

**Universidade de São Paulo**  
**Instituto de Física**  
**Faculdade de Educação**

**“Formação Continuada de Professores:  
Mudanças nas Formas de Pensar a  
Termodinâmica.”**

**Isilda Sampaio Silva**

Dissertação apresentada como exigência  
parcial para obtenção do título de Mestre  
em Ensino de Ciências – Modalidade Física.

Orientadora:  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Yassuko Hosoume

**São Paulo**  
**Julho/1999**

## **Agradecimentos**

*À Yassuko, pela orientação desse trabalho. Sem suas críticas e sugestões teria me desviado por outras veredas e não existiria essa tese.*

*A todos os professores que ministraram os cursos e seminários que participei pela contribuição ao meu crescimento e atualização no âmbito da Física e do Ensino.*

*Aos meus colegas de trabalho no GREF, pelas jornadas extras, coletando dados ou colaborando com este texto, principalmente às amigas Suely, Ana Cecília e Elisabeth. Sem a colaboração destes dedicados colegas e amigos a tarefa seria por demais pesada.*

*Aos colegas da rede pública de Ensino Médio que são o motivo de minha jornada no GREF, pela colaboração, tanto na coleta dos dados como na minha experiência profissional.*

*Aos meus familiares e amigos pela renúncia à minha presença durante este tempo.*

*Especialmente às colegas Maria Sumie Watanabe Sátiro e Maria Lúcia Ambrósio e professor Moacir Ribeiro do Valle Filho que deste mundo partiram, fica uma especial saudade e uma oração de agradecimento.*

*De uma forma geral, mas sincera, meu agradecimento a todos que diretamente ou indiretamente colaboraram neste trabalho.*

## **RESUMO**

Este trabalho de pesquisa identifica algumas características das atividades de formação continuada do GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física) a partir de uma investigação das formas de pensar dos professores sobre elementos da Termodinâmica ensinada no ensino médio.

Para esse estudo, fazemos uma análise comparativa entre dois grupos de professores: o primeiro, grupo de pesquisa, cujos componentes participam da atividade de formação continuada do GREF e conhecem a proposta de Física Térmica, e o segundo, grupo referência, composto por professores que não a conhecem.

Os resultados obtidos, utilizando categorias de respostas, nos indicam que ocorrem mudanças, dos professores que participam da formação continuada do GREF, na forma de compreender a Termodinâmica. Apontamos que, de um modo geral, são mudanças em relação à capacidade de identificar processos térmicos usando, para isto, alguns conceitos básicos da Termodinâmica como calor, temperatura, equilíbrio térmico, condutores e isolantes térmicos; de estabelecer relações em processos mais globais como o do ciclo do carbono e da água; de relacionar elementos do mundo concreto com grandezas da Física Térmica e de utilizar uma linguagem científica mais elaborada através do uso de um modelo microscópico.

Uma reflexão sobre os resultados obtidos nessa investigação serve de subsídio para o aprofundamento da compreensão dos trabalhos de formação continuada.

## **ABSTRACT**

The aim of this work is to identify some characteristics of the continued formation activities of GREF (Group of Reelaboration of Physics Teaching), starting from an investigation in the ways of teachers' thinking on the Thermodynamics teaching elements, in the medium teaching.

For that study, we make a comparative analysis among two groups of teachers: the first one, **group of research**, whose components participate in the continuous formation activities of GREF that know Thermal Physics proposal; the second one, **group reference**, composed by teachers that do not know it.

The obtained results, using categories of answers, indicate that it happens some changes involving teachers who participate in the continued formation of GREF, in the way of understanding the Thermodynamics. In general, we pointed out that those changes are in relation to the capability of identifying thermal processes, using some Thermodynamics basic concepts, such as heat, temperature, thermal balance, drivers and insulating thermal; of establishing relationships in more global processes, for instance, the cycle of the carbon and the water; of relating the concrete world elements with the Thermal Physics greatness; of employing a more elaborated scientific language through the use of a microscopic model.

The reflection on the results, obtained in this research, is a tool to improve the understanding of the continuous formation work.

# ÍNDICE

<b>Apresentação.....</b>	<b>6</b>
<b>Capítulo I</b>	
<b>GRAF: uma proposta de Ensino de Física a partir do cotidiano.....</b>	<b>9</b>
I.1 – Levantamento e classificação: exemplos.....	18
I.2 – A proposta de Física Térmica.....	21
I.2.1 – A Física Térmica no livro do professor.....	26
I.2.2 – A Física Térmica no livro do aluno.....	29
<b>Capítulo II</b>	
<b>A Formação Continuada de professores.....</b>	<b>36</b>
II.1 – A formação continuada do GRAF – ensino médio.....	46
<b>Capítulo III</b>	
<b>Formas de pensar sobre elementos da Termodinâmica.....</b>	<b>52</b>
III.1 – O instrumento da coleta de dados.....	55
III.2 – A análise das respostas elaboradas pelos professores.....	57
III.3 – Resultados parciais.....	81
<b>Capítulo IV</b>	
<b>Enfatizando as diferenças nas formas de repensar a Termodinâmica.....</b>	<b>85</b>
IV.1 – Caracterização do grupo de professores que não conhece a proposta de Física Térmica do GRAF.....	85
IV.2 – Comparação dos dados obtidos.....	86
IV.3 – Resultados finais.....	102
<b>Capítulo V</b>	
<b>Considerações Finais.....</b>	<b>105</b>
<b>Bibliografia.....</b>	<b>109</b>
<b>Anexo 1: Estórias em quadrinhos.....</b>	<b>113</b>
<b>Anexo 2: Livro do aluno (leitura 07).....</b>	<b>121</b>
<b>Anexo 3: Guia pedagógico (leitura 07).....</b>	<b>126</b>
<b>Anexo 4: Questionário utilizado como instrumento de coleta de dados.....</b>	<b>129</b>
<b>Anexo 5: Tabelas. ....</b>	<b>134</b>

## **Apresentação:**

O conteúdo da Física que envolve calor, normalmente chamado de termologia e termodinâmica, é inserido freqüentemente no ensino médio através da definição de calor como uma forma de energia em trânsito, determinada pela diferença de temperatura entre dois sistemas. Seguidas das definições de fonte térmica e dilatação, as definições de condutores e isolantes térmicos e dos processos de propagação de calor são apresentadas de forma telegráfica onde, na maioria das vezes, somente a garrafa térmica é explorada como exemplo.

O Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF) desenvolveu uma proposta na qual esse conteúdo é tratado a partir de um levantamento das coisas e fenômenos relacionados ao aquecimento e resfriamento. A discussão dos combustíveis e seu uso em fornos, fogões, motores de automóveis ou turbinas de avião, e da queima dos alimentos, permite compreender a combustão e os produtores de calor. Acrescentadas de outras situações como as freadas, o esfregar das mãos, a compressão do ar pelas bombas de bicicleta e as marteladas, que envolvem processos como o atrito, a compressão dos gases e choques mecânicos, onde o aquecimento é devido a transformação de energia mecânica em energia térmica, a proposta do GREF desenvolve o conceito de calor dando uma perspectiva de ensino da Física Térmica diferente do ensino tradicional.

Este projeto de pesquisa tem como objetivo principal identificar formas de pensar dos professores sobre alguns elementos da Física ensinada no ensino médio como: calor, fontes de calor, condutores e isolantes térmicos, temperatura e equilíbrio térmico; os processos de transmissão de calor; a utilização de modelos físicos para a explicação das "coisas" da Física, quando estes

professores participam de um projeto de formação continuada onde os conteúdos e métodos são apresentados em uma nova forma.

Quanto essa nova proposição é incorporada pelos professores que participam das atividades de formação continuada, reelaboram seus conceitos e em que direção – natureza da mudança – ou ainda, qual a tendência na forma de conceber, é a questão central da pesquisa. Para esse estudo, fazemos uma análise comparativa entre dois grupos de professores: o primeiro, grupo de pesquisa, cujos componentes participam da formação continuada do GREF e conhecem a proposta de Física Térmica e o segundo, grupo referência, composto por professores que não a conhecem.

A proposta é desenvolvida e testada em várias atividades de formação continuada de professores. O nosso trabalho de pesquisa procura, num primeiro momento, apresentar essa nova forma de articulação do conteúdo que envolve calor e , ao mesmo tempo, buscar fundamentações e reflexões sobre essa proposição – capítulo I.

A partir de uma apresentação do que pensamos a respeito da formação continuada de um modo geral delineamos, no capítulo II, algumas características da recapacitação em serviço realizada por vários projetos da área e, em particular, da forma de trabalho do GREF.

Fazemos a apresentação, no capítulo III, do instrumento de coleta de dados destacando a sua forma de elaboração. Também apresentamos a caracterização do grupo que conhece a proposta de Termodinâmica do GREF e as categorias de análise com suas respectivas definições e exemplos de respostas, acompanhados das tabelas contendo os dados obtidos através da análise das respostas elaboradas pelos professores pertencentes a este grupo, em cada uma das questões do instrumento de coleta de dados.

No capítulo IV apresentamos a caracterização do grupo referência e a comparação entre os resultados obtidos na análise de respostas dos dois grupos, acompanhada das porcentagens obtidas por cada grupo, em cada categoria, nas várias questões do questionário.

Os resultados obtidos através da elaboração das categorias, nos indicam que ocorre uma mudança, dos professores que participam das atividades de formação continuada do GREF, na forma de compreender a Termodinâmica. No capítulo V apontamos que, de um modo geral, ocorrem mudanças em relação à capacidade de identificar processos térmicos usando, para isto, alguns conceitos básicos da Termodinâmica como calor, temperatura, equilíbrio térmico, condutores e isolantes; de estabelecer relações em processos mais globais como o ciclo da água e do carbono; de relacionar elementos do mundo concreto com grandezas da Física Térmica e de utilizar uma linguagem científica mais elaborada através do uso de um modelo microscópico.

## **CAPÍTULO 1**

### **GRAF - Ensino de Física a partir do cotidiano.**

*“Só existe saber na invenção, na reinvenção, na busca inquieta, impaciente, permanente, que os homens fazem no mundo, com o mundo e com os outros. Busca esperançosa também.” (Paulo Freire)*

O Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GRAF), composto por professores do ensino médio da rede pública estadual e docentes universitários, vem desenvolvendo desde a sua fase inicial (1984) um trabalho de formação continuada de professores.

Para contribuir na melhoria da qualidade do ensino público o GRAF desenvolveu vários instrumentos de trabalho, entre eles elaborou uma proposta metodológica e de conteúdos para o ensino de Física no nível médio. Esta proposta, nas suas várias fases de elaboração, tem auxiliado o trabalho de formação continuada e em serviço realizado pelo grupo e recebido subsídios dos professores através da sua aplicação em sala de aula.

A compreensão que na Física o saber real, dinâmico e prático consolida o conhecimento abstrato e que ambos contribuem para a transformação da realidade na medida em que permitem o desenvolvimento de uma visão consciente e crítica do mundo, fez com que o grupo procurasse partir, sempre que possível, de elementos vivenciais e mesmo cotidianos como abordagem para o desenvolvimento do conteúdo da Física.

Mais do que simples motivação, o cotidiano definido como o conjunto de elementos vivenciais, concretos ou não, que compõem o universo de ação e de pensamento dos alunos e professores em torno de um determinado tema, é utilizado como ponto de partida inserindo-se numa visão acerca do processo de construção do conhecimento.

Paulo Freire, numa perspectiva problematizadora e libertadora de educação, encontra nas relações que o homem, como um ser da ação-reflexão, estabelece com o mundo, a matriz geradora de todo conhecimento.

*“ É que não haveria ação humana se não houvesse uma realidade objetiva, um mundo como “não eu” do homem, capaz de desafiá-lo; como também não haveria ação humana se o homem não fosse um “projeto”, um mais além de si, capaz de captar a sua realidade, de conhecê-la para transformá-la.*

*Num pensar dialético, ação e mundo, mundo e ação, estão intimamente solidários. Mas a ação só é humana quando, mais que um puro fazer, é um quefazer, isto é, quando também não se dicotomiza da reflexão.”(Freire, 1987, pág. 40)*

A exemplo de Vieira Pinto em “*Ciência e Existência*” (1979), a partir do momento em que o homem começa a perceber a realidade e a interagir com ela, várias são as experiências adquiridas que o levam a estruturar sua visão de mundo. O conhecimento da natureza e das coisas que dela fazem parte, o domínio de técnicas na fabricação e no manuseio de ferramentas e instrumentos, assim como dos produtos obtidos em função desse conhecimento tecnológico, que muitas vezes são essenciais para garantir a sua sobrevivência, e o estabelecimento de regras e leis que direcionam o comportamento social, fazem do homem não só o produtor desta realidade mas também o agente capaz de transformá-la.

Ao mesmo tempo que esta realidade propicia experiências diversificadas que levam ao enriquecimento do homem, ela também se apresenta, muitas vezes, como algo que condiciona e oprime, segundo Freire, como algo que “*domestica*”. É a partir de um distanciamento crítico que o homem consegue libertar-se desta força domesticadora, distanciamento este que leva-o à reflexão e ação sobre o mundo para transformá-lo.

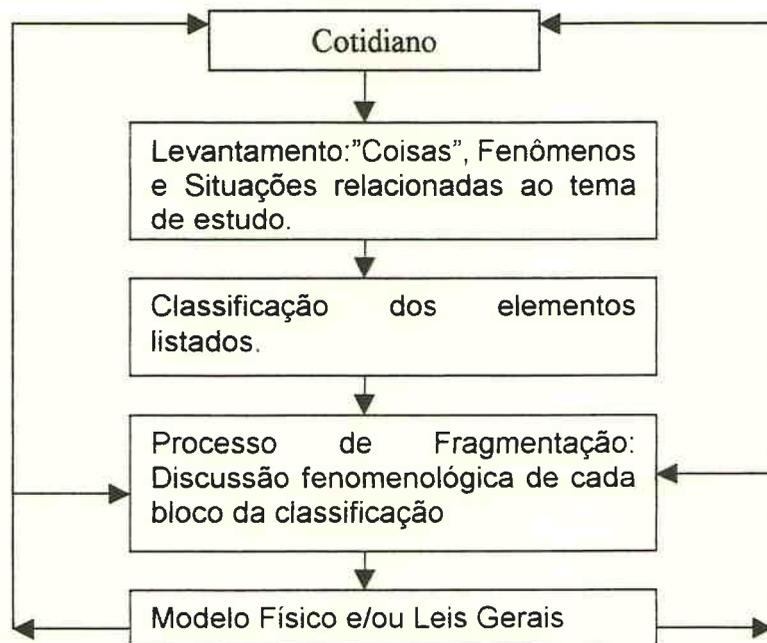
A Física faz parte de um grupo de ciências conhecido como ciências da natureza, sendo assim, aprender Física significa não apenas conhecer fórmulas e leis que possibilitam o sucesso na resolução de um grande número de problemas e exercícios, mas implica em uma reflexão sobre o universo natural e prático objetivando a formação de visões de mundo e a aquisição de conhecimentos necessários à vida. Assim, a forma de auxiliar na aquisição do conhecimento se

torna um aspecto fundamental no ensino da Física e esta forma é escolhida em função da visão que se tem desta ciência.

Sob este ponto de vista, os elementos do universo vivencial de alunos e professores são considerados, pelo GREF, como totalidades mobilizadoras do conhecimento pois, em cada tema abordado, estes elementos não são apenas o ponto de partida, mas também o ponto de chegada, onde aqueles elementos não são mais os mesmos, agora, transformados pelo conhecimento físico possibilitam o aprofundamento do conteúdo estudado.

Isto acontece na medida em que o ensino se inicia com um levantamento de "coisas" - alguns utensílios de uso pessoal e/ou doméstico como os vasilhames utilizados na cozinha e as ferramentas de um modo geral, aparelhos e instrumentos do mundo tecnológico como a enceradeira, furadeira, forno elétrico ou máquina de lavar roupas - e fenômenos e situações relacionadas ao tema de estudo.

A identificação destes elementos vivenciais encaminha para uma classificação em função da presença ou não de regularidades na explicação do princípio de funcionamento das coisas levantadas ou interpretação dos fenômenos e/ou situações propiciando, assim, uma visão totalizante da natureza e dos fenômenos físicos. Através de um processo de fragmentação, o estudo fenomenológico de cada conjunto destes elementos é seguido da discussão de um modelo físico, que possibilita explicações que podem ser generalizadas para além das coisas levantadas, após o que, o enfoque da proposta passa a ser novamente o cotidiano permitindo uma nova compreensão desses elementos, mas agora com um instrumental mais adequado que é a linguagem científica.



Na proposta de ensino de óptica, por exemplo, alguns dos elementos do mundo tecnológico e fenomenológico como lâmpada incandescente, Sol, tela de cinema, atmosfera, filme fotográfico etc, de um modo geral, possibilitam uma primeira organização do conteúdo através da classificação dos mesmos como produtores ou fontes, refletores, refratores e absorvedores de luz. Após a discussão, envolvendo uma explicação fenomenológica das coisas relacionadas à cada bloco da classificação, é apresentado um modelo microscópico de matéria e de luz que permite interpretar os processos ópticos decorrentes da interação luz-matéria. A discussão dos elementos listados é aprofundada através de leis e dos princípios gerais de funcionamento dos aparelhos e materiais que fazem parte do levantamento.

Sátiro ao se referir à opção do GREF pela abordagem do cotidiano-vivencial coloca:

*“ Pelo fato de o aluno não saber Física mas não a desconhecer totalmente, uma vez que faz uso de conhecimentos adquiridos como “senso comum”, partir da vivência diária permite, além do diálogo, estabelecer uma continuidade entre a experiência fragmentada e a sistematização em sala de aula. Assim sendo, o processo de aprendizagem inicia-se com uma necessária participação do aluno que só é possível se o conteúdo tiver significado para ele, ainda que o processo de aprendizado pretendido vá ser completado ao ser dado o salto conceitual para o conhecimento formal abstrato, instrumental universal para a interpretação do mundo natural, social e tecnológico.”*  
(Sátiro, 1989, pág. 131)

Para que os elementos explorados na proposta sejam realmente totalidades mobilizadoras do conhecimento, não só porque possibilitam o diálogo

em sala de aula através da participação coletiva, educador e educandos, mas também porque o conteúdo estudado passa a ser uma continuidade das experiências diárias das pessoas envolvidas no processo de aprendizagem, é necessário que estes elementos sejam situações cotidianas, concretas ou não, relacionadas com o universo vivencial, que se constituem em situações com significado pessoal e/ou social estabelecendo, assim, uma forte relação com a vida. É a relação estabelecida entre o conhecimento fora e dentro da escola que confere significado para o conhecimento formal abstrato.

Freire quando coloca a dialogicidade como a essência de uma educação libertadora afirma:

*“A existência, porque humana, não pode ser muda, silenciosa, nem tampouco pode nutrir-se de falsas palavras, mas de palavras verdadeiras, com que os homens transformam o mundo. Existir, humanamente é pronunciar o mundo, é modificá-lo. O mundo pronunciado, por sua vez, se volta problematizado aos sujeitos pronunciantes, a exigir deles um novo pronunciar.*

*Não é no silêncio que os homens se fazem, mas na palavra, no trabalho, na ação-reflexão.*

*Mas, se dizer a palavra verdadeira, que é trabalho, que é práxis, é transformar o mundo, dizer a palavra não é privilégio de alguns homens, mas direito de todos os homens. Precisamente por isto, ninguém pode dizer a palavra verdadeira sozinho, ou dizê-la para outros, num ato de prescrição, com o qual rouba a palavra dos demais.*

*O diálogo é este encontro dos homens, mediatizados pelo mundo, para pronunciá-lo, não se esgotando, portanto, na relação eutu.”(Freire,1987, pág78)*

Compreender o funcionamento de aparelhos elétricos como o chuveiro ou o motor do liquidificador, por exemplo, saber conferir a conta de luz ou escolher os componentes elétricos mais adequados para uma instalação residencial como a espessura do fio, a lâmpada a ser colocada nos vários ambientes ou o disjuntor utilizado no quadro de entrada da residência, de forma a garantir que a corrente elétrica máxima permitida não prejudique o desempenho dos aparelhos instalados e proteja o circuito na sua totalidade, faz com que alguns conceitos de eletricidade como potência, tensão, corrente elétrica e campo elétrico,

passem a ter um novo significado, estabelecendo a relação entre a Física estudada e o mundo em transformação.

O conteúdo deve ser o objeto sobre o qual, educando e educador são capazes de dialogar. Ao valorizar a apresentação do conteúdo como algo em si, destacado da realidade do mundo, através do desenvolvimento de atividades fechadas, com um fim isolado de uma totalidade maior ou, ainda, ao priorizar a transmissão do conteúdo, como pacotes isolados entre si, através da narrativa do professor tendo o aluno como o elemento passivo destinado ao depósito das informações que podem ser acumuladas de acordo com o domínio de como funciona a regra do jogo, o ensino tradicional deixa de oferecer a este aluno a oportunidade da compreensão crítica da realidade através da superação do conhecimento a nível do senso comum. Normalmente, este tipo de prática leva a uma compreensão deformada da Física e do seu ensino.

Quando a Física é percebida como uma das ciências que interfere na construção de uma visão de mundo, seu universo conceitual pode se tornar motivador durante o processo de aprendizagem, no entanto, mal compreendida a Física se confunde com a linguagem matemática, em detrimento de sua beleza conceitual, passando a se tornar objeto de aversão para muitos alunos do ensino médio. Esta aversão que vários alunos têm da disciplina pode, então, estar relacionada à não compreensão do conteúdo devido à **o que** é apresentado e/ou **a forma** como é apresentado. O que normalmente se percebe neste nível de ensino é a substituição do formalismo por um excessivo "formulismo" em que são valorizados somente conteúdos que envolvem fórmulas necessárias, posteriormente, para a resolução de problemas. As equações e leis gerais são apresentadas como ponto de partida para uma suposta compreensão do conteúdo.

A opção do GREF por desenvolver o conteúdo com auxílio de instrumental matemático adequado evitando a ênfase dada ao mesmo, pelo ensino tradicional, e começando cada assunto através da discussão de alguns elementos do cotidiano, com linguagem simples, comuns ao professor e aluno, e que só transcende à medida que se amplia a área comum de compreensão-

domínio-compreensão, contribui para que diminua a visão preconceituosa que os alunos têm da disciplina e garante que o desenvolvimento do formalismo seja apresentado como síntese ou descrição matemática das relações analisadas ou observadas.

O instrumental matemático, necessário durante a aprendizagem, é desenvolvido na proposta após a discussão exaustiva da fenomenologia envolvida com o tema de estudo e a apresentação de um modelo, quando as leis gerais passam a se constituir em uma síntese dos conceitos trabalhados que, por seu caráter universal, possibilita uma compreensão da realidade no sentido de suas regularidades, causalidades e abrangência. Para o grupo que elaborou o projeto sempre foi um desafio fazer com que os alunos sintam que aprender física é importante na sua formação cultural mesmo que o seu futuro profissional não esteja relacionado diretamente com este aprendizado.

*“As metas eram e ainda são, por um lado, tornar significativo esse aprendizado científico, mesmo para alunos cujo futuro profissional não dependa diretamente da Física; por outro lado, dar a todos os alunos condições de acesso a uma compreensão conceitual e formal consistente, essencial para a sua cultura e para uma possível carreira universitária.”*  
(GREF, 1991, vol.2, pág.15)

Pierson, em seu trabalho de doutorado, analisando a proposta do GREF também identifica na proposta as duas funções:

*“É importante ressaltarmos aqui que a preocupação com uma física que faça sentido para o cidadão, independente da opção profissional futura, não exclui do seu horizonte aqueles indivíduos cujo futuro profissional necessite de uma formação em física, seja por exemplo, verificação deste conhecimento num exame vestibular. Na realidade a crença do grupo deposita-se na capacidade da proposta cumprir as duas funções, na medida em que partir do cotidiano, ter como objetivo que o aluno compreenda o universo tecnológico no qual encontra-se imerso, não implica numa simplificação do conteúdo escolar, mas sim, fornecer condições para que o aluno possa de fato apreendê-lo e fazer uso dele em diferentes momentos e com diferentes objetivos.”*(Pierson, 1997,pág.135)

O ensino tradicional, propedêutico, não só no que diz respeito ao conteúdo, considerado um conjunto de informações que, na maioria das vezes, são “jogadas” para o aluno, mas também na medida em que coloca o professor e o aluno, a exemplo da educação bancária, na posição do que fala e o que ouve, o

que sabe e o que não sabe, o que pensa e os pensados, o que atua e o que tem a ilusão de atuar, não permite o estabelecimento do diálogo que é essencial no processo de interação com a realidade.

Em contraposição à educação bancária, a concepção de educação que o GREF tem enquanto Grupo de Reelaboração do Ensino de Física é uma proposta de educação dialógica em que o diálogo é visto como uma oportunidade de problematização do próprio conhecimento em sua indiscutível relação com a realidade concreta na qual se gera e sobre a qual se incide, para melhor compreendê-la, explicá-la e transformá-la. Neste sentido, o diálogo é um ato de criação e como tal exige que as pessoas envolvidas tenham disponibilidade de comunicar-se, solidarizar-se, criar juntos.

Ao analisar as relações educador-educandos, na educação bancária, Freire as caracteriza como fundamentalmente narradoras ou dissertadoras. Isto implica na existência de um sujeito, o narrador, que no nosso caso é o professor, e de objetos pacientes, ouvintes, o aluno. Neste sentido, o educador é o sujeito do processo e os educandos, meros objetos. Sob este ponto de vista, a aula é preparada de forma que leva os alunos à adotarem como padrão uma postura passiva, apenas assistindo as apresentações dos professores e seguindo os encaminhamentos sugeridos por eles para a obtenção do sucesso futuro. Ao professor cabe escolher um livro texto que contemple suas expectativas, procurar conhecer bem o assunto e a partir daí preparar suas aulas e, em alguns casos, utilizando materiais didáticos diversificados. Neste tipo de educação, o professor é o que educa, sabe, pensa, diz a palavra, disciplina, enfim é o que atua.

Encontramos também nas colocações de Freire a concepção de um perfil de educador oposto a este:

*“... a razão de ser da educação libertadora está no seu impulso inicial conciliador. Daí que tal forma de educação implique a superação da contradição educador-educandos, de tal maneira que se façam ambos, simultaneamente, educadores e educandos.” (Freire, 1987, pág. 59)*

Embora, atualmente a grande preocupação de muitos educadores seja a descoberta de uma maneira de ensinar a disciplina de forma que com seus alunos sintam o prazer de estar juntos ensinando e aprendendo física, inúmeros

são os casos em que o professor assume o papel de narrador, não conseguindo perceber onde, como e em que modificar suas aulas decepcionando-se, assim, com o produto do seu trabalho, com os alunos e até com a própria profissão.

Segundo Freire, a opção pela educação libertadora envolve enfrentar a contradição educador-educando, na qual o professor abandona a postura de depositante de informações e assume uma postura dialógica. Superar esta contradição implica em uma modificação na concepção de conteúdo. O GREF, a partir do momento em que propõe a reorganização do conteúdo acompanhada de uma mudança metodológica que visa transformar a física e o seu ensino de forma que se tornassem mais próximos dos alunos, promovendo sua participação desde o seu primeiro dia de aula, deixa bem clara qual a sua opção de conteúdo.

O levantamento, proposto como ponto de partida, não deve ser considerado apenas como um momento para propor questões interessantes ou motivadoras, nem como uma atividade realizada no primeiro dia de aula em que o professor não pode começar a matéria porque os alunos estão sem o material escolar, mas deve ser apresentado como uma etapa importante da proposta, uma primeira oportunidade de construção do conhecimento de forma individual e coletiva, na medida em que cada aluno participa do levantamento e este é socializado com o coletivo da classe através do seu registro na lousa e nos cadernos dos alunos. Por ser desenvolvido coletivamente, o levantamento, se constitui em uma primeira oportunidade de diálogo, em que professor e alunos iniciam um processo de aprender juntos, característica fundamental da educação libertadora.

Para o grupo a importância do levantamento está fundamentada em vários aspectos dos quais um deles é que o professor passa a conhecer melhor os alunos, o que pensam e de que forma eles estruturam, outro, é permitir que a linguagem não física dos alunos aliada ao seu conhecimento vivencial possa ser, nesse primeiro momento, um fator decisivo de abertura e desinibição e que desencadeie um processo dialógico. Destaque se dá, neste momento, para a busca de uma mediação entre dois universos linguísticos diferentes, no que se refere aos

objetos sobre os quais será estabelecido o diálogo, representados pelo professor e pelo aluno. Para Freire:

*“É então indispensável ao ato comunicativo, para que este seja eficiente, o acordo entre os sujeitos, reciprocamente comunicantes. Isto é, a expressão verbal de um dos sujeitos tem que ser percebida dentro de um quadro significativo comum ao outro sujeito.” (Freire, 1977, pág.67)*

Segundo o grupo, esta mediação é desempenhada na proposta por elementos vivenciais, presentes no universo das pessoas envolvidas no processo, do professor e do aluno. Sendo assim, esses elementos constituem-se para os indivíduos “totalidades” que carregam uma problemática a partir da qual o conhecimento se torna possível.

### **1.1 – Levantamento e classificação: exemplos**

Na proposta GREF, em todos os temas de estudo (mecânica, física térmica, óptica e eletromagnetismo) o convite para o diálogo se apresenta desde o primeiro contato com os educandos, a partir da nova organização do conteúdo em que se propõe o levantamento de “coisas”, fenômenos e situações do cotidiano que, de alguma forma, estejam relacionadas com o tema central da parte da física a ser estudada. Este levantamento é desenvolvido através de questões que incentivam a participação coletiva.

*Que coisas você acha que estão relacionadas ao tema Mecânica? Quais são as coisas e fenômenos relacionados ao aquecimento e resfriamento? Que coisas você imagina que estão relacionadas à luz, à visão e às cores? Que aparelhos e componentes elétricos e eletrônicos vocês utilizam e conhecem?*

Com questões deste tipo o levantamento é desenvolvido, em cada tema de estudo, pelo professor juntamente com seus alunos. Na proposta de Mecânica, por exemplo, a listagem geralmente envolve coisas como: carro, bicicleta, elevador, pião, alicate, velocidade, aceleração, toca-discos, máquina de lavar roupas. Já no levantamento de Eletromagnetismo os elementos que mais aparecem são: chuveiro, forno elétrico, liquidificador, disjuntor, rádio, TV, corrente

elétrica, potência, fio, tomada, lâmpada. As explicações dadas para justificar a presença destes elementos na listagem, que ainda se encontra em fase de confecção, se constitui em um momento em que as relações entre os participantes do processo podem ser modificadas através do diálogo e na medida em que este se transforma em uma prática contribui para a modificação das relações.

A classificação dos elementos vivenciais se desenvolve como uma continuidade do trabalho realizado no levantamento. Ao professor cabe discutir a classificação proposta pelo GREF, que não deve ser apresentada como a melhor ou a única, mas como a mais adequada para dar continuidade ao curso. Com a aplicação da proposta ele passa a ter clareza que a apresentação da sequência de conceitos é papel do educador e que isso não significa nem pode significar imposição se essa apresentação tiver como objetivo uma postura dialógica.

Portanto, as atividades de levantamento e de classificação são partes de um processo que leva à elaboração do plano de curso, procedimentos estes que também fazem parte de qualquer postura científica. O plano de curso não tem a intenção de apresentar a seqüência de conceitos e leis da Física relacionando-os com as "coisas" as quais os mesmos são aplicados, mas tem por objetivo entender conteúdo de forma mais ampla, que leva em conta o contexto onde esse conceitos e leis estão inseridos. Com esta idéia, o levantamento e a classificação, de todos os elementos e/ou coisas apresentadas pelos estudantes, fazem parte do conteúdo proposto pelo GREF sendo incorporados ao plano de curso como parte integrante dele, se constituindo em uma importante etapa de ensino e do tema da física em estudo.

O tema *Mecânica* prioriza as leis de conservação – conservação da quantidade de movimento linear, da quantidade de movimento angular e da energia -, a cinemática vem no final. A partir de uma investigação das coisas em que ocorrem os movimentos de translação e/ou rotação, por exemplo, avião, foguete, jogo de bilhar, carrossel, furadeira e bicicleta, são estabelecidos os princípios da conservação da quantidade de movimento linear e angular. A análise das várias formas de transformação e/ou transferência de energia ocorridas nas hidroelétricas, motor do carro, brinquedos de corda, possibilitam o estudo da conservação de energia nos sistemas. Considerando coisas em que o fundamental

em seu funcionamento não é o movimento, as condições de equilíbrio são discutidas através da balança e de construções como pontes e telhados. A cinemática em que se conceitua deslocamento, velocidade e aceleração é desenvolvida a partir do movimento do metrô.

A *Óptica* que enfatiza as coisas associadas à luz, à visão e às cores – chama da vela, lâmpada incandescente, Sol, Lua, fibra óptica, lentes, filme fotográfico, filtros de luz, objetos brancos ou coloridos – desenvolve um estudo inicial dos processos luminosos como refração, reflexão, difusão, absorção e produção de luz. A interpretação destes processos sob o ponto de vista microscópico, destacando o aspecto dual da luz, se torna possível com a discussão de um modelo de matéria e de luz baseado na Física Quântica. Uma investigação de vários sistemas ópticos – olho humano, luneta, máquina fotográfica, projetores de slides – introduz a óptica geométrica em que se discute a construção de imagens a partir dos raios de luz.

O tema *Eletromagnetismo* é tratado a partir de coisas como chuveiro, liqüidificador, pilha, fita magnética, alto-falante, antena, choque elétrico, interruptor, chave de luz. A investigação dos aparelhos classificados como resistivos – fusíveis, lâmpadas, chuveiros – e da instalação elétrica residencial dá início ao estudo de alguns conceitos como campo elétrico, tensão, corrente e resistência, que visam à formulação do modelo clássico de corrente. Os motores do tipo série, como o dos liqüidificadores, e os ímãs, permitem conceituar força magnética e apresentar as leis de Ampère e de Gauss magnética. A geração de energia elétrica discutida através das pilhas, baterias, eletrização por atrito, é completada com o estudo de separação de cargas, já com a investigação do funcionamento do dínamo da bicicleta é estudada a lei de Faraday. O conceito de campo eletromagnético no espaço é introduzido com a abordagem da transmissão de sinal entre a antena da estação transmissora e a sua recepção nos aparelhos domésticos como o rádio e a TV. A investigação de elementos como os diodos e transistores, que utilizam materiais denominados semicondutores, encaminha para a apresentação de um modelo de matéria e corrente elétrica baseados na Física Quântica. Os conceitos e leis já desenvolvidos ao longo da proposta são retomados com a discussão do princípio de funcionamento de um conjunto de

elementos como o amperímetro, voltímetro, relógio de luz e disjuntores magnéticos.

A *Física Térmica* trata das coisas e fenômenos relacionados ao aquecimento e resfriamento. Através da classificação das coisas em: substâncias e materiais; processos, fenômenos e conceitos; máquinas, aparelhos e sistemas naturais; são apresentados os Princípios da Termodinâmica. Por se tratar do tema de estudo deste trabalho, esta proposta será apresentada com mais detalhe posteriormente.

Observando o plano de curso elaborado em cada tema e a maneira como o conteúdo é reestruturado e desenvolvido, é possível perceber que a proposta ao trabalhar a física das "coisas", na sua totalidade, enquanto desenvolve o levantamento e a classificação ela amplia o universo vivencial, dos participantes do processo de aprendizagem, quando contempla o conjunto dos elementos identificados. Em certas situações alguns deles poderão não estar presentes no cotidiano do aluno mas certamente em algum momento de sua vida, deles tomará conhecimento, podendo, assim, reagir de forma positiva na interação com o mundo científico e tecnológico.

## **1.2 - A proposta de Física Térmica**

A proposta GREF está concretizada em três livros para professores, elaborados como material de apoio para a formação continuada e orientação pedagógica, sendo o primeiro volume de mecânica, o segundo de física térmica e óptica, e o terceiro eletromagnetismo<sup>1</sup>. O texto do professor foi escrito com a idéia de servir de subsídio tanto no que se refere à sua própria formação como no trabalho que desenvolve junto aos alunos.

Como o texto segue o desenvolvimento da proposta, os três volumes apresentam não só novos conteúdos como também novas seqüências, quando

---

<sup>1</sup> Física 1 – Mecânica (1990). Física 2 – Fis. Térmica & Óptica (1991) e Física 3 – Eletromagnetismo (1993) : editados pela EDUSP.

comparado com o ensino tradicional. O estudo de cada um dos temas da física é feito a partir do levantamento e da classificação das coisas cotidianas, partes da vivência, associadas aos vários temas, procedimento este que permite que o objeto de estudo faça parte, embora em diferentes níveis, do universo de professores e alunos, necessário para o estabelecimento do diálogo, permitindo não só que o professor detecte a visão de mundo e de ciência do aluno, mas também que a aquisição da linguagem científica seja mais gradual para o estudante. A apresentação de um modelo físico, para a interpretação da fenomenologia envolvida em cada tema de estudo da física, é seguida pelo uso desse modelo para ampliar o universo de domínio através do estudo de processos tecnológicos ou naturais mais “afastados” da vivência cotidiana.

Embora a concepção do livro do professor não envolvesse a idéia de servir como livro texto para o aluno ele foi adotado como livro didático em algumas escolas da rede estadual e particular do ensino médio. Atribui-se este procedimento não só ao fato do GREF ter optado pela abordagem cotidiano-vivência para o desenvolvimento do conteúdo, pois ela tem contribuído na motivação do professor para a aplicação da proposta, mas também porque o livro contém um tratamento matemático adequado e, em várias partes, ele apresenta a discussão dos conceitos e/ou fenômenos físicos com uma simplicidade de linguagem que se torna plenamente adequada ao nível de nossos alunos do ensino médio.

O conceito de combustão introduzido através da discussão dos produtores de calor apresentada em Física Térmica, no livro do professor, é um exemplo deste tipo:

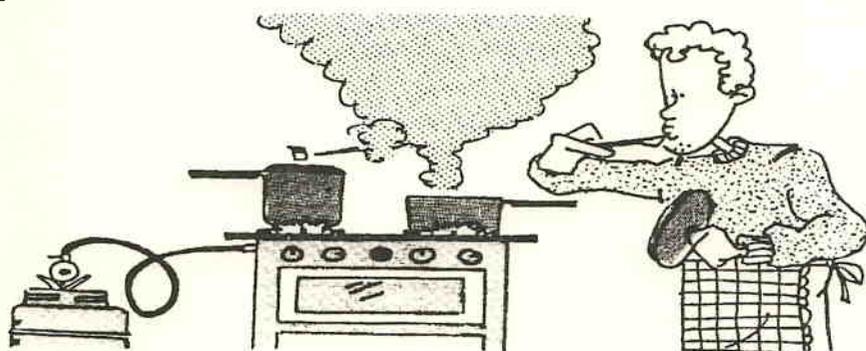
### **“ 1.2 Produtores de calor**

*Os fornos, fogões e aquecedores em geral têm seu funcionamento baseado na queima de um combustível ou na utilização de um resistor. No primeiro caso, há transformação de energia química em energia térmica, enquanto no segundo há transformação de energia elétrica em energia térmica.*

*Nas residências, o combustível mais utilizado nos fogões e fornos é o GLP (gás liquefeito de petróleo), contido em botijões de gás, que, ao ser liberado, entra em contato com o oxigênio do ar e, na presença de uma centelha, transforma energia química em energia térmica.*

FIGURA1.1

fig. 1.1



*Esse processo recebe o nome de combustão.....”* (GREF; 1991; pág. 30)

A maneira como o trabalho de formação continuada foi desenvolvido pelo GREF, através de cursos e do acompanhamento da aplicação da proposta em sala de aula, além de contribuir para um acúmulo de experiências que levassem a um amadurecimento desta prática, também apontou para a necessidade da elaboração de um material que se destinasse especificamente aos alunos. Assim, a experiência adquirida pelo grupo, no intercâmbio com os colegas professores nos encontros de aplicação da proposta, e o fato de alguns de seus componentes ainda manterem contato direto com alunos do ensino médio da rede pública, foram fatores que, entre outros, contribuíram de maneira significativa na concepção do formato final do livro do aluno.

Um dos principais aspectos destacados para ser trabalhado em sala de aula está relacionado às dificuldades apresentadas pelos alunos em relação à leitura e interpretação de texto, tanto do ponto de vista da motivação para a leitura como da especificidade existente em um texto científico.

Um trabalho apresentado pelo GREF no XII Simpósio de Física, em Belo Horizonte, coloca claramente o pensamento do grupo a este respeito:

*“ Depois de mais de uma década de discussões com professores que utilizavam a proposta do GREF e do convívio com os alunos da rede pública sentimos necessidade de elaborar um material para uso em sala de aula.*

*Este material, elaborado com o objetivo de minimizar barreiras no aprendizado de Física, é constituído por textos de linguagem fácil que*

*compõem tópicos curtos, baseados na proposta do livro do professor, possíveis de serem lidos em uma aula.” (Copelli et al, 1997)*

Condições presentes na própria vida do profissional professor como um grande número de aulas para compor a jornada de trabalho, a necessidade de mais de uma escola para completar a sua escolha, a distância em que se encontram essas escolas, acrescentadas à dificuldade existente no cumprimento do planejamento ao longo do ano letivo, indicaram a necessidade de um livro para alunos que tivesse seqüência e ritmo adequados ao planejamento, isto é, indicando não só o conteúdo de uma aula mas também enfatizando o que é prioridade neste tema.

A adequação do tratamento matemático, já presente no livro do professor, continua merecendo atenção especial no livro do aluno pois, este também se destina à formação do cidadão que pode ou não incluir uma carreira universitária em seu futuro. O mesmo aconteceu com as atividades experimentais e os exercícios, que foram elaborados de forma a se tornarem ainda mais significativos para o educando.

Considerando as características atuais dos alunos, gostam de textos mais curtos, com linguagem diversificada e apresentação do conteúdo de forma diferenciada, o GREF optou por um livro de aluno que, apresentando uma dinâmica adequada à sala de aula, contemplasse a leitura de textos não muito longos. Definiu, ainda, que a linguagem utilizada poderia e deveria, além da linguagem escrita, envolver outros elementos visuais como: esquemas, ilustrações, estórinhas em quadrinhos, diagramas, etc..

Para contemplar estas idéias, o livro do aluno foi produzido com uma série de leituras com quatro páginas, que contêm o conteúdo a ser trabalhado em cada aula. A primeira página de cada leitura é uma introdução ao tema que será desenvolvido e geralmente apresenta uma ilustração, um esquema, um resumo de atividade, um pequeno texto ou uma tirinha com a intenção de motivar o aluno para a discussão do conteúdo escolhido para a aula. As páginas dois e três desenvolvem o conteúdo, a partir de situações cotidianas, que deverá ser trabalhado durante a aula. Nestas páginas encontramos textos, atividades,

exercícios ou combinações diversificadas das três opções consideradas essenciais para a compreensão do conteúdo escolhido na leitura e/ou seqüência do curso. A quarta página foi destinada a exercícios, atividades e textos complementares que, caso o professor queira, podem ser trabalhados fora da sala de aula. O anexo 02 apresenta um exemplo destas leituras no conteúdo de Física Térmica.

Para o desenvolvimento deste projeto de pesquisa escolhemos examinar o conteúdo de Termodinâmica. Em função desta escolha apresentamos, a seguir, uma visão geral da proposta para o curso de Física Térmica apontando a forma como o conteúdo é desenvolvido tanto no livro do professor como no livro do aluno.

### **1.2.1 – A Física Térmica no livro do professor.**

Na física térmica o levantamento, que tem como objetivo identificar o que o aluno associa a este tema, é motivado pela questão: “*Quais são as coisas e fenômenos relacionados ao aquecimento e resfriamento?*”. Fogão, geladeira, termômetro, isopor, ferro elétrico, Sol, lâmpada, ventilador, madeira, fogo, freezer, garrafa térmica e cobertor, são exemplos de elementos do cotidiano que fazem parte da listagem elaborada em sala de aula.

A discussão dos elementos contidos no levantamento, além de dar início à compreensão do conteúdo que será desenvolvido posteriormente, encaminha para a classificação a medida que permite identificar entre as coisas listadas *substâncias ou materiais, máquinas ou aparelhos, sistemas naturais e alguns processos térmicos*.

Considerando que as substâncias e suas propriedades são compreendidas em função dos processos de que participam e percebendo a sua importância para o funcionamento das máquinas e aparelhos, o GREF propõe uma classificação adotando este enfoque como critério. Sendo assim, coisas como ar, água, isopor, álcool, carvão, são classificadas como *substâncias e materiais*; calor, atrito, martelada, combustão, condução, convecção, temperatura, pressão, pertencem ao grupo de coisas classificadas como *processos, fenômenos e conceitos*; Sol, bomba atômica, chuveiro, geladeira, lâmpada, termômetro, ventilador, chuva, vento, são encontradas na coluna de *máquinas, aparelhos e sistemas naturais*. Ao desenvolver o levantamento e a classificação o professor já estará trabalhando com a classe a elaboração do *plano de curso*, apresentado no livro do professor em *duas partes*.

Na parte 1, através da explicitação das propriedades das substâncias, aprofunda-se a idéia de que a utilização de substâncias depende do processo de que participam. Nesta parte o estudo dos processos de produção de calor

possibilita a discussão dos combustíveis - gás de cozinha, gasolina, óleo diesel ou querosene - e das máquinas e aparelhos cujo funcionamento dependem destas substâncias como, por exemplo, os fornos e fogões. O estudo da combustão e de outros processos de produção de calor como o atrito e a compressão dos gases permite conceituar calor e identificar os sistemas que se comportam como fontes de calor. As trocas de calor também são estudadas através da discussão das correntes de convecção e da análise de materiais considerados como condutores, isolantes e irradiadores de calor. Os efeitos das trocas de calor são abordados através da discussão da variação de temperatura, dilatação - dos sólidos, líquidos e gases - e da mudança de estado das substâncias. Até este momento o estudo é qualitativo, tendo o objetivo de sistematizar observações e identificar propriedades dos diversos materiais. Para uma explicação destas propriedades e processos, sob o ponto de vista microscópico, e das expressões matemáticas que relacionam as grandezas discutidas, é apresentado um modelo de estrutura da matéria, o modelo cinético-molecular de matéria.

Já na parte 2 são analisadas algumas máquinas térmicas - turbina a vapor, motor a combustão e geladeira - buscando identificar os processos físicos essenciais para o seu funcionamento permitindo formalizar os princípios da termodinâmica. O estudo do rendimento das máquinas térmicas é utilizado para a introdução do ciclo ideal, o ciclo de Carnot. São também estudados, através da discussão dos ventos, brisa marítima, nevoeiro, neblina, névoas úmidas e vulcão, alguns processos naturais baseados nos conceitos já desenvolvidos como os relacionados ao ciclo do ar e da água.

Reproduzimos, a seguir, o Plano de Curso proposto pelo GREF com o objetivo de completar a caracterização da proposta.

## Plano de Curso

### Parte 1 – Substâncias, Propriedades e Processos Térmico

COISAS	CONCEITOS
Combustíveis e uso em fornos, fogões, aquecedores, motores de automóveis ou turbinas de avião, alimentos e o corpo humano, etc. Atrito nas freadas e no esfregar das mãos, aquecimento em bomba de bicicleta e marteladas Formação de gelo no congelador, vento etc.	Processos produtores de calor: combustão (processo) calor de combustão (propriedade) Conceito de calor
Motores a explosão, panelas, pratos, tapetes, ladrilhos e geladeiras, radiadores, lâmpadas, Sol, etc.	Trocas de calor: condução (processo) coeficiente de condutividade (propriedade) convecção (processo) irradiação (processo)
Refrigeração de motores a ar e a água etc.  Peças do motor, trilhos de ferrovias, pontes  Outros processos no motor de automóvel  Aquecimento em panela de pressão e caldeiras  Secagem de roupas e alimentos	Variação de temperatura (processo) Capacidade térmica Calor específico (propriedade) Dilatação (processo) Coeficiente de dilatação (propriedade) Mudanças de estado (processos) Ponto de fusão, calor latente de fusão, ponto de ebulição, calor latente de vaporização (propriedades) Influência da pressão na mudança de estado  Evaporação (processo) Pressão máxima de vapor (propriedade)

Esta parte se completa com a descrição de uma visão microscópica de matéria, que permite explicar, em grande parte, as propriedades e processos térmicos.

### Parte 2 – Máquinas térmicas e Processos Naturais

COISAS	CONCEITOS
Motor a quatro tempos, turbina a vapor e geladeira doméstica	Diagrama de pressão x volume Transformações gasosas 1ª Lei da Termodinâmica 2ª Lei da Termodinâmica
Fenômenos naturais; ciclo do ar, ciclo da água, orvalho, geada, nevoeiro, neve, granizo, inversão térmica, vulcão e géiser.	Processos térmicos e Leis da Termodinâmica

## **1.2.2 – A Física Térmica no livro do aluno.**

No livro do aluno, de forma semelhante ao livro do professor, um dos pressupostos é partir do cotidiano desenvolvendo os conceitos da Física de maneira a trazer uma reinterpretação deste mesmo cotidiano, de acordo com o ponto de vista da Física, de uma forma mais sistematizada. Assim, o levantamento e a classificação no livro do aluno também desempenham um papel fundamental na reestruturação do conteúdo, uma vez que possibilitam delinear o universo vivencial relacionado, neste caso à física térmica, através do qual o conteúdo será desenvolvido.

Fogo, geladeira, forno elétrico, cobertor, isopor, garrafa térmica, termômetro, Sol e etc., são coisas que fazem parte da listagem quando na primeira leitura colocamos para o aluno: *“Você poderia dar uma olhada à sua volta e dizer que coisas ou situações, na sua opinião, estão mais diretamente relacionadas com o calor? Qual característica ou qualidade destas coisas as associa a processos térmicos?”*

Na classificação o GREF propõe que as coisas do levantamento sejam organizadas formando quatro grupos: no primeiro, *“Medidas e controle de temperatura”*, encontrarmos coisas como forno, termômetro, radiação, água; no segundo, *“Fontes e trocas de calor”*, são colocados o Sol, a madeira, a convecção, o isopor, a água; no terceiro, *“Transformações térmicas”*, aparecem coisas como panela de pressão, motor, gases, água; no quarto grupo, *“Máquinas térmicas”*, são relacionadas a geladeira, o motor a combustão e a turbina a vapor.

A continuidade do curso consiste no estudo de cada um destes blocos da classificação de forma articulada cujo objetivo principal é levar à compreensão do funcionamento das máquinas térmicas e dos Princípios da Termodinâmica. Para uma melhor visualização de como o curso está articulado o GREF montou uma estrutura, apresentada a seguir, que embora na sua versão preliminar, apresenta o

plano de curso relacionando os conceitos e as leis da Física contidas no planejamento e as "coisas" às quais estes conceitos se aplicam.

# ESTRUTURA DE FÍSICA TÉRMICA

## GRF

- ✓ Termômetros
- ✓ Termostatos
- ✓ Trilhos de trem
- ✓ Construções

### MEDIDAS E CONTROLE DE TEMPERATURA

- Espectro da luz
- Medidas de temperatura
- Controle de temperatura
- Dilatação

- ✓ Sol; Vela; Lâmpada
- ✓ Combustíveis
- ✓ Ciclo do Carbono
- ✓ Fotosíntese
- ✓ Coletor Solar
- ✓ Efeito estufa
- ✓ Refrigeração de carro
- ✓ Ciclo do ar

### FONTES E TROCAS DE CALOR

- Calor de combustão
- Calor específico
- Propagação do calor
- Quantidade de calor

- ✓ Ciclo da água
- ✓ Panela de pressão
- ✓ Gases
- ✓ Indústria do "muito frio"

### TRANSFORMAÇÕES TÉRMICAS

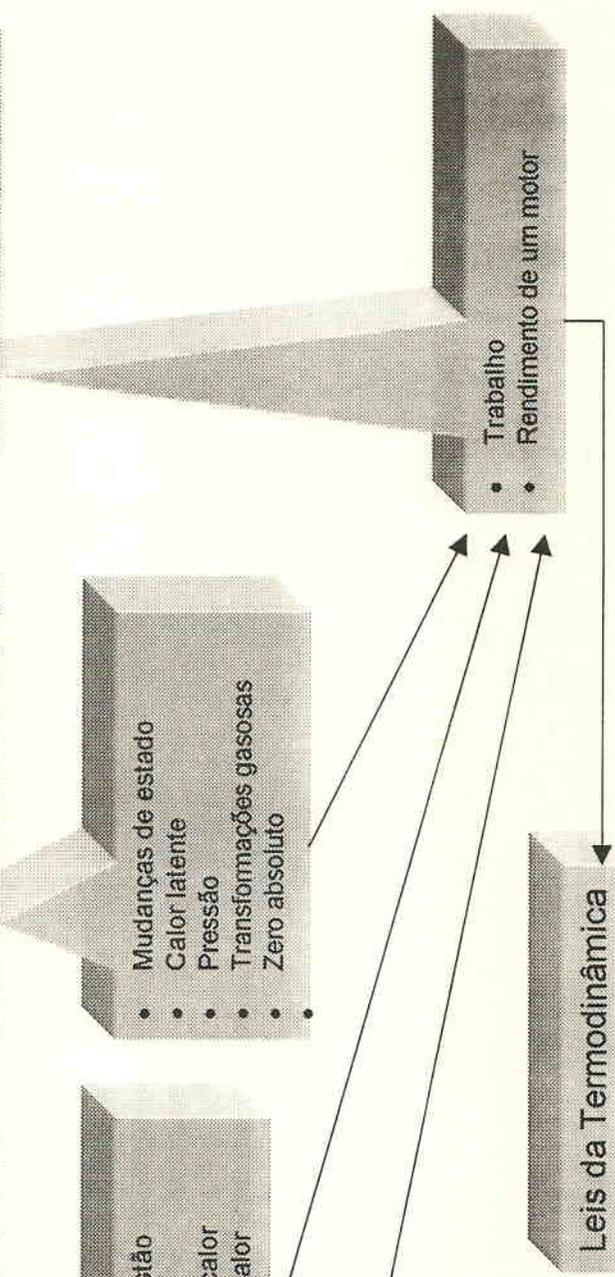
- Mudanças de estado
- Calor latente
- Pressão
- Transformações gasosas
- Zero absoluto

- ✓ Turbina a vapor
- ✓ Motor a combustão
- ✓ Geladeira

### MÁQUINAS TÉRMICAS

- Trabalho
- Rendimento de um motor

### Leis da Termodinâmica



A partir da idéia que todas as coisas recebem e cedem calor o tempo todo mesmo não existindo um fluído entre elas, no primeiro grupo, "*Medidas e controle de temperatura*", é introduzido o conceito de trocas de calor por condução, convecção e radiação. Alguns materiais como o vidro ou os filtros solares funcionam como bloqueadores de radiação térmica, já a nossa pele, por possuir receptores que são ativados quando detectam um aumento de energia térmica, funciona como um sensor térmico. Como a sensação de "quente" e "frio" é muito subjetiva e imprecisa usa-se algumas propriedades dos materiais para estabelecer e medir temperaturas, como a cor da luz emitida pelo filamento de uma lâmpada ou a dilatação do mercúrio existente nos termômetros. Após a apresentação de uma tabela com coisas que estão a nossa volta com temperaturas muito altas como a de um filamento de uma lâmpada incandescente ou muito baixas como a de um freezer, discute-se que alguns materiais como o tungstênio, o ferro e outros metais, quando aquecidos emitem energia que é conhecida como radiação térmica. O conceito de radiação térmica é apresentado como parte de um conjunto de radiações, o espectro de radiação. As posições das diversas radiações do espectro são mostradas num diagrama de energia. O piso das calçadas, os trilhos das linhas de trem, as vigas de concreto de construções como pontes e edifícios também se dilatam quando aquecidos e essa dilatação tem que ser dimensionada. Eletrodomésticos como o ferro elétrico, o forno elétrico e a geladeira necessitam de dispositivos, os termostatos, para controlar a temperatura. A compreensão do funcionamento destes dispositivos dão seqüência ao estudo da dilatação térmica. A conceituação e a comparação do coeficiente de dilatação volumétrica das várias substâncias e as equações relacionadas à dilatação fecham este primeiro bloco.

O segundo grupo da classificação, "*Fontes e trocas de calor*", inclui discussões sobre a fotossíntese e sua relação com a vida animal, a produção de alimentos e de combustíveis fósseis e a energia neles contida. O ciclo do carbono, o ciclo do ar, a combustão, assim como outros processos de produção de calor, e o conceito de calor de combustão permeiam esta discussão. A convecção do ar, o uso de agasalhos em dias frios e o funcionamento de uma cozinha viabilizam o estudo dos condutores e isolantes térmicos e dos processos de trocas de calor:

condução, convecção e irradiação. O modelo cinético de matéria permite compreender a constituição dos materiais completando a discussão do tipo de roupas, moradia ou até mesmo de alimentos utilizados em função das condições climáticas, ficando assim conceituados o coeficiente de condutividade térmica e os estados da matéria. Ao estudar, na leitura "Cercando o calor", os processos de trocas de calor que ocorrem numa garrafa térmica, numa estufa e num coletor solar se discute a interação da luz com a matéria. Neste momento, apresenta-se o modelo quântico, e destaca-se os dois aspectos do comportamento da luz: a dualidade onda-partícula. A brisa marítima e a refrigeração de carros a ar ou a água são elementos do cotidiano que contextualizam a introdução do conceito de calor específico. A capacidade térmica e as equações da quantidade de calor encerram este segundo bloco.

As mudanças de estado que ocorrem na natureza, o ciclo da água, a formação de orvalho, a neblina e a geada, são utilizadas como objeto de estudo no terceiro grupo da classificação: "Transformações térmicas". A formalização do conceito de mudança de estado e calor latente é completada com a discussão da fundição de metais, da fabricação do vidro e da influência da pressão. O modelo cinético de matéria ajuda a compreensão das mudanças de estado e do calor latente. O significado do zero absoluto na escala kelvin de temperaturas e as transformações gasosas também fazem parte deste bloco que encerra apresenta a equação dos gases, vários exercícios relacionados ao conteúdo trabalhado e também apresenta os avanços tecnológicos alcançados atualmente na criogenia.

Os três blocos anteriores levam ao estudo das "Máquinas térmicas" que é introduzido com um texto histórico sobre a primeira revolução industrial. O funcionamento da máquina a vapor e do motor a combustão possibilitam a discussão do trabalho e encaminham para a formalização da primeira lei da termodinâmica. O funcionamento da geladeira encaminha para a segunda lei da termodinâmica. Na leitura "Potência e perdas térmicas" os conceitos de rendimento e de potência são desenvolvidos sendo também abordados em exercícios que discutem máquinas reais. Este bloco se encerra com uma retomada de todo curso feita na leitura "Calor presença universal" onde se procura dar uma

idéia de *Entropia* discutindo-se esse conceito qualitativamente contrapondo-o com o conceito de *Vida*.

Para a concretização desta proposta o grupo elaborou vinte e sete lições, das quais vinte e três se destinam à discussão do conteúdo proposto pela equipe e quatro, denominadas lições complementares, apresentam a seguinte distribuição: uma para a apresentação do texto histórico utilizado na discussão de máquinas térmicas e três contendo vários exercícios onde a grande maioria é retirada dos vestibulares já aplicados. O Anexo 2 apresenta um exemplo destas leituras.

Assim, a proposta para o livro do aluno apresenta algumas modificações em relação ao livro do professor, além do formato geral do livro. Em relação ao conteúdo, o estudo dos fenômenos naturais que no livro do professor é apresentado somente no final da parte dois, no livro do aluno permeia o texto quase que na sua totalidade. O que provocou esta mudança, além da beleza que envolve cada situação em particular, foi o interesse despertado nos alunos por se tratar de assunto diretamente relacionado às questões do meio ambiente. A existência de água em abundância no planeta em que vivemos, a sua presença em grande parte dos fenômenos naturais e o fato dela ser uma substância conhecida por todos os alunos, se constituiu em um outro motivo para a mudança no estudo dos fenômenos naturais possibilitando, assim, a discussão das demais substâncias e suas características específicas, usando a água como elemento de comparação. Esta decisão determinou não só o título de algumas leituras mas, também, o momento em que o ciclo da água, do ar e do carbono são apresentados e a própria classificação dos elementos vivenciais.

A classificação, antes realizada considerando três grupos, "*Substâncias e materiais*"; "*Processos, fenômenos e conceitos*" e "*Máquinas, aparelhos e sistemas naturais*", passou a ser organizada em quatro grupos: "*Medidas e controle de temperatura*", "*Fontes e trocas de calor*", "*Transformações térmicas*" e "*Máquinas térmicas*". A continuidade do curso se dá através do estudo de cada um destes blocos da classificação, diferentemente do livro do professor

que não reforça, de forma acentuada, esta divisão em blocos durante a discussão do conteúdo.

Ao considerar o homem como o sujeito que interage e participa de um universo vivencial que envolve situações relacionadas ao mundo natural e tecnológico, e entendendo que a maioria dos materiais são constituídos de substâncias naturais, assim como muitos processos que ocorrem na natureza também comparecem nos sistemas tecnológicos, como por exemplo, os processos envolvidos na explicação da formação de chuva e no funcionamento da geladeira, o grupo incorporou outra modificação, no livro do aluno, que é a ênfase em uma leitura para os processos, fenômenos e conceitos relacionados à natureza e, na leitura seguinte, discussão semelhante foi desenvolvida a partir da relação, destes mesmos processos, fenômenos e conceitos, com as técnicas. Esta idéia reforça, também, a presença dos ciclos do carbono, do ar e da água já no início da proposta.

O modelo cinético-molecular de matéria, apresentado no livro do professor somente após uma discussão geral de grande parte da fenomenologia envolvida, no livro do aluno é apresentado por partes, no momento em que contribui para a compreensão e o aprofundamento do conteúdo estudado. As equações da Física Térmica, seguindo o mesmo critério adotado para o modelo de matéria, também são apresentadas e discutidas no momento em que é tratado o conteúdo aos quais estão relacionadas. Esta mudança foi definida a partir da análise crítica do próprio grupo que considera a adequação do conteúdo como um dos pressupostos para o sucesso na aprendizagem.

## **CAPÍTULO II**

### **A formação continuada de professores.**

*“Não serei o poeta de um mundo caduco. Também não contarei o mundo futuro. Estou preso à vida e olho meus companheiros. Estão taciturnos mas nutrem grandes esperanças. Entre eles, considero a enorme realidade. O presente é tão grande, não afastemos. Não nos afastemos muito, vamos de mãos dadas.” (Carlos Drummond de Andrade)*

As minhas primeiras experiências em sala de aula, como professora de Física no segundo grau da rede pública do estado de São Paulo (1980, 6º DE da capital), já indicaram algumas dificuldades, que na época eram conhecidas e experimentadas pela quase totalidade de meus colegas professores, para ensinar esta disciplina.

Não é difícil recordar que, além das dificuldades provenientes da não valorização profissional por parte dos órgãos responsáveis pela educação no país, existiam várias outras que incomodavam muito e que não eram exclusividade do ensino brasileiro, tanto do oficial como da rede particular. Existiam e acredito ainda existir uma série de problemas com o ensino de Física, principalmente no que se refere a prática de sala de aula.

A cena estabelecida na escola estadual mudou muito pouco ao longo dos anos: de um lado encontramos o professor que, lutando com suas dificuldades, tenta selecionar e desenvolver o conteúdo considerado como mínimo exigido em cada série e que acredita estar fazendo-o da melhor maneira possível, de outro, o aluno que necessitando ou não trabalhar para o seu sustento se encontra, em alguns casos, desmotivado e em outros apavorado com a física que é ensinada. Envolvendo este processo encontramos toda a problemática que brota em torno do descrédito da população com o ensino público, da situação profissional do professor e da qualidade do material didático existente no mercado.

Em função desta consideração aponto a seguir as dificuldades, enfrentadas pelo profissional que ensina física na rede pública, que considero mais relevantes desde o meu ingresso na carreira, não só pela sua importância dentro do processo ensino-aprendizagem, mas também por necessitarem de um longo prazo para serem solucionadas:

- a deficiência na formação profissional;
- em alguns casos, a falta de experiência profissional;
- o pouco interesse por parte dos alunos;
- as dificuldades apresentadas por eles em função de lacunas conceituais advindas da formação anterior;
- a escassez e deficiência do material de apoio ao aluno e ao professor;
- o preconceito existente nos alunos em relação à disciplina;
- a desvalorização da profissão docente.

Mais tarde fui perceber que esta preocupação não era uma exclusividade minha pois muitos educadores que se dedicam ao ensino de física também apontam estes mesmos problemas.

Ao iniciar uma apresentação de uma mesa redonda relacionada ao tema formação de professores Álvarez se refere à importância da discussão e a formação precária dos professores que lecionam Física:

*“Não posso deixar de ressaltar a relevância dessa discussão, já que a expansão do ensino de 2º grau nas últimas décadas não foi acompanhada de necessário incentivo à carreira docente e nem mesmo da ampliação das vagas para os Cursos de licenciatura, oferecidos pelas Universidades ou escolas de bom nível. Dai decorrem as estatísticas, tão divulgadas e largamente conhecidas por todos nós, sobretudo na área de Física, sobre o elevado índice de professores não habilitados em exercício e sobre a precária formação de alta porcentagem daqueles que possuem habilitação, graduados em cursos deficientes, que não deveriam estar funcionando.” (Álvarez, 1991, pág. 95)*

Pacca, ao analisar programas de atualização de professores se refere aos problemas de ensino relacionados à competência:

*“A dificuldade encontrada quando se enfrenta a questão de atualizar o professor é definir objetivamente os problemas de ensino ligados diretamente à sua competência. Estes problemas caracterizam-se principalmente por um mal estar e insatisfação do professor com seu trabalho geral; alguma objetividade é expressa por uma vontade de encontrar “soluções milagrosas” para suas dificuldades em sala de aula (amplas e*

*também mal definidas), melhorar suas aulas (revelando um idealismo quase sempre presente), tornar seu trabalho menos penoso e mais atraente tanto para si quanto para seus alunos, além de diminuir o isolamento social e profissional em que se encontra.”(Pacca, 1992, pág.39)*

Menezes, em seu livro “Vale a pena ser físico?”, ao fazer uma análise da profissão do físico, especificamente do professor de ensino médio, coloca a deficiência na formação profissional e as condições de trabalho, na maioria dos casos desfavoráveis, como fatores que influem na qualidade do ensino de Física nas escolas de segundo grau:

*“ Na realidade, considerável parcela dos professores de Física no Brasil não possui preparo específico ( não licenciados nem bacharéis em Física) e mesmo os que possuem esses títulos muitas vezes estão científica ou pedagogicamente despreparados. Como consequência, só raramente se cumprem os programas, que acabam se reduzindo a uma lamentável e interminável ladainha de “cinemática do ponto material”, de “eletrostática da carga puntual” etc. Com certeza, não é só o despreparo do professor que leva a essa situação; além das condições de trabalho serem geralmente desfavoráveis, a própria idéia do que deve ser a Física na escola média merece ser revista.” (Menezes, 1988, pág. 53)*

Participando de várias atividades de formação continuada realizadas pelo grupo GREF ( Grupo de Reelaboração do Ensino de Física) observa-se que dos professores que lecionam Física no ensino médio, poucos possuem licenciatura específica nesta disciplina. Encontramos um grande número de professores formados em matemática, química ou com licenciatura curta em ciências. Não raro é encontrarmos outro tipo de formação como engenharia.

As condições de trabalho, muitas vezes desfavoráveis, contribui para o perfil dos professores que compõem alguns grupos. Estes grupos são formados por profissionais que na sua maioria estão praticamente iniciando sua carreira ou quase finalizando-a, o que significa pouca experiência no trabalho a ser desenvolvido, no primeiro caso e muitos anos de experiência mas com pouca chance de contribuição, pelo curto espaço de permanência futura no magistério, no segundo caso.

O contato com os professores destes grupos nos coloca também em contato com a problemática vivida por eles em relação à escolha de classes. Vários são os depoimentos que apontam as condições precárias da profissão de professor como dificuldade para ensinar. O número muito reduzido de aulas em cada turma, além de dificultar a realização de um bom trabalho junto aos alunos, contribui para que existam poucas aulas em uma escola e obriga o professor a completar a sua jornada de trabalho escolhendo aulas em várias unidades escolares, muitas vezes até bem distantes umas das outras. Nestas condições a rotatividade de professores acontece em grande escala tanto nas escolas como nos grupos de formação em serviço.

A formação precária e a problemática das condições profissional nos ajuda a entender porque só raramente os programas são cumpridos. Sem o domínio dos conhecimentos relacionados a própria disciplina que ensina e desmotivado com o salário e com as dificuldades para manter suas aulas, o professor se esforça para reproduzir o conteúdo apresentado no livro didático, sem condição de replanejar o seu trabalho em função das prioridades deste conteúdo ou simplesmente do calendário escolar.

Como o replanejamento do seu curso nunca é feito ele acaba levando um tempo muito longo para trabalhar uma determinada parte da Física em detrimento de outra, como acontece por exemplo com Mecânica, conteúdo destinado à primeira série do ensino médio que, na maioria das vezes, o professor utiliza um tempo bem mais longo para vencer o planejamento, sacrificando o ensino de outras partes da Física como Física Térmica e Óptica.

Algo semelhante acontece com Eletricidade, conteúdo que se destina a terceira série mas que não consegue ser esgotado em um ano, se limitando, assim, à apresentação do conteúdo que envolve a carga puntiforme e algumas definições relacionadas aos circuitos mais simples de associação de resistores.

Estes exemplos de desenvolvimento de conteúdos físicos são apenas dois dos muitos que contribuem para a deficiência na formação do aluno em relação à aprendizagem da totalidade da Física ensinada no ensino médio.

Hosoume, quando faz uma análise da formação continuada desenvolvida pelo GREF em mais de dez anos de existência, aponta alguns pontos considerados como fundamentais no levantamento dos objetivos do trabalho desenvolvido pelo grupo que além de reforçarem o que pensamos a respeito da deficiência na formação dos professores ainda dão destaque para a questão metodológica e para a deficiência dos materiais de apoio:

*“A criação do GREF teve por base um diagnóstico sobre ensino de Física em nível de segundo grau, que revelou que:*

*a) grande parte dos professores de Física não domina os conhecimentos da própria Física nem possui preparação didática específica, visto que a maior parte desses professores têm formação em Matemática ou em outras disciplinas;*

*b) o ensino de Física na prática não promove um aprendizado significativo, que permita ao estudante compreender os fenômenos, os objetos, os aparelhos e os fatos presentes em sua vida cotidiana ou em sua atividade profissional;*

*c) a metodologia de ensino utilizada concebe os alunos como ouvintes passivos, estando toda iniciativa centrada no discurso do professor;*

*d) os recursos materiais para a preparação de aulas ou para o aprofundamento em Física, dentro de uma perspectiva de ensino com significado prático, são escassos e fragmentados.” (Hosoume, 1996, pág. 142)*

A metodologia centrada no discurso do professor e o tipo de material de apoio ao preparo de aula, que no caso da Física trata-se normalmente da apresentação de definições e fórmulas matemáticas, entre outros fatores como o número reduzido de aulas em todas as séries do ensino médio, a falta de material para a realização de atividades experimentais, a excessiva preocupação dos professores com o preparo para o vestibular e o aproveitamento inadequado das reuniões pedagógicas realizadas nas unidades escolares, parece que são fatores que se complementam e se predispõem. Condição esta que pode provocar o pouco interesse do aluno em relação ao conteúdo trabalhado em sala de aula, ou até mesmo incentivar boa parte do preconceito existente em relação à disciplina ensinada.

Quando questionados informalmente em relação as preferências das disciplinas que compõem o currículo do ensino médio muitos alunos externam o

pouco interesse pela Física ou, em alguns casos, o medo ou até mesmo o horror em relação à matéria.

A metodologia centrada no discurso do professor incentiva uma postura passiva por parte dos alunos que se limitam a seguir suas explicações, cujas dúvidas não podem ser colocadas até pela total falta de compreensão do conteúdo apresentado. As dificuldades só são percebidas mais tarde nas tentativas de resolução de exercícios, as quais a grande maioria dos professores acredita que são dificuldades em matemática e os alunos, da própria Física pois esta, para muitos, é uma matéria chata, difícil e que eles não vão conseguir entender nunca.

A experiência acumulada em relação ao ensino de Física na rede pública ao longo dos anos nos leva a desejar e acreditar nos trabalhos de formação em serviço, tanto quando consideramos a sua influência na qualidade de ensino como quando consideramos a questão da melhoria da condição do profissional da educação.

Menezes, fazendo uma análise da problemática do ensino de Ciências nos países ibero-americanos ao se referir à situação brasileira, expressa claramente a necessidade da recapacitação de professores, apesar de ter consciência da problemática que a envolve como a condição do profissional e a rotatividade dos professores que participam do processo:

*“ ... Pode-se dizer que, em nenhuma outra época do passado recente, foi tão deficiente a formação inicial média de nossos professores de Ciências nem tão grande o número de professores ensinando Ciências no ensino médio sem qualquer qualificação. Até por isso, uma formação continuada, complementar ou mesmo supletiva desses professores é absolutamente urgente, lado a lado com a recomposição dos cursos de formação inicial. Contudo, a carreira docente pouco atrativa, responsável indireta pela baixa qualificação de quem a procura, também promove grande rotatividade no conjunto de professores, dificultando assim o próprio trabalho de formação permanente.” (Menezes, 1996, pág. 56)*

Procurando minimizar os problemas, pelo menos no que se refere às deficiências no aspecto formativo, várias foram as iniciativas institucionais em direção a um trabalho que pudesse contribuir para a melhor qualificação do professor através de sua formação em serviço.

A formação continuada de professores vem se realizando no Brasil desde o começo da década de 50 (Álvares, 1991). Em virtude dos problemas detectados relativos ao ensino de Ciências, segundo Menezes (1996), grande parte dos Centros de Ciências<sup>2</sup>, responsáveis pela formação das primeiras gerações de especialistas em ensino de Ciências, foram criados já na década de sessenta.

Estes Centros, se dedicaram também ao aperfeiçoamento dos profissionais do ensino de Ciências, ministrando inúmeros cursos de atualização, assessorando as redes de ensino público em muitos estados brasileiros, concebendo materiais instrucionais, editando revistas de difusão científico-pedagógicas e traduzindo alguns dos grandes projetos disciplinares, como o PSSC, BSCS e etc., promovendo sua adaptação às condições brasileiras e treinando professores para sua aplicação. Assim, os Centros também acompanharam as tendências internacionais do ensino de Ciências.

O trabalho de recapacitação em serviço do professor de Física, desde o seu início, vem se desenvolvendo, sofrendo modificações e tomando características diferentes.

Se por um lado, ele se tornou necessário em função do descompasso entre as grandes transformações que a educação vem sofrendo ultimamente, devido ao ritmo acelerado com que ocorrem as inúmeras mudanças culturais e sociais, e o processo de qualificação profissional, por outro, nas duas últimas décadas, graças ao desenvolvimento de programas de financiamentos foi possível o desenvolvimento de vários projetos de formação continuada de professores visando a melhoria da qualidade do ensino de Física e Ciências nas escolas públicas. Programas estes que foram subsidiados financeiramente pelo MEC (SPEC/PADCT), através de convênios entre as universidades, as secretarias da educação e as instituições internacionais, como o Banco Mundial. Atualmente este tipo de trabalho tem sido realizado em todo o país, de forma terceirizada, com o incentivo financeiro do Pró-Ciências através do MEC/CAPES/FAPESP.

---

<sup>2</sup> Nota do autor: Alguns exemplos mais significativos são o CECISP, em São Paulo; o CECIMIG, em Minas Gerais e o CECIRS, no Rio Grande do Sul.

A densidade das atividades de formação continuada de professores de Física nos últimos anos pode ser sentida pelo número de trabalhos apresentados em simpósios da área ou divulgados em revistas específicas de ensino de Física ou Ciências.

Um levantamento realizado pelo nosso grupo de pesquisa<sup>3</sup>, mostra que de 1990 a 1997 podem ser encontrados quarenta e cinco trabalhos dessa natureza publicados nas Revista Catarinense de Ensino de Física, Revista Brasileira de Ensino de Física, atas dos Simpósios Nacionais de Ensino de Física, ata da Reunião Latino-Americana sobre Educação em Física e relatório "A Universidade e Aprendizado Escolar de Ciências" do projeto USP/BIRD, e que correspondem a vinte e três grupos ou projetos que realizam formação continuada. Destes, dezoito trabalham com formação continuada de professores do ensino fundamental e médio, três apenas com o ensino médio e dois apenas com o ensino fundamental.

Estes trabalhos foram analisados de duas formas: a primeira considerando as abordagens utilizadas em cada trabalho e a segunda, enfocando a articulação dos conteúdos físicos e a metodologia de ensino.

Usando como referência uma análise de projetos de atualização feita por Martins e Souza (1993) e, adaptando em função dos objetivos da pesquisa, os projetos analisados foram caracterizados em função das abordagens em: *mudança conceitual, experimentação, cotidiano-vivência, interdisciplinaridade, lúdica e história e filosofia da ciência.*

A tabela 01 mostra a classificação dos vinte e três projetos segundo as abordagens e o nível de ensino.

**TABELA 01**

Abordagem	Mudança conceitual	Experimentação	Cotidiano-vivência	Interdisciplinaridade	Lúdica	História e Filosofia da Ciência	Não foi possível classificar.
Nível de ensino	Fund. e médio	Fund. e médio	Fund. e médio	Fundamental	Fundamental	Fundamental e médio	Fund. e médio
Nº de projetos	04	10	02	02	03	05	04

<sup>3</sup> Participaram dessa pesquisa: Isilda Sampaio Silva, Sérgio M. Bisch, Yassuko Hosoume e Rita de Cássia A. Braúna e os resultados foram apresentados no XII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 1997, por R.C.A.Braúna.

Aproximadamente 50% dos projetos enfatizam a experimentação, ou seja, a complementação formativa se dá no sentido de aprender a construir e utilizar arranjos experimentais, mas normalmente trabalhando com materiais simples, na perspectiva de promover nos estudantes a construção de conceitos científicos.

A abordagem histórica e/ou filosófica da ciência é de aproximadamente 20% dos projetos e neles a formação complementar dos professores se dá na direção de ampliar a compreensão de ciência, procurando situar a Física no contexto de suas primeiras conceitualizações e da evolução de suas idéias através do tempo, discutindo a natureza e/ou a estrutura do conhecimento científico. Na mesma ordem de grandeza (aproximadamente 20%) são os projetos que apresentam como abordagem a mudança conceitual, enfatizando a utilização de estratégias que possibilitam a adoção das concepções e modo de pensar científicos.

Outras abordagens comparecem em um número menor de projetos, da ordem de 10%. Isso não significa que o tamanho e a abrangência desses projetos sejam menores. Significa sim que existe um número menor de grupos que trabalham nessas perspectivas. Um deles é o que utiliza o cotidiano como ponto de partida para o ensino da Física, colocando-o no centro do processo da elaboração do conhecimento, extrapolando a uma evocação de vivências para exemplificação ou ilustração e utilizando-o como referência para a seleção dos conteúdos. Um outro é o da abordagem interdisciplinar em que o estudo dos conteúdos científicos possibilita uma síntese envolvendo mais de uma área do conhecimento. E o último é aquele que utiliza atividades lúdicas para desencadear a motivação e o prazer na aprendizagem de conteúdos científicos.

Com o intuito de compreender as perspectivas de mudanças propostas em termos de conteúdo e metodologia realizamos uma segunda classificação dos projetos utilizando novas categorias de análise: *revisão de conteúdo, inovação de conteúdo, atualização pedagógica e reestruturação do conteúdo.*

Considerando as duas dimensões de análise, a primeira em termos de abordagem e a segunda de conteúdo e metodologia, a tabela 02 mostra a natureza dos projetos em termos percentuais.

**TABELA 02**

	Mudança conceitual	Experimentação	Cotidiano-vivência	Interdisciplinaridade	Lúdica	História e Filosofia da Ciência
Revisão de conteúdo	100%	80%		100%	67%	20%
Inovação de conteúdo		20%	100%		33%	40%
Atualização pedagógica	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Reestrutaração de conteúdo			100%		33%	

Quanto as perspectivas de mudanças propostas por esses vinte e três grupos que trabalham com formação continuada, todos eles preocupam-se com a atualização pedagógica através da busca de mudança na maneira de ensinar que passa não necessariamente pelo conteúdo ensinado, mas pela adoção de uma determinada perspectiva de ensino, por exemplo, a construtivista, lúdica, experimental, etc.

A formação continuada com o objetivo de revisar os conteúdos tradicionalmente ministrados no ensino médio, que tem como meta fazer com que o professor tenha um domínio maior destes conteúdos, deixa de ser uma preocupação apenas nos grupos de abordagem cotidiano/vivência. Todos os grupos nas abordagens mudança conceitual e interdisciplinaridade estão preocupados com essa *revisão de conteúdos* tradicionais; 80% dos grupos na abordagem experimentação; 67% na lúdica e 20% na história e filosofia da ciência.

A formação em serviço na perspectiva da *inovação dos conteúdos* curriculares, enfatizando a compreensão de conteúdos não tradicionais, como tópicos de Física Moderna, Astronomia, História e Filosofia da Ciência, se encontra

presente em alguns grupos que adotam a linha da experimentação (20%), lúdica (33%) e História e Filosofia da Ciência (40%) e é plenamente incorporada pelos da linha cotidiano-vivência.

A complementação formativa na direção de uma reestruturação dos conteúdos da Física é uma preocupação apenas nas abordagens lúdica (33%) e cotidiano-vivência (100%). A preocupação com a reorganização do conteúdo tradicional visa modificações nas articulações da estrutura dos conceitos a partir de uma redefinição das prioridades educacionais como, por exemplo, as abordagens temáticas e o cotidiano.

A abordagem cotidiano-vivência, se encontra muito fortemente explicitada em todos os trabalhos elaborados pelo GREF, tanto a nível de ensino fundamental como médio: livros, vídeos, materiais para alunos e outras publicações referentes a painéis apresentados nos vários simpósios.

## **II.1 - A formação continuada do GREF – ensino médio.**

A formação continuada de professores realizada pelo GREF se desenvolve através de cursos e assessoria sistemática. Os cursos, normalmente com cerca de trinta ou sessenta horas, dependendo da parte da Física trabalhada, além de propiciar oportunidade para a divulgação da proposta, têm como objetivo principal de levar o professor participante a tomar contato com a proposta de uma forma geral, tanto em termos de conteúdos específicos, estrutura de desenvolvimento e metodologia de ensino como de se tornar o elemento motivador para a mudança de seu trabalho em sala de aula.

A assessoria sistemática propiciada pela equipe do GREF, para a recapacitação dos professores é para promover a renovação dos conteúdos por parte dos professores através da discussão da proposta e sua aplicação concreta em sala de aula, processo que exige acompanhamento durante longo tempo. Este

trabalho exige também criar condições para que os professores participem de um processo de reelaboração do conteúdo da Física e de aprendizagem de uma nova metodologia de ensino. Esse procedimento de efetuar formação continuada é apoiado em livros, vídeos, apostilas para alunos e textos complementares para professores.

O desenvolvimento deste trabalho consiste originalmente na formação de grupos de professores da rede pública que lecionam Física no ensino médio e que apresentam interesse em conhecer melhor a proposta GREF. O contato inicial com estes grupos se dá através do convite das delegacias de ensino que propõem um encontro para que os professores, pertencentes a esta delegacia, tenham a oportunidade de conhecer melhor o GREF. Neste encontro, geralmente de quatro ou oito horas, é feita a apresentação geral da proposta GREF enfatizando seus pressupostos e utilizando a própria proposta ou parte dela como exemplo para discussão.

O início do trabalho de formação continuada depende do interesse desses professores, ao qual se propõe que participem de um curso de trinta horas, se a opção for por Física Térmica ou Óptica, ou de sessenta horas, se a escolha for para Mecânica ou Eletromagnetismo, pois uma outra característica da estratégia da formação continuada do GREF é conhecer um conteúdo por vez. Neste momento não há a preocupação com a aplicação em sala de aula, mas o que acontece geralmente é que motivados pelas discussões desenvolvidas no curso alguns professores iniciam o movimento de modificação da sua prática implementando parte, em muitos casos até a totalidade, da proposta em sala de aula.

Atualmente estes cursos são ministrados por um ou dois componentes da equipe GREF, através de encontros mensais com duração de quatro ou oito horas, dependendo da delegacia de ensino, cujo objetivo é desenvolver o conteúdo relacionado a cada parte da Física, enfatizando discussões tanto do ponto de vista pedagógico como a importância do levantamento e da classificação ou a ênfase dada para o conteúdo trabalhado em determinada aula, como metodológico na medida em que incentiva o preparo de aulas dialógicas, o trabalho em equipe em

algumas situações como a resolução de alguns exercícios, a discussão das atividades experimentais e dos vídeos apresentados durante o desenvolvimento do curso.

Quando o conteúdo do curso é Física Térmica, por exemplo, propõe-se o levantamento e a classificação das coisas e fenômenos relacionados ao aquecimento e resfriamento. Como o levantamento e a classificação fazem parte da estratégia pedagógica fundamental e significativa na proposta GREF, eles se apresentam como a primeira oportunidade de diálogo tornando-se, assim, um dos elementos motivadores para a discussão do conteúdo.

A elaboração do plano de curso desenvolvida através do levantamento e da classificação definem a seqüência do curso que, neste caso, envolve a discussão com uma visão macroscópica das substâncias e materiais e dos processos, fenômenos e conceitos relacionados à Física Térmica. Após a apresentação do modelo cinético-molecular de matéria, que permite explicar, em grande parte, as propriedades e processos térmicos, apresenta-se as equações relacionadas a este conteúdo e a relação entre as grandezas macroscópicas e microscópicas. A discussão das máquinas térmicas e dos processos naturais são conteúdos que encerram o curso planejado para trinta horas.

A assessoria sistemática, acompanhamento da aplicação da proposta em sala de aula, tem início após o término do curso. Trata-se de um acompanhamento através da discussão dos conteúdos apresentados no material para alunos e das dificuldades encontradas na sala de aula durante a aplicação da proposta. Este trabalho possibilita a troca de experiências entre os professores participantes do processo; a discussão e a resolução de exercícios e questões apresentadas no texto; a realização das atividades experimentais, mostrando o que é mais relevante para o aluno, pois futuramente elas também serão desenvolvidas em sala de aula; a elaboração de avaliações para alunos a partir de um roteiro com sugestões sobre os objetivos específicos dos conteúdos abordados e a discussão de vídeos, artigos de divulgação, etc. , enfatizando o uso de outros instrumentos para a realização da aprendizagem.

As avaliações para aluno, criadas pelos professores, consistem de trabalhos diferenciados como: elaboração de questões utilizadas na interpretação de textos, de enunciados de problemas e de algumas atividades diversificadas como, por exemplo, cruzadinhas envolvendo o conteúdo estudado ou o planejamento do trabalho de estorinhas em quadrinhos a ser desenvolvido com os alunos e considerado como avaliação. Apresentamos no anexo 1 alguns exemplos dessas estorinhas elaboradas por alunos que estudavam o conteúdo de Física Térmica na rede pública.

Neste trabalho todas as discussões desenvolvidas durante o curso são retomadas com um olhar mais voltado para o aluno. O levantamento e a classificação das coisas do cotidiano relacionadas com o tema em estudo são também desenvolvidos com o grupo de professores, simulando uma sala de aula, destacando-se a importância da participação do coletivo da classe e da necessidade de elaboração da listagem na lousa e nos cadernos dos alunos, uma vez que este não deve ficar esquecido mas se transformar na possibilidade de retorno em momentos posteriores de estudo.

A ênfase para a discussão das muitas possibilidades de classificação das coisas ou situações contidas na listagem mas que a escolhida pelo GREF, por exemplo, para Física Térmica no material para alunos agrupa os elementos relacionados a medida e controle de temperatura, fontes e trocas de calor, transformações térmicas e máquinas térmicas, possibilita uma discussão inicial de como será a estrutura do conteúdo a ser discutido em sala de aula, uma vez que o material de alunos apresenta algumas modificações em relação ao livro do professor, e a elaboração do plano de curso. Esta discussão é importante na medida em que ajuda o professor a ter uma visão geral da totalidade do conteúdo a ser trabalhado através do material de alunos e a partir daí planejar o seu curso de forma a garantir o desenvolvimento completo do conteúdo contido na proposta.

A prática de criar momentos de esforço individual permeados de discussões coletivas não só durante o levantamento e a classificação, mas ao longo do desenvolvimento da totalidade do conteúdo, tanto no curso como no

acompanhamento da aplicação enfatiza a idéia que o conhecimento é adquirido individual e coletivamente. Sendo assim, as atividades realizadas e os exercícios resolvidos individualmente ou em grupo são sistematizados para o coletivo, aspecto este que é apontado como importante no dia a dia da sala de aula. Esta idéia é reforçada pela discussão coletiva das principais dificuldades encontradas no cotidiano escolar as quais algumas estão relacionadas às dificuldades conceituais e/ou metodológicas.

Durante o desenvolvimento do trabalho procura-se, ainda, mostrar para o professor em cada conteúdo discutido em Física Térmica, a ênfase dada inicialmente para as situações que ocorrem na natureza e, posteriormente, nas técnicas. Por exemplo, ao se discutir calor específico parte-se do ciclo do ar, discutindo-se o aquecimento diferenciado do solo, da água e da vegetação explicando a ocorrência de vento. A brisa do mar vai propiciar a diferenciação do calor específico da areia e da água. Na tecnologia diferenciada da refrigeração de um carro a ar ou a água, aprofunda-se o conceito de calor específico e capacidade térmica. Nas mudanças de estado aponta-se para a quantidade de água existente no planeta e discutindo que a maior parte é salgada (97%), mostra-se ao professor e conseqüentemente ao seu aluno a necessidade de preservar o meio ambiente.

Algumas avaliações do GREF como as realizadas pela Fundação Carlos Chagas, em dissertações de mestrado e pelo próprio grupo, muito têm contribuído na melhoria do projeto como um todo. Outro tipo de avaliação é a desenvolvida com os professores após o curso e o acompanhamento da aplicação em sala de aula, na forma de questionários ou através de redações que explicitam suas principais impressões em relação trabalho realizado ao longo do processo de formação continuada. Este tipo de avaliação, que é realizada pela própria equipe do GREF, além de ter se transformado em um importante instrumento de informações no momento da elaboração da proposta e dos textos para professores e alunos, fornece informações para o planejamento do próximo curso a ser desenvolvido com este grupo e até mesmo com outros que passarão pelo mesmo processo.

Os resultados obtidos em algumas dessas avaliações indicam a tomada de consciência, por parte dos próprios professores, das deficiências na sua formação, mais especificamente em relação ao conhecimento do conteúdo ensinado, o que os faz afirmar tanto a necessidade de estudar mais física como que começaram a fazê-lo depois de trabalharem com o GREF. O estudo dos conteúdos específicos e a prática do preparo de aulas, coisas que anteriormente quase não faziam parte do seu cotidiano profissional, incentiva depoimentos do tipo: *“gostei de trabalhar com a proposta porque comecei a ler mais e aprendi mais física”*.

Outro tipo de resultado está relacionado a abordagem do cotidiano e a adequação do tratamento matemático. Vários são os depoimentos em que os professores afirmam ter gostado da proposta porque a discussão das coisas do cotidiano tornaram a Física mais interessante de ser estudada e discutida com os alunos, pois os alunos também gostam, diferentemente do que ocorria antes quando a Física era discutida somente através das fórmulas matemáticas e resoluções de exercícios. Alguns resultados de avaliações desenvolvidas por participantes do grupo são encontrados em trabalhos apresentados em simpósios, como por exemplo, *“A Proposta GREF, os Professores e a Sala de aula.”*, IX SNEF, 1991; *“O GREF na Formação de Professores: Identificando algumas mudanças.”*, X SNEF, 1993.

Resultados deste tipo são importantes para a avaliação do trabalho de formação continuada desenvolvido pelo GREF e para a reelaboração contínua da proposta e dos materiais de apoio produzidos pela equipe. O nosso trabalho de dissertação também é um tipo de avaliação, mas numa outra direção, pois vamos investigar a compreensão ou mudanças da visão do professor, que participa da formação continuada do GREF, em relação à alguns elementos da Física Térmica.

## Capítulo III

### Formas de pensar sobre elementos da Termodinâmica.

*“De fato nada aprendi sem que tenha partido, nem ensinei ninguém sem convidá-lo a deixar o ninho” (Michel Sèrres)*

Na busca de compreendermos melhor algumas das tendências presentes no trabalho de formação continuada de professores, realizado pelo GREF, procuramos identificar e caracterizar algumas particularidades nas formas de pensar, sobre os principais elementos da Física Térmica, dos professores participantes deste processo. Para este estudo foram pesquisados 32 professores de Física, da rede de ensino público estadual, que participaram de um curso de formação continuada desenvolvido pelo GREF no ano de 1997.

Os professores que compõem este grupo são conhecidos como do Projeto Noturno<sup>4</sup> e são originários de diversas delegacias de ensino cuja distribuição contempla, além da cidade de São Paulo (02)<sup>5</sup>, várias regiões do interior do estado como: Franca (05), Marília (12), Santos (01), Americana (03), Presidente Prudente (01), Piracicaba (01), Sorocaba (01), Registro (01), Suzano (01), Rancharia (01), Rio Claro (01), Jundiaí (01) e Ourinhos (01).

A maioria destes professores (30) possui algum tipo de licenciatura, o restante (02) têm como formação a nível superior o curso de Engenharia. Entre os trinta professores que possuem formação voltada para o ensino, são licenciados em Física somente 03 professores, 18 fizeram licenciatura em Matemática, 01 licenciatura em Química, 02 licenciatura em Biologia e 06 licenciatura em Ciências com habilitação em Física, Matemática ou Química. Quando questionados em relação à outra formação, quatorze responderam que possuem algum outro tipo

---

<sup>4</sup> Projeto de Flexibilização Curricular do Ensino, implantado pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo e coordenado pela CENP (Coordenadoria de Ensino e Normas Pedagógicas).

de formação a nível superior: outra licenciatura ou pedagogia (13) e doutoramento em andamento (01).

Desde 1996, quando se iniciou a formação em serviço com este grupo de professores, o GREF vem realizando cursos e acompanhamento da aplicação da proposta em sala de aula. Para isto, programou-se uma série de encontros mensais com duração de seis horas distribuídas nos períodos da manhã e da tarde. Até o momento da coleta de dados foi possível desenvolver com este grupo um curso de Mecânica com duração de sessenta horas (1996) e o acompanhamento da aplicação da proposta de Mecânica e um curso de Física Térmica (1997), com duração de trinta horas cada trabalho.

A participação destes professores no curso de Física Térmica se deu no primeiro semestre de 1997, através de cinco encontros. O objetivo específico do curso foi divulgar e desenvolver a proposta de Termodinâmica elaborada pelo GREF através da discussão do conteúdo proposto no livro do professor, dos temas apresentados no livro do aluno, resolução de exercícios e comentários sobre a aplicação da proposta em sala de aula. Devido as modificações incorporadas no livro do aluno, este passou a ser o material de apoio em destaque utilizado neste curso.

O conteúdo desenvolvido no primeiro dia do curso, leituras de 01 a 05, iniciou-se com o levantamento das "coisas" relacionadas a calor conduzindo para a classificação, após uma breve discussão do funcionamento destas "coisas", nos quatro blocos: Medida e controle de temperatura; Fontes e trocas de calor; Transformações térmicas e Máquinas térmicas. No primeiro bloco, "*Medida e controle de temperatura*", o conceito de temperatura é desenvolvido a partir de uma discussão qualitativa da dilatação dos materiais e da relação entre a cor da radiação emitida por filamentos de lâmpadas incandescentes e a temperatura. Este primeiro grupo se encerrou com a apresentação das escalas Celsius e Fahrenheit, do cálculo da dilatação e a resolução de alguns exercícios relacionados ao conteúdo trabalhado.

---

<sup>5</sup> Os números entre parênteses indicam o número de professores.

Para o segundo encontro foi planejado o desenvolvimento do bloco "*Fontes e trocas de calor*" envolvendo as leituras de 06 a 13 onde a partir dos processos de fotossíntese, respiração, queima e o ciclo do carbono discutiu-se fontes de calor, o calor de combustão dos combustíveis fósseis e o teor calórico dos alimentos. Após a discussão dos processos de condução, convecção e irradiação em diferentes materiais apresentou-se a atividade "Construção de um coletor solar" e discutiu-se os processos presentes em uma estufa. A partir das relações aquecimento e clima e aquecimento e técnicas trabalhou-se o ciclo do ar e o conceito de calor específico das várias substâncias. A apresentação das equações envolvidas nas trocas de calor e a resolução de exercícios completou o conteúdo trabalhado neste dia.

No terceiro dia de curso discutiu-se o terceiro bloco da classificação, "*Transformações Térmicas*", onde o conteúdo planejado foi: a água sob diferentes formas que aparece na natureza - o ciclo da água, mudanças de estado, temperatura de ebulição, calor latente, a ebulição da água a diferentes pressões, o funcionamento de uma panela de pressão, o conceito de zero absoluto, a escala Kelvin de temperatura, alguns exemplos de uso de baixas temperaturas, as leis dos gases e sua teoria cinética e a resolução de alguns exercícios.

O último bloco "*Máquinas térmicas*" foi trabalhado no quarto dia de curso. O planejamento deste grupo da classificação envolveu a discussão do funcionamento da turbina a vapor e a realização de trabalho, mostrando que num ciclo completo a energia se conserva; funcionamento de uma usina nuclear; o motor a combustão, seu funcionamento e a primeira lei da termodinâmica; efeito Joule; a geladeira, seu funcionamento e a segunda lei da termodinâmica; rendimento e o ciclo de Carnot.

Para o quinto e último dia de curso foi planejada a realização de uma avaliação e a visita no laboratório de demonstrações do IFUSP, onde foram apresentadas atividades relacionadas ao conteúdo de Física desenvolvido no ensino médio, envolvendo equipamentos, dispositivos e brinquedos que podem ser muito motivadores no cotidiano da sala de aula.

A análise de discurso das respostas ao questionário utilizado para obtenção dos dados nos forneceu pistas para compreender algumas das mudanças na forma de pensar desses professores, propiciadas pelo trabalho de formação continuada. Para uma melhor compreensão não só da natureza dos dados mas, também, de como eles foram coletados, neste capítulo, fazemos a apresentação do instrumento de coleta de dados, destacando a sua forma de elaboração e os principais pontos em que se baseou, e a seguir, a apresentação dos dados obtidos através da análise de categorias de respostas ao questionário.

### **III.1 – O instrumento da coleta de dados.**

Para o desenvolvimento da pesquisa sobre a compreensão da Termodinâmica dos professores, após a realização deste curso de formação continuada, elaboramos um instrumento de coleta de dados, um questionário, que propiciasse o comparecimento de elementos que nos permitissem levantar hipóteses sobre a compreensão e as formas de articulação do conhecimento sobre temas relacionados com a grandeza física calor.

A escolha de um questionário, com questões abertas, ocorreu em função não só da facilidade de obtenção dos dados mas também porque o interesse desta pesquisa era a obtenção de uma certa quantidade de dados mais gerais que permitissem identificar e articular as regularidades encontradas nas explicações elaboradas pelos professores.

O trabalho de Cafagne (1991) trata de um estudo das concepções alternativas de alunos do ensino médio, na época segundo grau, da rede pública estadual em relação aos conceitos de calor, temperatura, condutores e isolantes, equilíbrio térmico e condução de calor. Referenciando-se em pesquisas publicadas anteriormente, ela preparou um questionário contendo questões relacionadas a estes conceitos em diferentes níveis de dificuldades, que nos serviu como ponto de partida na elaboração do questionário utilizado nesta pesquisa.

Para adequar o instrumento de coleta de dados tanto às nossas expectativas em relação ao grupo pesquisado como à própria proposta de Física Térmica do GREF, tornou-se necessária a elaboração de questões específicas abordando os conceitos de Termodinâmica e a fenomenologia enfatizada na proposta.

O questionário aplicado, anexado como número 02, é composto de 11 questões abertas, duas apresentam subdivisões, das quais sete foram criadas durante a elaboração deste trabalho de pesquisa ( questões 01, 02, 03, 04, 05, 10 e 11), três foram extraídas na íntegra da dissertação de mestrado elaborada por Cafagne ( questões 07 , 08 e 09) e a restante (questão 06) é uma modificação de uma das questões também encontrada no mesmo trabalho de dissertação.

As questões 01 e 02 abordam o conceito de calor a partir da sua relação com “coisas”, situações, palavras ou elementos do cotidiano. A questão 03 trata da identificação e/ou explicação de diferenças e/ou semelhanças entre alguns tipos de produtores de calor. A existência ou não de semelhanças entre o funcionamento da geladeira e a formação de chuva está na questão 04. A questão 05 investiga a compreensão do “como funciona” o cobertor em função da distinção entre fonte de calor e bons ou maus condutores térmicos. A explicação de como a Terra é aquecida pelo Sol está na questão 06. As questões 07 e 08 relaciona “mão - gelo - dia quente” e “mão- condutor- fogo”, que segundo Cafagne, fazem forte apelo para que a condutividade seja influenciada pelos sentidos. A questão 09, investiga aspectos qualitativos e quantitativos da temperatura em presença de duas fontes finitas de calor. E por último, a forma de rever o planejamento de curso está na questão 11.

A aplicação do questionário foi realizada sem fixar um intervalo de tempo para a elaboração das respostas, três meses após o término do curso de termodinâmica, por um membro da equipe GREF, o mesmo que ministrou o curso e acompanha os professores no processo de formação continuada.

### **III.2 - Análise das respostas elaboradas pelos professores.**

A análise das respostas envolveu primeiramente várias leituras da totalidade das respostas onde procuramos identificar regularidades nas explicações elaboradas, pelos professores, que pudessem nos orientar na construção das categorias de respostas. Leituras posteriores possibilitaram a escolha dos tipos de respostas ou categorias, particulares em cada questão. Todas as respostas foram analisadas e cada uma delas considerada pertencente a uma determinada categoria quando as explicações contém elementos característicos desta categoria.

Apresentamos a seguir cada uma das questões contidas no questionário aplicado, acompanhadas das respectivas categorias, alguns exemplos de respostas dos professores e as tabelas contendo os dados obtidos.

#### **Questão 01: Que tipo de coisas, situações, palavras ou elementos surgem na sua cabeça quando se fala em calor?**

Respostas à esta questão mostram a tendência de se fazer uma listagem de grandezas da Física Térmica ou apenas de coisas relacionadas com a idéia de dia quente. A classificação das respostas resultou na formação dos três grupos:

**1) Grandezas da Física Térmica:** foram classificadas neste grupo repostas que envolvem somente "coisas" que são grandezas da Física Térmica, por exemplo:

*"Sensação de energia em trânsito." (PN 1)*

*"Troca e transferência de energia." (PN 9)*

**2) Idéia de dia quente:** grupo de respostas em que as coisas listadas são mais coisas do cotidiano que estão relacionadas somente com a idéia de dia quente. São exemplos as seguintes respostas:

*“Praia, cerveja, deserto, churrasco, sorvete, Sol, fogo, etc.”*  
(PN 21)

*“Ventilador, ar condicionado, geladeira, sombra, árvore, rede, sorvete, iglu, suor, cansaço, cerveja.”*(PN 5)

**3) “Coisas” do mundo concreto e “coisas” da Física Térmica:** em que estão presentes, ao mesmo tempo, elementos do cotidiano e grandezas da Física Térmica, ou seja, estabelecem alguma relação dos fenômenos do mundo concreto com a Física Térmica. São exemplos:

*“Ao falar em calor, me vem à cabeça fogo (como fonte de calor), estado físico e clima, principalmente porque vivo em uma região muito quente e úmida.”*(PN 23)

*“Clima; máquinas térmicas; ventiladores; ar condicionado; sol; fogo; frio; termômetros; termostatos; placas tectônicas (vulcões); Energia térmica em trânsito etc...”*(PN 12)

Apresentamos a seguir o número de respostas obtidos em cada categoria e as suas respectivas porcentagens.

Grupo	1) Grandezas da Física Térmica.	2) Idéia de dia quente.	3) “Coisas” do mundo concreto e “coisas” da Física Térmica
Conhece a proposta.	04 13%	11 34%	17 53%

Os dados obtidos na análise das respostas do grupo que conhece a proposta GREF indicaram que apenas uma pequena parcela de professores relacionam a idéia de calor apenas com as grandezas da Física Térmica, 13%. A tendência do grupo se encontra nas categorias 02 e 03, em que a palavra calor

desperta para uma listagem de coisas relacionadas apenas com a idéia de dia quente, aproximadamente 34% das respostas, ou para uma listagem contendo tanto elementos do universo vivencial como grandezas da Física Térmica, aproximadamente 53%.

**Questão 02: Você acha que existe alguma relação entre: Sol, petróleo, combustível e calor. Explique.**

A leitura e análise das respostas indicou que a tendência dos professores é para relacionar de maneiras diferentes os três primeiros elementos (Sol, petróleo, combustível) com calor. Elaboramos as quatro categorias apresentadas a seguir:

**1) Relação uma a uma:** respostas em que a ênfase é para a relação uma a uma. Neste caso, não existe outra relação entre os três primeiros elementos além de serem considerados como fonte.

Sol  $\Rightarrow$  calor  
petróleo  $\Rightarrow$  calor  
combustível  $\Rightarrow$  calor

Como exemplo temos:

*“Sol, petróleo e combustíveis produzem energia térmica – calor – são fontes de calor.”(PN 24)*

*“Sim, porque são fontes de calor.*

*fonte de energia – sol*

*forma de energia – petróleo*

*combustível realiza trabalho”(PN 19)*

**2) Relação diferente de uma a uma:** categoria que representa as respostas que estabelecem uma relação entre os três primeiros elementos que pode ser de uma das duas formas apresentadas a seguir, ou seja, não relacionam Sol com petróleo, mas relacionam o petróleo com o combustível:

Sol  $\Rightarrow$  calor  
petróleo  $\Rightarrow$  combustível  $\Rightarrow$  calor

ou

Sol  $\Rightarrow$  calor  
petróleo  $\Rightarrow$  combustível

São exemplos, nesta categoria, respostas do tipo:

*“Sim ,pois o Sol traz ou emite calor. O petróleo emite calor quando transformado em combustível.”(PN 32)*

*“Sim, fontes de energia.*

*Petróleo  $\Rightarrow$  combustível  $\Rightarrow$  energia.  
Sol  $\Rightarrow$  calor  $\Rightarrow$  energia.”(PN 30)*

**3) Relação direta entre os elementos:** respostas que fazem a relação direta dos quatro elementos: Sol, petróleo e combustível e calor. Sendo assim, a relação estabelecida pode ser expressa da seguinte maneira:

Sol  $\Rightarrow$  petróleo  $\Rightarrow$  combustível  $\Rightarrow$  calor

Alguns exemplos deste tipo de relação:

*“Sim. O sol é a fonte principal de energia da Terra. Ele forneceu energia para plantas e animais que morreram há milhares de anos e se decompuseram formando o petróleo, que dá origem ao combustível, cuja queima produz calor.”(PN 4)*

*“ Sim, todos são fontes de energia p/ nosso planeta – Sol é a principal; petróleo decorre de árvores que foram modificadas há milhões de anos e que naquela época precisavam do Sol; combustível: o petróleo, o álcool de cana e outros produzem calor pela combustão.”(PN 27)*

**4) Outros:** grupo reservado para as respostas que não possibilitaram uma definição clara de qual a intenção expressa pelas respostas. Os exemplos que representam este grupo são:

*“Sim, formas de energia potencial e cinética, fusão nuclear, energia de ligação química, e liberação de energia respectivamente.”(PN13)*

A tabela a seguir apresenta os dados obtidos nesta questão em cada grupo de resposta:

Grupo	1) Relação uma a uma.	2) Relação diferente de uma a uma.	3) Relação direta entre os elementos.	4) Outros.
Conhece a proposta.	19 59%	02 6%	10 31%	01 3%

Os resultados obtidos indicam a predominância de dois tipos de relação: aquela em que cada um dos elementos (Sol, petróleo e combustível) estão separadamente relacionados com a palavra calor, aproximadamente 59% das respostas, e a outra onde a relação é expressa considerando o ciclo do carbono, categoria 3, aproximadamente 31%.

**Questão 03: Qual a diferença e/ou semelhança entre o Sol, a lâmpada acesa e a vela acesa? Explique.**

Nesta questão a inclinação dos professores é para a elaboração de respostas que envolvam o agrupamento dos elementos de acordo com a identificação como fonte natural ou artificial; com a natureza da radiação emitida – luz e/ou calor - ; e, com a natureza da reação ou transformação de energia

envolvida no processo de produção. A identificação de semelhanças e/ou diferenças na totalidade das respostas levou a elaboração das quatro categorias:

**1) Natural x artificial:** em que existe uma diferença que enfatiza a classificação do Sol como uma fonte natural e da lâmpada e da vela como fontes artificiais. São encontradas neste grupo respostas dos tipo:

*“O Sol é fonte natural de energia, a lâmpada acesa e a vela acesa são fontes artificiais.”(PN 11)*

*“Diferença => O sol é uma fonte natural de energia e as demais artificiais, porém, ambos são fontes primárias.”(PN 10)*

**2) Emitem luz e/ou calor:** neste caso as respostas dão a idéia que existe semelhança e ela pode ser tipo:

- os três iluminam.
- os três emitem calor.
- os três iluminam e emitem calor.

Os exemplos escolhidos para este grupo de resposta foi:

*“Sol => Fonte de calor, irradiação*

*Lâmpada => Principal finalidade: luz (onda eletromagnética*

*Vela => Principal finalidade iluminação porém é uma fonte de calor.”(PN 31)*

*“Todos produzem calor e energia luminosa, em maior ou menor quantidade.” (PN 23)*

**3) Natureza da reação ou transformação de energia:** existe diferença e a resposta envolve a natureza da reação ou a transformação de energia relacionada a cada elemento da questão. Alguns exemplos são:

*“Sol, fusão nuclear. Lâmpada aquecimento em alta temperatura. Vela acesa combustão química.” (PN 22)*

*“O Sol produz energia através da reação de fusão nuclear (em que núcleos de hidrogênio são transformados em hélio). Na vela ocorre uma combustão; na lâmpada temos a produção de energia luminosa e energia térmica. Todos Sol, vela acesa e lâmpada produzem calor (se relacionam com o calor).” (PN 12)*

*“Semelhança: Todas são fontes de luz e calor.*

*Diferenças: a) No Sol não há queima de um combustível, há sim reação nuclear de fusão onde átomos de hidrogênio se fundem em átomos de hélio, com liberação de energia térmica.*

*b) lâmpada elétrica há aquecimento de um filamento metálico por atrito de elétrons, aquecendo o filamento até 2200°C que produz luz.*

*c) vela acesa há combustão (reação química) produzindo luz e calor.” (PN 27)*

*“Todas são fontes de calor e de luz.. A diferença está no processo de como esse calor é produzido. No Sol é através de reações nucleares, na vela por combustão e na lâmpada através de transformação de energia elétrica em térmica ( e também em luminosa).” (PN 24)*

**4) Outros:** respostas que não possibilitaram uma definição clara de qual a intenção expressa pelo professor considerando as categorias escolhidos para análise. Por exemplo:

*“Produz uma variação de temperatura.” (PN 14)*

*“A diferença é o tamanho entre eles.”(PN 5)*

A tabela a seguir apresenta estes resultados.

Grupo	1) Natural x artificial.	2) Emitem luz e/ou calor.	3) Natureza da reação ou transformação de energia.	4) Outros.
Conhece a proposta.	<b>03</b> 9%	<b>12</b> 38%	<b>15</b> 47%	<b>02</b> 6%

Embora as duas primeiras categorias apresentem porcentagens significativas, a tendência das respostas é na categoria três (aproximadamente 47% das respostas) onde os professores explicam a natureza da reação ou transformação de energia envolvida.

**Questão 04: Você vê alguma semelhança entre o funcionamento da geladeira e a formação de chuva? Explique.**

A semelhança entre o funcionamento da geladeira e a formação da chuva se deu em função do envolvimento de alguns processos. A identificação da presença de um ou mais processos em várias respostas possibilitou a classificação em categorias como:

**1) Um processo:** a explicação envolve a idéia de apenas um processo, onde o mais comum é a condensação. São exemplos:

*“Condensação.”(PN 14)*

*“Sim, vapor de água sendo condensado, transformando em gotículas de água ou até mesmo em gelo.” (PN 32)*

**2) Dois processos:** respostas que enfatizam dois processos onde os mais comuns são convecção e condensação. Como exemplos temos:

*“Sim. A convecção que ocorre na geladeira é semelhante a convecção do ar na Terra. O ar quente em ambos sobe por ser menos denso. A diferença é que na Terra o vapor d’água se condensa e precipita em forma de chuva.”(PN31)*

*“Sim. Ambos verifica-se o ar quente subindo e entrando em contato com as camadas mais frias, formando assim gotículas de água.”(PN 17)*

**3) Três processos:** a explicação é dada através da ênfase em três processos como evaporação, condensação e convecção. Alguns exemplos são:

*“Sim. Na geladeira, as camadas de ar menos densas e quentes, que estão na parte de baixo, sobem e resfriam. Na chuva, o vapor d’água, menos denso, sobe às camadas mais elevadas da atmosfera e volta a descer, condensado, em forma de chuva.”(PN 23)*

*“Sim, na geladeira o ar mais quente sobe até a parte de cima resfriando-se e voltando a descer mantendo o equilíbrio de temperatura da mesma. Na formação da chuva a água mais quente evapora atingindo camadas mais altas da atmosfera onde resfria-se, precipita-se (torna-se mais densa) e cai na forma de chuva.”(PN 30)*

**4) Outros:** respostas que não possibilitaram uma interpretação clara de qual a intenção expressa pelo entrevistado considerando os tipos de respostas escolhidos para análise. Os exemplos são:

*“São processos praticamente iguais; a diferença está que a formação da chuva é algo que ocorre naturalmente, enquanto que o funcionamento da geladeira é algo produzido artificialmente.”(PN 24)*

*“Ambos passam por ciclos, devido a variação de temperatura, ocorrem mudanças de estado.”(PN 16)*

*“Em ambos ocorrem transformações térmicas, trocas de calor.”(PN 29)*

### **5) Branco**

Na tabela a seguir, apresentamos o número de respostas e as respectivas porcentagens relacionadas à cada categoria.

Grupo	1) Um processo.	2) Dois processos.	3) Três processos.	4) Outros.	5) Branco.
Conhece a proposta.	<b>04</b> <b>13%</b>	<b>06</b> <b>19%</b>	<b>05</b> <b>16%</b>	<b>16</b> <b>50%</b>	<b>01</b> <b>3%</b>

Conforme apresentamos na tabela, 50% das respostas apresentadas pelos professores se encontram incluídas na coluna outros. Isto se deve ao grande número de respostas em que o professor afirma a existência de transformações térmicas devido às trocas de calor mas não dão idéia do processo envolvido ou a distinção da chuva como algo natural e do funcionamento geladeira como produzido artificialmente. A outra metade, as respostas que envolvem a idéia de um, dois ou três processos, se encontra distribuída em cada uma destas categorias em quantidades que são da mesma ordem de grandeza.

### **Questão 05: Como você explicaria para seu aluno para que serve o cobertor?**

A idéia de que o cobertor aquece ou impede a troca de calor apontou uma classificação das respostas nas duas categorias seguintes:

**1) Isolante térmico:** apresenta a idéia do funcionamento do cobertor como um isolante térmico que dificulta ou impede a troca de calor com o meio. São exemplos as seguintes respostas:

*“Que o cobertor, usado quando o ar ambiente está em temperatura bem menor que a do corpo humano, serve como um anteparo que impede a passagem do calor do corpo para o ambiente.”(PN 27)*

*“O cobertor funciona como um isolante térmico, não permitindo que o calor do corpo passe para o meio ambiente em dias/noites mais frias.”(PN 2)*

*“O cobertor serve para isolar o seu corpo do meio ambiente. No inverno normalmente a temperatura ambiente está mais baixa que a temperatura corpórea. Como o calor flui espontaneamente da fonte quente para a fria, seu corpo perderia calor para o meio .”(PN 31)*

**2) Outros:** respostas que não possibilitaram uma interpretação clara de qual a intenção expressa pelo professor. Por exemplo:

*“Explicaria que o cobertor é um bom condutor de calor e quando em contato com o nosso corpo não deixa com que a quentura se escoe para o meio ambiente.”(PN 17)*

Apresentamos os resultados obtidos na seguinte tabela:

Grupo	1) Isolante térmico.	2) Outros.
Conhece a proposta.	31 97%	01 3%

Quase todos os professores que conhece a proposta consideram o cobertor como isolante térmico para proteger o corpo em dias frios.

**Questão 06: Como você explicaria para seu aluno como a Terra é aquecida pelo Sol?**

A tentativa de identificar o processo envolvido no aquecimento da Terra e/ou explicar, utilizando alguns elementos como a atmosfera, o que acontece com a radiação após o contato com a superfície terrestre, influenciou a escolha das categorias seguintes:

**1) Irradiação solar:** apenas identificam o processo envolvido colocando que a Terra é aquecida pelo Sol por irradiação solar. Dois exemplos são:

*“A Terra é aquecida por irradiação.”(PN 8)*

*“Através da irradiação da energia solar.”(PN 6)*

**2) Irradiação solar e mais alguma coisa:** explicitam que a Terra é aquecida pelo Sol por irradiação solar e mais alguma coisa, ou seja, que tentam explicar: como a radiação solar chega e aquece , após chegar o que acontece ou que explicam as duas situações. Como exemplos temos:

*“A Terra é aquecida pelo Sol através da irradiação dos raios solares. Esses raios refletem na Terra e parte deles ficam “presos” na superfície pela camada atmosférica. A sensação térmica que sentimos é devido a essa reflexão dos raios solares.”(PN 4)*

*“Que a Terra é aquecida pelo Sol através da irradiação e que a atmosfera “mantém” a Terra aquecida como se fosse uma estufa.”(PN 21)*

**3) Outros:** respostas que não possibilitam uma definição clara de qual a intenção expressa pelo professor. Exemplos:

*“Todos nós sentimos na pele a energia que vem do Sol, conseqüentemente o aluno também.”(PN 28)*

*“Troca de energia solar.”(PN 11)*

#### 4) Branco

A seguir apresentamos os resultados obtidos nas quatro categorias.

Grupo	1) Irradiação solar.	2) Irradiação solar e mais alguma coisa.	3) Outros.	4) Branco.
Conhece a proposta.	05 16%	24 75%	02 6%	01 3%

Os dados obtidos, nesta questão, mostraram que a tendência (75% das respostas) é para identificar o processo como irradiação solar dando uma explicação um pouco mais detalhada de como ocorre o aquecimento. Somente 16% do total de professores que responderam o questionário apenas identificou o processo.

**Questão 07: Num dia muito quente José coloca as mãos numa barra grande de gelo.**

**a) Explique porque as mãos de José resfriaram.**

Entre as respostas analisadas algumas apenas indicam a troca de calor, outras explicam que passou calor da mão para o gelo ou apontam o sentido da troca de calor, assim, elas foram classificadas segundo as categorias:

**1) Houve troca de calor:** a justificativa é apenas que houve troca de calor. Como exemplos temos:

*“Porque houve troca de calor.”(PN 7)*

*“As mãos de José resfriaram através da troca de calor.”*

*(PN 21)*

**2) Passou calor da mão para o gelo:** nesta categoria foram colocadas todas as respostas em que há uma tentativa de explicação para a troca de calor do tipo: “Passou calor ou houve transferência de calor da mão de José para o gelo, a mão perdeu ou cedeu calor para o gelo”. Os exemplos são tipo:

*“Porque a mão de José cede calor para o gelo, criando a sensação de frio.”(PN 6)*

*“Porque há uma transferência de calor da mão de José para a barra de gelo.”(PN 26)*

**3) O calor vai do corpo de temperatura mais alta para o de mais baixa:** pertencem a esta categoria respostas em que aparece uma relação com a temperatura, ou seja, quando está presente a idéia que temperaturas diferentes fazem com que a troca se dê no sentido da temperatura mais alta para a temperatura mais baixa. Por exemplo:

*“Pelo equilíbrio térmico. O calor caminha no sentido da menor temperatura.”(PN 5)*

*“As mãos de José que estão mais quentes, transferem energia térmica para o gelo que está com temperatura mais baixa.”(PN 13)*

Os resultados obtidos se encontram na tabela a seguir:

Grupo	1) Houve troca de calor.	2) Passou calor da mão para o gelo.	3) O calor vai do corpo de temperatura mais alta para o de temperatura mais baixa.
Conhece a proposta.	<b>06</b> <b>19%</b>	<b>20</b> <b>63%</b>	<b>06</b> <b>19%</b>

Neste item a tendência é para atribuir o resfriamento das mãos de José à passagem de calor da mão para o gelo, 63% das respostas. Os tipos de respostas representados pelas categorias 1 e 3, que apenas identificam que houve troca de calor ou tentam dar uma explicação envolvendo as temperaturas da mão e do gelo e o sentido da troca, são aproximadamente 19%.

#### **b) O que acontece com a barra de gelo.**

As respostas foram classificadas em função de enfatizar o processo ou o que acontece com o gelo.

**1) Enfatiza o processo:** todas as respostas que apontam a troca de calor em função do contato com a mão de José. Exemplos:

*“A barra de gelo vai ganhar calor, pois calor é energia em trânsito e passa do corpo de maior temperatura para o corpo de menor temperatura.” (PN12)*

*“Absorveu calor contido nas mãos de José” (PN 25)*

**2) Enfatiza o que acontece com o gelo:** as respostas que explicam o que acontece com o gelo: se ele derreteu ou mudou de estado, etc. Alguns exemplos são:

*“Na barra de gelo pode acontecer duas coisas:*

*a) se a temperatura é inferior a  $0^{\circ}\text{C}$  a barra de gelo se aquece, mas não há fusão do gelo.*

*b) se a temperatura está em  $0^{\circ}\text{C}$ , o calor recebido das mãos serve para fundir o gelo em pequena quantidade formando água a  $0^{\circ}\text{C}$ .”*

*(PN 27)*

*“Recebeu energia térmica – calor – das mãos de José e teve sua temperatura aumentada, podendo até ter alguma quantidade se fundido.”*

(PN 24)

**3) Outros:** respostas que não possibilitaram uma definição clara de qual a intenção expressa pelo professor. Por exemplo:

*“Permanece à mesma temperatura devido a sua capacidade térmica.”(PN 13)*

*“Condensou. Recebeu calor da mão.” (PN 29)*

Os dados apresentados na tabela a seguir correspondem aos resultados obtidos em cada categoria.

Grupo	1) Enfatiza o processo.	2) Enfatiza o que acontece com o gelo.	3) Outros.
Conhece a proposta.	<b>04</b> <b>12%</b>	<b>23</b> <b>72%</b>	<b>05</b> <b>16%</b>

Neste item aproximadamente 72% dos professores que conhecem a proposta GREF enfatizam o que acontece com o gelo e 12% do total destes professores destacam apenas a troca de calor.

**Questão 08: Para fazer uma experiência, Cristina pegou uma barra de alumínio comprida e fina, segurou numa das pontas e a outra colocou no fogo. (desenho) Explique o que aconteceu na barra para que Cristina sentisse sua mão quente.**

Respostas que apresentam a idéia de que houve transmissão de calor, outras que identificam o processo de troca de calor e/ou tentam explicar como se deu a troca, levaram a seguinte classificação:

**1) Houve transmissão de calor:** respostas em que se encontra presente a afirmativa de que houve transmissão de calor de uma ponta para a outra. Por exemplo:

*“Aconteceu uma transmissão de calor”(PN 1)*

**2) Identifica o processo:** respostas em que aparece a identificação do processo de troca de calor (condução). Como exemplos temos:

*“O calor foi conduzido ao longo da barra, aos poucos, até aquecer a ponta oposta, que era segurada por Cristina (condução de calor).” (PN 23)*

*“Depois de algum tempo o calor da chama será transmitido da extremidade em contato com a chama até Cristina. Houve a transferência de calor por condução.”(PN 12)*

**3) Explica o processo através do modelo microscópico de matéria:** apresentam a tentativa de explicar o processo de troca de calor. Dois exemplos são:

*“A agitação das moléculas do gás é transferida para as moléculas da barra. Através da condução térmica este estado de agitação é transmitido até a outra ponta da barra produzindo a sensação de “calor”.”(PN 4)*

*“Houve condução de calor pela barra de alumínio de uma ponta até a outra. Uma ponta ao ser aquecida, teve aumentada a vibração de suas moléculas, que irá se propagando fazendo vibrar as outras moléculas próximas, e assim até a outra ponta, aquecendo-a .”(PN 24)*

Apresentamos a seguir a tabela contendo os dados obtidos:

Grupo	1) Houve transmissão de calor.	2) Identifica o processo.	3) Utiliza o modelo.
Conhece a proposta.	01 3%	20 63%	11 34%

Os resultados obtidos mostram que 34% das respostas foram claras no sentido de perceber que houve a transmissão de calor, identificar o processo e tentar explicá-lo utilizando o modelo. As categorias 2 e 3 juntas, as respostas em que o processo é identificado e as que apresentam uma tentativa de explicação, representam 97% dos professores.

**Questão 09: Na mesa há 3 canecas. A caneca A cheia com água quente a 90°C. A caneca B cheia com água fria a 10°C. A caneca C, maior que A e B está vazia. (Desenho) Se despejarmos a água das canecas A e B na caneca C e misturarmos:**

**a) Qual você pensa que é a temperatura da água na caneca C?**

Os valores da temperatura que aparecem nas respostas, levaram a escolha das categorias:

**1)  $t = 50^{\circ}\text{C}$  :** Os exemplos são:

*“Se A e B têm a mesma quantidade de água, esta ao ser misturada na caneca C, se equilibra termicamente ficando à temperatura média de A e B, ou seja a 50°C. Para isto considera-se que a caneca C tenha capacidade térmica desprezível.”(PN 27)*

*“Considerando ambas com o mesmo volume, haverá um equilíbrio térmico (50°C).”(PN 9)*

**2)  $t = 80^{\circ}\text{C}$  :** Como exemplo, temos:

*“A temperatura vai ser de 80°C.”(PN 3)*

*“Em torno de 80°C (ou menos).”(PN 23)*

3)  $10^{\circ}\text{C} < t < 90^{\circ}\text{C}$  : Alguns exemplos:

*“ A temperatura é menor que  $10^{\circ}$  e menor que  $90^{\circ}$ .”(PN 20)*

*“ A temperatura da caneca C é menor que da caneca A e maior que na caneca B.”(PN 16)*

4) **Outros:** respostas que não possibilitaram uma interpretação clara de qual a intenção expressa pelo professor. Os exemplos são:

*“Haverá equilíbrio térmico ficando com a mesma temperatura.”(PN 18)*

*“Como entram em equilíbrio térmico ficam com a mesma temperatura.”(PN 19)*

A tabela a seguir apresenta os dados obtidos nesta questão.

Grupo	1) $t=50^{\circ}\text{C}$	2) $t=80^{\circ}\text{C}$	3) $10^{\circ}\text{C}<t<90^{\circ}\text{C}$	4) Outros
Conhece a proposta.	18 56%	04 13%	04 13%	06 19%

Para este item a tendência, 56% do total de respostas, é para apresentar o valor da temperatura como  $t = 50^{\circ}\text{C}$  calculando ou explicando o porque deste valor. Aproximadamente 13% do total de professores respondeu que a temperatura seria entre  $10^{\circ}\text{C}$  e  $90^{\circ}\text{C}$  ou que  $t = 80^{\circ}\text{C}$ . Na categoria outros, com 19%, encontramos as respostas em que o equilíbrio térmico foi apenas identificado.

**b) Por quê a água ficou assim?**

A idéia de que houve troca de calor, entra em equilíbrio e a tentativa de explicação para o que ocorreu com a água da caneca indicou a seguinte classificação:

**1) Troca de calor:** a temperatura da água se modificou para algum valor porque houve troca de calor. Exemplos:

*“Na mistura da solução A com a solução B, existe a troca de calor e uma uniformidade da solução C.”(PN 19)*

*“Ocorreu o fluxo do calor de A para B”.(PN 15)*

**2) Equilíbrio térmico:** a temperatura se modificou porque entra em equilíbrio térmico. Alguns exemplos são:

*“Porque ocorreu o equilíbrio térmico.”(PN 10)*

*“Supondo que o volume de A e B seja o mesmo entra em equilíbrio térmico.”(PN 13)*

**3) Explica o processo:** explica o que houve com a água. Exemplos:

*“A água da caneca A perde energia térmica para a água da caneca B => o calor flui do corpo mais quente para o mais frio – até atingir-se o equilíbrio térmico, quando esse fluxo cessa-se”.(PN 24)*

*“A água da caneca A cedeu calor para a água da caneca B e elas entraram em equilíbrio térmico.”(PN 30)*

#### **4) Branco**

A tabela a seguir apresenta os resultados obtidos.

Grupo	1) Troca de calor.	2) Equilíbrio térmico.	3) Explica o processo.	4) Branco.
Conhece a proposta.	03 9%	09 28%	19 59%	01 3%

Mais da metade dos professores afirmam que houve troca de calor e/ou entra em equilíbrio térmico tentando explicar o que o que aconteceu com a mistura de água das duas canecas, categoria 3 com 59% das respostas. A troca de calor até o equilíbrio térmico, categoria 2, é percebida por aproximadamente 28% do total de professores, enquanto que 9% apenas afirmam que houve troca de calor.

**Questão 10: Escreva o que você acha que seja calor.**

A idéia de calor como forma de energia e a tentativa de uma explicação macroscópica ou microscópica para o que se pensa a respeito de calor nos apontou a classificação nas categorias:

**1) Calor é energia, forma de energia, etc.:** apenas cita que calor é energia, forma de energia ou troca de energia. Exemplo:

*“Calor é uma forma de energia.” (PN 15)*

**2) Explicação macroscópica:** explica o que é calor sem usar o modelo de matéria.

Exemplos:

*“Calor é energia que se transfere do corpo de maior temperatura para um de menor temperatura (equilíbrio).” (PN 9)*

*“Calor é uma forma de energia que é transmitida em consequência de uma diferença de temperatura ( $\Delta t$ ).” (PN 6)*

**3) Explicação microscópica:** usa o modelo de matéria para explicar o que entende por calor. Como exemplos temos:

*“O calor é uma forma de energia, que pode ser medida, e sentida, pela mudança de temperatura. Essa energia é produzida pelos*

*diferentes graus de agitação das moléculas que compõem as substâncias.”(PN 23)*

*“É uma forma de energia, pois é o grau de agitação das moléculas de um corpo, se elas estão em movimento existe energia cinética.”(PN 28)*

**4) Outros:** respostas que não possibilitaram interpretar qual a intenção do professor. Os exemplos são:

*“Não haveria vida animal e vegetal sem a energia do Sol. A fotossíntese pode ser citada como prova disso (meio vegetal), pois o meio animal inspira oxigênio devido a esse fenômeno.”(PN 18)*

*“Calor é uma fonte de energia. Tudo aquilo q. nos cerca da luz do Sol, aquecimento da Terra, queima dos combustíveis, mostra que o intercâmbio na troca de calor entre as plantas e os animais se ã ocorrer a fotossíntese ã teria a vida .”(PN 19)*

#### **5) Branco**

Os resultados obtidos se encontram na seguinte tabela:

Grupo	1) Calor é energia, forma de energia, etc.	2) Explicação macroscópica.	3) Explicação microscópica	4) Outros.	5) Branco.
Conhece a proposta.	04 13%	19 59%	03 9%	03 9%	03 9%

A tendência é para apresentar dar uma explicação do que se pensa a respeito do calor sem usar o modelo de matéria, categoria 2 com 59% das respostas analisadas. Juntando as categorias 2 e 3 observamos que aproximadamente 68% dos professores definem calor como energia ou forma de energia e explicam o que pensam usando ou não o modelo de matéria. A

porcentagem de respostas em que aparece o modelo microscópico de matéria corresponde a 9% do total de professores.

**Questão 11: Se você tivesse apenas duas semanas de aula, (4 aulas de 50 min.) para dar o conteúdo de termo, o que você faria?**

As respostas a esta questão estão relacionadas a uma preocupação em modificar a estratégia e/ou conteúdo a ser trabalhado na sala de aula, apontando para as cinco categorias apresentadas a seguir:

**1) Estratégia:** a ênfase é para uma mudança de estratégia como o uso de vídeo, pesquisa, pesquisa seguida de seminário e atividades práticas, todas acompanhadas de um momento que dão a idéia de se destinarem ao apoio à compreensão do conteúdo, tanto no sentido de complementação do conteúdo proposto para o trabalho como de esclarecer possíveis dúvidas. São exemplos:

*“Pediria aos alunos para fazer um trabalho em grupo sobre cada tópico de termo e que fosse apresentado em seminário e o professor iria complementando as falhas se houvesse.”(PN 2)*

*“Pediria um trabalho de pesquisa dos assuntos e usaria as aulas para fazer as experimentações e tirar dúvidas.”(PN 3)*

*“Eu pediria aos meus alunos uma pesquisa dos assuntos que iria abordar e as aulas seriam utilizadas para experimentação e explicação das dúvidas surgidas.”(PN 25)*

**2) Conteúdo:** indica a preocupação com o conteúdo expressa através da opção por um resumo geral de todo o conteúdo; pelo desenvolvimento de parte dele, seguindo ou não uma sequência tradicional, e pela discussão de conceitos e fenômenos relacionados à Física Térmica. Por exemplo:

*“Faria um comentário geral sobre o conteúdo, trabalhando com maior ênfase o conteúdo principal.”(PN 9)*

*“Descreveria alguns fenômenos físicos relacionados com trocas de calor e as leis da Termodinâmica.”(PN 13)*

**3) Conteúdo e estratégia:** respostas que explicitam um encaminhamento do conteúdo acompanhado de algum tipo de estratégia. Exemplo:

*“Trabalharia o que é calor. Resumiria minha explicação a exemplos práticos para que o aluno ao menos entendesse os fenômenos ligados ao calor. Utilizaria também alguns experimentos simples.”(PN 15)*

**4) Outros:** respostas que não possibilitaram uma interpretação clara se a opção do professor é pelo conteúdo e/ou estratégia, por exemplo:

*“Seria um curso muito superficial devido a quantidade de informações a serem abordadas.”(PN 31)*

*“Ainda não pensei.”(PN 29)*

**6) Branco.**

Os dados obtidos se encontram na tabela apresentada a seguir:

Grupo	1) Estratégia.	2) Conteúdo.	3) Conteúdo e estratégia.	4) Outros.	5) Branco.
Conhece a proposta.	05 16%	16 50%	06 19%	03 9%	02 6%

Quando é dado um tempo muito reduzido para o desenvolvimento do conteúdo de Termodinâmica, a preocupação dos professores é com a extensão do conteúdo. Este comportamento é expresso pela soma das porcentagens nas categorias 2 e 3, em que o conteúdo é focado através das opções pelo resumo de todo o conteúdo planejado ou parte dele, esteja ou não relacionado a uma sequência tradicional. Os que explicitam a opção por uma mudança de estratégia

e os que optam por uma combinação de estratégia e conteúdo são da mesma ordem de grandeza, respectivamente 16% e 9%.

Como o GREF trabalha a Física a partir do universo vivencial reclassificamos as respostas relacionadas ao conteúdo, nas categorias 2 e 3, com a finalidade de obter a porcentagem das respostas que enfocam temas da física e contém elementos do cotidiano para análise. Exemplos:

*“Depois de falar sobre o que é o calor e como ele pode ser medido, enfocando somente a escala Celsius, pois provavelmente os alunos já têm uma noção sobre ela, trabalharia os efeitos produzidos pelo calor, sobretudo a dilatação e os efeitos do calor (ou ausência dele) sobre o clima, enfocando o “efeito estufa” e o “fenômeno el ninõ.” (PN 23)*

*“Vou falar sobre o efeito El Ninõ, através de filmes e seminários.” (PN 21)*

*“Com duas semanas de aula, sendo 4 aulas de 50 min, ou seja, apenas 200 min para dar termo, teria que apenas ficar mais na discussão dos principais conceitos, em especial os ciclos, que podem nos dar esses conceitos, sem entrar na parte quantitativa.” (PN 24)*

Aproximadamente 38% dos trinta e dois professores que responderam o questionário externam a sua preocupação com o conteúdo através da ênfase nos temas da física térmica e nos elementos do cotidiano.

### **III. 3 – Resultados parciais.**

Os resultados da análise das respostas apresentadas pelos professores, de uma maneira geral, indicam que muitos dos elementos fundamentais que compõem uma visão e uma compreensão mais articulada e significativa do conhecimento que envolve calor, não foram incorporados por uma parcela significativa dos professores-alunos. No entanto, lembrando que os dados foram coletados após a primeira parte do trabalho de formação continuada destes professores, com a proposta de física térmica, pois a formação continuada

desenvolvida pelo GREF consiste de cursos com trinta horas de duração e do acompanhamento da aplicação em sala de aula, os resultados obtidos podem ser considerados relevantes enquanto informação de algumas características deste trabalho realizado com professores.

Na primeira questão, por exemplo, que envolve um levantamento de coisas relacionadas à calor, aproximadamente na metade das respostas analisadas aparecem elementos tanto da física térmica como do cotidiano, mostrando que essa parcela dos professores conseguem perceber a presença da física nas “coisas” do mundo concreto.

O Sol, o petróleo e os combustíveis podem ser considerados como fontes e relacionados com calor. O fato da proposta GREF enfatizar, através da discussão do ciclo do carbono, que a maioria dos combustíveis são obtidos a partir do refinamento do petróleo, que teve a sua origem na formação de fósseis do reino animal e vegetal, deve ter contribuído para que mais da metade dos professores estabelecessem a relação direta entre os três primeiros elementos e o calor.

Alguns elementos como o Sol, a lâmpada e a vela, são fontes que podem ser classificadas como natural ou artificial, mas as três são fontes de luz e calor e envolvem reações ou transformações de energia. Esperávamos que, nesta questão, os resultados apontassem para uma classificação das fontes, mas que ao elaborar a resposta os professores explicitassem outras características como o tipo de radiação emitida e a natureza da reação ou transformação de energia envolvida. Observamos que estas características se encontram na metade das respostas elaboradas pelos professores.

O funcionamento da geladeira não é nada trivial, por exigir um certo domínio de conhecimento tecnológico, entretanto o GREF discute e considera que compreender tanto os fenômenos naturais como o funcionamento de “coisas” relacionadas à tecnologia faz parte do conteúdo. Dessa forma, apostávamos que a explicação envolvendo a participação de alguns elementos relacionados ao funcionamento da geladeira como o freon, o compressor, o radiador, a válvula descompressora e o condensador, assim como os processos envolvidos em cada

um destes elementos fosse encontrada nas respostas analisadas. Observamos que as explicações dadas pelos professores estão muito mais relacionadas à evaporação e condensação do vapor d'água na formação de chuva e à convecção do ar na atmosfera e no interior da geladeira.

Os resultados obtidos na questão do cobertor, que é um elemento do cotidiano, também discutido na proposta, foram satisfatórios considerando que apenas uma resposta foi incluída na categoria "outros" mostrando que quase a totalidade dos professores compreendeu não só para que serve o cobertor mas consegue explicar o que é um isolante térmico.

A ênfase do GREF dada na discussão dos fenômenos naturais - a formação dos ventos, da chuva, granizo, geada e da neblina - e dos processos envolvidos nestes fenômenos, em função do aquecimento diversificado da superfície terrestre e da atmosfera, deve ter contribuído na resposta de como a Terra é aquecida pelo Sol. Nesta questão, a maioria dos professores citaram o processo de irradiação e completaram a resposta com explicações que envolvem a influência de elementos naturais como a vegetação e a própria atmosfera.

As questões que envolvem a troca de calor por condução e a explicação do sentido da troca e/ou do processo envolvido, foi incorporada em uma porcentagem significativa das respostas. Já nas categorias em que a explicação envolvendo o modelo de matéria e o cálculo da temperatura de equilíbrio térmico, que é enfatizado na maioria dos livros textos, as porcentagens não atingiram os resultados esperados.

Os resultados obtidos na questão que trata do replanejamento de um curso de física térmica foram satisfatórios, pois 20% do total dos professores se preocupam com conteúdo e estratégia e 38% dos professores que responderam o questionário pensam em desenvolver o conteúdo de forma mais articulada com os elementos do cotidiano, resultado obtido através da análise nas categorias dois e três da questão 11.

De um modo geral, considerando que os professores, no momento da coleta de dados, ainda estavam na metade do processo de formação continuada, mas ao mesmo tempo já haviam participado de 30 horas de curso, esperávamos resultados melhores. Entretanto, a real compreensão de um conteúdo ocorre através de um processo mais longo, pois exige uma mudança de postura do professor frente ao conhecimento da disciplina ensinada e a sua experiência no trabalho em sala de aula.

## **Capítulo IV**

### **Enfatizando as diferenças nas formas de repensar a Termodinâmica.**

Como os resultados obtidos através da análise das respostas dos professores que participam da formação continuada do GREF, não correspondiam plenamente às nossas expectativas aplicamos o mesmo questionário à outro grupo de professores que não conhecem a proposta GREF para o conteúdo de Física Térmica. A análise dos resultados obtidos entre os dois grupos nos forneceu alguns dados que contribuíram no aprofundamento da compreensão do trabalho de formação continuada do GREF.

#### **IV.1 – Caracterização do grupo de professores que não conhece a proposta de Física Térmica do GREF.**

O grupo formado pelos professores que não conhecem a proposta de Física Térmica elaborada pelo GREF é composto por 22 professores que lecionam em escolas pertencentes à 6ª Delegacia de Ensino, que abrange a região da Móoca, Vila Prudente, etc.. Eles foram escolhidos em função do contato estabelecido com o GREF e das articulações realizadas para um futuro trabalho de atendimento aos professores pertencentes a esta delegacia de ensino. Trabalho este que atualmente já se encontra em fase de desenvolvimento, mas que na época da aplicação do questionário haviam se concretizado somente duas ou três reuniões das quais uma se destinou a apresentação geral do GREF e as outras em que se deu início a um curso de Mecânica.

Quase a totalidade deste grupo de entrevistados reside na cidade de São Paulo (21), pois somente 01 professor é residente em Mauá, pertencente a Grande São Paulo.

Em relação à formação acadêmica, o grupo é composto por 02 professores que possuem formação na área de engenharia e 20 com formação na área de ensino, dos quais 04 ainda se encontram em fase de conclusão de curso. Entre as pessoas com formação relacionada a área do ensino, 07 possuem licenciatura plena em Física, 10 licenciatura em Matemática ou Química, 01 licenciatura em Biologia e 02 possuem licenciatura em Ciências com habilitação em Física, Matemática ou Química. Somente 05 pessoas possuem outro tipo de formação: 02 bacharelado em Física, 01 bacharelado em Biologia, 01 curso de Pedagogia e 01 na área técnica (eletrônica).

#### **IV.2 – Comparação dos dados obtidos nos dois grupos analisados.**

A investigação dos dados obtidos nos dois grupos de professores possibilita perceber algumas mudanças nas formas de pensar a Termodinâmica. Neste item apresentaremos os dados obtidos nos dois grupos e a análise destes dados.

Utilizando as mesmas categorias de respostas definidas na análise dos dados dos professores que participaram do curso de formação continuada do GREF, no capítulo anterior, classificamos as respostas desse novo conjunto de respostas. Nessa amostragem compareceram respostas impossíveis de serem classificadas segundo os critérios das categorias e também respostas em branco. As primeiras foram classificadas de "outros" e apresentamos dois exemplos de resposta, o primeiro foi obtido na questão da geladeira e da formação de chuva, e o segundo na questão que envolve o replanejamento do curso.

*"Ambos absorvem água."(VP17)*

*“Choraria.*

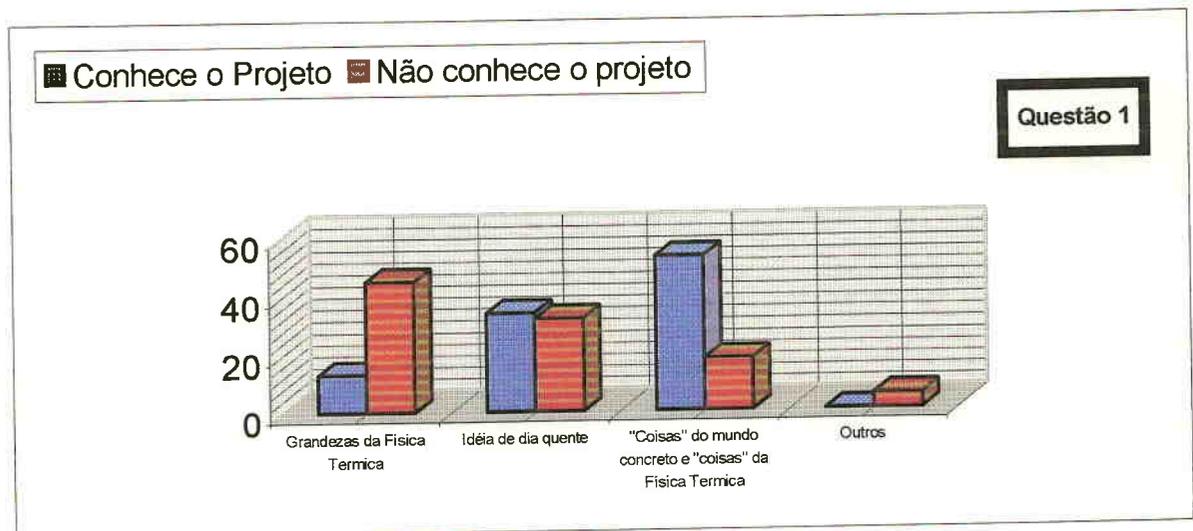
*Obs: Com todo respeito à sua pesquisa.”(VP11)*

Para melhor explicitar as diferenças ou não entre as respostas dos dois grupos de professores, apresentaremos os resultados através de histogramas comparativos.

**Questão O1: Que tipo de coisas, situações, palavras ou elementos surgem na sua cabeça quando se fala em calor?**

As categorias de análise consideradas nesta questão foram: 1) *Grandezas da Física Térmica*; 2) *Idéia de dia quente*; 3) *“Coisas” do mundo concreto e “coisas” da Física Térmica*; 4) *Outros*.

O histograma a seguir apresenta as porcentagens relacionadas às quantidades de respostas relacionadas a cada categoria em função do grupo questionado.



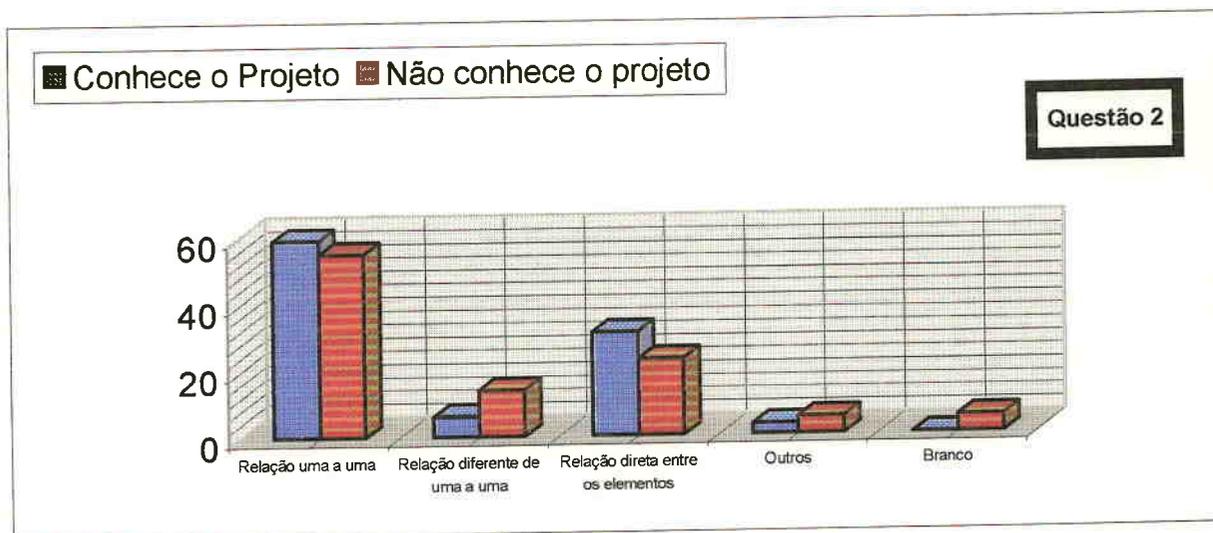
Considerando o grupo que não conhece a proposta, podemos observar que a tendência é para a elaboração de uma listagem contendo coisas que são grandezas da Física Térmica (46%), 32% dos entrevistados listaram coisas relacionadas a idéia de dia quente, somente 18% das respostas obtidas corresponde aos que estabelecem relação entre o mundo concreto e a Física Térmica. O tipo de respostas outros corresponde a 5% do total de professores.

Já no grupo que conhece a proposta GREF, todas as respostas foram incluídas nas três primeiras categorias. A tendência, neste grupo de professores, é para as respostas que apresentam coisas que apontam para a relação entre o mundo concreto e a Física Térmica (53%), em 34% das respostas podemos identificar a relação com a idéia de dia quente e em 13% a presença de coisas que são grandezas da Física Térmica.

**Questão 02: Você acha que existe alguma relação entre: Sol, petróleo, combustível e calor? Explique.**

Nesta questão os tipos de respostas são: 1) *Relação uma a uma*; 2) *Relação diferente de uma a uma*; 3) *Relação direta entre os elementos*; 4) *Outros* e 5) *Branco*.

As porcentagens obtidas nos dois grupos que responderam o questionário se encontram no histograma seguinte.



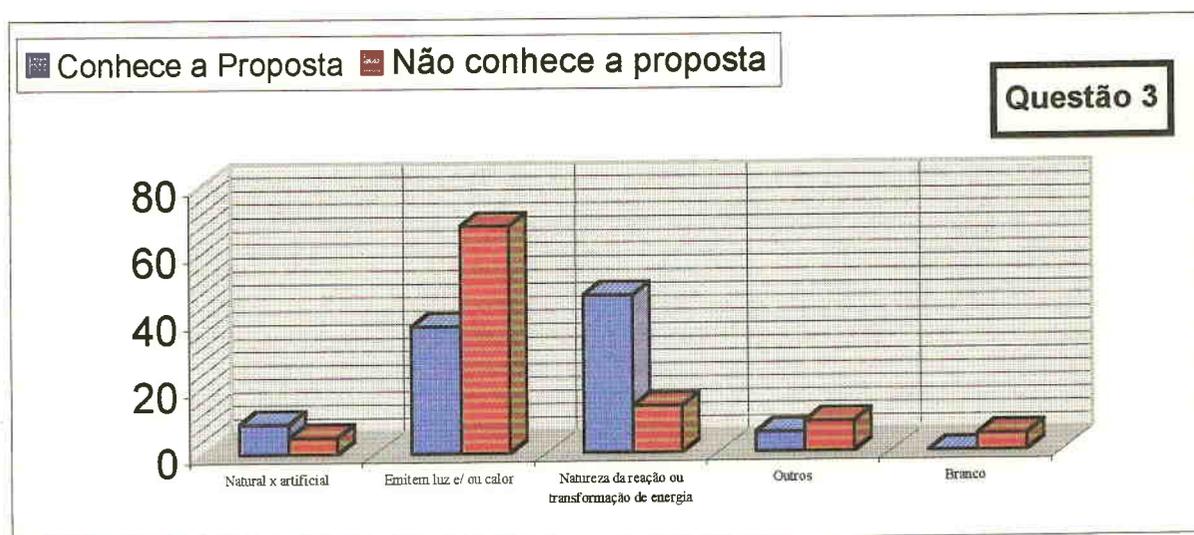
Observando os resultados concluímos que os dois grupos apresentam a tendência de relacionar separadamente cada uma das "coisas" – Sol, petróleo, combustível e calor – 59% do grupo que conhece a proposta e 55% do grupo que não conhece. Enquanto no grupo que não conhece a proposta a

porcentagem correspondente à relação diferente de uma a uma é aproximadamente o dobro (14%) da que é a apresentada pelo grupo que fez o curso de Física Térmica (6%), no tipo de resposta relação direta entre os elementos a porcentagem relacionada ao grupo que conhece a proposta (31%) é maior que a relacionada ao grupo referência (23%). Na categoria outros as porcentagens são aproximadamente iguais, 3% para o grupo que conhece a proposta e 5% para o grupo que não conhece a proposta, já para a categoria branco apenas o grupo que não conhece a proposta apresenta a porcentagem de 5%.

**Questão 03: Qual a diferença e/ou semelhança entre o Sol, a lâmpada acesa e a vela acesa? Explique.**

Os grupos de respostas ficaram definidos como: 1) *Emitem luz e/ou calor*; 2) *Natural x artificial*; 3) *Natureza da reação ou transformação de energia*; 4) *Combinação 1 e 2 ou 1 e 3*; 5) *Outros* e 6) *Branco*.

O histograma a seguir apresenta os resultados obtidos em cada categoria .

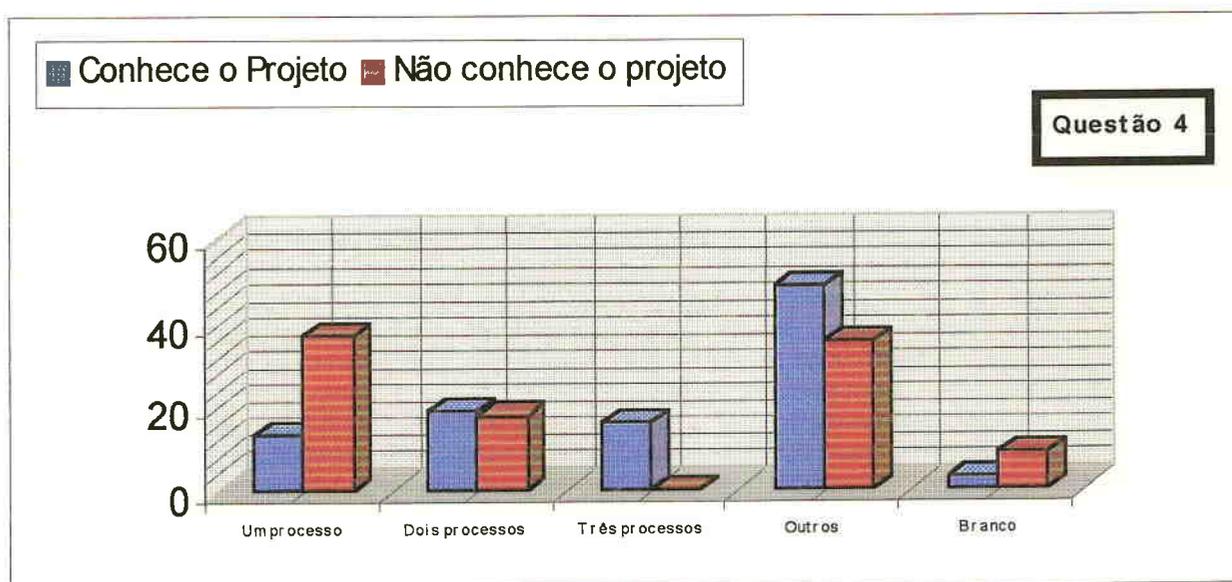


Nesta questão a tendência do grupo que não conhece o GREF é para classificar como fonte em função da radiação emitida, categoria 2 com 68% do

total de respostas. Já o grupo que conhece o GREF apresenta uma porcentagem maior na categoria 3 com 47%, onde as fontes também são classificadas em função da radiação emitida mas é levado em conta a natureza da reação ou transformação de energia. A porcentagem das respostas incluídas nas categorias natural x artificial, outros e branco são da mesma ordem de grandeza nos dois grupos.

**Questão 04: Você vê alguma semelhança entre o funcionamento da geladeira e a formação de chuva? Explique.**

As respostas foram agrupadas em categorias que apenas consideram a identificação de um ou mais processos, outros e branco: 1) *Um processo*; 2) *Dois processos*; 3) *Três processos*; 4) *Outros* e 5) *Branco*, e os resultados deram origem ao histograma:

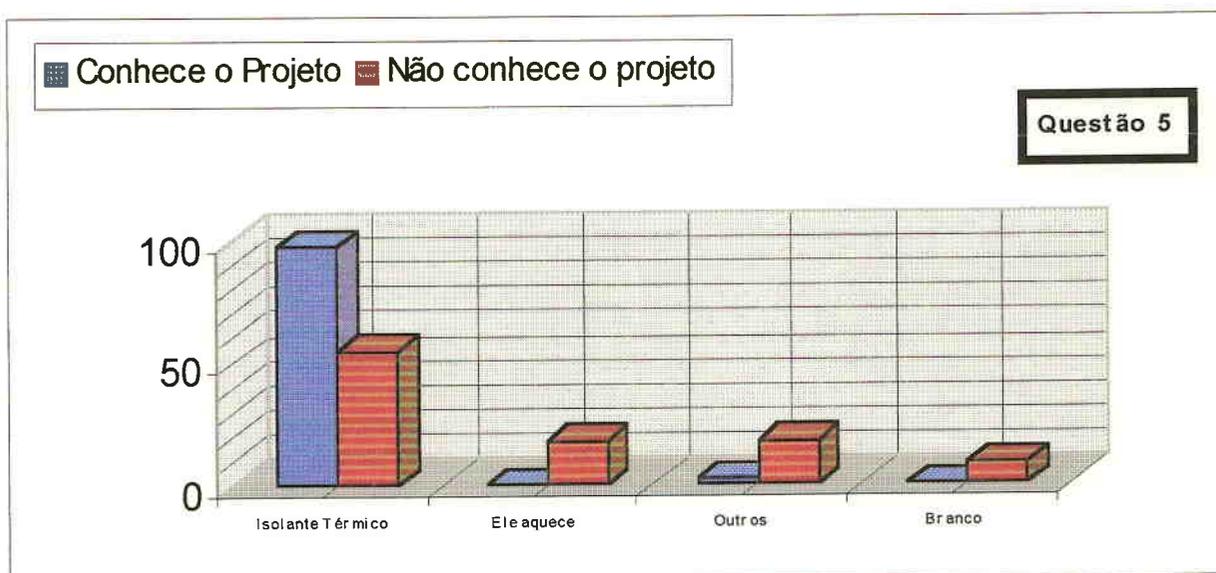


Os dois grupos apresentaram dificuldades para identificar os processos relacionados ao funcionamento da geladeira e a formação de chuva, em função disso o número de respostas incluídas na categoria outros aumentou

muito – 50% para o grupo de professores que fizeram o curso do GREF e 36% para o grupo de professores que não conhecem a proposta. Analisando as outras três categorias - que dão explicações relacionadas somente a um, dois ou três processos – observamos que no grupo que não conhece o GREF as respostas que possibilitaram a classificação estão mais relacionadas a um processo (36%). Neste grupo de professores nenhuma explicação envolveu mais de dois processos. Já no grupo que conhece o GREF, os resultados foram distribuídos nas três categorias apresentando porcentagens da mesma ordem de grandeza: 13% das respostas estão relacionadas a um processo, 19% a dois processos e 16% a três processos. É importante notar que, neste grupo, embora pequena a porcentagem que representa as respostas relacionadas a três processos, ela pode ser considerada como discrepância uma vez que não se encontra presente nas respostas do outro grupo.

**Questão 05: Como você explicaria para o seu aluno para que serve o cobertor?**

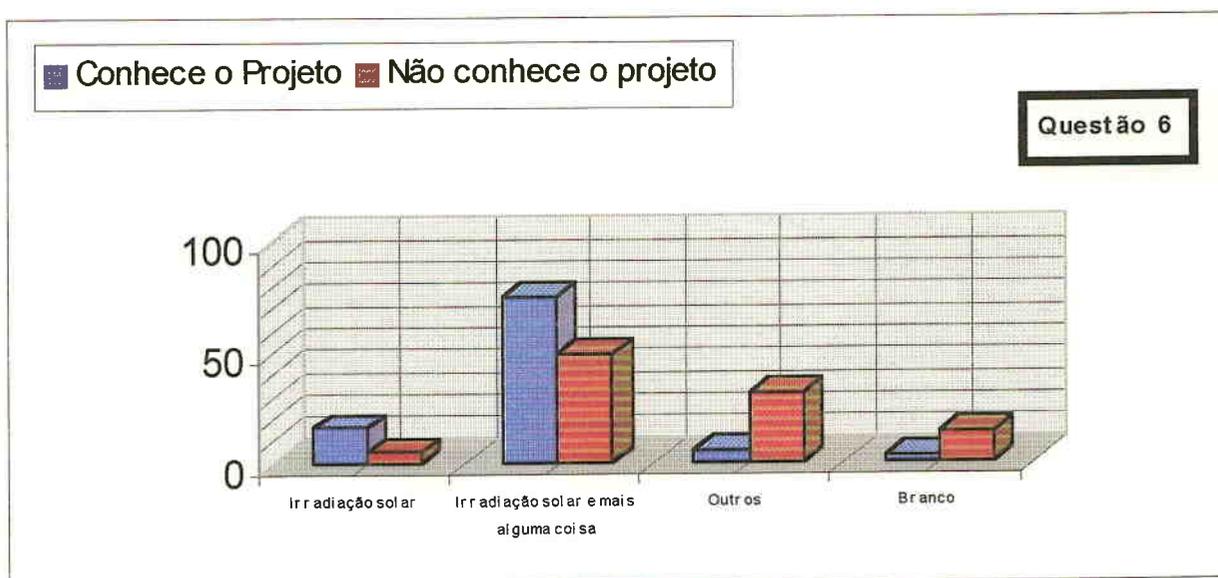
Os tipos de respostas incluídos nesta questão foram: 1) *Isolante térmico*; 2) *Ele aquece*; 3) *Outros* e 4) *Branco*. A distribuição das porcentagens se encontram no histograma a seguir.



Analisando as respostas percebemos que quase a totalidade (97%) dos entrevistados que conhecem a proposta GREF reconhecem o cobertor como isolante térmico, descartando a possibilidade de considerá-lo como fonte de calor. Já no grupo que não fez o curso, somente um pouco mais da metade dos professores consideram o cobertor como isolante térmico (55%). Este grupo apresenta porcentagens significativas dos que consideram o cobertor como fonte de calor (18%), respostas que impossibilitaram a classificação (18%) e branco (9%).

**Questão 06: Como você explicaria para seu aluno como a Terra é aquecida pelo Sol?**

Com esta idéia, escolhemos os grupos de respostas: 1) *Irradiação solar*; 2) *Irradiação solar e mais alguma coisa*; 3) *Outros* e 4) *Branco*. A análise das respostas levou aos resultados apresentados a seguir:



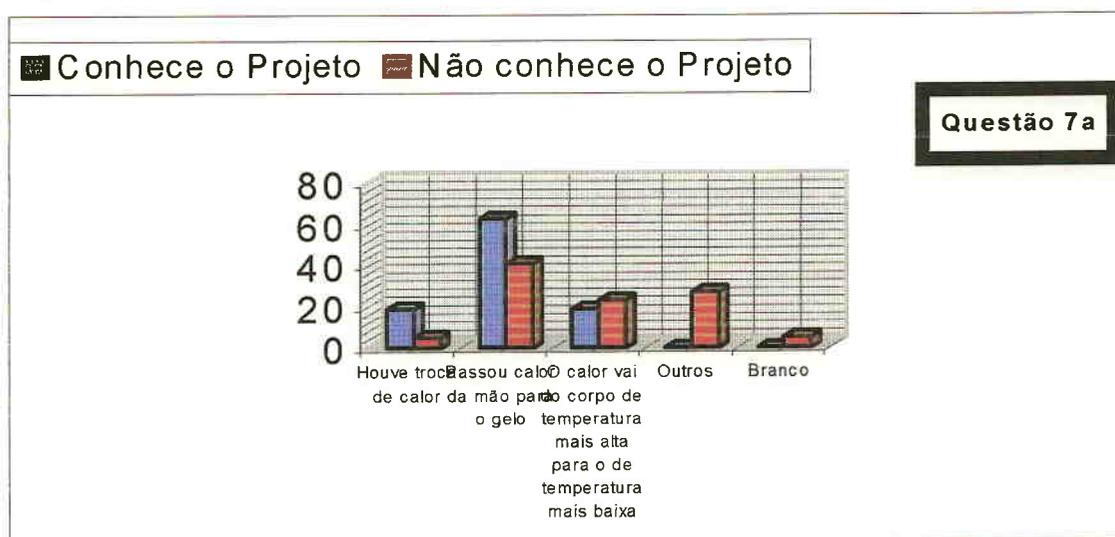
A tendência dos dois grupos é para considerar que a Terra é aquecida pelo Sol por irradiação solar dando uma explicação um pouco mais

detalhada de como isto acontece. Os valores das porcentagens são 75%, para o grupo de pesquisa, e 50% para o grupo referência. Enquanto no grupo que conhece a proposta somente 16% das respostas foram incluídas na categoria que apenas identifica o processo, 6% na outros e 3% na branco, o grupo que não conhece a proposta apresenta na categoria outros 32% e na branco 14%. Somente 5% dos professores deste grupo apenas citam o processo.

**Questão 07: Num dia muito quente José coloca as mãos numa barra grande de gelo.**

**a) Explique porque as mãos de José resfriaram.**

As categorias de análise fixadas para esta questão foram: 1) *Houve troca de calor;* 2) *Passou calor da mão para o gelo;* 3) *O calor vai do corpo de*



*temperatura mais alta para o de temperatura mais baixa;* 4) *Outros* e 5) *Branco*. Os resultados obtidos neste item estão distribuídos no histograma seguinte.

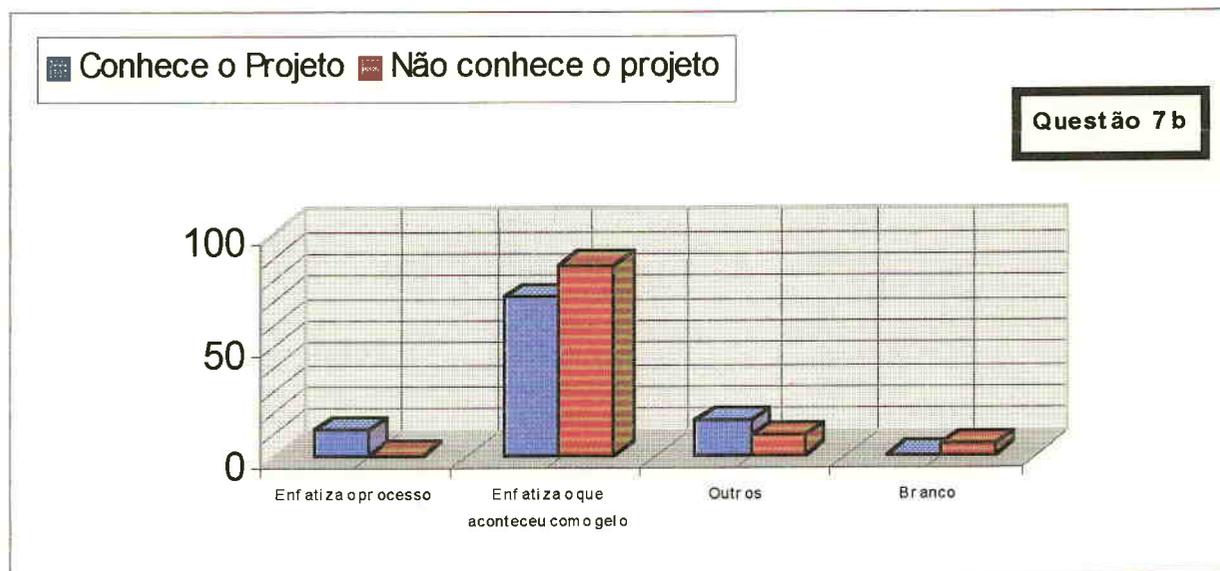
Nos dois grupos a inclinação é para atribuir o resfriamento à passagem de calor da mão para o gelo – 63% das respostas obtidas no grupo que

fez o curso e 41% no grupo que não conhece a proposta. A porcentagem que representa as respostas que explicitam o sentido da troca de calor através da diferença de temperatura entre os corpos é 19% para o grupo que fez o curso de Física Térmica e 23% para o grupo que não conhece a proposta. Considerando as três categorias iniciais, percebemos que 100% dos entrevistados que fizeram o curso apontam para o ocorrência do processo de troca de calor utilizando ou não conceitos da Física Térmica ou do mundo concreto para a sua explicação e que no grupo que não conhece a proposta esta porcentagem é de 69%.

**b) O que acontece com a barra de gelo.**

A definição dos grupos de respostas foi segundo as seguintes categorias: 1) *Enfatiza a troca de calor*; 2) *Enfatiza o que acontece com o gelo*; 3) *Outros* e 4) *Branco*.

O histograma a seguir apresenta os resultados obtidos neste item.



Nos dois grupos a tendência é para explicar enfatizando o que acontece com o gelo – 72% dos entrevistados que fizeram o curso e 86% dos que não conhece a proposta. Considerando estes resultados, embora pequena, a

porcentagem que representa os que enfatizam a troca de calor corresponde a 12% para os que conhecem a proposta e 0% para os que não conhecem. O mesmo pode ser considerado para a categoria outros, em que o grupo que conhece a proposta corresponde a uma porcentagem igual a 16% e o que não conhece 9%. O tipo de resposta branco é representado apenas no grupo que não conhece a proposta com uma porcentagem de 5%.

Ao fazer uma reeleitura deste item foi possível reclassificar as respostas das categorias 1 e 2 em função da explicação elaborada em cada questionário.

A categoria 1, que enfatiza a troca de calor função do contato com a mão de José, foi subdividida em dois níveis de respostas:

**1.a) Houve troca de calor:** fazem parte deste nível as respostas que justificam o que aconteceu com o gelo apenas explicitando que houve troca de calor.

**1.b) Como aconteceu a troca de calor:** as respostas que tentam dar uma explicação de como foi a troca de calor.

Na categoria 1 encontramos representatividade no grupo que fez o curso de Física Térmica e analisando as respostas concluímos que todas apresentam uma explicação de como ocorreu a troca de calor.

A categoria 2, que enfatiza o que acontece com o gelo, também foi subdividida em dois níveis de respostas:

**2.a) O gelo derrete:** respostas que afirmam que o gelo derrete, sem envolver a idéia de mudança de estado e da temperatura do gelo.

**2.b) O que acontece com o gelo depende da temperatura:** respostas em que a explicação do que acontece com o gelo envolve a preocupação com a mudança de estado e com a temperatura.

A tabela a seguir apresenta os resultados relacionados à essa classificação considerando o total de respostas obtidos na análise anterior na segunda categoria.

Grupo	2.a) O gelo derrete.	2.b) O que acontece com o gelo depende da temperatura do mesmo.
Conhece a proposta.	17 74%	06 26%
Não conhece a proposta.	14 74%	05 26%

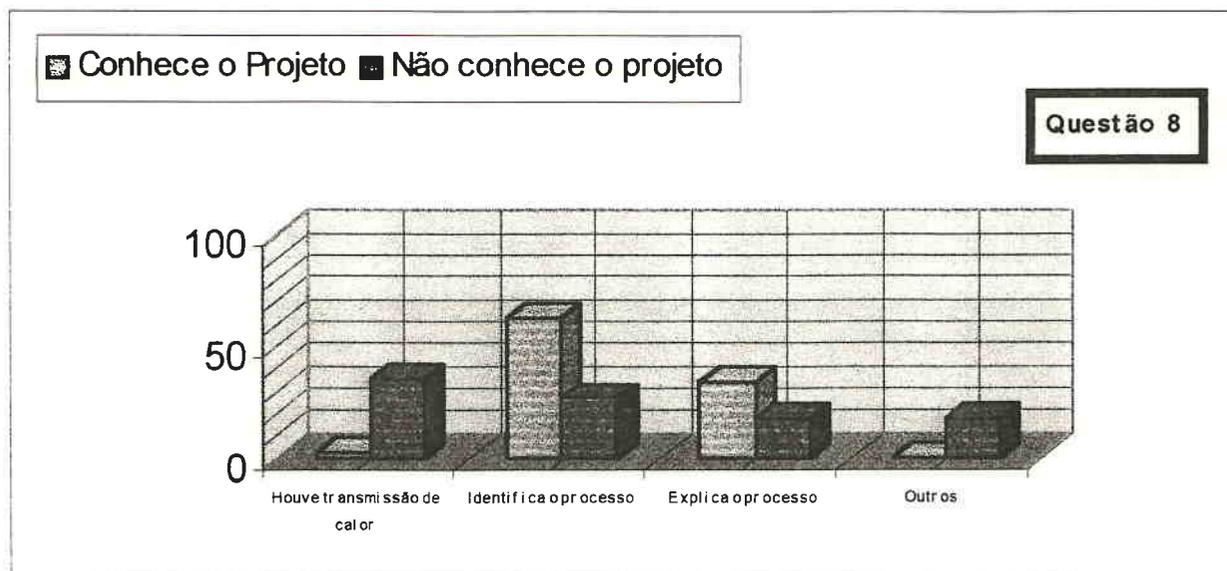
As porcentagens são as mesmas para os dois grupos, ou seja, 74% para os que afirmam que o gelo derrete e 26% quando é explicado o que acontece com o gelo em função da temperatura.

**Questão 08: Para fazer uma experiência Cristina pegou uma barra de alumínio comprida e fina, segurou numa das pontas e a outra colocou no fogo. Explique o que acontece na barra para que Cristina sentisse sua mão quente.**

Os tipos de resposta escolhidos foram: 1) *Houve transmissão de calor*; 2) *Identifica o processo*; 3) *Tenta explicar o processo*; 4) *Outros* e 5) *Branco*.

Os resultados obtidos na análise dos dois grupos deram origem ao histograma apresentado a seguir:

No grupo que fez o curso de Física Térmica a tendência é para



A tabela a seguir apresenta os resultados relacionados à essa classificação considerando o total de respostas obtidos na análise anterior na segunda categoria.

Grupo	2.a) O gelo derrete.	2.b) O que acontece com o gelo depende da temperatura do mesmo.
Conhece a proposta.	17 74%	06 26%
Não conhece a proposta.	14 74%	05 26%

As porcentagens são as mesmas para os dois grupos, ou seja, 74% para os que afirmam que o gelo derrete e 26% quando é explicado o que acontece com o gelo em função da temperatura.

**Questão 08: Para fazer uma experiência Cristina pegou uma barra de alumínio comprida e fina, segurou numa das pontas e a outra colocou no fogo. Explique o que acontece na barra para que Cristina sentisse sua mão quente.**

Os tipos de resposta escolhidos foram: 1) Houve transmissão de calor; 2) Identifica o processo; 3) Tenta explicar o processo; 4) Outros e 5) Branco.

Os resultados obtidos na análise dos dois grupos deram origem ao histograma apresentado a seguir:

No grupo que fez o curso de Física Térmica a tendência é para



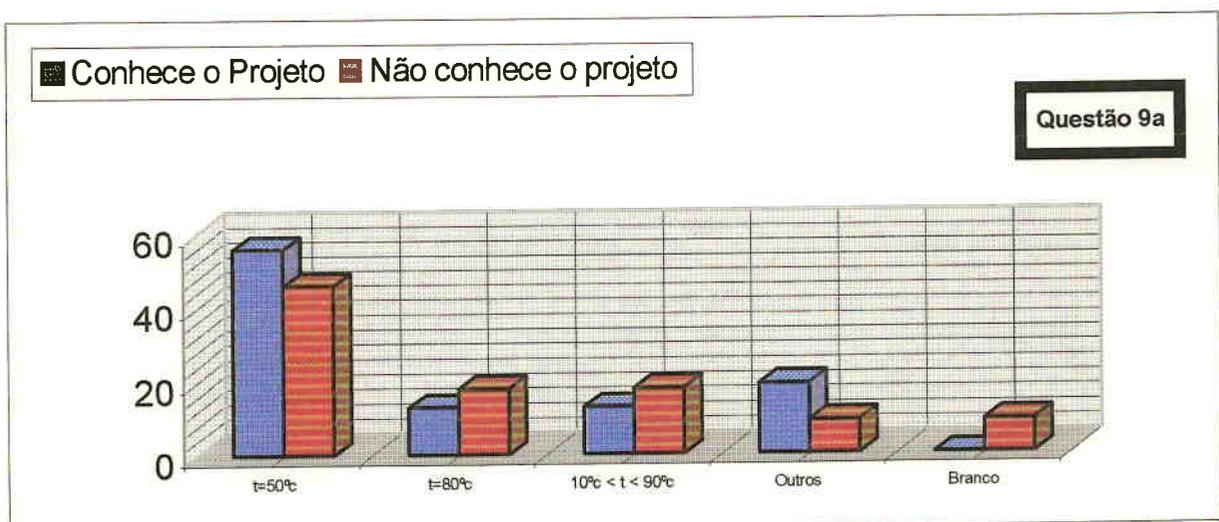
afirmar que houve a transmissão de calor e identificar o processo (63%), enquanto no grupo que não conhece a proposta 36% das respostas apenas afirmam ter ocorrido transmissão de calor. Embora pequena, a porcentagem das respostas que tentam explicar o processo é 18% no grupo que não conhece a proposta e aproximadamente o dobro (34%) no grupo que fez o curso do GREF. Somando os tipos de respostas 2 e 3, as porcentagens dos professores que identificam o processo e/ou tentam explicá-lo, obtemos um valor bem maior (97%) para o grupo que conhece a proposta do que o obtido para o grupo que não conhece, apenas 45%.

**Questão 09: Na mesa há 3 canecas. A caneca A cheia com água quente a 90°C. A caneca B cheia com água fria a 10°C. A caneca C, maior que A e B está vazia. Se despejarmos a água das canecas A e B na caneca C e misturarmos:**

**a) Qual você pensa que é a temperatura da água na caneca C?**

As respostas enfatizaram mais o aspecto quantitativo definindo os seguintes tipos de respostas: 1)  $t=50^{\circ}\text{C}$ ; 2)  $t=80^{\circ}\text{C}$ ; 3)  $10^{\circ}\text{C} < t < 90^{\circ}\text{C}$ ; 4) *Outros* e 5) *Branco*.

O histograma a seguir apresenta os resultados obtidos nesse item.

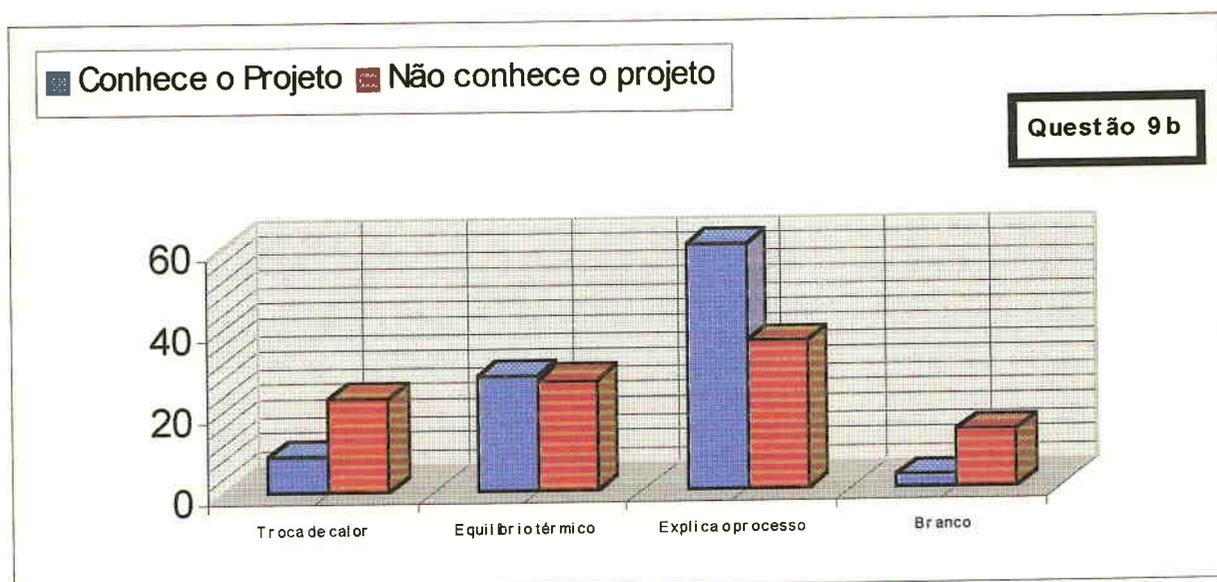


Nos dois grupos as maiores porcentagens são encontradas na primeira categoria, 56% para o grupo que conhece a proposta e 46% para o grupo que não conhece. Somando as categorias 2 e 3, que representam os resultados não esperados, temos 26% no grupo que fez o curso de Física Térmica do GREF e um valor maior (36%) para o grupo que não fez o curso. Neste item a porcentagem apresentada pelo grupo que conhece a proposta GREF (19%) na categoria outros é relativamente grande quando comparado com o grupo referência (9%), no entanto observando os resultados encontrados podemos perceber que as respostas incluídas nesta categoria se tratam de respostas em que o valor da temperatura de equilíbrio não foi explicitado. Situação oposta ocorre no tipo de resposta branco, em que o grupo que participa da formação continuada corresponde 0% e o grupo referência 9%.

#### b) Por quê a água ficou assim?

As categorias de análise neste item foram: 1) *Houve troca de calor*; 2) *Entra em equilíbrio térmico*; 3) *Tenta explicar*; 4) *Outros* e 5) *Branco*.

As porcentagens obtidas nas respostas são apresentadas a seguir:

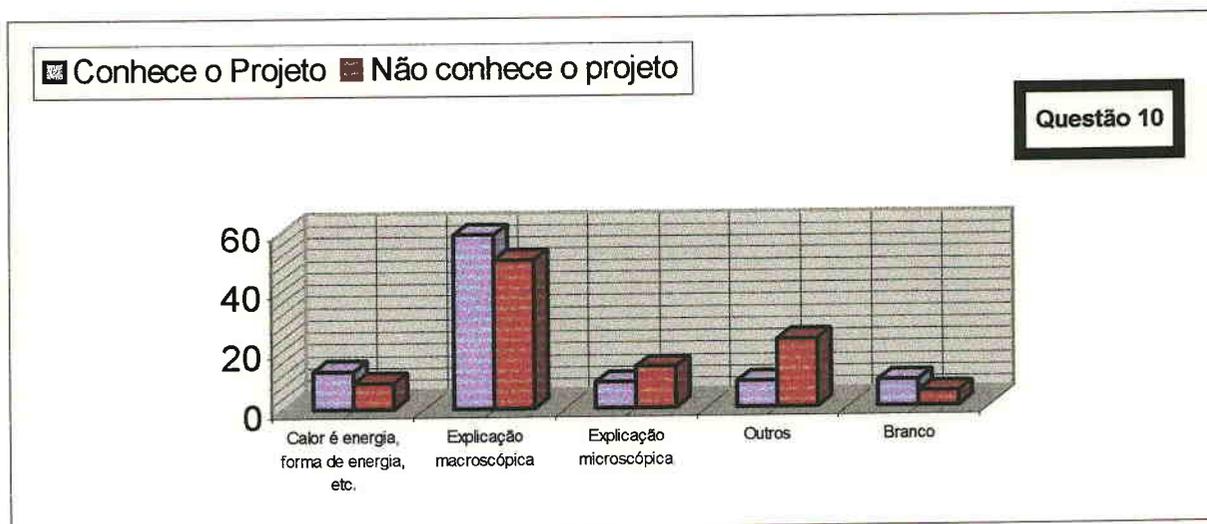


As porcentagens das respostas que apenas afirmam que a água entra em equilíbrio térmico são aproximadamente as mesmas para os dois grupos, 28% para o grupo de pesquisa e 27% para o grupo referência. A porcentagem que representa as respostas com tentativa de explicação para a troca de calor até o equilíbrio térmico foi bem maior no grupo que conhece a proposta, encontramos 59% para o grupo de pesquisa e 36% para o grupo de referência. Já na categoria 1, a que apenas identifica a troca de calor, os resultados foram maiores para o grupo referência. O mesmo ocorreu com os resultados em branco quando encontramos 3% do total de respostas para o grupo que fez o curso e 14% para o grupo referência.

### Questão 10: Escreva o que você acha que seja calor.

Os tipos de respostas escolhidos para a análise foram: 1) *Calor é energia, forma de energia, etc*; 2) *Tenta explicar*; 3) *Explicação microscópica*; 4) *Outros* e 5) *Branco*.

As porcentagens obtidas em cada categoria de análise são apresentadas a seguir:



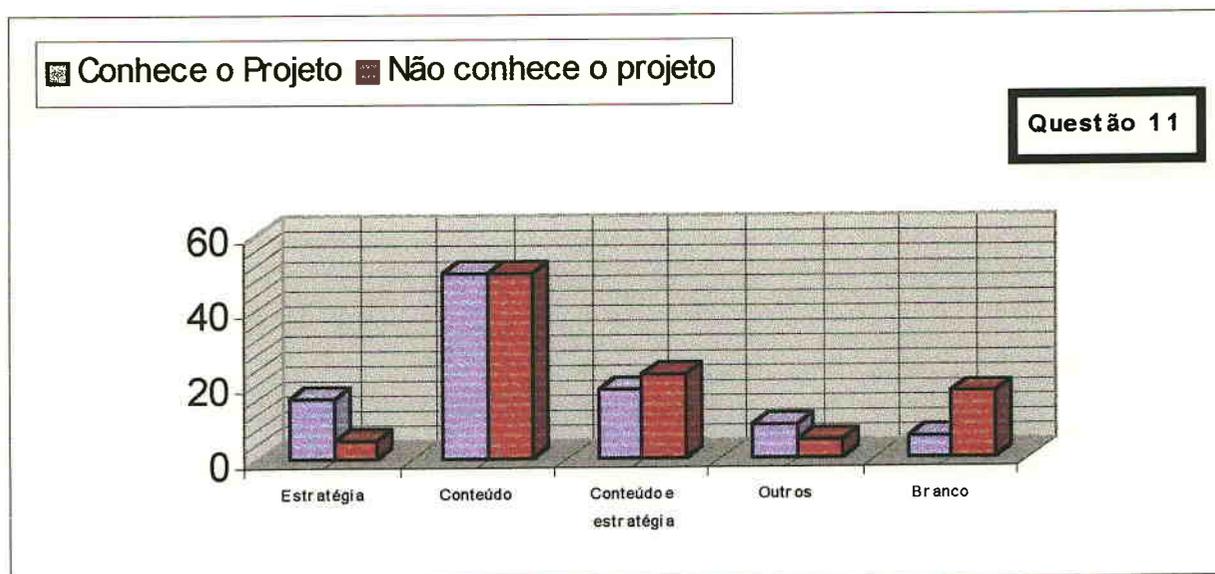
Em relação ao conceito de calor podemos observar que existe, nos dois grupos, uma tendência em definir calor como energia ou forma de energia dando uma explicação mas sem usar o modelo microscópico, as porcentagens são

59% para o grupo de pesquisa e 50% para o grupo referência. A soma das porcentagens das categorias que envolvem uma explicação macroscópica e/ ou microscópicas, categorias 2 e 3, são aproximadamente as mesmas para os dois grupos. Considerando a categoria 3, respostas que apresentam uma explicação envolvendo um modelo microscópico, observamos que o resultado é um pouco maior no grupo que não conhece a proposta.

**Questão 11: Se você tivesse apenas duas semanas ( 4 aulas de 50 min) para dar o conteúdo de termo, o que você faria?**

As possibilidades de respostas nestas questão estão relacionadas à estratégia e/ou conteúdo, sendo assim, as categorias escolhida foram: 1) *Estratégia*; 2) *Conteúdo*; 3) *Conteúdo e estratégia*; 4) *Outros* e 5) *Branco*.

Apresentamos a seguir a distribuição das porcentagens relacionadas à cada categoria.



Embora as porcentagens sejam pequenas, na categoria 3, os resultados indicam que existe uma parcela de professores que entendem a necessidade de uma mudança de estratégia e organização do conteúdo em função de alguma prioridade, 19% no grupo que conhece a proposta e 23% no grupo que não conhece. No entanto, a tendência dos dois grupos é para uma mudança em relação apenas ao conteúdo, categoria 2, em que as porcentagens são as mesmas para os dois grupos de professores, 50%. Já no tipo de resposta estratégica, o grupo que conhece a proposta apresenta uma porcentagem maior, com 16%, que o grupo referência com 5%. O tipo de resposta "branco" é o resultado é bem maior no grupo referência e no "outros", os resultados estão relacionados à porcentagens da mesma ordem de grandeza nos dois grupos.

### **IV.3 – Resultados finais.**

Comparando os resultados obtidos nos dois grupos podemos perceber que o grupo que participa da formação continuada do GREF apresenta algumas características que indicam a influência do trabalho realizado com estes professores.

Ao ser solicitado a listagem das coisas ou situações relacionadas à palavra calor, na questão 1, embora o resultado associado à idéia de dia quente fosse além do que esperávamos, percebemos que mais da metade do grupo procura estabelecer algum tipo de relação entre as coisas da Física Térmica e as coisas do cotidiano. Procedimento este que é oposto ao do grupo que não conhece o GREF que faz uma listagem contendo mais as coisas que são grandezas da Física Térmica como temperatura, dilatação, mudanças de estado, etc.

Já na questão 2, embora a tendência dos dois grupos seja relacionar cada uma das fontes – Sol, petróleo e combustível – com calor, os professores que participaram do curso do GREF apresentam um resultado um pouco melhor, quando olhamos para as respostas que levam em conta o ciclo do carbono, através de uma relação direta dos três elementos e o calor.

As diferenças e/ou semelhanças entre algumas fontes que fazem parte do cotidiano de qualquer pessoa como o Sol, a lâmpada acesa e a vela acesa, em que ocorrem reações ou transformações de energia, que são conceitos trabalhados em vários conteúdos da Física, também nos indicaram que os resultados obtidos com o grupo de pesquisa foram bem melhores pois, nesta questão, a tendência do grupo referência é para apenas classificar as fontes considerando o tipo de radiação emitida, já no grupo que participa da formação continuada, os professores classificam e explicam a natureza da reação ou transformação de energia envolvida em cada uma das fontes.

Na questão 4, quando perguntamos se existe alguma semelhança entre o funcionamento da geladeira e a formação de chuva, os resultados obtidos

nos dois grupos são de duas naturezas: a primeira em que os processos identificam e explicam um ou mais processos envolvidos nas situações colocadas e a segunda contendo as respostas em branco ou da categoria outros. Compreendemos a dificuldade de resposta nesta questão uma vez que entendemos que o domínio da parte tecnológica envolvida no funcionamento da geladeira é de difícil compreensão e necessita de um amadurecimento um pouco maior na proposta de Física Térmica do GREF. Mesmo assim, nos resultados obtidos com o grupo que conhece a proposta encontramos alguns professores que conseguem explicar a semelhança em termos de três processos, enquanto que no grupo referência as explicações são somente à nível de um ou dois processos.

Em uma questão clássica como a do cobertor, que aparece em qualquer livro de Física, o grupo que não fez o curso apresenta uma porcentagem significativa, 18% acha que ele aquece, no grupo que fez o curso de Física Térmica do GREF aproximadamente a totalidade dos professores o identifica como isolante térmico.

Em relação ao aquecimento da Terra pelo Sol, na questão 6, os resultados do grupo que fez o curso também foram melhores pois, juntando as duas primeiras categorias em que os professores identificam o processo e/ou explicam o que aconteceu com a radiação térmica, encontramos 91% das respostas analisadas enquanto que no grupo referência esta porcentagem é apenas 55% , pois a quantidade de respostas deste grupo classificadas nas categorias outros e branco é alta, cerca de 46% do total de respostas. Quando olhamos somente para a categoria 2, em que o professor identifica o processo e explica, os resultados obtidos nos dois grupos são discrepantes, encontramos 75% das respostas dos professores que conhecem a proposta incluídas nesta categoria.

Na questão 7, que permite identificar a troca de calor e o processo de troca de calor, caracterizando o sentido da troca apenas através dos sentidos – passou calor da mão para o gelo – ou definindo-o em função do corpo de temperatura mais alta para o de mais baixa, os resultados obtidos nos dois grupos são equivalentes. O que acontece nesta questão é que os olhares são diferentes: nas respostas dos professores do grupo referência encontramos elementos que

ênfatizam com maior porcentagem o que acontece com o gelo, já no grupo que conhece a proposta o olhar, para aproximadamente 10%, está mais voltado para o processo envolvendo mãos e gelo.

Na experiência de Cristina com a barra de alumínio, por ser uma situação muito relacionada com o cotidiano, existe uma tendência de resposta relacionada com o senso comum, mas o que observamos nessa questão, através dos resultados obtidos na categoria 3, é que uma quantidade considerável dos professores do grupo de pesquisa percebe a troca de calor, identifica o processo envolvido e explica utilizando uma linguagem que envolve um certo domínio do modelo de matéria, resultado este que se sobressai ao obtido no grupo dos professores que não conhece a proposta. Já na questão 10, as porcentagens dos professores que dão uma explicação à nível microscópico do que pensam a respeito de calor é pequena e não são equivalentes, é maior para o grupo referência, entretanto, as explicações de calor utilizando a visão microscópica confunde com temperatura.

Ao ser solicitada a temperatura de equilíbrio na mistura de água das duas canecas, na questão 9, cuja resposta envolve cálculo simples e esperávamos resultados melhores, os obtidos no grupo que conhece o GREF foram um pouco mais significativos que os obtidos no grupo que não conhece a proposta, tanto a nível de resultados exatos – a temperatura de equilíbrio é  $50^{\circ}\text{C}$  - como dos que identificam o processo de troca de calor e tentam explicar através da diferença de temperatura identificando o sentido da troca de calor.

A questão 11, relacionada ao planejamento das aulas, mostrou que considerando a mudança de estratégia e o conteúdo, os resultados obtidos nos dois grupos são equivalentes, já considerando a reestruturação do conteúdo, os professores que conhecem a proposta apresentam uma tendência de se afastarem do tradicional, em que predomina a prática da aula expositiva e do resumo, seguindo a seqüência dos livros didáticos, apesar da necessidade de um replanejamento do curso em função do tempo e de prioridades do conteúdo. Neste caso, as porcentagens obtidas foram 38% para o grupo de pesquisa e 14% para o grupo referência.

## Capítulo V

### Considerações Finais.

*“... temos uma experiência quando o material experienciado segue seu curso até a realização. Então, e só então, ela é integrada e delimitada, dentro da corrente geral da experiência, de outras experiências. Determinado trabalho termina de modo satisfatório; um problema recebe sua solução; um jogo é executado completamente; uma situação, seja ela tomar uma refeição, jogar uma partida de xadrez, manter uma conversação, escrever um livro, ou tomar parte em uma campanha política, é tão íntegra que seu fim é uma consumação e não uma cessação. Tal experiência é um todo e traz consigo sua própria qualidade individualizadora e sua auto-suficiência. É uma experiência.” (Dewey)*

Este trabalho de pesquisa possibilitou identificar algumas características da formação continuada proposta pelo GREF (Grupo de Reelaboração de Ensino de Física) a partir de uma investigação das formas de pensar dos professores sobre alguns elementos da Termodinâmica ensinada no ensino médio. Os resultados obtidos contribuem para o aprofundamento do trabalho desenvolvido pelo grupo, do qual faço parte mas que, neste momento, procurei fazer um distanciamento crítico com o intuito de buscar alguns elementos que pudessem nos fornecer informações a respeito do nível de interferência do projeto junto aos professores do ensino médio.

Como diz um velho ditado popular: “*Santo da casa não faz milagres*”, quando analisamos as primeiras questões nos pareceu que as respostas dadas pelos professores que conhecem a proposta do GREF estavam mais relacionadas à

conceitos intuitivos como a idéia de calor a partir da idéia de dia quente. Completando a leitura e a análise das outras questões pudemos perceber que este grupo possui a idéia de calor um pouco melhor conceituada, pois as respostas são mais elaboradas a nível de explicação dos processos identificados, usando o modelo microscópico para a explicação, estabelecendo relações entre fenômenos de mesma natureza e classificando fontes em função da natureza da radiação emitida, mas explicando a natureza da reação ou transformação de energia envolvida na reação.

Através das explicações elaboradas pelos professores, que fogem das definições sem muita importância, pudemos perceber que eles compreenderam não só o conceito de isolantes térmicos mas também para que servem os cobertores e agasalhos, tão utilizados no cotidiano, estendendo este conhecimento para outras situações que envolvem a classificação de outros elementos, como o do aquecimento da barra metálica, em que encontramos em muitas respostas a justificativa que ocorreu a condução porque o alumínio é um bom condutor de calor.

Outra característica importante, cuja justificativa encontramos no próprio conteúdo da proposta de Física Térmica elaborada pelo GREF, é a relacionada aos processos mais globais como o ciclo do carbono e da água, nos quais percebemos que os professores têm mais facilidade para estabelecer relações que contribuem para uma melhor compreensão dos fenômenos naturais e de alguns elementos relacionados à tecnologia.

Considerando a simplicidade do conteúdo matemático envolvido no instrumento de coleta de dados, embora nenhuma instrução fosse dada quanto a necessidade de uma resposta qualitativa e/ou quantitativa, por se tratar de um conteúdo relacionado à terminologia, que o educador normalmente trabalha em sala de aula, através de qualquer livro texto, observamos que os professores que fizeram o curso tiveram mais facilidade para perceber o equilíbrio térmico e encontrar o valor da temperatura final.

A leitura e análise das repostas nos indicaram que os professores que participam da formação continuada deixaram respostas em branco em um número

bem menor de questões. Isto é muito bom, porque sendo o GREF uma proposta de ensino que tem como um de seus pressupostos o estabelecimento do diálogo em sala de aula, ousamos levantar a suposição de que foi o exercício desta prática, em que o professor se sente mais a vontade para expressar seu pensamento, o responsável por um número tão reduzido de respostas em branco.

Várias questões do instrumento de coleta de dados ofereceram oportunidade para que os educadores pudessem explicitar a relação estabelecida entre a Física e as "coisas" do cotidiano. Observamos que os professores que participam da formação continuada relacionam mais os elementos do cotidiano com as grandezas da Física Térmica como, por exemplo, a listagem elaborada na primeira questão quando apontaram elementos relacionados à calor e têm mais facilidade para explicar estas relações utilizando uma linguagem física, como observamos na questão que envolve fontes como o Sol, a lâmpada acesa e a vela acesa, na questão em que aparece a explicação da formação de chuva e o funcionamento da geladeira ou na que apresentaram o conteúdo a ser desenvolvido no curso de Física Térmica com um tempo tão reduzido.

O instrumento de coleta de dados utilizado neste trabalho permitiu analisar algumas características como alguns processos mais globais - os ciclos da água e do carbono - ; a idéia de calor, de bons e maus condutores de calor e de equilíbrio térmico; os processos de trocas de calor ; a utilização do modelo cinético molecular como linguagem para explicação das situações apresentadas e a compreensão de alguns elementos do mundo natural e tecnológico. Outros instrumentos podem fornecer muitas outras informações como o nível de compreensão das mudanças de estado ou do funcionamento das máquinas térmicas e o seu rendimento.

Sabemos, também, que um curso de trinta horas melhora a compreensão do conteúdo e contribui para uma mudança de sua prática, mas isto não é o suficiente. Este trabalho contribui para a confirmação que o GREF tomou uma direção correta ao escolher a formação continuada de professores como objetivo do grupo, uma vez que este processo permite a retomada dos temas estudados de forma mais gradual, através do acompanhamento da proposta em

sala de aula, o que permite um aprofundamento do conteúdo e das discussões metodológicas que envolvem a proposta.

A continuidade da formação continuada com este grupo ficou comprometida antes da conclusão desta dissertação porque, neste período, passamos por reformulações na área da educação da rede pública, em que houve uma redução no número de aulas destinado ao ensino de Física no nível médio e com a implementação dessas mudanças, vários professores deixaram de ensinar a disciplina devido à sua formação acadêmica. O próprio projeto, que garantia a participação desses professores, conhecido com projeto noturno, acabou e como eles são originários de várias cidades do interior, o contato foi interrompido devido à impossibilidade de manter o grupo. Mas, aqui fica a certeza que nós e estes professores já não somos os mesmos e só por isso valeu a pena.

*Valeu a pena porque foi uma **experiência** .*

## **Bibliografia**

- ÁLVAREZ, B. A.** (1991); *“A Formação do Professor em Serviço”*; Atas do IX SNEF; São Carlos; p.95-101}
- AMBRÓSIO, M. L. & Hosoume, Y. & Menezes, L. C. & Sátiro, M. S. W.** (1991); *“Uma Reflexão Sobre a Estrutura da Proposta GREF”* ; Atas do IX Simpósio Nacional do Ensino de Física; São Carlos, São Paulo, pág. 335 a 337
- BRAUNA, Rita C. A. & Silva, Isilda S. & Bich, Sérgio M. & Hosoume, Yassuko** (1997); *“Projetos de formação continuada e suas perspectivas de mudanças.”*; XII Simpósio Nacional de Ensino de Física; Belo Horizonte.
- CAFAGNE, A .** (1991); *“Concepções alternativas em termodinâmica: a atribuição de causalidade”*; Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências – Modalidade Física; IFUSP; Universidade de São Paulo}
- COPELLI, A .C.& Hosoume, Y. & Menezes, L.C. & Pelaes, S.B. & Silva, I.S.** (1997); *“Calor na natureza e nas técnicas – GREF na sala de aula”* ; Ata do XII Simpósio Nacional de Física; Belo Horizonte; p.105}
- CARVALHO, A. M. P. & PÉREZ, D. G.** (1995); *“Formação de Professores de Ciências”*; Coleção Questões da Nossa Época; vol. 26; 2ª edição; vol. 26; Editora Cortez; São Paulo.
- FERREIRA, N. C.** (1993); *“ Experimentoteca – Ludoteca”*; Projeto USP/BID; Formação de Professores de Ciências; pág. (78-83) e (97-106)
- FREIRE, P.** (1987); *“Pedagogia do Oprimido”*; Coleção O Mundo, Hoje; 23ª edição; vol. 21; Editora Paz e Terra S/A; São Paulo.
- FREIRE, P.** (1977); *“Extensão ou Comunicação?”*; Coleção O Mundo, Hoje; 10ª edição; vol. 24; Editora Paz e Terra S/A; São Paulo.

- FREIRE, P. & SHOR, I.** (1986); *“Medo e Ousadia”*; 6ª edição; Editora Paz e Terra
- GADOTTI, M.** (1993); *“História das Idéias Pedagógicas”*; Editora Ática S. A ; São Paulo.
- GRAF** (1990); *“Física 1: Mecânica”*, vol. 1; Editora da Universidade de São Paulo; São Paulo.
- GRAF** (1991); *“Física 2: Física Térmica / Óptica”*, vol. 2; Editora da Universidade de São Paulo; São Paulo.
- GRAF** (1993); *“Física 3: Eletromagnetismo”*, vol. 3; Editora da Universidade de São Paulo; São Paulo.
- HAMBURGER, E. W. & Terrazzam, E. A .** (1992); *“Oficinas de Física: uma Experiência em Educação Continuada.”* ; Revista Brasileira de Ensino de Física; vol. 14; nº 4; pág. 234-238
- HAMBURGER, E . W.** (1984); *“O que é Física”*; Coleção Primeiros Passos; Editora Brasiliense S.A; São Paulo.
- HOSOUME, Y. & KAWAMURA, M. R.** (1993); *“Física para professores de Ciências do 1º grau.”*; Projeto USP/BID; Formação de Professores de Ciências; pág. (71-73) e (94-96)
- HOSOUME, Y.** (1996); *“Projeto Disciplinar de Formação Continuada de Professores de Física – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GRAF)”* ; Formação Continuada de Professores de Ciências; NUPES; p.141-146
- MARTINS, I. & Souza, G. A.** (1993); *“Os Projetos de Ensino de Ciências e a Atualização Continuada no Rio de Janeiro”*; Atas do X SNEF, Londrina, p. 518-523.
- MENEZES, L.C.** (1988); *“Vale a pena ser físico?”*; Coleção profissões; Editora Moderna; pág. 53
- MENEZES, L.C.** (1996); *“Características Convergentes no Ensino de Ciências nos Países Ibero-Americanos e na Formação de seus Professores”*; Formação Continuada de Professores de Ciências; NUPES; p. 45-58

- MIRANDA, H. T. & Valle Filho, M. R.** (1993); “*Ciência e Linguagem: O professor pesquisando a aula*”; Projeto USP/BID; Formação de Professores de Ciências; pág. (48-50) e (65-70)
- PACCA, J. L. A .** (1992); “*O Profissional de Educação e o Significado do Planejamento Escolar: Problemas dos Programas de Atualização.*”, Revista Brasileira de Ensino de Física; vol. 14; nº 1; pág. 39-42
- PENA, A . F. V. & Teixeira, S. R.** (1991); “*Curso de aperfeiçoamento em Física Experimental: Resultados e Avaliação.*”; Caderno Catarinense de Ensino de Física; Florianópolis; vol. 8; nº 3; pág. 205-211
- PEREIRA, J. A.** (1995); “*Uma reelaboração de conteúdo de Física do segundo grau. A Eletricidade como exemplo.*”; dissertação de mestrado em ensino de Ciências (modalidade Física); IFUSP/FEUSP; São Paulo.
- PIERSON, Alice H.C.;** (1997); “*O cotidiano e a Busca de Sentido para o Ensino de Física*” ; tese de doutorado; Faculdade de Educação; Universidade de São Paulo; p.IV-181}
- SAAD, F. D.** (1993); “*Desenvolvimento de recursos instrucionais para subsidiar o ensino de Ciências/Física – desenvolvido pelo CIC – Centro Interdisciplinar de Ciências.*”; Projeto USP/BID; Formação de Professores de Ciências; pág. (118-120) e (139-142)
- SANTOS, J. L.** (1994); “*O que é Cultura*”; Coleção Primeiros Passos; 14ª edição; Editora Brasiliense S.A; São Paulo.
- SÁTIRO, M. S. W.** (1989); “*Reaquecendo o ensino da Física Térmica*”; dissertação de mestrado em ensino de Ciências (modalidade Física); IFUSP/FEUSP; São Paulo.
- SCHIEL, D.** (1993); “*Integração Universidade Comunidade – Desenvolvido pelo CDCC – Coordenadoria de Divulgação Científica e Cultural*”; Projeto USP/BID; Formação de Professores de Ciências; pág. (112-115) e (134-138)

**SNYDERS, G. (1988); “A Alegria na Escola”; trad. Editora Manole LTDA; São Paulo.**

**Anexo 1:**

**Estorinhas em quadrinhos.**



# Caça-Palavra

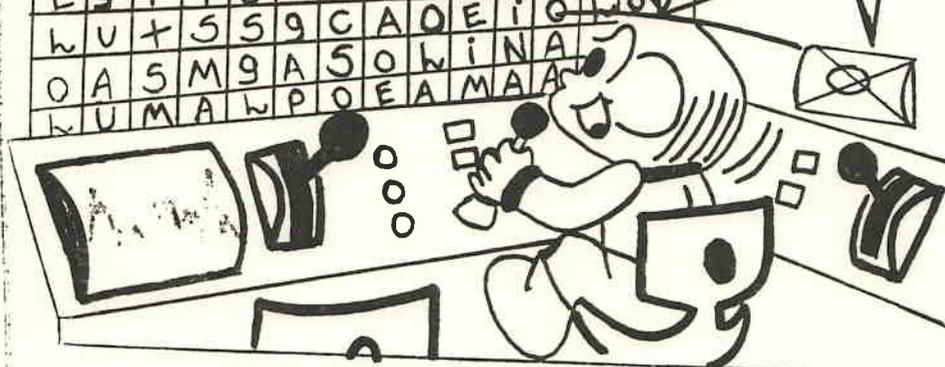
Procure no diagrama as seguintes palavras:

HORIZONTAL  
CALOR  
TERMOSTATO  
GASOLINA  
DILATAÇÃO

VERTICAL  
MORINGA  
CAFÉ  
GELÓ  
ÁGUA

J	A	C	D	E	M	E	R	C	U	C	A	L	O	R
C	W	A	O	P	O	F	U	I	B	U	P	E	V	E
N	G	F	T	E	R	M	O	S	T	A	T	O	I	U
G	A	E	P	D	I	L	A	T	A	Ç	Ã	O	D	A
E	S	I	T	O	N	E	B	E	D	O	N	A	R	E
W	U	T	S	S	G	C	A	O	E	I	O	N	O	
O	A	S	M	G	A	S	O	L	I	N	A			
W	U	M	A	W	P	O	E	A	M	A				

ESSAS PALAVRAS, ESTÃO RELACIONADAS COM O ESTUDO DO CALOR.



# Passagem

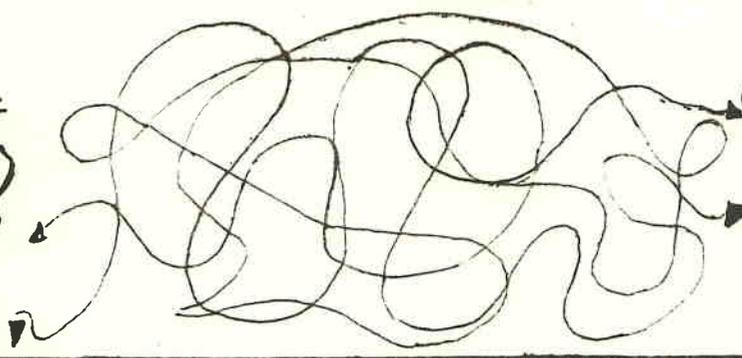
FAÇA AS  
CAUZADINHAS



D	G	E	C	B	H	Y	E	L	E	I	H	G	B	C	D	E	I	M	A	
A	I	N	A	C	A	L	A	O	M	I	A	L	G	N	O	I	D	E	R	
N	A	E	M	N	A	F	A	B	I	A	P	A	B	R	V	N	A	O	C	
I	N	L	E	D	U	A	R	D	O	S	F	U	M	I	N	E	T	O	D	
E	E	M	E	L	F	R	E	D	S	O	N	C	J	O	S	E	M	O	E	
L	U	O	M	O	M	A	R	C	O	S	R	I	T	A	L	I	D	A	H	
I	A	B	C	D	S	A	N	D	R	O	S	R	M	A	N	T	A	S	I	
I	O	S	E	M	A	E	D	V	A	L	D	O	D	A	N	I	I	M	J	
E	R	W	Y	Z	A	U	U	E	F	Q	P	U	N	M	J	I	H	E	O	
I	M	P	E	D	I	R	A	T	R	O	C	A	D	E	C	A	L	O	R	
O	F	E	D	C	B	A	C	E	F	I	O	C	H	M	O	C	D	F	E	
B	R	M	O	P	E	A	B	I	T	G	T	B	B	I	P	A	T	A	B	D
C	L	I	S	A	B	C	S	A	L	E	T	E	D	E	F	E	N	I	L	

PERGUNTA:  
QUAL É A  
FUNÇÃO DOS  
COBERTORES,  
CASACOS, BLUSAS  
NA ÉPOCA DO  
FRIO? ACHAR A  
RESPOSTA NA  
CRUZADA.

AJUDE A MÔNICA ACHAR A RESPOSTA DA SEGUINTE PERGUNTA:  
POR QUE A ÁGUA DA MORINGA É MAIS FRESCA QUE UMA GARRAFA DE VIDRO?



PORQUE A MORINGA É DE BARRO E A ÁGUA ENTRA NOS POROS E FICA FRESCA

# CEBOLINHA EM: A DESCOBERTA

MÔNICA AONDE VOCÊ ESTÁ indo COM ESSE VENTILADOR?

ESTOU indo PARA A ESCOLA FAZER UMA EXPERIÊNCIA.

ISSO GERALMENTE ACONTECE NOS PAÍSES DE CLIMA UMIDO COMO O BRASIL.

ENTÃO QUER DIZER NOS DIAS O SUOR PERMANECE NA PELE DIFICULTANDO A TRANSPIRAÇÃO E AUMENTANDO O CALOR.

NO QUE O VENTILADOR AJUDA?

O VENTILADOR AJUDA A RENOVAR O AR PERMITINDO MAIOR VAPORIZAÇÃO E DIMINUINDO O CALOR.

COMO ASSIM NÃO ENTENDEI

QUE EXPERIÊNCIA?

A DE QUE O VENTILADOR DIMINUI A SENSAÇÃO DE CALOR.

É QUE A PROFESSORA CRISTINA EXPLICOU QUE O VENTILADOR AJUDA A DIMINUIR O CALOR.

COMO?

É QUE O NOSSO CORPO UTILIZA A TEMPERATURA P/ REGULAR O CALOR E O GRANDE FATOR QUE AJUDA É A TRANSPIRAÇÃO PORQUE A TRANSPIRAÇÃO

PORQUE A ÁGUA QUE SAI DOS POROS DA NOSSA PELE VAPORIZA-SE AO ENTRAR EM CONTATO COM O AR

PORQUE A TRANSPIRAÇÃO?

HÁ AGORA EU ENTENDEI.

TCHAU!!! AGORA TENHO QUE IR, A PROFESSORA CRISTINA ESTÁ ME ESPERANDO.

FIM

Mônica

Água à pressão 1

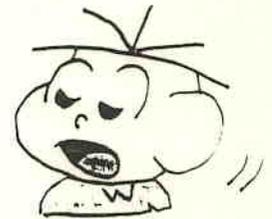
Cebolinha em Zero...

bolinha, por acaso você sabe quem foi o astronauta que flutuou sobre a Terra 7/08/84?

meu pai é que não foi...

muito engraçado? É claro que não foi seu pai e eu sei quem foi...

Ah, sabe? Então me diga, quem foi?



o Americano Bruce MacCandless.

E como é que você sabe?

Ora, eu sou uma menina muito inteligente e andei pesquisando sobre isso...



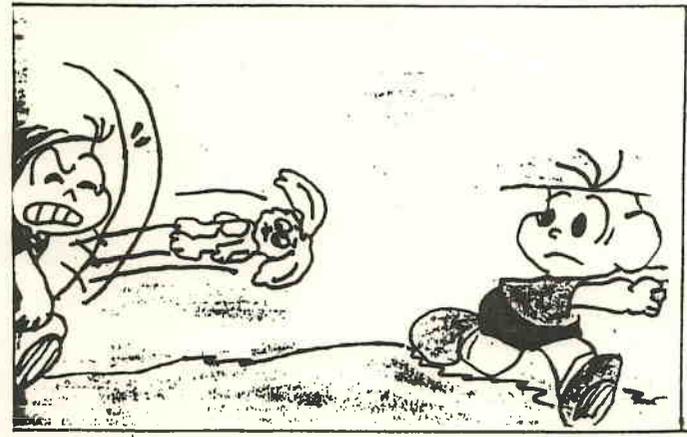
Para fazer isso, ele usou uma roupa especial. Sabe o que aconteceria se ele a rasgasse?

É claro que sei. Ele ficaria pelado.

É mais além disso morreria, pois seu organismo possui 70% de H<sub>2</sub>O e se ele tirasse ele entraria em ebulição imediata.

Ah, tá





FIM

me: Tatiana, Melina, Jéssica, Josiano  
 nºs: 39, 36, 27, 10  
 série: 2.º C



É que quando aquecemos o óleo na frigideira, este ultrapassa a temperatura de  $200^{\circ}\text{C}$ , mas permanece em fase líquida, pois está abaixo de seu ponto de ebulição. No entanto, ao colocarmos a batata nesse óleo, a água contida nela entra em ebulição violentamente. A batata começa então a saltar ou a se mover em fase gasosa, pois ao entrar em contato direto com o óleo, se aquece mais ainda, expandindo-se bruscamente, por isso faz o óleo espirrar.



**Anexo 2:**

**Livro do aluno (leitura 07)**

# 07

## Os Oleos combustíveis

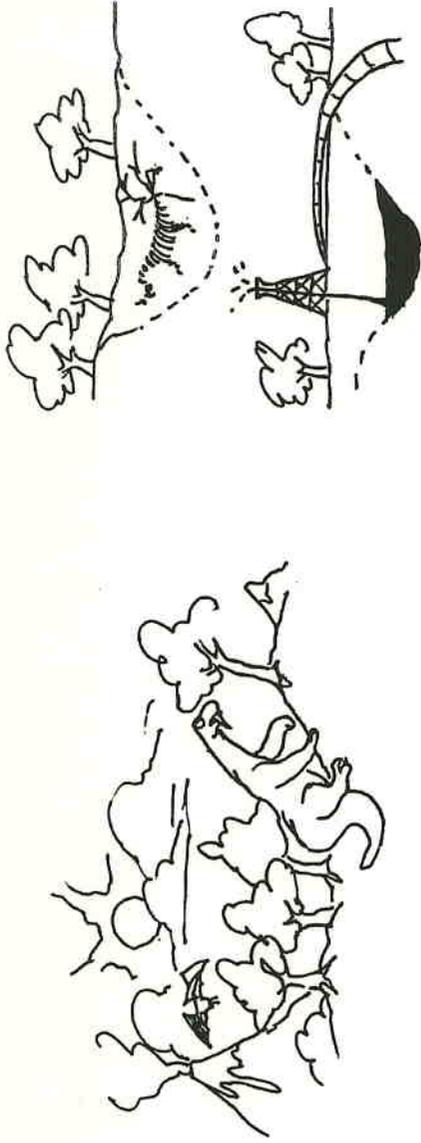
A lenha.

O carvão mineral.

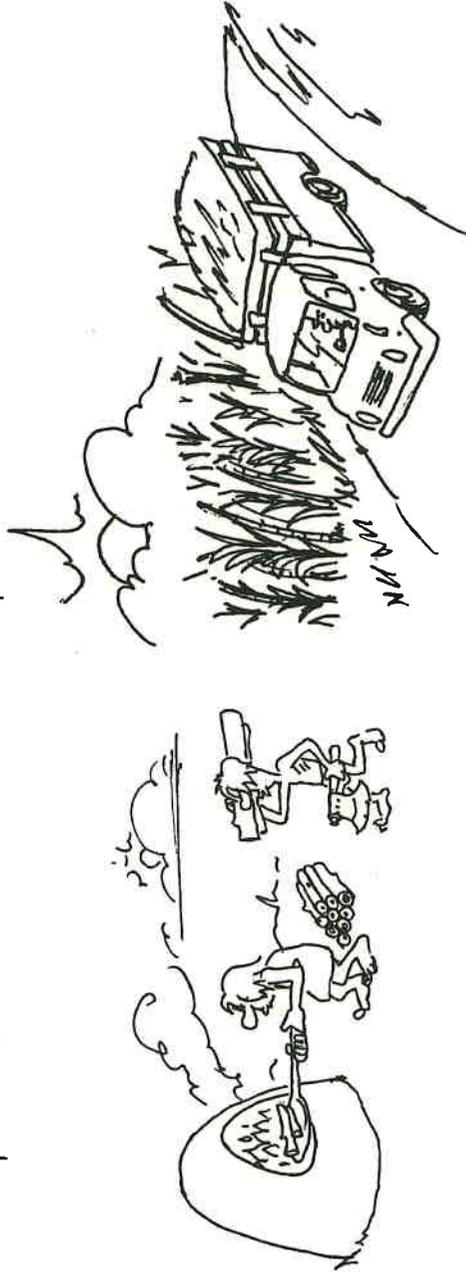
O petróleo.

O álcool de cana.

De onde vem essa energia?



Animais e plantas soterrados ao longo de bilhões de anos se transformaram em combustíveis fósseis.



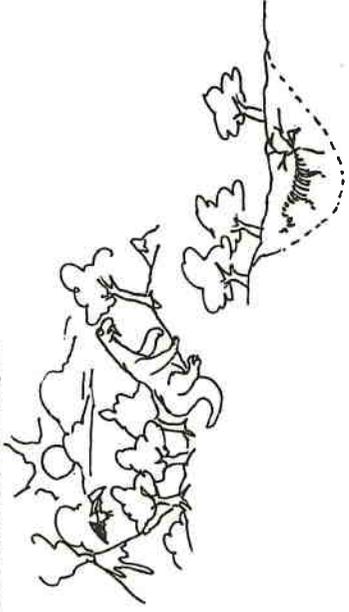
Na queima da lenha, do petróleo, do álcool de madeira ou de cana, transformamos energia química em térmica e em energia de movimento.

# 07 O Sol e os combustíveis.

**Carvão mineral: um combustível fóssil.**

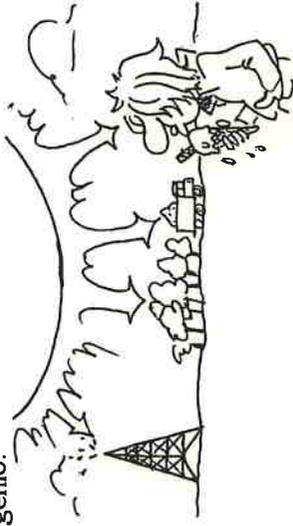
As plantas ao realizarem fotossíntese garantem a produção de matéria orgânica e do oxigênio do ar necessários à vida animal.

Ao morrerem, tanto as plantas como os animais, se decompõem muito rapidamente. Mas, ao longo de bilhões de anos, muitos organismos foram soterrados por areia ou lama e submetidos a intensas pressões sofrendo um processo de fossilização.



**Os combustíveis fósseis são reservas da energia solar produzidas no passado.**

A gasolina, o óleo diesel e outros derivados do petróleo são formados por fósseis vegetais e animais, assim como os alimentos, a lenha e o carvão vegetal, produzidos pelas plantas, são resultados da transformação de energia proveniente do Sol, através da fotossíntese, em energia química de ligação, principalmente do carbono e hidrogênio.



**O Sol é o responsável por quase toda a energia que utilizamos.**

Tanto a hidroeletricidade como a energia dos ventos e as combustíveis de todos os tipos dependem da radiação solar -seja para a evaporação da água, para a circulação de ar ou para a fotossíntese -, que garante a formação dos combustíveis.

*A pergunta que fica é: que origem tem a energia solar? Esta energia, também chamada **energia radiante**, é resultado da fusão nuclear que se dá no processo de evolução das estrelas.*

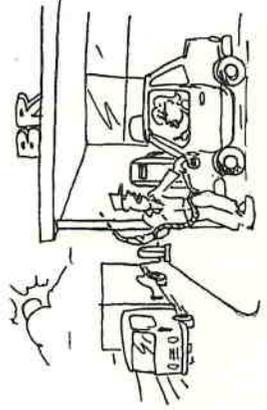
No caso do Sol, por exemplo, o tipo de fusão nuclear que ocorre faz com que núcleos de hidrogênio se juntem para compor núcleos mais complexos, como o de hélio.

Para a fusão nuclear ser possível é preciso uma temperatura altíssima, de milhões de graus. *Qual a origem inicial desta temperatura? Que fonte de energia a promove?* Nova surpresa: é a energia gravitacional. Estrelas, como o Sol, se formam pela autocompactação gravitacional de grandes nuvens cósmicas que "caem sobre si mesmas". Nesse processo a energia potencial gravitacional se transforma em energia cinética, térmica, garantindo a alta temperatura, essencial à fusão nuclear.

*Será que todas as fontes de energia que existem dependem da energia proveniente do Sol?* Uma das fontes de energia no nosso planeta que não tem origem solar é a energia de fusão e fissão nuclear, usadas respectivamente nas terríveis bombas A e H e nas controversas usinas nucleares.

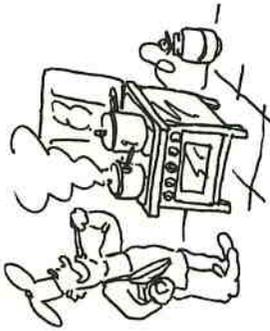
## **O Sol e a energia que utilizamos.**

Os motores de automóveis, de outros veículos e as turbinas de aviões, necessitam de uma fonte de energia para a produção do movimento. A energia necessária é proveniente da queima de combustíveis como a gasolina, o álcool, o óleo diesel ou querosene.



## Fontes e trocas de calor.

Os fornos, fogões e aquecedores em geral têm seu funcionamento baseado na queima de um combustível. Quando utilizamos combustíveis como gasolina, álcool, carvão, lenha, gás natural e outros, estamos transformando energia química em energia térmica.



O combustível mais utilizado nos fornos e fogões é o GLP (gás liquefeito de petróleo), contido em botijões de gás, que, ao ser liberado, entra em contato com o oxigênio do ar e, na presença de uma centelha, transforma energia química em energia térmica. Este processo recebe o nome de **combustão**.



A combustão, presente tanto nos aparelhos residenciais como nos veículos usados como meio de transporte, libera energia para o meio aquecendo-o. Esta energia conhecida como calor, depende do combustível usado e do seu fluxo.

Em todos estes processos em que ocorrem trocas de calor, os sistemas mais quentes aquecem os mais frios. Desta forma, "**fonte de calor**" é qualquer sistema que esteja mais quente que sua vizinhança. O grau de aquecimento de um objeto é caracterizado numericamente por sua **temperatura**, ou seja, quanto mais aquecido, maior sua temperatura.

Sistemas a mesma temperatura não trocam calor, estão em **equilíbrio térmico**. Por isto, na Física, o **calor** é definido como uma das formas de transferência de energia entre sistemas a diferentes temperaturas.

**A quantidade de calor liberada durante a queima completa de uma unidade de massa da substância combustível é denominada calor de combustão.**

A tabela 7.1 fornece o calor de combustão de alguns combustíveis em kcal/kg.

### MAS QUAL O SIGNIFICADO DESTA UNIDADE DE MEDIDA?

Uma maneira de medirmos energia é compararmos a quantidade utilizada em determinada situação com a quantidade de energia necessária para elevar a temperatura de 1 grama de água, de 1°C, que chamamos **caloria**.

Considerando que 1 kcal é igual a 1000 calorias, quando o calor de combustão de um determinado combustível for igual a 1 kcal/kg significa que em 1 kg de combustível serão liberadas 1000 cal de energia durante a combustão.

O valor do calor de combustão nos permite comparar a quantidade de calor liberado por massas iguais de diferentes combustíveis.

### OS MATERIAIS QUE QUEIMAM QUANDO ESTÃO EM CONTATO

COM O AR E UMA CENTELHA SÃO CHAMADOS

COMBUSTÍVEIS E O PROCESSO DE QUEIMA É CONHECIDO

COMO COMBUSTÃO.

Existem combustíveis que não precisam de uma centelha para iniciar a combustão. O palito de fósforo é um exemplo deste tipo. Neste caso, o atrito com o material da caixa é suficiente para fazer o palito pegar fogo.

Tabela 7.1

Combustível	Calor de combustão (kcal/kg)
álcool etílico (etanol)*	6400
álcool metílico (metanol)**	4700
carvão vegetal	7800
coque	7200
gás hidrogênio	28670
gás manufaturado	5600 a 8300
gás natural	11900
gasolina	11100
lenha	2800 a 4400
óleo diesel	10900
petróleo	11900
querosene	10900
TNT	3600

\* é obtido da cana de açúcar, mandioca, madeira.

\*\* é obtido de carvão, gás natural, petróleo.

## O Sol e os combustíveis.

### Só produzimos calor através da queima?

Existem outras situações em que ocorrem transformações de energia térmica e o aquecimento também se encontra presente. As freadas, o esfregar das mãos, a compressão do ar pelas bombas de bicicleta e as marteladas, que envolvem processos tais como atrito, compressão dos gases e choques mecânicos, são algumas destas situações. Nestes casos, ocorre um aquecimento localizado que constitui uma fonte de calor em relação à sua vizinhança.



Um outro modo de produzir calor é através da corrente elétrica circulando em alguns tipos de fios que se aquecem tanto que chegam a emitir luz, como é o caso do tungstênio do filamento das lâmpadas ou do níquel-cromo dos aquecedores de ambiente, fornos ou ferros elétricos.

### ALÉM DESTES É POSSÍVEL TERMOS OUTROS PROCESSOS NOS QUAIS OCORRE AQUECIMENTO E ALGUMA "COISA"

#### FUNCIONA COMO FONTE DE CALOR?

Podemos perceber a liberação de calor numa situação em que umidecemos um pano com álcool e depois o colocamos na água. A dissolução do álcool na água se constitui numa fonte de calor que vai aquecer a vizinhança, no caso a nossa mão.

Por outro lado, temos a sensação de frio, quando saímos de uma piscina. Isto acontece porque as gotículas de água em contato com o nosso corpo, retiram calor dele, para se evaporarem.

O conhecimento dos valores de energia fornecidos por cada combustível é importante para o dimensionamento dos queimadores e, em geral, para o planejamento, construção e uso dos fogões e outros aquecedores.

### Exercícios.

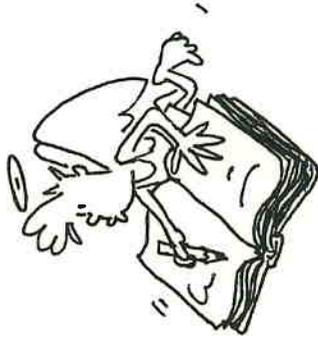
7.1- Consultando a tabela 7.1 responda:

- Indique o combustível que libera maior quantidade de calor por unidade de massa.
- Compare as quantidades de calor liberadas pela mesma massa de TNT e gasolina.
- Qual a relação entre as massas de gasolina e de álcool para a liberação da mesma quantidade de calor?
- Pesquise o preço de um quilograma de álcool e de um quilograma de gasolina. Estabeleça a razão entre custo e energia liberada para cada um deles. Essas razões são iguais?

7.2- É comum percebermos que a água de uma moinha é mais fresca do que a de uma garrafa de vidro. Explique por que existe essa diferença.

7.3- Pode-se cortar um arame exercendo nele movimentos de "vai e vem" repetidas vezes. Explique essa operação através da transformação de energia.

7.4- Quando alguns veículos descem uma serra longa e íngreme é comum sentirmos "cheiro de queimado". Você é capaz de explicar este fato? O que acontece nesta situação?



## **Anexo 3**

### **Guia Pedagógico (leitura 07)**

# 07 O Sol e os combustíveis

## Conteúdo:

- \_\_\_ Formação dos combustíveis fósseis; a origem da energia do Sol ;as transformações de energia e a sua Conservação .
- \_\_\_ A energia química proveniente da queima dos derivados de petróleo sendo transformada em energia de movimento e em energia térmica; o calor de combustão das substâncias .



## Roteiro sugerido:

- \_\_\_ Mostrar para os alunos que a decomposição de plantas e animais é parte da transformação de energia que ocorrem na Terra, e sob quais condições estes restos vegetais ou animais podem ser fossilizados.
- \_\_\_ Discutir que o Sol é a fonte que fornece quase toda energia que utilizamos ; explicar a origem dessa energia .
- \_\_\_ Conceituar fonte de calor e temperatura; definir calor de combustão e explorar a tabela 7.1. P

\_\_\_ **Para enriquecer sua aula:** pesquisa sobre meio ambiente e fontes alternativas de energia.

## O Sol e a energia que utilizamos

Nesta leitura temos o propósito de trabalhar com os alunos a idéia de que na natureza está sempre ocorrendo transformações de energia, e que o Homem realiza outras transformações com o emprego da tecnologia. Ao discutir essas transformações, o professor deve mostrar que a energia total sempre se conserva .

As duas grandes transformações da natureza, a fotossíntese realizada pelas plantas e a respiração animal abordadas na leitura anterior, mostram que o Sol é a fonte de energia que garante a existência de vida no nosso planeta .

Essa energia se transfere para o solo quando as plantas e animais morrem e em condições especiais ,( tipos de solo e intensas pressões) ao longo de bilhões de anos, podem se transformar em fósseis que são verdadeiros reservatórios de energia.

Fazer o aluno captar que ao usarmos o gás de cozinha para acender o fogão, ou a gasolina/álcool para movimentar nossos carros estamos utilizando a energia solar produzida no passado, é um bom gancho para discutir preservação do meio ambiente e uso de fontes alternativas de energia .

A discussão que ao ligarmos um aparelho elétrico numa tomada, ou acendermos uma lâmpada também estamos usando a energia solar necessária para a formação de ventos/ a evaporação da água/ e a ocorrência de chuva nas quedas d'água das hidrelétricas envolve dois ciclos naturais: o do ar e o da água. Esses ciclos serão estudados nas leituras 11 e 14 .

Nesse momento em que mostramos que quase toda energia que utilizamos provém do Sol, cabe refletir sobre a origem dessa fonte de energia, entrando num conteúdo pelo qual os alunos se interessam bastante, a astronomia.

Essa discussão do processo de evolução estelar nos leva a questionamentos sobre a origem do Universo , Esse tema é discutido em algumas leituras do conteúdo de Mecânica do GREF

Alguns alunos podem se interessar também, pelo funcionamento de usinas nucleares. Tratamos desse assunto na leitura 19

## Calor de Combustão

Na discussão com os alunos sobre as transformações de energia química em energia térmica, que ocorrem na queima de gás de cozinha/lenha ou no uso de gasolina/álcool para acionar pistões que vão movimentar os carros, devemos mostrar que essas combustões são representadas por reações químicas semelhantes a da respiração animal, por exemplo:



No caso dos motores a combustão dos veículos, o calor liberado na reação química é utilizado em parte para realizar trabalho (movimento de vai e vem dos pistões). Temos energia química sendo transformada em energia cinética e térmica.

Ao discutir com os alunos que nestes processos, os materiais queimam quando estão em contato com o ar e uma centelha, podem surgir questionamentos sobre materiais combustíveis, substâncias utilizadas em extintores de incêndio e atitudes corriqueiras como a de abafar objetos para apagar chamas. Essas questões devem ser respondidas pelo professor ou pesquisadas em trabalhos extra classe,

A abordagem da questão da combustão sempre liberar calor, como no caso dos motores a combustão que aquecem o meio ambiente, facilita a compreensão do que é uma fonte de calor; **Fonte de calor** é qualquer sistema que esteja mais quente que a sua vizinhança".

Este é um bom momento também para diferenciar **Calor de Temperatura**, e conceituar **equilíbrio térmico** como é feito nesta leitura, pois o aluno já trabalhou com medidas e controle de temperatura anteriormente e agora estamos discutindo transformações térmicas.

A partir da conceituação de calor de combustão e da sua unidade, o professor pode explorar com os alunos a tabela 7.1 em alguns exercícios:

\_ Comparando o calor liberado por diferentes substâncias

\_ Encontrando a relação entre massas de substâncias diferentes que liberem a mesma quantidade de calor

## Quarta Página

### Só produzimos calor através da queima?

Algumas situações do dia a dia, tal como a de queima de materiais combustíveis, liberam calor.

Em algumas dessas situações, como a do exercício 7.2 em que se refrigera água ao colocá-la numa moinga, usamos uma propriedade das substâncias de retirarem calor do meio ambiente quando passam do estado líquido para o gasoso, para conseguir o resultado desejado, no caso o de esfriar o meio ambiente. É nesse princípio que se baseia o funcionamento dos refrigeradores e condicionadores de ar.

Em outras situações, como a do exercício 7.4, a liberação do calor é um "efeito colateral"; o atrito das lonas de freio no tambor quando o sistema é acionado por um longo período, libera calor capaz de "queimar" a lona o que é percebido pelo odor característico de queimado de caminhões que descem serras,

Esse efeito é observado também em freadas bruscas de carro quando ocorre travamento das rodas; o pneu do carro é arrastado, havendo um aquecimento da borracha capaz até de danificá-lo.

As vezes fazemos uso de alguns truques para conseguir realizar uma tarefa; é o caso do exercício 7.3 em que exercemos movimentos de "vai e vem" num arame para cortá-lo. Neste caso, o calor produzido pelo atrito de partes do material é suficiente para fundi-lo, cortando-o.

Um efeito parecido com esse é o de lâmpadas de filamento de tungstênio que queimam; um aquecimento acima do normal, por exemplo, pode fundir o filamento interrompendo a ligação.

Alguns dos processos de liberação de calor citados nesse momento, como as mudanças de estado dos materiais serão discutidos em outras leituras.

**Anexo 4:**

**Questionário utilizado como instrumento de coleta de dados.**

NOME \_\_\_\_\_

GRUPO \_\_\_\_\_ DATA \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Caro colega.

Este questionário faz parte de minha pesquisa sobre as forma de pensar dos professores sobre alguns elementos da Física. Para tanto conto com sua colaboração respondendo as questões em anexo. Caso haja interesse estou a disposição para dar informações a respeito do meu trabalho. Suas respostas serão fundamentais para que ele se realize. Desde já agradeço a sua contribuição.

Atenciosamente.



\_\_\_\_\_  
Isilda Sampaio Silva.

01) Que tipo de coisas, situações, palavras ou elementos surgem na sua cabeça quando se fala em calor?

02) Você acha que existe alguma relação entre: Sol, petróleo, combustível e calor. Explique.

03) Qual a diferença e/ou semelhança entre o sol a lâmpada acesa e a vela acesa? Explique. .

04) Você vê alguma semelhança entre o funcionamento da geladeira e a formação de chuva? Explique.

05) Como você explicaria para seu aluno para que serve o cobertor?

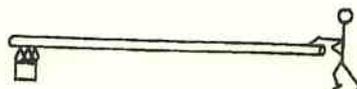
06) Como você explicaria para seu aluno como a terra é aquecida pelo sol?

07) Num dia muito quente José coloca as mãos numa barra grande de gelo.

a) Explique porque as mãos de José resfriaram.

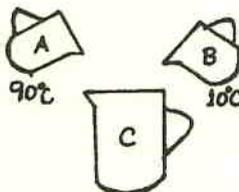
b) E a barra de gelo. O que aconteceu? Por quê?

08) Para fazer uma experiência, Cristina pegou uma barra de alumínio comprida e fina, segurou numa das pontas e a outra colocou no fogo.



Explique o que aconteceu na barra para que Cristina sentisse sua mão quente.

09) Na mesa há 3 canecas. A caneca A cheia com água quente a  $90^{\circ}\text{C}$ . A caneca B cheia com água fria a  $10^{\circ}\text{C}$ . A caneca C, maior que A e B está vazia.



Se despejarmos a água das canecas A e B na caneca C e misturarmos:

a) Qual você pensa que é a temperatura da água na caneca C?

b) Explique porque a água da caneca C ficou assim?

10) Escreva o que você acha que seja calor.

11) Se você tivesse apenas duas semanas de aula,(4 aulas de 50 min.) para dar o conteúdo de termo, o que você faria?

**Anexo 5**  
**Tabelas.**

**Tabela Q1**

Grupo	1) Grandezas da Física Térmica.	2) Idéia de dia quente.	3) "Coisas" do mundo concreto e "coisas" da Fis. Térmica.	4) Outros.
Conhece a proposta.	<b>04</b> <b>13%</b>	<b>11</b> <b>34%</b>	<b>17</b> <b>53%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>
Não conhece a proposta.	<b>10</b> <b>46%</b>	<b>07</b> <b>32%</b>	<b>04</b> <b>18%</b>	<b>01</b> <b>5%</b>

**Tabela Q2**

Grupo	1) Relação uma a uma.	2) Relação diferente de uma a uma/	3) Relação direta entre os elementos.	4) Outros.	5) Branco.
Conhece a proposta.	<b>19</b> <b>59%</b>	<b>02</b> <b>6%</b>	<b>10</b> <b>31%</b>	<b>01</b> <b>3%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>
Não conhece a proposta.	<b>12</b> <b>55%</b>	<b>03</b> <b>14%</b>	<b>05</b> <b>23%</b>	<b>01</b> <b>5%</b>	<b>01</b> <b>5%</b>

**Tabela Q3**

Grupo	1) Natural x artificial.	2) Emitem luz e/ou calor.	3) Natureza da reação ou transformação de energia.	4) Outros.	5) Branco.
Conhece a proposta.	<b>03</b> <b>9%</b>	<b>12</b> <b>38%</b>	<b>15</b> <b>47%</b>	<b>02</b> <b>6%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>
Não conhece a proposta.	<b>01</b> <b>5%</b>	<b>15</b> <b>68%</b>	<b>03</b> <b>14%</b>	<b>02</b> <b>9%</b>	<b>01</b> <b>5%</b>

**Tabela Q4**

Grupo	1) Um processo.	2) Dois processos.	3) Três processos.	4) Outros.	5) Branco.
Conhece a proposta.	<b>04</b> <b>13%</b>	<b>06</b> <b>19%</b>	<b>05</b> <b>16%</b>	<b>16</b> <b>50%</b>	<b>01</b> <b>3%</b>
Não conhece a proposta.	<b>08</b> <b>36%</b>	<b>04</b> <b>18%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>	<b>08</b> <b>36%</b>	<b>02</b> <b>9%</b>

**Tabela Q5**

Grupo	1) Isolante térmico.	2) Ele aquece.	3) Outros.	4) Branco.
Conhece a proposta.	<b>31</b> <b>97%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>	<b>01</b> <b>3%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>
Não conhece a proposta.	<b>12</b> <b>55%</b>	<b>04</b> <b>18%</b>	<b>04</b> <b>18%</b>	<b>02</b> <b>9%</b>

**Tabela Q6**

Grupo	1) Irradiação solar.	2) Irradiação solar e mais alguma coisa.	3) Outros.	4) Branco.
Conhece a proposta.	<b>05</b> <b>16%</b>	<b>24</b> <b>75%</b>	<b>02</b> <b>6%</b>	<b>01</b> <b>3%</b>
Não conhece a proposta.	<b>01</b> <b>5%</b>	<b>11</b> <b>50%</b>	<b>07</b> <b>32%</b>	<b>03</b> <b>14%</b>

**Tabela Q7.a**

Grupo	1) Houve troca de calor.	2) Passou calor da mão para o gelo.	3) O calor vai do corpo de temperatura mais alta para o de temperatura mais baixa.	4) Outros.	5) Branco.
Conhece a proposta.	<b>06</b> <b>19%</b>	<b>20</b> <b>63%</b>	<b>06</b> <b>19%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>
Não conhece a proposta.	<b>01</b> <b>5%</b>	<b>09</b> <b>41%</b>	<b>05</b> <b>23%</b>	<b>06</b> <b>27%</b>	<b>01</b> <b>5%</b>

**Tabela Q7.b**

Grupo	1) Enfatiza o processo.	2) Enfatiza o que acontece com o gelo.	3) Outros.	4) Branco.
Conhece a proposta.	<b>04</b> <b>12%</b>	<b>23</b> <b>72%</b>	<b>05</b> <b>16%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>
Não conhece a proposta.	<b>0</b> <b>0%</b>	<b>19</b> <b>86%</b>	<b>02</b> <b>9%</b>	<b>01</b> <b>5%</b>

**Tabela Q8**

Grupo	1) Houve transmissão de calor.	2) Identifica o processo.	3) Utiliza o modelo.	4) Outros.
Conhece a proposta.	<b>01</b> <b>3%</b>	<b>20</b> <b>63%</b>	<b>11</b> <b>34%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>
Não conhece a proposta.	<b>08</b> <b>36%</b>	<b>06</b> <b>27%</b>	<b>04</b> <b>18%</b>	<b>04</b> <b>18%</b>

**Tabela Q9.a**

Grupo	1) $t=50^{\circ}\text{C}$	2) $t=80^{\circ}\text{C}$	3) $10^{\circ}\text{C}<t<90^{\circ}\text{C}$	4) Outros	5) Branco.
Conhece a proposta.	<b>18</b> <b>56%</b>	<b>04</b> <b>13%</b>	<b>04</b> <b>13%</b>	<b>06</b> <b>19%</b>	<b>0</b> <b>0%</b>
Não conhece a proposta.	<b>10</b> <b>46%</b>	<b>04</b> <b>18%</b>	<b>04</b> <b>18%</b>	<b>02</b> <b>9%</b>	<b>02</b> <b>9%</b>

**Tabela Q9.b**

Grupo	1) Troca de calor.	2) Equilíbrio térmico.	3) Explica o processo.	4) Branco.
Conhece a proposta.	<b>03</b> <b>9%</b>	<b>09</b> <b>28%</b>	<b>19</b> <b>59%</b>	<b>01</b> <b>3%</b>
Não conhece a proposta.	<b>05</b> <b>23%</b>	<b>06</b> <b>27%</b>	<b>08</b> <b>36%</b>	<b>03</b> <b>14%</b>

**Tabela Q10**

Grupo.	1) Calor é energia, forma de energia, etc.	2) Explicação macroscópica.	3) Explicação microscópica	4) Outros.	5) Branco.
Conhece a proposta.	<b>04</b> <b>13%</b>	<b>19</b> <b>59%</b>	<b>03</b> <b>9%</b>	<b>03</b> <b>9%</b>	<b>03</b> <b>9%</b>
Não conhece a proposta.	<b>02</b> <b>9%</b>	<b>11</b> <b>50%</b>	<b>03</b> <b>14%</b>	<b>05</b> <b>23%</b>	<b>01</b> <b>5%</b>

**Tabela Q11**

<b>Grupo</b>	<b>1) Estratégia.</b>	<b>2) Conteúdo.</b>	<b>3) Conteúdo e estratégia.</b>	<b>4) Outros.</b>	<b>5) Branco.</b>
<b>Conhece a proposta.</b>	<b>05 16%</b>	<b>16 50%</b>	<b>06 19%</b>	<b>03 9%</b>	<b>02 6%</b>
<b>Não conhece a proposta.</b>	<b>01 5%</b>	<b>11 50%</b>	<b>05 23%</b>	<b>01 5%</b>	<b>04 18%</b>