transferência. Nesta zona, pode-se perceber a idéia do fogo vinculada à idéia de vida. Consiste na abstração e na intuição do pensamento para determinado conceito. Além disso, procura dar forma a um conceito, atribuindo-lhe uma visão falsamente simples e

clara. Esses obstáculos carregam características que podem ser observadas no realismo ingênuo, quando se explica um conceito por aquilo que se vê.

A noção de calor e os processos de transferência de calor ou de “frio” também podem estar relacionados à idéia de calor como uma substância com capacidade de penetrar a matéria. Historicamente, essa última idéia apresenta muita força e perdura por séculos nos estudos científicos. O obstáculo animista foi muito visível nos séculos XVII e XVIII e quase que totalmente superado pela física do século XIX, enquanto que o obstáculo substancialista constitui-se num “dos mais difíceis obstáculos a superar, porque está apoiado numa filosofia fácil”. Para o autor, a idéia de substância e a idéia de vida, entendidas de modo ingênuo, são obstáculos fundamentais à construção de um pensamento científico.

No contexto animista, a atribuição de “vida” pode ser feita ao calor, considerado como uma entidade que se movimenta por suas próprias forças. Em outros momentos, o comportamento animista é atribuído ao objeto ou material que “deseja” receber ou perder calor. É importante ressaltar que, em meio às idéias animistas, aparece a idéia de calor como uma substância que pode penetrar os materiais, o que torna difícil uma distinção entre o obstáculo animista e o obstáculo substancialista do conceito. Uma possível diferença é que, para a idéia animista, o calor seria pensado como substância viva, o que faz do animismo uma forma de categorização subordinada à zona substancialista. (AMARAL. 2004, P. 4)

A idéia substancialista, que será apresentada a seguir, considera calor como sendo uma substância na qual podem ser distinguidos calor quente e calor frio.

(iii) Calor Substancialista: Nessa zona do perfil, o calor é compreendido como uma substância, uma espécie de fluido, sendo o frio de conotação semelhante e contrária (Silva, 1995). Como foi mostrado anteriormente, os alunos apresentam idéias de calor “quente” e calor “frio” e desta forma podem pensar que o corpo quente possui calor e o corpo frio possui frio, podendo, conseqüentemente, haver processos de transferência de calor e de frio, o que não faz sentido no pensamento científico dos nossos dias (Mortimer e Amaral, 1998).

Erickson (1985 *apud*, Mortimer *et Al*, 2011) também identifica idéias em crianças mais jovens e parte das crianças mais velhas, segundo as quais o calor é pensado como igual a um corpo ou substância quente ou como sendo despreendido de uma fonte de calor. Quando pensam no calor como transferência de energia, os alunos, algumas vezes, tratam-no como substância e usam expressões do tipo “fumaças”,

“raios” ou “ondas”. Esses termos podem ter emergido da observação direta de alguns fenômenos, tais como, a “fumaça” saindo de uma torradeira elétrica ou “ondas de calor”.

Estas concepções vêm desde o desenvolvimento histórico. No entanto, esta distinção não é tão clara, porque à medida que podemos distinguir o conceito de calor como sendo quente, ao mesmo tempo não conseguimos vê-lo.

Nos pontos anteriores abordados, percebemos idéias diferentes: No (i) possui idéia de calor relacionada à idéia de coisas quentes. Neste caso o perfil conceitual de calor está relacionado com a sensação térmica de quentura. No (ii) o comportamento animista é atribuído ao objeto ou material que “deseja” receber ou perder calor. Para a idéia animista, o calor seria pensado como substância viva. No (iii) 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.

(iv) Diferenciação entre calor e temperatura

Segundo Amaral e Mortimer (2001), o desenvolvimento do termômetro, feito por Daniel Fahrenheit (1686-1736), possibilitou que fosse possível obter uma mesma medida repetidas vezes.

Em 1741, Celsius (1701-1744) construiu um termômetro adotando uma escala com cem divisões entre os pontos de fusão do gelo e de ebulição da água. Esta escala foi adotada e divulgada pela Comissão de Pesos e Medidas criada durante a Revolução Francesa em 1794. Contudo, foi constatado que o surgimento do termômetro reforçou a teoria substancialista do calor (SILVA, 1995, p. 39, 40).

No entanto, foi o aperfeiçoamento dos termômetros que permitiu a realização de experiências como as de Black, em 1760, nas quais a distinção entre temperatura e calor proporcionou um salto qualitativo e quantitativo em relação aos trabalhos posteriores. Para Chi (1992), quando Black faz a diferenciação entre temperatura e calor, o conceito de calor muda de categoria ontológica e guarda uma relação apenas superficial com a idéia anterior de calor (não diferenciado da temperatura) relacionado à sensação de quente. Essa mudança de ontologia não resulta, entretanto, numa distinção nítida dentro da sua categorização uma vez que, apesar de o calor não ser mais associado às

sensações, ele ainda é relacionado às temperaturas altas e pode ser pensado como uma substância. No entanto, percebe-se que a idéia de calor adquire um status mais científico e o seu tratamento através de medidas permite grandes avanços. (AMARAL e MORTIMER, 1998, p. 8).

Ao trabalhar com a sensação de quente e frio, os estudantes são estimulados a pensar que as sensações nem sempre correspondem a uma diferença real de temperatura, o que é explicado recorrendo-se a conceitos como condutividade térmica e calor específico (MORTIMER E AMARAL, 2001).

Com os trabalhos apresentados anteriormente, percebemos que os pesquisadores fazem associação de calor com altas temperaturas; no entanto fazemos esse conceito na vida cotidiana: dizemos que faz calor quando a temperatura está alta.

Segundo Amaral (2004 *apud* Mortimer, 1995), a noção de perfil conceitual estabelece que um único conceito possa estar disperso entre vários tipos de pensamento filosófico e apresentar características ontológicas também diversas, de forma que qualquer pessoa pode possuir mais de uma forma de compreensão da realidade, que poderá ser usada em contextos apropriados.

Nessa zona do perfil, os sujeitos conseguem identificar que o calor não está diretamente relacionado à temperatura e sim à diferença de temperatura entre os corpos.

A idéia de que o calor é diretamente proporcional à temperatura tem sua origem na maneira como lidamos com 'calor' na vida cotidiana. No nosso dia a dia, usamos expressões que podemos perceber isto como, por exemplo, um dia que está quente falamos que está fazendo muito calor, no entanto a pessoa com quem falamos consegue entender o que queremos dizer. O calor poderá ser visto como uma forma de energia que se manifesta a partir do contato entre dois corpos às temperaturas diferentes, fluindo do corpo de temperatura mais elevada para o de temperatura mais baixa. Não necessariamente por contato, mas também por radiação onde se usa a palavra calor para expressar a temperatura do ambiente. A partir disso, se deduz que as sensações de quente e frio que temos também não são sensações de calor e sim de temperatura.

(V) O conceito científico de calor como sendo proporcional à diferença de temperatura entre dois corpos: Essa zona de perfil é apresentada como uma forma de energia relacionada ao movimento cinético de partículas microscópicas e o tratamento matemático do calor como energia associada com o movimento molecular. A idéia de

calor como uma forma de energia presente em processo é uma categoria ontológica diferente de considerá-lo uma substância. Nessa zona, o calor é considerado como energia em trânsito, Araújo e Mortimer (2009).

Amaral e Mortimer (2001) ressaltam ainda que diferentes zonas desse perfil podem ser utilizadas nos diferentes contextos. Em contextos cotidianos, por exemplo, podemos utilizar o conceito de quente e frio sem pensar em termos científicos.

Segundo Mortimer *et al.* (2012) se o professor ajuda o aluno a tomar consciência de seu perfil conceitual de calor e temperatura depois de aprender o ponto de vista científico, ele pode compreender em que contextos da vida diária o ponto de vista cotidiano poder ser mais bem aplicado e em que situações o conceito científico é melhor utilizado. Ao entender o conceito científico, o estudante pode compreender melhor o conceito de calor como um processo de transferência de energia entre sistemas a diferentes temperaturas, mas sem necessidade de abandonar o conceito de calor do cotidiano como sendo de natureza substancialista.

4- PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Apresentaremos, neste capítulo, os métodos utilizados no desenvolvimento dessa pesquisa, cujo principal objetivo foi investigar as concepções de calor e temperatura utilizadas por alunos de diferentes períodos do curso de Licenciatura em Química da UFVJM.

Primeiramente, realizamos uma revisão bibliográfica e discutimos os conceitos relacionados ao perfil conceitual de calor e temperatura. Buscamos na literatura, artigos, livros e teses para investigar na história da ciência, como se dá a evolução desses conceitos, procurando identificar algumas das concepções apresentadas.

Para a realização da pesquisa, utilizamos como instrumento para coleta de dados um questionário com questões fechadas e abertas, elaborado a partir das pesquisas realizadas. A análise dos dados foi realizada empregando métodos qualitativos e quantitativos.

Segundo Oliveira (2010), a pesquisa qualitativa diz respeito a um estudo que busca explorar os dados, podendo apresentar regularidades para criar um profundo e rico entendimento do contexto pesquisado. Já a pesquisa quantitativa é mais adequada para apurar opiniões e atitudes explícitas e conscientes dos entrevistados, pois utilizam instrumentos padronizados (questionários). São utilizados quando se sabe exatamente o que deve ser perguntado para atingir os objetivos da pesquisa.

4.1- Sujeitos da pesquisa.

Os sujeitos da pesquisa foram compostos por alunos do curso de Licenciatura em Química da UFVJM de quatro turmas: Turma (A) Química geral I, turma (B) Química geral II, turma (C) Físico Química I e turma (D) Físico Química II.

A **turma A** é do primeiro período do curso e possui 44 alunos. Destes, 36 responderam ao questionário. Onze alunos não compareceram à aula no dia em que foi aplicado o questionário.

A **turma B** é do segundo período do curso e possui 19 alunos. Apenas 14 responderam ao questionário.

A **turma C** é do quinto período do curso e possui 13 alunos. Dez responderam ao questionário.

A **turma D** é do sexto período e possui 8 alunos². Cinco responderam ao questionário.

Dos 83 alunos matriculados nas turmas pesquisadas, obtivemos um total de 65 alunos participantes da pesquisa.

Foram escolhidas essas turmas por trabalharem, em algum momento, os conceitos de calor e temperatura.

4.2- O instrumento para a coleta de dados

Como método de coleta dos dados, elaboramos um questionário (APENDICE 1) para investigar a utilização das diferentes zonas do perfil conceitual pelos alunos. O questionário constituiu-se de sete questões, entre elas questões fechadas e abertas. Elaboramos questões contextualizadas com o objetivo de investigar a utilização dos conceitos de calor e temperatura, em diferentes contextos, ao longo da formação dos alunos em Licenciatura em Química. O mesmo questionário foi aplicado para todas as turmas.

O questionário é uma das técnicas de coletas de dados em que é apresentado aos participantes um número de questões por escrito, com o objetivo de propiciar determinado conhecimento ao pesquisador. É um instrumento de investigação que visa recolher informações na pesquisa de um grupo representativo da população em estudo (OLIVEIRA, 2010).

Após a elaboração do questionário foi agendado com os professores regentes das turmas uma data e horário para sua aplicação. Assim, os alunos responderam ao questionário durante uma das aulas, na presença do pesquisador. Na discussão dos dados os alunos foram identificados por números, atribuídos aleatoriamente. Assim asseguramos aos alunos a confidencialidade, privacidade e sigilo em relação à identificação nos dados coletados.

² O autor deste trabalho era um dos alunos da turma D na ocasião da realização da pesquisa.

4.3- Procedimentos para análise e apresentação dos resultados

Para a análise dos dados, foi utilizada a análise do conteúdo das respostas nos questionários. Segundo Oliveira *et al.* (2003) análise de conteúdo é um conjunto de técnicas de exploração de documentos que procura identificar os principais conceitos ou os principais temas abordados em um determinado texto, na qual os pesquisadores separam palavras, frases que se repetem e que tenham significados semelhantes.

Após a aplicação dos questionários, realizamos uma leitura prévia das respostas fornecidas pelas turmas. A seguir, criamos categorias de respostas a partir de um processo iterativo com os dados, contemplando as respostas fornecidas e relacionando-as com a literatura utilizada. Após a criação das categorias foi feita uma análise das respostas dadas pelos sujeitos. Tabulamos essas respostas e, a seguir, calculamos os percentuais de respostas dadas pelos sujeitos em cada categoria. Finalmente, transcrevemos algumas respostas para exemplificar as categorias propostas e discutimos os resultados obtidos.

Os dados obtidos foram organizados em tabelas criadas para cada questão, em que são apresentadas as categorias e os dados de frequência de respostas e percentuais para cada turma. As categorias foram enumeradas de forma aleatória, para que fosse possível um entendimento mais amplo e para facilitar a discussão dos dados. Percebemos que surgiram algumas categorias iguais em diferentes questões.

Para os dados percentuais de algumas questões, em algumas turmas, os valores ultrapassaram 100%. Isto se deve ao fato de que alguns alunos utilizaram mais de uma categoria para responderem a uma mesma questão. Para o cálculo dos percentuais de respostas, em cada categoria, foi utilizado o método de regra de três simples. Contudo não levamos em consideração os alunos que se abstiveram de responder à questão. Ao desconsiderar os alunos que não responderam, o total de alunos que responderam é 100% considerado e o número total de respostas em determinada categoria é X. Na primeira pergunta, por exemplo, há 36 alunos na turma A. Como um deles não respondeu a questão, então 35 sujeitos são 100% e 9 sujeitos são 25,7%.

Devido à grande variação do número de alunos nas turmas (A, 36 questionários, e D, apenas 5), maiores percentuais na turma menor podem corresponder

a um número menor de alunos em relação à turma maior. Como exemplos podemos citar a categoria transferência de energia. Na turma A, obtivemos dez respostas, o que equivale a 28,6% do total para essa turma. Já na D, duas respostas correspondem a 40% do total.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse capítulo, apresentaremos os resultados obtidos para as questões propostas no questionário (APÊNDICE 1) e as análises para esses resultados, de acordo com o método da Análise de Conteúdo. Cada seção corresponde a uma questão proposta.

5.1- Para você, o que é calor?

Primeiramente, perguntamos aos sujeitos “O que é calor?”. Os dados obtidos são apresentados na tabela a seguir.

Categoria		Turma A		Turma B		Turma C		Turma D	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
1	Sensação térmica.	9	25,7	* ³	0	*	0	1	20,0
2	Equivalente à temperatura.	7	20,0	1	7,7	*	0	*	0
3	Transferência de energia.	10	28,6	4	30,8	6	75,0	2	40,0
4	Calor como quente.	2	5,7	*	0	*	0	*	0
5	Calor como uma substância.	1	2,9	1	7,7	*	0	*	0
6	Agitação ou movimento das moléculas/partículas.	1	2,9	1	7,7	1	12,5	2	40,0
7	Energia.	8	22,9	6	46,1	1	12,5	*	0
8	Outros	4	11,4	1	7,7	1	12,2	1	20,0
9	Não responderam	1	2,8	1	7,1	2	20,00	*	0
10	TOTAL	42	120,1	14	107,7	9	112,2	6	120

Quadro 1: Análise da questão, para você o que é calor?

A partir da análise das respostas apresentadas pelos sujeitos para a questão “o que é calor?”, observamos que 25,7% dos alunos da turma A e 20% dos alunos da turma D, consideram calor sendo (1) sensação térmica. Para esta categoria, obtivemos nove

³ O asterisco representa que não houve utilização dessa categoria para esta turma.

respostas da turma A e uma resposta da turma D. Na turma D, o percentual foi alto devido à pouca quantidade de alunos na turma. E nas outras turmas não foi utilizada essa categoria de respostas.

Sensação térmica corresponde à utilização de uma percepção sensorial em que se utiliza o corpo humano para estimar a temperatura de um corpo ou objeto. É uma indicação da percepção da temperatura, que pode diferir da temperatura real devido a fatores climáticos que afetam a transferência de calor entre o corpo e o ar, como a umidade, densidade e a intensidade do vento. Alguns exemplos da utilização desta categoria:

A 31⁴: “Sensação térmica sentida em um certo ambiente”.

D 02: “É a sensação térmica de um determinado objeto, frio ou quente”.

Percebemos que a utilização do conceito de calor como sensação térmica é mais freqüente para os alunos no início do curso do que para turmas de períodos mais avançados.

Na categoria (2) “calor equivalente à temperatura”. É a grandeza física associada ao estado de movimento ou à agitação das partículas que compõem os corpos e está associado a “quente e frio”. Somente sujeitos das turmas A e B utilizaram calor como sendo equivalente à temperatura. Observamos que 20% dos sujeitos da turma A e 7,7% da turma B utilizaram a categoria 2. Segundo (MARQUES e ARAUJO; 2009. P.11) “quanto mais quente é um corpo, maior é a sua temperatura”. Temos como exemplo para esta categoria:

Exemplo de resposta:

A 17: “A temperatura, em si”.

B 04: “Variação de temperatura, ocasionada por uma energia externa, ou interna”.

Em ambos os exemplos, é possível observar que o calor está sendo utilizado como sinônimo para temperatura.

Na categoria (3) “Transferência de energia”, percebemos que todas as turmas utilizaram esta categoria tendo um percentual de 28,6% na turma A, 30,8% na turma B, 75% na turma C e 40% na turma D. Como exemplo desta categoria, podemos destacar:

⁴ A notação das respostas dos alunos corresponde a uma letra seguida de um número. A letra representa a turma e o número o aluno. Esse número foi atribuído aleatoriamente.

A 23: “Calor é a energia térmica em trânsito de um corpo para o outro devido unicamente a uma diferença de temperatura”.

B 11: “Energia térmica em trânsito de maior temperatura para a de menor temperatura”.

C 08: “energia que pode ser absorvida ou transferida de um corpo”.

D 05: “é a transferência obtida de um corpo de maior temperatura para um de menor temperatura, até que se entre em equilíbrio”.

A utilização de calor como transferência de energia corresponde à definição do uso do conceito de calor como proposto pela ciência. Acreditamos que, por essa razão, seja essa a categoria mais utilizada em todas as turmas. Percebemos que a maior porcentagem nessa categoria é de sujeitos que estão em períodos mais avançados no curso.

Na categoria (4), temos “calor como quente”, poucos sujeitos utilizaram esta categoria, sendo observada apenas na turma A, possuindo um percentual de 5,7%. Para esse conceito de calor, podemos citar como exemplo de resposta:

A 07: “Calor é o aumento da temperatura, o aquecimento do ar”.

Podemos observar que apenas os alunos da turma do primeiro período do curso utilizaram essa categoria.

Na categoria (5), temos “calor como uma substância”. Segundo Silva (1995), o calor está associado a substância. Segundo ele, podemos resumir as concepções alternativas sobre os conceitos enfocados como: Calor é entendido como uma substância, uma espécie de fluido. Para este conceito, temos 2,9% dos sujeitos da turma A e 7,7% dos sujeitos da turma B. Para esta categoria, podemos citar como exemplos:

A 33: “É energia armazenada em um corpo ou objeto”.

B 03: “Calor é algo que está no nosso corpo, e é muito importante para a nossa sobrevivência”.

Podemos observar que os termos “armazenar” e a idéia de calor como “algo que está no nosso corpo” remetem ao calor como algo material, portanto uma substância.

Na categoria (6), temos calor como “Agitação ou movimento das moléculas/partículas”. Embora com percentual baixo, essa categoria foi contemplada em todas as turmas. Possuindo 2,9% dos sujeitos da turma A, 7,7% dos sujeitos da turma B, 12,5%

dos sujeitos da turma C e 40% dos sujeitos da turma D. Podemos observar que o uso dessa categoria aumenta ao longo do curso. Como exemplo para esta categoria, podemos citar:

A 29: “Calor é a energia liberada quando as moléculas de uma substância encontram-se agitadas”

B 09: “o calor é medido através da agitação das moléculas”.

C 01: “É o estado de agitação das moléculas. Energia em movimento”.

D 04: “É definido como o movimento caótico das partículas”.

Categoria (7) “energia”. Esta categoria foi utilizada por sujeitos das turmas A, B e C, sendo 22,9% da turma A, 46,1% da turma B e 12,5% da turma C. Os alunos definem calor como sendo alguma forma de energia. Como exemplo, podemos citar:

A 10: “É uma forma de energia”.

B 07: “É a energia gasta pelo corpo, e pode ser medida pelo calorímetro”.

C 02: “Não existe uma definição específica de calor, ele pode estar relacionado a vários fatores, como a energia envolvida no sistema”.

Nessa categoria, obtivemos um percentual alto, possuindo um maior número de respostas na turma B. Na turma D, não obtivemos resposta nesta categoria. Podemos observar que os sujeitos possuem um conceito de calor como sendo energia em trânsito, e não energia de forma absoluta.

Na categoria (8), denominada outras respostas. Nela, enquadrámos respostas que não são adequadas às demais categorias. Os percentuais de respostas foram 11,4% dos sujeitos da turma A, 7,7% dos sujeitos da turma B, 12,2% dos sujeitos da turma C e 20% dos sujeitos da turma D. Podemos citar como exemplo:

A 05: “É a sensação provocada pelos raios ultravioleta”.

B 08: “Calor é o que está fornecendo a solução”.

C 05: “Calor pode ser como uma função de estado, onde esta ocorre no sistema em determinadas condições”.

D 3: “É a capacidade térmica de um sistema, de um objeto, etc”[...]

Na categoria (9) “Não responderam”. Obtivemos percentual nas turmas A 2,8% dos sujeitos, turma B 7,1% dos sujeitos e turma C 20% dos sujeitos.

Podemos perceber que o número, em termos percentuais para cada uma das turmas, ultrapassou 100%. Na turma A, temos um percentual de 120,1%, turma B

107,7%, turma C 112,2% e na turma D 120%. Isso acontece por que alguns sujeitos apresentaram uma resposta que pode contemplar mais de uma categoria, como nos seguintes exemplos:

A 07: “Calor é o aumento da temperatura, o aquecimento do ar (sensação térmica)”.

Essa resposta contempla mais de uma categoria “Sensação térmica”, “Equivalente à temperatura” e “Calor como quente”

A 02: “É a sensação térmica gerada pela temperatura”.

Esse exemplo se enquadra nas categorias “Sensação térmica” e “Equivalente à temperatura”

B 04: “Variação de temperatura, ocasionada por uma energia externa ou interna”.

Esse exemplo se enquadra nas categorias “Equivalente à temperatura” e “Energia”

C 01: “É o estado de agitação das moléculas. Energia em movimento”.

Esse exemplo de resposta contempla as categorias “Transferência de energia” e “Agitação das moléculas/ partículas”

D 02: “É a sensação térmica de um determinado objeto, frio ou quente”.

Esse exemplo de resposta contempla as categorias “Sensação térmica” e “Agitação das moléculas/ partículas”.

Podemos observar, nos exemplos da turma A, que obtivemos respostas que relacionam calor de duas formas: sensação térmica e temperatura que são conceitos diferentes. Na turma B, obtivemos respostas relacionando o conceito de calor como equivalente à temperatura e calor como quente. Na turma C, obtivemos algumas respostas para o conceito de calor como transferência de energia e agitação das moléculas/ partículas. Na turma D, alguns sujeitos utilizaram o conceito de calor como sensação térmica e agitação das moléculas/ partículas.

5.2- Para você, o que é temperatura?

Perguntamos aos sujeitos como eles definem a temperatura. As categorias de respostas obtidas e os percentuais obtidos são apresentados no quadro a seguir.

Categoria		Turma A		Turma B		Turma C		Turma D	
		N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
1	Agitação das moléculas/ partículas.	5	14,7	2	15,4	1	11,1	2	40,00
2	Energia/ Calor. Absorvida ou liberada	6	17,6	3	23,1	*	0	*	0
3	Medida	21	61,8	1	7,7	5	55,5	3	60,00
4	Quantidade de calor.	4	11,8	4	30,8	2	22,2	*	0
5	Forma de energia	*	0	1	7,7	2	22,2	*	0
6	Sensação	3	8,8	*	0	*	0	*	0
7	Outras	2	5,9	2	15,4	*	0	*	0
8	Não responderam	2	5,5	1	7,1	1	10,00	*	0
9	Total	41	120,6	13	100,1	10	111,0	5	100,0

Quadro 2: Análise da questão “O que é temperatura”?

Na categoria (1) “agitação das moléculas/ partículas”, obtivemos respostas em todas as turmas, apresentando um percentual mais alto na turma D. Na turma A, tivemos 14,7%, na B 15,4%, na C 11,1% e na D 40% dos sujeitos que consideram temperatura como agitação das moléculas/partículas. Como exemplos, temos:

A 20: “temperatura é o grau de agitação em que as partículas se encontram”.

B 01: “temperatura é o estado de agitação das moléculas”.

C 07: “é o grau de agitação das moléculas”.

D 01: “estado de agitação das moléculas”.

Em todos os exemplos acima, percebemos que os alunos associam temperatura ao estado de movimento das partículas que compõem os corpos.

Segundo Marques e Araújo (2009), “temperatura é a grandeza física associada ao estado de movimento ou à agitação das partículas que compõem os corpos”. Essa definição utilizada pelos alunos é aceita como válida pela ciência.

Na categoria (2) “energia/ Calor, absorvido ou liberado”. Somente nas turmas iniciais do curso, os alunos apresentaram essa definição, possuindo um percentual 17,6% dos sujeitos da turma A e 23,1% da turma B. Podemos citar como exemplos:

A 22: “é uma unidade de medida utilizada para medir a energia liberada de um corpo, sistema, reação, etc..”.

B 05: “é a quantidade de energia absorvida ou liberada”.

Embora o percentual de respostas tenha aumentado da turma A para B, as demais turmas não apresentaram essa categoria, o que indica que os alunos que estão mais avançados no curso apresentam outro conceito para a temperatura.

Na categoria (3) “Medida”. Nessa categoria obtivemos respostas em todas as turmas, possuindo o maior percentual em três delas A, C e D. Na turma A, obtivemos 61,8% das respostas, C 55,5% na turma D 60%. Na turma B, obtivemos menor percentual de respostas 7,7%. Com exemplos, podemos citar:

A 08: “temperatura é o termo utilizado para medir o calor, ou aquecimento de um determinado ambiente, substância, etc”.

B 13: “É uma forma de medir calor”.

C 07: “É uma medida do grau de agitação das moléculas”.

D 04: “A medida do fluxo de calor”.

Os percentuais de resposta, nesta categoria, foram altos, com um elevado número de respostas dos sujeitos da turma do primeiro período e persistiram até no final do curso. Essa categoria é a que possui maior número de respostas para esta questão proposta. Nessa categoria, consideramos as respostas em que os alunos consideram temperatura apenas como sendo um tipo de medida.

Na categoria (4) “Quantidade de calor”. Nesta categoria os alunos consideram temperatura como sendo quantidade de calor, possuindo respostas em três turmas e somente na turma D não obtivemos respostas. Na turma A, 11,8% dos alunos utilizaram essa categoria, na turma B, obtivemos o maior índice nesta categoria: 30,8% e, na turma C, 22,2%.

Como exemplos para esta categoria temos:

A 33: “é quantidade de calor”.

B 09: “temperatura é a quantidade de calor liberada no meio”.

C 05: “temperatura é a quantidade de calor fornecida”.

Para esta categoria, percebemos que os sujeitos consideram temperatura como sendo algo relacionado com quantidade de calor.

Na categoria (5) “Forma de calor”, obtivemos respostas apenas nas turmas B 7,7% e turma C 22,2%. Apesar de termos respostas em apenas duas turmas, possuímos um percentual relevante comparado com outras categorias. Como exemplos, temos:

B 04: “temperatura é tudo aquilo que varia de acordo com uma energia”.

C 04: “temperatura é uma forma de energia que se dá entre dois corpos de diferentes temperaturas”.

O percentual para estas categorias foi baixo. Percebemos que na turma do primeiro período e na turma do sexto período os sujeitos não apresentaram o conceito de temperatura como sendo “Forma de calor”.

Na categoria (6) “Sensação”, possuímos um número muito baixo de resposta. Apenas sujeitos da turma do primeiro período que possuem o conceito de temperatura como sendo “Sensação”. Somente 8,8% dos sujeitos da turma A apresentaram essa utilização para o conceito de temperatura. Como exemplo, temos:

A 02: “é a elevação ou diminuição da sensação de calor”.

Observamos que somente sujeitos que cursam a turma do primeiro período apresentaram o conceito de temperatura como sendo sensação, o que indica que essa forma de conceituação vai sendo abandonada ao longo do curso. Os sujeitos que responderam utilizando essa categoria consideram a temperatura como sendo associada a algo que pode possuir variações e que varia o calor.

Na categoria (7) “Outras”, obtivemos 5,9% dos sujeitos da turma A e 15,4% dos sujeitos da turma B. As respostas consideradas como “Outras” não se adequaram às categorias anteriores. Temos como exemplos para esta categoria:

A 12: “Acréscimo de calor pode variar sendo alto ou baixo”.

B 08: “Temperatura é o quanto a solução está medindo”.

Nesta categoria, consideramos como outras respostas aquelas que não deram sentido completo para a definição apresentada.

Na categoria (8) “Não responderam”, são questionários deixados em branco pelos sujeitos. São 5,5% dos sujeitos da turma A, 7,1% da turma B e 10% dos sujeitos da turma C.

Ao final da análise, obtivemos percentuais acima de 100% nas turmas pesquisadas. Na turma A 120,6%, na B 100,1% e na C 111,0%, na turma D o percentual fechou em 100%. Esses percentuais que ultrapassaram 100% devem-se a alguns alunos utilizarem mais de uma categoria em suas respostas, como nos exemplos:

A 22: “É uma unidade de medida utilizada para medir a energia liberada de um corpo, sistema ou reação”.

Esse exemplo de resposta contempla as categorias “Energia/ calor. Absorvido ou liberado” e “Medida”.

B 11: “Medida do grau de agitação das moléculas”.

C 07: “É uma medida do grau de agitação das moléculas”.

Os exemplos de resposta das turmas B e C se enquadram nas categorias “Agitação das moléculas/ partículas” e “Medida”

Na turma A, obtivemos respostas que definem temperatura como algo relacionado a algum tipo de medida e energia liberada. Já na turma B e C os sujeitos relacionam temperatura como sendo algum tipo de medida e agitação das moléculas. Podemos perceber que, em ambas as disciplinas, os sujeitos definem temperatura como algum tipo de medida.

5.3- Calor é diretamente proporcional à temperatura?

Após as definições de calor e temperatura, procuramos investigar qual a relação entre calor e temperatura. Sendo assim perguntamos: Calor é diretamente proporcional à temperatura? Os dados estão apresentados na tabela a seguir.

Categoria		Turma A		Turma B		Turma C		Turma D	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
1	Sim.	31	86,1	11	78,6	7	70,0	3	60,0
2	Não.	5	13,9	3	21,4	2	20,0	*	0
3	Depende	*	0	*	0	1	10,0	2	40,0
4	Total	36	100,0	14	100,0	10	100,0	5	100,0

Quadro 3: Análise da questão “Calor é diretamente proporcional à temperatura”?

Nessa questão analisamos as respostas apenas como sim, não, ou depende.

Na categoria (1), “Sim”, os sujeitos utilizaram o conceito de calor como diretamente proporcional à temperatura. As justificativas dos sujeitos foram diversas. Alguns responderam como sendo transferência de energia, outros consideram as agitações das moléculas/partículas. No entanto, percebemos que o percentual foi reduzindo no decorrer do curso. Obtivemos um percentual na turma A de 86,1%, na B 78,6%, na C 70,0% e na D 60,0%. O percentual foi alto nessa categoria em todas as turmas. Percebemos que a maioria dos alunos considera que calor e temperatura são diretamente proporcionais, sendo que quanto maior a temperatura maior é o calor do corpo. Como exemplos para esta categoria:

A 26: “Sim, porque quanto maior for a agitação das partículas maior também será sua temperatura”.

B 11: “Sim, quanto mais calor fornecido a um objeto maior será o grau de agitação das moléculas do objeto, com isso maior será a temperatura”.

C 01: “Sim. Quanto maior o estado de agitação maior temperatura”.

D 02: “Sim, ele pode aumentar se a temperatura aumentar ou pode diminuir se a temperatura diminuir”.

Na categoria (2) “Não”, observamos um baixo percentual em todas as turmas possuindo na turma A 13,9%, na B 21,4%, na C 20% e não obtivemos respostas nessa categoria na turma D.

Como exemplo, para esta categoria podemos citar as respostas dos sujeitos:

A 10: “Não. Porque você pode estar com muito calor, mas sua temperatura permanecer a mesma”.

B 14: “Não. Porque a temperatura depende do ambiente”.

C 05: “Não. Quanto maior a troca de calor no sistema menor será a temperatura”.

Na categoria (3) “Depende”, alguns alunos responderam que para o calor ser diretamente proporcional à temperatura dependerá do processo. Para esta categoria, obtivemos respostas nas turmas C e D. Possuindo um total de 10% das respostas dos sujeitos da turma C e 40% dos sujeitos da turma D. Como exemplo de respostas podemos citar:

C 02: “Nem sempre, uma vez que sem que haja troca de calor pode-se ter aumento ou diminuição da temperatura de sistema, por exemplo, pela variação da pressão”.

D 04: “O calor é proporcional à temperatura até certo ponto onde é alcançada uma taxa máxima no movimento das partículas, a partir deste ponto o aumento da temperatura não possibilita aumento do calor”.

Nos exemplos, pudemos perceber que, para os alunos, para o calor ser diretamente proporcional à temperatura dependerá de outros fatores.

Nesta categoria, as respostas fecharam em 100%, pois não tem como uma pessoa fornecer respostas que acessem às duas categorias.

Segundo Mortimer e Amaral (1998), a idéia de que o calor é diretamente proporcional à temperatura é expressa através de como lidamos com esses conceitos na vida cotidiana. Afinal, só dizemos que ‘faz muito calor’ quando a temperatura está alta. Essas idéias fazem com que os conceitos de calor e temperatura sejam, muitas vezes, considerados idênticos. O conceito de temperatura, do ponto de vista científico, é a energia que pode fluir de um corpo mais quente para outro de menor temperatura quando eles estão em contato. O calor é fluxo de energia, sempre passa de um sistema a uma temperatura maior para um outro a uma temperatura menor, quando os dois estão em contato.

Podemos perceber que o conceito de calor e temperatura, para serem proporcionais, precisa ter a troca de energia entre ambos.

5.4- Existe mais de um tipo de calor?

Outra questão abordada é característica das concepções de calor e a forma como nos expressamos. As respostas estão no quadro abaixo.

Categoria		Turma A		Turma B		Turma C		Turma D	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
1	Sim.	12	42,8	4	30,8	5	55,5	1	25,0
2	Não.	16	57,2	9	69,2	4	44,5	3	75,0
3	Não responderam.	8	22,2	1	7,1	1	10,0	1	20,0
4	Total	28	100,0	13	100,0	9	100,0	4	100,0

Quadro 4: Análise da questão “existe mais de um tipo de calor?”

A respeito desta questão proposta, categorizamos apenas sim, não e não responderam.

Na categoria (1) “Sim”, os percentuais das turmas não foram muito altos. Na turma A, obtivemos 42,8%, na B 30,7%, na C, 55,5% e na D, 25%. Nessa categoria obtivemos um percentual mais alto na turma C. Podemos citar como exemplo:

A 09: “Sim. O calor gerado por uma fonte e o calor que é a sensação térmica do corpo humano”.

B 12: “Sim, endotérmico e exotérmico”.

C 10: “Calor no sentido físico-químico e calor no sentido cotidiano”.

D 04: “Sim. Calor de transição, calor latente”.

Os sujeitos consideraram que existe mais de um tipo de calor, e suas respostas são baseadas no conhecimento adquirido no decorrer do curso.

No cotidiano, possuímos uma ideia de calor que resulta em que existe o calor e o frio, e que um corpo quente possui calor enquanto um corpo frio possui frio.

Na categoria (2) “Não”, os percentuais foram altos em todas as turmas. Na turma A obtivemos 57,2%, na B 69,2%, na C 44,5% e na D 75%. Os alunos apresentam o conceito de calor como sendo único, mas sendo possíveis interpretações diferentes. Temos como exemplos:

A 03: “Não, calor é energia térmica, as fontes que variam”.

B 03: “Não, apenas calor específico”.

C 09: “Não, existem várias interpretações para o calor, mas calor é sempre calor”.

D 01: “Não. Calor é uma forma de energia”.

Embora o conceito de calor assuma significados diferentes para a ciência e para o cotidiano, a maioria dos estudantes consideram que exista na natureza um único tipo de calor.

A categoria (3) “Não responderam”, corresponde às abstenções. Na turma A 22,2%, na B 7,1%, na C 10,0% e na D 20%.

Para essa pergunta na categoria “Sim” obtivemos o maior percentual na turma C e na categoria “Não” o percentual foi alto nas turmas A, B e D comparando com a categoria anterior.

E, em todas as turmas os percentuais fecharam em 100%, porque não há a possibilidade de o sujeito fornecer uma resposta que contemple mais de uma categoria.

5.5- Como você explica a utilização de uma blusa de lã pelas pessoas para diminuir a sensação de frio?

Outra questão que propusemos foi: “Como você explica a utilização de uma blusa de lã pelas pessoas para diminuir a sensação de frio?”. As categorias criadas e os percentuais para cada uma delas são apresentados no quadro a seguir.

Categoria		Turma A		Turma B		Turma C		Turma D	
		N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
1	Isolante térmico	19	52,7	8	57,2	7	70,0	1	20,0
2	Retenção do calor/ temperatura	13	36,1	3	21,4	1	10,0	3	40,0
3	Perda de calor	3	8,3	1	7,1	5	50,0	2	40,0
4	Transferência e absorção de energia / calor	2	5,5	2	14,3	2	20,0	1	20,0
5	Outras	7	19,4	2	14,3	*	0	*	0
6	Total	44	122,0	16	114,3	15	150,0	7	120,0

Quadro 5: Análise da questão “Como você explica a utilização de uma blusa de lã pelas pessoas para diminuir a sensação de frio?”

A categoria (1) “Isolante térmico” foi utilizada em todas as turmas, apresentando um percentual de 52,7% na turma A, 57,2% na turma B, 70% na turma C e 20% na D. Percebemos que os percentuais nas turmas A, B e C foram altos, somente na turma B obtivemos um percentual mais baixo em relação às outras turmas nessa categoria. Como exemplos, temos:

A 16: “Porque a lã é isolante térmico, que impede que o corpo perca calor para o meio”.

B 09: “Pois a lã é um bom isolante térmico, ou seja, a blusa de lã vai impedir que seu corpo perca calor para o meio, assim a sensação de frio é diminuída”.

C 03: “As blusas de lã são boas isolantes térmicas evitam a troca de temperatura com o ambiente”.

D 01: “A blusa de lã serve como isolante térmico, ou seja, impede que o corpo troque de calor com o meio”.

Percebemos que os sujeitos consideram a blusa de lã como isolante térmico, as respostas utilizadas pelos alunos correspondem à perspectiva científica para o conceito de calor. Alguns alunos atribuem ao agasalho de lã a propriedade de isolamento perfeita.

A categoria (2) “Retenção do calor/ temperatura”, nessa categoria o percentual foi alto. Os sujeitos consideram que a blusa de lã é capaz de reter o calor ou a

temperatura. Na turma A, obtivemos 36,1%, na B 21,4%, na C 10,0% e na D 40,0%. Como exemplos, temos:

A 07: “A lã ajuda na retenção do calor”.

B 13: “Retenção de calor no corpo ocasionando um aumento da temperatura”.

C 09: “O tecido conserva o calor do corpo, isto é, mantém o corpo com a sua temperatura”.

D 03: “A blusa de lã conserva a temperatura corporal da pessoa, ou seja, ela não aquece, apenas mantém a temperatura corporal”.

Podemos perceber que, nessas categorias, os sujeitos tratam o calor como propriedade de uma substância que pode ser retida ou armazenada e a temperatura com um significado equivalente. Essa percepção do agasalho é advinda do conceito cotidiano do calor. Os sujeitos consideram que a blusa é um retentor do calor, fazendo com que a sensação de frio diminua.

Na categoria (3) “Perda de calor” obtivemos respostas em todas as turmas o percentual foi alto nas turmas C e D. Na turma A 8,3%, na B 7,1%, na C 50,0% e na D 40%. Como exemplos de respostas temos:

A 27: “Quando a pessoa usa uma blusa de lã ela evita a perda de calor do corpo para o meio, ou seja, mantém a temperatura”.

B 03: “A lã não deixa o corpo perder calor para o ambiente”.

C 02: “A blusa de lã minimiza a perda de calor do corpo para o ambiente, diminuindo a sensação de frio”.

D 04: “A lã impede que o calor do corpo escape para o ambiente com temperatura inferior”.

Os sujeitos atribuem ao agasalho de lã uma propriedade de isolamento perfeita, em que o calor não é transferido.

Para o conceito da categoria (4) “Transferência e absorção de energia / calor”, para este conceito obtivemos respostas em todas as turmas. Possuindo 5,5% na turma A, na turma B 14,3%, na C 20,0% e na D 20,0%. Percebemos que no decorrer do curso a utilização desse conceito persiste. Podemos citar como exemplo:

A 13: “Porque a lã absorve mais energia/ calor”.

B 02: “Impede a troca de energia com o meio”.

C 04: “A blusa de lã impede a transferência de calor entre corpos de diferentes temperaturas, diminuindo a sensação de frio”.

D 02: “Evita troca de calor com meio frio”.

Os sujeitos consideram que com a blusa de lã não ocorre transferência de calor entre os corpos e meio.

Na categoria (5) “Outras” obtivemos respostas apenas nas turmas A e B. sendo 19,4% e 14,3%, respectivamente. Como exemplos, temos:

A 22: “A blusa de lã é utilizada, porque é um mau condutor de energia”.

B 08: “A tensão de calor”.

Para essa pergunta, obtivemos o maior percentual em três turmas, sendo elas A, B e C onde obtivemos 52,7%, 57,2% e 70% respectivamente. Os percentuais foram altos em relação às outras categorias. Percebemos que grande parte dos sujeitos apresentaram a blusa de lã como sendo isolante térmico.

Nessa pergunta, os percentuais não fecharam em 100%, devido a algumas respostas contemplarem mais de uma categoria. Na turma A, o percentual total foi 122,0%, na turma B 114,3%, na turma C 150% e na turma D 120%. Como exemplo de respostas, temos:

A 16: “Porque a lã é isolante térmico, que impede que o corpo perca calor para o meio”

B 09: “Pois a lã é um bom isolante térmico, ou seja, a blusa de lã impede que seu corpo perca calor para o meio, assim a sensação de frio diminui”.

Os exemplos de respostas acima se enquadram nas categorias “Isolante térmico” e “Retenção calor/ temperatura”.

C 10: “A blusa de lã impede que o calor do corpo saia para o ambiente. Logo a blusa age como um isolante térmico”.

Esse exemplo de resposta se enquadra nas categorias “Isolante térmico” e “Transferência e absorção de energia/ calor”.

D 01: “A blusa de lã serve como isolante térmico, ou seja, impede que o corpo troque de calor com o meio”.

Esse exemplo de resposta se enquadra nas categorias “Isolante térmico” e “Retenção calor/ temperatura”.

5.6- As concepções sobre ao uso de um cobertor.

Outra questão que perguntamos aos alunos “Uma pessoa, ao se cobrir com um cobertor afirma que o mesmo é bom, pois impede que o frio passe através dele. Considerando-se o conceito científico de calor, esta afirmação é Correta, Errada ou Depende do material”?

As categorias e os percentuais obtidos estão apresentados no quadro abaixo.

Categoria		Turma A		Turma B		Turma C		Turma D	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
1	Correta	9	25,7	6	42,9	*	0	1	25,0
2	Errada	19	54,3	7	50,0	10	100,0	3	75,0
3	Depende do material	7	20,0	1	7,1	*	0	*	0
4	Não responderam	1	2,8	*	0	*	0	1	20,0
5	Total	35	100,0	14	100,0	10	100,0	4	100,0

Quadro 6: Análise da questão “Uma pessoa ao se cobrir com um cobertor afirma que o mesmo é bom, pois impede que o frio passe através dele. Considerando-se o conceito científico de calor, esta afirmação é”: Correta, Errada ou depende do material do cobertor?

Na análise dessa questão, utilizamos apenas as categorias Correto, Errado, Depende do material e Não responderam. As justificativas apresentadas não foram categorizadas, pois apresentaram argumentos muito dispersos, dificultando a criação das categorias.

Na categoria (1) “Correta” os sujeitos consideram que ao se cobrirem com um cobertor, o mesmo é bom, pois impede que o frio passe através dele. Na turma A 25,7% possui esse conceito, na disciplina B 42,9% e na D 25%. Sendo que apenas na turma C não obtivemos respostas para esta categoria. Como exemplos da justificativa, temos:

A 07: “O cobertor impede a saída do calor. E a entrada do ar frio”.

B 05: “Porque ele retém o calor, e aumenta assim a temperatura do corpo”.

É possível perceber que ao longo do curso, a idéia de que o cobertor impede a entrada do frio não é abandonada pelos estudantes.

Na categoria (2) “Errada”, o percentual em todas as turmas foi o mais alto, em relação às outras categorias, apresentando 54,3% na turma A, 50% na B, 100% C e 75% na turma D. Como exemplo temos:

A 06: “Pois ele não impede a passagem, ele retém a temperatura que é liberada pelo corpo”.

B 09: “Pois o cobertor não vai impedir o frio de passar, ele vai impedir o calor

de sair para o meio”.

C 04: “O cobertor apenas impede que haja troca de calor com o meio externo”.

Percebemos na turma C que todos os sujeitos consideram errada a afirmação de que o cobertor impede a entrada do frio.

Na categoria (3) “Depende do material”, obtivemos poucas respostas, sendo utilizada apenas em disciplinas iniciais do curso. Dos sujeitos que consideram que depende do material foram 20% da turma A e 7,1% da turma B. Como exemplo de resposta, temos:

A 13: ”Depende do material, se for fibra o frio não passa com facilidade”.

B 10: “Dependendo do cobertor se for térmico, dependendo dos cobertores eles podem excitar a liberação de calor”.

Na categoria (4) “Não responderam”, obtivemos na turma A 2,8% de questionários em branco onde os sujeitos não responderam, na turma D, 20%. Os percentuais totais em todas as turmas fecharam em 100%, pois não há possibilidade de o sujeito responder a essa questão contemplando mais de uma categoria.

5.7- Condições para que a água possa entrar em ebulição:

Nessa questão procuramos investigar o entendimento dos sujeitos em relação à transferência de calor em um experimento sobre as condições para a ebulição da água. Para isso, fizemos um esquema de montagem (Apêndice I questão 7). A questão proposta apresenta um experimento em que temos um béquer com água e um tubo de ensaio suspenso, que também contém água. O tubo de ensaio não deve tocar as paredes nem no fundo do béquer. Este sistema é submetido a aquecimento até que água do béquer entre em ebulição. Após o início da ebulição da água do béquer, mantivemos por mais alguns minutos o aquecimento do sistema.

Para essa questão, foram feitas duas perguntas aos sujeitos.

A) A temperatura da água contida no tubo de ensaio será menor, maior ou igual à temperatura da água do béquer?

B) A água do tubo de ensaio entrará em ebulição?

Os dados são apresentados a seguir nos quadros 7 e 8.

5.7. 1- A temperatura da água contida no tubo de ensaio será menor, maior ou igual à temperatura da água do béquer?

Na análise dessa questão, utilizamos apenas as categorias Menor, Maior, Igual e Não responderam. As justificativas apresentadas não foram categorizadas, pois apresentaram argumentos muito dispersos, dificultando a criação das categorias.

Categoria		Turma A		Turma B		Turma C		Turma D	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
1	Menor	12	34,3	2	16,7	7	70,0	1	20,0
2	Maior	2	5,7	*	0	*	0	*	0
3	Igual	21	60,0	10	83,3	3	30,0	4	80,0
4	Não responderam	1	2,8	2	14,3	*	0	*	0
5	Total	35	100,0	12	100,0	10	100,0	5	100,0

Quadro 7: Análise da questão “A temperatura da água contida no tubo de ensaio será menor, maior ou igual à temperatura da água do béquer?”

A categoria (1) “Menor” foi utilizada em todas as turmas, apresentando um percentual de 70% na turma C. A turma A apresentou um percentual de 34,3%, a turma B, 16,7% e a turma D 20%. Como exemplo, temos:

A 22: “Menor, pois o tubo de ensaio dificulta o aquecimento da água contida nele por isso ela demora mais para ser aquecida”.

B 12: “Menor, pois ele não está em contato direto com o sistema em aquecimento”.

C 08: “Menor, porém vai depender do tempo que o sistema continuará sendo aquecido, porque há uma troca de calor entre o béquer e o tubo de ensaio”.

D 05: “Menor. Pois a água do béquer não transfere totalmente seu calor para a água do tubo”.

A categoria (2) “Maior” foi utilizada apenas na disciplina A, 5,7%. Apenas alunos em fase inicial do curso utilizaram esta categoria. Como exemplo temos:

A 06: “Maior. Porque a água do béquer é aquecida primeiro para depois haver um aquecimento do tubo de ensaio”.

Categoria (3) “Igual” obtivemos respostas em todas as turmas apresentando um percentual mais alto em relação às demais categorias. Nas turmas, A 60%; na B 83,3% e na D, 80%. Na turma C obtivemos percentual de 30,0%, sendo que nessa turma o maior percentual foi na primeira categoria.

Percebemos que nas turmas A, B e D os sujeitos entendem que a temperatura da água do tubo de ensaio será igual à da água do béquer.

Na Categoria (4) “Não responderam”. Para essa categoria, somente na turma A e B que tivemos abstenções de 2,8% na turma A e 14,3% na turma B. Em todas as turmas, os percentuais totais fecharam em 100%.

5.8 - A água do tubo de ensaio entrará em ebulição?

Como o sistema descrito no enunciado da questão, esses itens procuraram investigar se a água do tubo de ensaio entrará em ebulição. Os dados obtidos são apresentados no quadro abaixo.

Categoria		Turma A		Turma B		Turma C		Turma D	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
1	Não	12	33,3	9	64,3	5	50,0	4	80,0
2	Sim	24	66,7	5	35,7	5	50,0	1	20,0
3	Total	36	100,0	14	100,0	10	100,0	5	100,0

Quadro 8: Análise da questão: “A água do tubo de ensaio entrará em ebulição?”

Ao perguntar aos sujeitos se a água do tubo de ensaio entrará em ebulição, categorizamos essa questão apenas como não ou sim.

Na categoria (1) “Não”, obtivemos um percentual bem alto na turma D. Para os sujeitos, a água do tubo de ensaio não entrará em ebulição. Os percentuais foram, na turma A, 33,3%; na B, 64,3%; na C, 50% e na D, 80%.

Ao analisar a questão anterior e compará-la com o quadro 8, percebemos que das turmas B, C e D os sujeitos apresentam a concepção de que não ocorre fluxo de calor do béquer para o tubo de ensaio após o sistema atingir o equilíbrio térmico e que o fluxo de calor é essencial para a ebulição da água.

Na categoria (2) “Sim”, as turmas A e C possuem os percentuais mais altos nessa categoria, possuindo na turma A 66,7% e na turma C 50%. Na turma B, foram 35,7% e, na D, 20%.

Percebemos que os sujeitos da turma C fizeram confusão ao responder essa questão, pois na questão anterior 70% dos sujeitos consideraram que a temperatura da água contida no tubo de ensaio seria menor. Ao perguntar se a água do tubo de ensaio entrará em ebulição, 50% da turma C responderam que sim.

Já nas turmas A 60% dos sujeitos na questão anterior consideraram que a temperatura da água do tubo de ensaio seria igual e na segunda pergunta “A água do tubo de ensaio entrará em ebulição”? 66,7% da turma A consideraram que a água do tubo entrará em ebulição.

Nas turmas B e D os sujeitos não fizeram confusão, sendo que, na questão anterior, 83,3% da turma B e 80% da turma D consideraram que a água do tubo de ensaio seria igual, e, na segunda pergunta, eles consideraram que a água do tubo de ensaio não entrará em ebulição. Os percentuais em todas as turmas fecharam em 100%.

Nessa última questão, obtivemos dois quadros. No **quadro 7**, os maiores número de respostas foi na categoria “igual” foram nas turmas A, B e D, na turma C o percentual maior foi na categoria “Menor”. Já no **quadro 8**, os maior número de respostas na categoria “Sim” foi na turma A e na categoria “Não” os maiores percentuais foram nas turmas B e C. A água do tubo de ensaio não entra em ebulição mesmo tendo atingido a temperatura necessária, pois não há fluxo de calor entre a água do béquer e a água do tubo de ensaio porque o sistema está à mesma temperatura.

5- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esta pesquisa procuramos identificar algumas das concepções dos alunos da Licenciatura em Química da UFVJM em relação aos conceitos de calor e de temperatura, em quatro turmas de diferentes períodos ao longo do curso. A análise do questionário possibilitou observar as diferentes zonas do perfil conceitual de calor. Percebemos que os sujeitos utilizam esse conceito de várias maneiras, propiciando a utilização das diferentes zonas do perfil conceitual, que podem ser evidenciadas, e avaliadas, pelo uso de diferentes formas de falar associadas aos diferentes modos de pensar que caracterizam as zonas desse perfil.

Foi possível observar a utilização, em todas as turmas investigadas, de diferentes zonas do perfil conceitual de calor, tal como proposto na literatura. As categorias propostas para análise podem ser associadas diretamente às zonas propostas na literatura (1) *Idéias de calor emergentes das sensações*, em que calor é definido a partir das sensações térmicas; (2) *calor substancialista*, em que o calor é tratado como um fluido que pode sair de um corpo e penetrar outros; (3) *Diferenciação de calor e temperatura*, nessa zona de temperatura, embora diferente da sensação térmica, continua a ser a medida de calor do corpo e o calor continua a ser associado a altas temperaturas e (4) *O conceito científico de calor como sendo proporcional à diferença de temperatura entre dois corpos*, nessa zona do perfil, o calor é tratado como energia e relacionado ao movimento cinético de partículas microscópicas. Apenas idéias relacionadas à Zona de concepções de (5) *calor animista* não foram identificadas nos dados.

Com a análise dos resultados percebemos que alguns sujeitos utilizaram o conceito de calor como uma substância, que contém as características de ser quente e fria. Já outros utilizaram o conceito em termos científicos. A proposta do estudo dos perfis conceituais possibilita observar como as diferentes zonas podem ser utilizadas em diferente contexto em ensino de ciência na construção do significado de um conceito científico.

O conceito de calor e temperatura está presente a todo o momento no nosso dia a dia. Com o desenvolvimento deste trabalho, foi possível perceber que muitas vezes

atribuímos para o conceito de calor um significado científico, mas este não é o único utilizado em nenhuma disciplina investigada. A abordagem do perfil conceitual ajuda a compreender como um indivíduo pode vir a aplicar uma idéia científica de calor em algumas circunstâncias, mas não em todas.

As questões que abordaram calor em termos cotidianos, como a compreensão do uso de uma blusa de lã ou cobertor, suscitaram nos sujeitos o uso de zonas substancialistas, emergentes das sensações e científicas. Mesmo questões que exijam a utilização de concepções científicas para o conceito de calor, como a avaliação das condições para a ebulição da água, são permeadas por concepções não científicas. O que demonstra que a construção de significado pelos sujeitos é feita de modo heterogêneo.

As pesquisas sobre perfis conceituais têm se mostrado úteis para a Educação em Ciências, pois auxiliam na proposição de um processo de ensino voltado para a valorização da diversidade de concepções que podem ser atribuídas a um conceito. Dessa maneira, esse modelo propicia um aprendizado que colabora para a construção de uma visão mais adequada da ciência, e sua diferenciação na utilização em contextos científicos, tecnológicos e cotidianos. Uma maneira de entender o ensino e a aprendizagem das ciências que as tornam mais sensíveis à diversidade cultural e mais factíveis, 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).

6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGABRA, J. **Echanges thermiques**. Aster, 1986

ARAUJO, A. O e MORTIMER, E.F. **Estudo preliminar sobre a utilização do perfil conceitual de calor em um curso para manutenção e instalação de aparelhos de refrigeração** 2009.

AMARAL, E. M. R e MORTIMER, E. F. **Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor**. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. Belo Horizonte. v. 1 n. 3 p. 1-16. 2001. 2001.

AMARAL, E. M. R e MORTIMER, E. F. **Um perfil conceitual para entropía e espontaneidad: una caracterización de las formas de pensar y hablar en el aula de Química**. *EDUCACIÓN QUÍMICA*, v. 15, n. 03, p. 01-75, 2004

AMARAL, EDÊNIA. MARIA. RIBEIRO. **Perfil conceitual para a segunda lei da termodinâmica aplicada às transformações químicas: a dinâmica discursiva em uma sala de aula de química do Ensino Médio**. Tese (doutorado em Educação) Faculdade de Educação – UFMG, Minas Gerais. 2004(p. 4, p. 12)

M. S. V. Kapp e J. S. Nunes-Kapp. **Os Conceitos Físicos de Temperatura e Calor Aplicados à Conformação Mecânica de Materiais: uma Proposta de Abordagem Motivadora**. *Revista Eletrônica de Educação e Tecnologia do SENAI-SP*. ISSN: 1981-8270. v.4, n.8, mar. 2010.

MORTIMER, E.F. **Evolução do atomismo em sala de aula: Mudança de perfis conceituais**. São Paulo, Faculdade de Educação da USP. (tese de doutorado). 1994

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

MORTIMER, E. F. **Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos** 1995. Amaral, E. M. R.; **Uma proposta de perfil conceitual para o**

conceito de calor.

MORTIMER, E. F e AMARAL, L. O. F. **Quanto mais quente Melhor:** Calor e temperatura no ensino de termoquímica. Revista Química Nova Escola, n.7. 1998.

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

MORTIMER, E. F. e MACHADO, A. H. (2003). **Química para o ensino médio: volume único.** São Paulo: Scipione

MORTIMER, E. F. ; SCOTT, P. H. ; EL-HANI, C.N . **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, 2012, v. 1, p. 231-246.

MORTIMER, E.F.; EL-HANI, C. N., SEPULVEDA C., AMARAL E. M. R.; **COUTINHO F.A.; SILVA, F.R.; Research Methodology on Conceptual Profiles;** Handbook of Research in Science Education, 2012.

PEREIRA, M. V E CARDOZO, T. F. L. **O Conceito de calor nos livros didáticos de física,** Associação brasileira de pesquisa em educação em ciências atas do v enpec - Nº 5. 2005.

SCHURMANN, P. F. *Luz y Calor.* Buenos Aires: Espasa-Calpe Argentina Ed., 1946.

SILVA, D. **Estudo das Trajetórias Cognitivas de Alunos: no ensino da diferenciação dos conceitos de calor e temperatura.** Tese de Doutorado (Faculdade de Educação/USP). São Paulo, 1995.

OLIVEIRA. E. *et al.* **Análise de conteúdo e pesquisa na área da educação.** 2003. Disponível em: <<http://www2.pucpr.br/reol/index.php/DIALOGO?dd1=637&dd99=view>>. Acesso em: 04 de abril de 2012.

OLIVEIRA. A.A. **Observação e entrevista em pesquisa qualitativa**. Vila Velha: Revista FACEVV, n.4, p.22-27, jan./jun.2010, Disponível em: <http://www.facevv.edu.br/Revista/04/observa%20e%20entrevista%20em%20pesquisa%20qualitativa%20-%20almir%20almeida.pdf>>. Acesso em: 04 de abril de 2012.

APÊNDICE I**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI****FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS****DEPARTAMENTO DE QUÍMICA****QUESTIONÁRIO PARA COLETA DE DADOS**

PESQUISA: O perfil conceitual de Calor dos Licenciandos em Química da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

DISCENTE: Weldis Antônio de Souza

ORIENTADORA: Prof^ª. Angélica Oliveira de Araújo

Prezado (a) Aluno(a)

As informações coletadas nessa pesquisa serão utilizadas em um trabalho de monografia de conclusão do curso de Licenciatura em Química que investiga as concepções científicas e cotidianas dos licenciados sobre o conceito de calor.

Desde já, os pesquisadores agradecem sua colaboração e comprometem-se a manter sua identidade no mais absoluto sigilo.

NOME: _____ INGRESSO NO CURSO: ____/____

Disciplina: _____

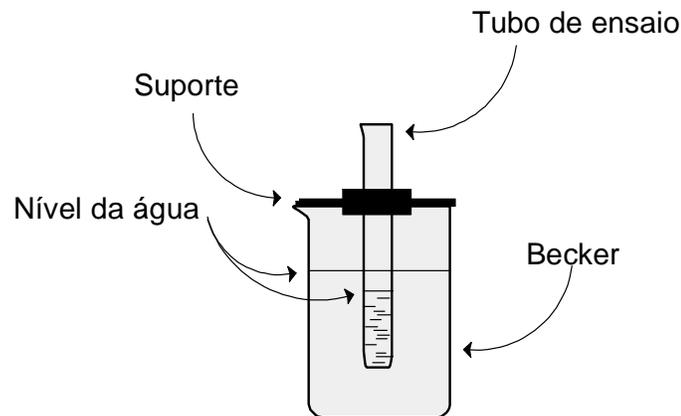
- 1) Para você, o que é calor?
- 2) Para você, o que é temperatura?
- 3) O calor é diretamente proporcional à temperatura? Justifique.
- 4) Existe mais de um tipo de calor? Se houver, quais são eles?
- 5) Como você explica a utilização de uma blusa de lã pelas pessoas para diminuir a sensação de frio?

6) Uma pessoa ao se cobrir com um cobertor afirma que o mesmo é bom, pois impede que o frio passe através dele. Considerando-se o conceito científico de calor, esta afirmação é:

- a) Correta
- b) Errada
- c) Depende do material do cobertor.

Justifique sua escolha.

7) O esquema abaixo representa um experimento em que temos um béquer com água e um tubo de ensaio suspenso, que também contém água. Repare que o tubo de ensaio não encosta nem nas paredes, nem no fundo do béquer. Este sistema é submetido a aquecimento até que água do béquer entre em ebulição.



Após o início da ebulição da água do béquer, mantivemos por mais alguns minutos o aquecimento do sistema.

Considerando as informações, RESPONDA:

A) A temperatura da água contida no tubo de ensaio será menor, maior ou igual à temperatura da água do béquer? Justifique sua escolha.

B) A água do tubo de ensaio entrará em ebulição? Justifique sua resposta.

FAVOR RESPONDER ESTA QUESTÃO NO VERSO DA FOLHA.

Agradecemos sua participação e nos colocamos à disposição para esclarecimentos posteriores.