



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Física

Instituto de Química

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS  
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

**MAPAS CONCEITUAIS COMO INSTRUMENTOS DE  
PROMOÇÃO E AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM  
SIGNIFICATIVA DE CONCEITOS DE CALORIMETRIA,  
EM NÍVEL MÉDIO.**

GILMAR DA SILVA

Brasília - DF

Dezembro  
2007



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Física

Instituto de Química

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENSINO DE CIÊNCIAS**

**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

**MAPAS CONCEITUAIS COMO INSTRUMENTOS DE  
PROMOÇÃO E AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM  
SIGNIFICATIVA DE CONCEITOS DE CALORIMETRIA,  
EM NÍVEL MÉDIO.**

GILMAR DA SILVA

Dissertação realizada sob a orientação da Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Célia Maria Soares Gomes de Sousa e apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração: “Ensino de Física”. pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Brasília – DF

Dezembro  
2007

## FOLHA DE APROVAÇÃO

GILMAR DA SILVA

**Mapas Conceituais como Instrumentos de Promoção e Avaliação da Aprendizagem Significativa de Conceitos da Calorimetria, em nível médio.**

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Física”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Aprovada em 17 de dezembro de 2007.

### BANCA EXAMINADORA

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Célia Maria Soares Gomes de Sousa  
(Presidente)

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria de Fátima da Silva Lettere Verdeaux  
(Membro interno – IF/UnB)

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Inês Ribas Rodrigues  
(Membro externo - UCB)

---

Prof. Dr. Ivan Ferreira da Costa  
(Suplente – Planaltina/UnB)

## **AGRADECIMENTOS**

A Professora Dr<sup>a</sup>. Célia, que com a sua sabedoria e paciência me orientou com responsabilidade e entusiasmo.

Aos abnegados coordenadores, funcionários (especialmente, Júnior) e queridos professores deste curso de mestrado, que nunca se negaram a ajudar sempre que os solicitei.

Aos meus colegas de curso, que me ajudaram quando lhes pedi auxílio, especialmente a Ana Elisa.

A todos os membros que integram a Secretaria de Educação do DF, especialmente os que fazem parte da Escola de Aperfeiçoamento de Profissionais, que disponibilizaram o tempo necessário para dedicar-me à elaboração e estudo desta pesquisa.

Aos membros da Gerência Regional de Ensino de Planaltina – DF, que se dispuseram a colaborar nos momentos em que precisei.

Ao Jader, diretor do Centro Educacional 01 de Planaltina – DF, que me garantiu a condição para a coleta de dados e a participação nos eventos.

A Prof<sup>a</sup> Ana Cordeiro, que me ajudou a ver a importância da formação continuada no desenvolvimento profissional.

Aos queridos alunos e alunas, que não estimaram esforços para realizar as atividades propostas em sala de aula, com responsabilidade e motivação.

A Inês Saraiva Pinheiro e Yacy Maia Saraiva, eternas amigas que me incentivaram e orientaram quando puderam, tanto na interpretação dos conceitos da Psicologia quanto na redação deste trabalho.

Ao professor Fernandes, pelo empréstimo dos livros de Filosofia e das sessões de acupuntura, nos momentos de cansaço.

Aos meus companheiros de profissão, especialmente aos amigos Antônio Neto, companheiro de todas as horas, que sempre me alertou quanto às minhas interpretações e práticas cotidianas em sala de aula; José Pereira Alves, pela ajuda nos momentos em que a informática colocou suas pedras no caminho desse sonho e Zonilca Hott pela importante contribuição ao ajudar-me a entender um pouco mais da língua inglesa, bem como, aos companheiros de Centro Educacional 01 de Planaltina – DF de ontem e de hoje, que torceram e me apoiaram nessa caminhada até o fim desse curso.

Ao especial amigo, Elias Batista dos Santos que através das suas lições de fé, força, dignidade e perseverança me estimularam a persistir nessa caminhada, apesar da minha fadiga e às vezes da minha desesperança.

A todos, meus eternos e sinceros agradecimentos.

Em especial, a Deus, que me permitiu, depois de muitas lutas, concluir este trabalho.

A minha amada mãe, Nivânia, origem de toda essa trajetória em busca do conhecimento.

E carinhosamente, a Fabiane e Marcos Gabriel que me proporcionaram mais inspiração para a realização deste sonho.

A verdade é o todo. Se não enxergarmos o todo, podemos atribuir valor exagerado a uma verdade limitada, transformando-a em mentira, prejudicando a nossa compreensão de uma verdade mais geral (Hegel).

## RESUMO

Neste trabalho, foi realizada uma investigação que teve por objetivo verificar se a utilização de mapas conceituais no ensino de conceitos da Calorimetria é uma estratégia eficiente para a promoção e avaliação da aprendizagem significativa, em nível de Ensino Médio. Foi identificado, o nível das evidências de aprendizagem apresentado pelos alunos em três momentos distintos (no início, durante e após a apresentação da Calorimetria), através de análise comparativa dos mapas conceituais construídos pelos estudantes. A análise dos resultados obtidos nos permite afirmar que, embora apresente algumas dificuldades, inerentes às características do instrumento, a estratégia dos mapas conceituais se mostrou eficiente na promoção e avaliação a aprendizagem significativa desse corpo de conceitos.

Palavras chaves: mapas conceituais, aprendizagem significativa, ensino-aprendizagem.

## **ABSTRACT**

In this work, an inquiry that had for objective to verify if the use of conceptual maps in the education of concepts of the Calorimetry is an efficient strategy for the promotion and evaluation of the significant learning, in level of high school was carried through. It was identified, the level of the evidences of learning presented for the pupils at three distinct moments (at the beginning, during and after the presentation of the Calorimetry), through comparative analysis of the conceptual maps constructed by the students. The analysis of the results gotten allows in them to affirm that, even so it presents some difficulties, inherent to the characteristics of the instrument, the strategy of the conceptual maps if showed efficient in the promotion and evaluation the significant learning of this body of concepts.

**Keywords:** conceptual maps, significant learning, teach-learning.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

**Figura 1:** mapas conceituais de aluno, cujas características evidenciam aprendizagem significativa, ao longo de três momentos distintos.....55

**Figura 2:** mapas conceituais de aluno, cujas características evidenciaram uma aprendizagem significativa relativa, ao longo de três momentos distintos.....58

**Figura 3:** mapas conceituais de aluno, cujas características evidenciam aprendizagem mecânica de conceitos da Calorimetria, sob uma abordagem ausubeliana, em três momentos diferentes da construção .....60

**Figura 4:** modelo de ficha para análise dos mapas conceituais construídos por aluno no término de um tópico.....99

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Mapas conceituais construídos pelos alunos por categoria.....	54
<b>Tabela 2:</b> Distribuição de freqüências por questão através das alternativas no pré-teste para o grupo de controle.....	65
<b>Tabela 3:</b> Distribuição de freqüências por questão através das alternativas no pós-teste para o grupo de controle.....	65
<b>Tabela 4:</b> Distribuição de freqüências por questão através das alternativas no pré-teste para o grupo experimental.....	65
<b>Tabela 5:</b> Distribuição de freqüências por questão através das alternativas no pós-teste para o grupo experimental.....	66
<b>Tabela 6:</b> Distribuição de freqüências por questão através das respostas atribuídas na prova bimestral 1 (2º bimestre) para o grupo de controle.....	72
<b>Tabela 7:</b> Distribuição de freqüências por questão através das respostas atribuídas na prova bimestral 2 (3º bimestre) para o grupo de controle.....	73
<b>Tabela 8:</b> Distribuição de freqüências por questão através das respostas atribuídas na prova bimestral 1 (2º bimestre) para o grupo experimental.....	73
<b>Tabela 9:</b> Distribuição de freqüências por questão através das respostas atribuídas na prova bimestral 2 (3º bimestre) para o grupo experimental.....	73

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	13
2. REVISÃO DA LITERATURA .....	19
3. REFERENCIAL TEÓRICO .....	33
4. METODOLOGIA .....	42
4.1 O CONTEXTO .....	42
4.2 O DELINEAMENTO DA PESQUISA .....	42
4.3 SOBRE AS AULAS .....	43
4.4 A COLETA DE DADOS .....	45
4.4.1 Testes .....	47
4.4.2 Avaliações Parciais .....	47
4.4.3 Avaliações Bimestrais .....	48
4.4.4 Mapas Conceituais .....	50
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	52
5.1 SOBRE OS MAPAS CONCEITUAIS .....	52
5.2 SOBRE OS TESTES .....	63
5.3 SOBRE AS PROVAS BIMESTRAIS .....	71
5.4 SOBRE OS QUESTIONÁRIOS DE OPINIÃO .....	77
6. O PRODUTO EDUCACIONAL .....	82
6.1 AS INSTÂNCIAS DA PROPOSTA .....	83
6.1.1. O Teste Prévio .....	83
6.1.2. O Plano de Curso .....	83
6.1.3. O Primeiro Mapa Conceitual .....	85
6.1.4. Aula Expositiva sobre a Combustão .....	86
6.1.5. Aula Expositiva sobre a Radiação Solar .....	87
6.1.6. Aula Prática sobre a Relação Calor e Temperatura .....	89
6.1.7. Aula Expositiva sobre os Efeitos das Trocas de Calor .....	90
6.1.8. Aula Prática sobre a Dilatação Térmica Linear .....	92
6.1.9. Aula Prática sobre os Processos de Propagação do Calor .....	94
6.1.10. O Pós-Teste e o Último Mapa Conceitual .....	96
6.2. AVALIANDO A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA .....	98
6.2.1 Objetivos .....	98
6.2.2 Ficha para análise dos mapas conceituais.....	98
6.2.3 Exemplificando.....	101
6.3. ALGUNS CUIDADOS .....	105
6.4. VANTAGENS E LIMITAÇÕES DO USO DE MAPAS CONCEITUAIS .....	106
6.5. POTENCIALIDADES DOS MAPAS CONCEITUAIS .....	108
7. CONCLUSÃO .....	110
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	114

ANEXOS .....	117
<i>Anexo A – Mapas construídos pelos alunos .....</i>	<i>118</i>
<i>Anexo B – Texto “Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa” .....</i>	<i>181</i>
APÊNDICES .....	192
<i>Apêndice I – Pré – Teste .....</i>	<i>193</i>
<i>Apêndice II – Pós – Teste .....</i>	<i>197</i>
<i>Apêndice III – Prova Bimestral 1.....</i>	<i>201</i>
<i>Apêndice IV – Prova Bimestral 2 (tipo I) .....</i>	<i>204</i>
<i>Apêndice V – Prova Bimestral 2 (tipo II) .....</i>	<i>207</i>
<i>Apêndice VI – Questionário de Opinião .....</i>	<i>210</i>
<i>Apêndice VII – Mapa Conceitual de Referência .....</i>	<i>212</i>
<i>Apêndice VIII – Ficha para Análise dos Mapas Conceituais .....</i>	<i>213</i>
<i>Apêndice IX – CD Rom (produto educacional) .....</i>	<i>214</i>

## 1. INTRODUÇÃO

Tema de inegável importância e de muita polêmica, a avaliação do desempenho dos estudantes dos níveis fundamental e médio, e mesmo de nível superior, tem sido pouco estudada. Há um evidente descontentamento, principalmente por parte dos alunos, em relação aos procedimentos de avaliação utilizados, dado que seus indicadores podem, segundo eles, induzir a interpretações falsas em relação ao nível de aprendizagem alcançado. A controvérsia com relação a esta postura dos estudantes tem sido grande e acreditamos que o assunto deverá ser alvo de debates e discussões ainda por muito tempo.

Neste estudo pretendemos sistematizar uma proposta de prática docente que, acreditamos, possa significar um avanço para além dos limites dentro dos quais se encontra demarcada a avaliação da aprendizagem em sala de aula. Para compreender o que aqui vamos propor, importa estarmos cientes de que a avaliação da aprendizagem escolar não se constitui um fim em si mesma, mas um meio, estando, desse modo, delimitada pela teoria e pela prática que a circunstancializa.

A idéia deste trabalho emergiu das insatisfações deste mestrando, como professor de Física, ao verificar os resultados das notas obtidas pelos seus alunos do Ensino Médio nas avaliações realizadas em sala de aula, ao final de um período letivo, e observar a abordagem desses alunos aos fenômenos físicos do cotidiano. Embora com notas consideradas satisfatórias nas provas aplicadas, os alunos não tinham desempenho correspondente ao comentar, por exemplo, algum fenômeno térmico do seu cotidiano. Tais insatisfações me puseram a formular as seguintes questões: para que avaliar ou por quê avaliar, se o julgamento que faço de supostas

aprendizagens não se reflete na forma de pensar e/ou interpretar do aluno? Estou avaliando corretamente? Os alunos realmente aprendem o que ensinamos em nossas aulas?

Então, levando em conta o contexto, as condições e abordagens nas quais o ensino é desenvolvido e se após os estudantes serem submetidos à avaliação, ela não revela a efetiva aprendizagem que eles alcançaram, que procedimento seria capaz de promover e avaliar a aprendizagem dos alunos?

A partir desses questionamentos, o nosso objeto de estudo recaiu sobre a promoção e a avaliação da aprendizagem, tentando buscar evidências de aprendizagem dos alunos de 2ª série do Ensino Médio, tendo como enfoque a aprendizagem dos conceitos da Física em conteúdos de Calorimetria. Tal estudo foi desenvolvido no ano de 2006 em uma escola pública da Rede Oficial de Ensino do Distrito Federal.

Castillejo (1987) *apud* Martinez-Mut e Garfella (1998), define a educação como um processo de construção humana cujos efeitos produzem mudanças na configuração do sujeito, fazendo-o mais flexível, mais especializado, mais configurado com o sistema de valores que lhe serve de referência. Para que esse processo não se transforme em algo passivo e repetitivo, é necessário cumprir duas condições importantes: a significação da aprendizagem e a resposta ativa ou participação do sujeito na construção dos resultados da aprendizagem para integrar a informação e responder de maneira auto-estruturante. Estas idéias são ressonantes com a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, base teórica dessa pesquisa.

Para Ausubel (1980) *apud* Moreira (1999a), aprender significativamente é processar uma nova informação, relacionando-a com um aspecto relevante e

específico da estrutura cognitiva de quem aprende. Desse modo, a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos relevantes pré-existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Se a aprendizagem das novas informações tiver pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva, ela é mecânica pois o conhecimento adquirido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva de quem aprende. Mas, como saber se o aluno aprendeu significativamente?

A partir desse questionamento passamos a buscar uma alternativa eficaz que seja capaz de promover a avaliação da aprendizagem significativa.

Segundo Novak (1977),

*“... a avaliação da aprendizagem deve procurar evidências de aprendizagem significativa” e “Mapas Conceituais podem ser instrumentos efetivos de avaliação da aprendizagem significativa” (apud Moreira, 1999a)*

Para Moreira e Buchewitz (1993),

*“... os mapas conceituais são úteis não só como auxiliares na determinação do conhecimento prévio do aluno, mas também para investigar mudanças na estrutura cognitiva durante e depois da instrução”.*

Ainda segundo Novak (1977),

*“Mapas conceituais podem ser instrumento de meta-aprendizagem... podem ser instrumentos efetivos de avaliação da aprendizagem... podem ser representações válidas da estrutura de conhecimento e da produção do conhecimento” (apud Moreira, 1999a).*

Desse modo, se queremos utilizar a avaliação permeando o processo ensino-aprendizagem, não adianta ensinar se não tivermos indicativos daquilo que nossos alunos estão aprendendo; mesmo porque, a não aprendizagem dos nossos alunos, possivelmente, revelará ausência de ensino efetivo, pois um ensino de qualidade passa também pela avaliação do processo ensino-aprendizagem. Nessa ótica, a

avaliação precisa ser compreendida como um processo no qual haja a participação efetiva do aluno na promoção da sua própria aprendizagem.

Com base na Teoria da Educação de Novak, tendo como pano de fundo a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e a contribuição do professor Marco Antônio Moreira, este trabalho tem o objetivo primordial de investigar a utilização dos mapas conceituais como estratégia capaz de promover e avaliar a aprendizagem significativa dos conteúdos de Calorimetria, em nível de ensino médio. Tendo esse objetivo como norteador do estudo, desenvolvemos o trabalho através das seguintes etapas:

*Revisão da Literatura* - Realizamos um levantamento bibliográfico sobre a utilização dos mapas conceituais como instrumentos de promoção e avaliação da aprendizagem significativa, no período de 1995 a 2005, nos seguintes periódicos: *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* (Brasil), *Revista Brasileira de Ensino de Física* (Brasil), *Investigações em Ensino de Ciências* (Brasil), *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação de Ciências* (Brasil), *Enseñanza de las Ciencias* (Espanha).

*Referencial Teórico* – A Teoria da Aprendizagem Significativa embasa teoricamente este estudo, no desenvolvimento de uma proposta que busca evidências de aprendizagem significativa dos alunos. Sob a ótica ausubeliana, considerando as propostas de Novak e as contribuições de Moreira sobre o processo ensino-aprendizagem, ao posicionar-se favorável ao uso progressivo de mapas conceituais ao longo do processo de ensino aprendizagem, enfatizamos a aprendizagem cognitiva e consideramos, também, os sentimentos e as ações dos nossos alunos como elementos integrantes desse processo, segundo os pressupostos da teoria de educação de Novak.

*Metodologia* – Durante os 2º e 3º bimestres letivos de 2006 implementamos durante algumas aulas, a construção progressiva de mapas conceituais para alunos da 2ª série do Ensino Médio no Centro Educacional 01 de Planaltina, tendo como objetivo desenvolver o ensino da Calorimetria em uma perspectiva ausubeliana, utilizando os mapas conceituais como instrumento de promoção e avaliação da aprendizagem significativa.

*Resultados e Análise dos dados* – Os resultados alcançados pelos alunos foram obtidos a partir de: testes objetivos de múltipla escolha (pré e pós-testes), provas bimestrais e mapas conceituais construídos. Esses resultados passaram pela análise comparativa de dados obtidos nos testes, interpretação das questões teóricas das provas bimestrais envolvendo o conteúdo de Calorimetria, interpretação e avaliação dos mapas conceituais construídos pelos alunos.

*Discussão* - Da análise dos dados obtidos e da interpretação das respostas formuladas para as questões, algumas evidências de aprendizagem significativa foram percebidas para a maioria dos alunos que recebeu o tratamento da pesquisa.

*Conclusões* – São apresentadas as considerações finais relativas aos possíveis objetivos alcançados frente aos desafios apresentados pelo contexto no desenvolvimento do trabalho, as vantagens e limitações do uso dos mapas conceituais e sua importância como estratégia de promoção e avaliação da aprendizagem significativa, além das dificuldades específicas para a sua implementação como instrumento de avaliação no atual sistema educacional.

*Produto Educacional* – Como proposta decorrente deste trabalho de pesquisa, construímos um Manual de Procedimentos e Apoio ao Professor de Física, versando sobre a utilização dos mapas conceituais como estratégia de promoção e avaliação

da aprendizagem significativa ser disponibilizado, em meio de fácil acesso, aos professores de Física do nível médio.

Neste texto de apoio constam os fundamentos teóricos essenciais e as orientações para a construção, aplicação e análise dos mapas conceituais no contexto de sua utilização como estratégia de promoção e avaliação da aprendizagem significativa, bem como exemplos desses materiais.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Nesta revisão foram consultados os seguintes periódicos: RBEF – *Revista Brasileira de Ensino de Física*, RBPEC – *Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências*, IENCI – *Investigações em Ensino de Ciências*, *Enseñanza de las Ciencias*, *Caderno Catarinense de Ensino de Física* (atual *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*) e *Ciência & Educação*, no período de 1995 a 2005. Nessa consulta foram encontrados apenas três trabalhos sobre o uso dos mapas conceituais e um que faz referência aos conceitos de calor e temperatura (conteúdo abordado neste estudo). Destes quatro artigos, apenas um utilizou o mapa conceitual como instrumento de avaliação da aprendizagem dos alunos e, ainda assim, com alunos universitários. Além desses artigos, foram incluídos nesta revisão, dois trabalhos de Moreira (1988, 1992), por se tratarem de importantes referências para este estudo.

A eleição dos trabalhos nesta revisão foi feita levando em consideração pelo menos uma das seguintes características: (1<sup>a</sup>) que apresentasse a utilização dos mapas conceituais no ensino de Física, (2<sup>a</sup>) que fizesse referência aos conteúdos relativos aos conceitos de calor e temperatura e (3<sup>a</sup>) que apresentasse uma investigação sobre o uso de mapas conceituais como instrumento de avaliação da aprendizagem.

Feita a seleção dos artigos de acordo com uma ou mais das características citadas acima ficamos, então, com seis trabalhos: dois de Moreira (1988,1992), sobre mapas conceituais e aprendizagem significativa e mapas conceituais no ensino da Física, e quatro artigos de pesquisa provenientes dos periódicos

consultados. Dentre os artigos, dois referem-se a mapas conceituais como estratégia de ensino, um refere-se a mapas conceituais como instrumento de avaliação e um que faz referência aos conceitos de calor e temperatura. Passemos então, a análise dos artigos selecionados.

Conceição e Valadares (2002) desenvolveram um estudo na linha reflexão-ação envolvendo conceitos de Mecânica, cuja questão-foco foi a seguinte: uma estratégia construtivista baseada na construção de mapas conceituais progressivos pelos alunos, e num processo de avaliação formadora, é mais eficaz para a aprendizagem de conceitos de mecânica do 9º ano (corresponde à 1ª série do Ensino Médio no Brasil) e desenvolve atitudes mais favoráveis nos alunos do que uma estratégia de ensino mais tradicional? Nesta pesquisa foi adotado um delineamento quase-experimental (envolvendo dois grupos: um experimental e o outro de controle), foram utilizados os mapas conceituais propostos por Novak e, para verificar as atitudes dos alunos, foi utilizada uma escala Likert construída a partir da definição prévia de alguns parâmetros do tipo: relação professor-aluno; atitude perante a Física; interesse e atenção nas aulas; autoconfiança e auto-estima; ansiedade; e grau de satisfação pelo uso dos mapas conceituais. Os principais resultados obtidos foram: (1º) o grupo experimental teve melhoria nos resultados do pré-teste para o pós-teste, mais acentuada do que o grupo de controle; (2º) desconsiderando os resultados de duas das questões dos testes, foi comprovado que a estratégia construtivista de aprendizagem, baseada na construção de mapas conceituais progressivos, foi mais eficaz do que o ensino tradicional da aprendizagem de conceitos de mecânica e (3º) em relação às atitudes dos alunos perante a utilização dos mapas conceituais nas aulas, foi constatado que 70% dos alunos, em média, revelou uma atitude positiva quanto ao uso dos mesmos,

respeitando os diversos parâmetros relativos ao processo ensino-aprendizagem que constavam da escala Likert.

Embora a pesquisa tenha confirmado que a aplicação da estratégia centrada na utilização de mapas conceituais, foi eficaz ao nível cognitivo e na promoção de atitudes favoráveis em relação à aprendizagem, os pesquisadores alertam para o fato de que a amostra pesquisada possui fraca representatividade em relação aos alunos do 9º ano de escolaridade e lembram que existem limitações no valor estimado na escala Likert. Portanto, a pesquisa além de apresentar resultados significativos sobre a utilização dos mapas conceituais como estratégia de ensino, abre espaço para posteriores estudos em relação ao aspecto atitudinal dos alunos e para ampliação para uma amostra maior.

Contreras (1997) desenvolveu um trabalho que consistiu em um estudo de caso com os seguintes objetivos principais: (a) verificar a eficácia dos mapas conceituais para revelar as concepções prévias (conceitos, significados e relações entre conceitos) de um grupo de quatro estudantes voluntários do 3º ano do curso de formação de professores da 'escola primária', das disciplinas de Didática das Ciências Experimentais e Didática das Ciências Sociais; (b) analisar a possibilidade de estabelecer uma hipótese de progressão para a construção desse núcleo de conceitos a partir da informação que procede dos mapas; (c) analisar a eficácia dos mapas conceituais para medir a eventual avaliação derivada de um determinado processo de instrução. Para esta pesquisa Contreras determinou como núcleo conceitual a estudar os números racionais, por considerar esse tema como um problema para a maioria dos estudantes que concluem os estudos pré-universitários.

A investigação desenvolveu-se em cinco fases: (1ª) elaboração de um mapa conceitual de referência sobre o núcleo eleito, para servir de guia na elaboração da

hipótese de progressão. Tal hipótese procedia de um mapa conceitual de referência que indicava a validação da quantidade e qualidade das relações construídas pelos alunos, através dos mapas construídos na fase de exploração; (2ª) exploração inicial sobre os conhecimentos dos sujeitos envolvidos, em relação ao núcleo eleito, utilizando mapa conceitual; (3ª) situar cada sujeito em relação ao seu nível de evolução em relação à hipótese de progressão; (4ª) planejamento e execução de instrução coerente, utilizando os dados obtidos em relação à filosofia do projeto; (5ª) análise, discussão e descrição de resultados encontrados. Durante o processo de investigação, foram eleitos dois momentos para a obtenção dos dados: na segunda metade do projeto e no final do projeto. Os dados foram registrados em um quadro de controle elaborado com base na hipótese de progressão.

Em seus resultados, Contreras descreve e comenta os dados relativos a uma de suas alunas. Nessa descrição são analisados os mapas conceituais construídos por ela nas duas sessões citadas anteriormente (da segunda metade e do final da pesquisa). Dessa análise, ele elenca algumas discrepâncias, cujos comentários evidenciaram: (a) erros de categorização semântica; (b) significados de conceitos; (c) hierarquização conceitual indefinida. Os erros conceituais apresentados pela aluna se referiam ao mapa conceitual elaborado na fase diagnóstica (1ª fase); porém, no exame final, a mesma aluna apresentou mudanças conceituais significativas em comparação com os mapas conceituais da fase diagnóstica, conseguindo estabelecer uma melhor categorização semântica, atribuiu exemplos e significados aos mesmos e estruturou graus de hierarquização conceitual de forma mais satisfatória.

Esta pesquisa apresenta alguns aspectos que merecem destaque. Os mapas conceituais parecem ser instrumentos eficazes de diagnóstico e podem se tornar

mais potentes se utilizados em conjunto com outros meios; eles permitiram traçar uma rota de aprendizagem não convencional, o que mostrou a validade da hipótese de progressão conceitual elaborada a partir deles e revelou intervenções negativas do próprio professor, constituindo-se assim, um instrumento de avaliação do ensino desenvolvido por ele. Também é possível dizer que o processo permitiu uma construção que revelou, paulatinamente, uma mudança significativa na estrutura de pensamento dos estudantes, em relação ao núcleo eleito.

Costamagna (2001), desenvolveu uma pesquisa com mapas conceituais em conteúdos de Morfologia. O estudo foi motivado pelo fato de que a disciplina de Morfologia Normal (cujo objeto de estudo é o organismo humano, analisado do ponto de vista de suas formas macroscópicas, microscópicas e estruturais, nos cursos de Ciências Biológicas e cursos afins), é abordada classicamente de modo compartimentalizado e, como consequência, deriva um falso conceito de fragmentação da unidade morfológico-funcional, o que se transforma em obstáculo para a incorporação de futuros conhecimentos. Considerando isso, Costamagna propõe a elaboração de um mapa conceitual que permita analisar, simultaneamente, os elementos semânticos, estruturais e contextuais para avaliar a aprendizagem dos alunos dessa disciplina, através da inter-relação desses conceitos. Segundo essa pesquisadora, com o mapa conceitual é possível construir gráficos (diagramas) dos diferentes níveis de inclusão, isto é, desde os conceitos mais inclusivos até os conceitos mais específicos e relacionar as diferentes relações e co-relações hierárquicas conceituais.

O trabalho foi baseado numa estratégia de pesquisa-ação e teve como objetivos gerais: (a) avaliar o nível máximo de complexidade do aspecto cognitivo alcançado pelos alunos ao concluir a disciplina de Morfologia Normal, expresso

através de mapas conceituais e (b) avaliar comparativamente, o enriquecimento do conhecimento alcançado posteriormente, mediante o aprofundamento com o estudo, buscando desenvolver a avaliação somativa, em relação ao rendimento do aluno, nos exames finais da disciplina.

A pesquisa foi desenvolvida com um grupo misto de 30 alunos de 3º ano do Curso de Bioquímica em uma universidade pública da Espanha, durante o curso regular de Morfologia Normal. Os dados apresentados são relativos a apenas 10 alunos que participaram do estudo até o final. O trabalho foi desenvolvido em duas instâncias: na primeira (chamada de colóquio integrador), o objetivo específico foi o de proporcionar uma instância coloquial de tratamento teórico do conjunto das unidades temáticas do programa e na segunda (na avaliação somativa), tendo como objetivo era o de proporcionar a avaliação da disciplina. Os resultados obtidos através da análise de gráficos de barra foram cruzados com as médias obtidas pelos alunos, nos duas instâncias (colóquio integrador e avaliação). As diferenças entre os dois procedimentos de avaliação foram analisadas estatisticamente mediante a aplicação do teste *t de Student* (Sokal e Rohlf, 1979) *apud* Costamagna (2001). Os critérios para avaliar os mapas foram: hierarquia conceitual, inter-relação conceitual, sentido dos conceitos, correção de conceitos, e aprofundamento do conteúdo.

Esse estudo permitiu a Costamagna, chegar às seguintes conclusões: (1ª) Os mapas conceituais permitem avaliar a evolução do conhecimento dos alunos, constituindo-se em uma expressão gráfica de seus processos de inter-relação conceitual; (2ª) Os resultados mostram o aspecto ‘correção de conteúdos’ associado a um incremento importante no item ‘inter-relação’ e no item ‘sentido de conceitos’ que implicam sua posição em um contexto da estrutura cognitiva o qual se potencializa como expressão de um conhecimento significativo; (3ª) A manifestação

de uma melhor qualidade no processo de reconciliação integrativa, evidenciada no incremento da avaliação confluyente dos aspectos 'correção do conteúdo', 'inter-relação' e 'sentidos explicitados' sustenta a validade da utilização desta técnica para avaliar a evolução do conhecimento dos estudantes; (4<sup>a</sup>) A estratégia dos mapas conceituais envolve aspectos do conhecimento que tradicionalmente não se leva em conta, tais como a capacidade de seleção e organização manifestada no momento de hierarquizar os conceitos e configurar as relações entre conceitos da disciplina de Morfologia Normal; (5<sup>a</sup>) A técnica de avaliação comparativa proposta é de meta-avaliação, pois implica em auto-análise de conhecimentos alcançados em um dado momento da aprendizagem.

Enfim, os resultados apresentados nesta pesquisa nos oferecem evidências de que os mapas conceituais analisados na forma comparativa, durante a avaliação somativa, como complemento da avaliação tradicional, permitem identificar se o rendimento resultante dos estudantes provém de níveis de compreensão ou de aprendizagens memorísticas (aprendizagem mecânica). Outro resultado importante desse trabalho é o fato de a estratégia ativar um processo de retro-alimentação para a formulação da planificação didática do professor.

Os resultados obtidos na pesquisa da Costamagna (2001) fortaleceram os meus objetivos em busca de um instrumento capaz de avaliar a aprendizagem dos alunos em conteúdos de Calorimetria. Porém, devemos sempre ressaltar que este trabalho de investigação foi realizado com estudantes de nível universitário e em um contexto completamente diferente daquele no qual nosso estudo será realizado. Além desses aspectos vale ressaltar que a disponibilidade de tempo para a realização do seu trabalho (um ano) não corresponde ao mesmo período no qual realizamos nossa investigação (dois bimestres).

Köhnlein e Peduzzi (2002) conduziram uma investigação que teve por objetivo verificar se um planejamento de ensino, sob uma abordagem construtivista, tendo como ponto de partida as concepções alternativas dos alunos da 2ª série do Ensino Médio, resultava em uma aprendizagem efetiva. O estudo focou as concepções alternativas sobre calor e temperatura apresentadas por estudantes de um curso de ensino médio e de cursos de formação de professores.

Com base em uma revisão bibliográfica realizada por Cervantes (1987) *apud* Köhnlein e Peduzzi (2002), as autoras elencaram algumas concepções alternativas mais comuns apresentadas pelos alunos. Em seguida, foram elaborados pré-testes objetivos para identificar as concepções prévias dos alunos com os quais iriam trabalhar a respeito dos conceitos de calor, temperatura e energia interna.

Os testes (pré e pós-testes) foram constituídos por questões de múltipla escolha sobre os conceitos de calor, temperatura e energia interna.

O teste 1 (pré-teste), constituído por três questões, foi aplicado a 49 estudantes da 2ª série do Ensino Médio do Curso de Educação Geral de uma escola pública da região oeste de Santa Catarina, antes do estudo de Termodinâmica. O teste 2 (pós-teste) foi constituído por 14 questões, similares às do teste 1 e foi aplicado aos mesmos estudantes do Ensino Médio, após o desenvolvimento de um pequeno curso. Durante o 2º semestre de 2000 o teste 2 também foi aplicado a 33 estudantes da 4ª série do Curso de Magistério (que já haviam estudado Termodinâmica na 2ª série), a seis estudantes do 5º período do Curso de Licenciatura em Física (que tinham estudado Termodinâmica no 4º período) e a 24 estudantes do Curso de Licenciatura em Matemática (com Habilitação em Matemática e Física) de uma universidade regional, onde estudaram Termodinâmica no 6º período. Depois da aplicação do pré-teste, elaborou-se um plano de ensino

para um pequeno curso, dentro de uma abordagem construtivista, tendo como ponto de partida as concepções alternativas apresentadas pelos alunos. Os objetivos principais do curso eram os de fazer com que os alunos estabelecessem a relação entre calor, temperatura e energia interna, identificassem suas diferenças e aplicassem estes conceitos a situações do cotidiano. Foram desenvolvidas atividades diversificadas baseadas no modelo didático-pedagógico proposto no livro *Física* (Delizoicov e Angotti, 1992). O modelo citado divide-se em três momentos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Trabalhou-se com estudantes de Ensino Médio, em conteúdos de Termodinâmica, envolvendo os conceitos de calor, temperatura e energia interna. Em seguida, foram aplicados os pós-testes para verificar, por análise comparativa, os resultados obtidos.

Os resultados obtidos com a aplicação dos testes aos quatro grupos de estudantes foram analisados comparativamente, em duas instâncias de análise: 1) o desempenho do curso de Educação Geral e 2) comparação dos quatro grupos investigados.

Como resultados significativos, e até surpreendentes, as autoras constataram que o grupo dos estudantes de Ensino Médio alcançou maior percentual de acertos que os alunos dos demais cursos. Dessa forma, ficou evidente que: “um planejamento que leva em consideração as concepções alternativas dos alunos, resulta em uma aprendizagem eficiente”. Porém, cabe ressaltar que as pesquisadoras alertaram para o fato de que não se sabia sobre o planejamento das aulas dos alunos do 3º grau.

A investigação desenvolvida por Köhnlein e Peduzzi indica que: a) o ensino em sua forma tradicional é pouco eficaz para a aprendizagem dos conceitos científicos;

b) a resistência à mudança é uma forte característica das concepções alternativas, independentemente do grau de estudo; c) um ensino sob uma abordagem construtivista e que considera as concepções alternativas dos alunos, produz resultados mais eficazes de aprendizagem; d) a formação de professores ainda é muito precária em termos de conhecimentos referentes às questões das concepções alternativas.

O nosso interesse por este artigo deveu-se basicamente ao fato do conteúdo de Calorimetria estar diretamente relacionado com o conteúdo que vamos trabalhar em nosso estudo.

Acrescentamos a esta revisão bibliográfica, dois outros trabalhos: Moreira (1988; 1992) que tratam sobre a utilização dos mapas conceituais no ensino (em particular, no Ensino de Física) e a aprendizagem significativa.

Moreira (1988) preocupa-se em oferecer aos professores uma idéia clara do que são mapas conceituais, como são construídos e como são utilizados. Embasado na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e na teoria da educação de Joseph Novak, apresenta os conceitos de aprendizagem significativa, diferenciação progressiva, reconciliação integrativa, subsunções, estrutura cognitiva, assimilação, etc. Também explicita como e por quê os mapas conceituais podem ser instrumentos eficazes para promover a aprendizagem significativa. Neste trabalho, Moreira considera os mapas conceituais como um dos instrumentos potenciais para a avaliação da aprendizagem dos estudantes. Enfatiza a importância destes para promover e avaliar a aprendizagem significativa, pois atribuem novos significados aos conceitos de ensino, aprendizagem e avaliação, ou seja, mapas conceituais são instrumentos que podem levar a profundas modificações na maneira de ensinar, de avaliar e de aprender.

Em outro trabalho, Moreira (1993) apresenta os mapas conceituais como uma ferramenta potencialmente útil como estratégia de ensino ou de avaliação da aprendizagem ou, ainda, para analisar conteúdos curriculares. Nos três casos apresentados, Moreira focou o ensino da Física.

Moreira destaca, ainda, algumas das principais vantagens e desvantagens do uso de mapas conceituais, bem como as interpretações equivocadas que são geralmente feitas por estudantes e/ou professores, ao construí-los.

Outra importante contribuição desse texto são os exemplos de mapas conceituais criados por estudantes de ensino médio e superior, onde Moreira esclarece a respeito da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa como elementos básicos nas relações entre conceitos ali existentes, bem como enfatiza a importância da hierarquização de conceitos e a construção adequada dos mapas conceituais, utilizando palavras-chave capazes de estabelecer relações adequadas entre conceitos. Ainda, é enfatizada a importância dos mapas conceituais como ferramentas capazes de promover a 'negociação de significados'. Sob essa ótica, o mapeamento conceitual pode ser visto como uma técnica para exteriorizar o entendimento conceitual e proposicional que uma pessoa tem sobre certo conhecimento.

Os trabalhos analisados nesta revisão de literatura nos permitem destacar alguns pontos comuns sobre as vantagens e desvantagens do uso de mapas conceituais: (a) os mapas conceituais analisados de forma comparativa durante a avaliação somativa, como complemento da avaliação tradicional, permitem discriminar se o rendimento resultante do estudante provém de níveis de compreensão ou de aprendizagens memorísticas (Costamagna, 2001); (b) os mapas conceituais como instrumento de diagnóstico, parecem ser mais poderosos se

utilizados em conjunto com outros meios, como por exemplo, a entrevista (Contreras, 1997); (c) a aplicação de estratégia centrada na utilização de mapas conceituais revela – se eficaz no nível cognitivo e na promoção de atitudes favoráveis relativas à aprendizagem de conceitos (Conceição e Valadares, 2002); (d) como instrumento de avaliação de aprendizagem, mapas conceituais podem ser usados para se obter uma visualização da organização conceitual que o aprendiz tem de um dado conhecimento. Constitui-se numa técnica não tradicional de avaliação que busca informações sobre os significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do aluno (Moreira, 1988). Porém, os mapas conceituais ainda apresentam algumas limitações e dificuldades, razões pelas quais, talvez a sua utilização ainda seja pouco difundida no meio escolar. Dentre estas desvantagens foram citadas: (a) não permitem padronização como instrumento de avaliação da aprendizagem o que dificulta o processo de avaliação para o professor; (b) os mapas conceituais não podem ser quantificáveis; (c) enquanto instrumento de avaliação da aprendizagem, os mapas conceituais não podem ser construídos em grupo.

Os demais artigos da revisão da literatura tratavam das concepções sobre os conceitos da Calorimetria que os alunos trazem para a sala de aula. Destes artigos extraímos as seguintes conclusões: (a) Em geral o calor é entendido como algo contido em um corpo (sistema) em tanta quantidade a mais quanto mais quente está. (Vasquez Diaz, 1987) *apud* (Köhnlein e Peduzzi, 2002), (b) O calor é geralmente associado a uma fonte ou a um estado, utiliza – se tanto o calor como a temperatura para designar um estado quente. (Macedo e Soussan, 1986) *apud* (Cervantes, 1987) em (Köhnlein e Peduzzi, 2002), (c) interpreta-se também a temperatura como a medida da mistura de calor e frio dentro de um objeto.

(Erickson, 1979) *apud* (Cervantes, 1987) em (Köhnlein e Peduzzi, 2002); (d) a transmissão do calor através de uma barra metálica explica-se como acumulação deste em uma parte da barra que vai propagando-se como fluido ao outro extremo da mesma (Erickson, 1979; 1980) *apud* (Cervantes, 1987) em (Köhnlein e Peduzzi, 2002); (e) *“a Física Térmica é apontada por vários autores (Summers, 1983; Vasquez Diaz, 1987; Macedo de Burghi e Soussan, 1985), apud (Silva et alli, 1988) em (Köhnlein e Peduzzi, 2002), como um dos tópicos do ensino médio mais difíceis para o aluno, pois implica na aquisição de uma visão dos fenômenos em nível de partículas, sendo também necessária à ultrapassagem dos observáveis macroscópicos”*

Portanto, os alunos tendem a pensar que a temperatura se transfere de um corpo a outro e não consideram a temperatura de um corpo como um número usado para traduzir o estado de “quente” ou de “frio” de um corpo. Consideram o calor como uma substância fluida e é considerado como sinônimo de temperatura quando se trata de designar um estado “quente”. Estes problemas foram possíveis de detecção, graças à aplicação de mapas conceituais como instrumento de avaliação da aprendizagem dos alunos de nível médio e de nível superior, em conteúdos de Física Térmica.

Apesar destas pesquisas terem revelado resultados satisfatórios para a utilização de mapas conceituais como um importante instrumento da avaliação da aprendizagem, precisávamos conhecer os resultados que apresentariam em uma avaliação da aprendizagem num contexto cujas condições, e período de aplicação dos mesmos, fossem diferentes daquele em que foram aplicados.

Este trabalho procurar enfatizar a importância da avaliação no contexto educacional (especificamente no ensino de Física) e tenta resgatar a importância e o

papel que o mapeamento conceitual pode apresentar, se utilizado como instrumento que promova e evidencie a aprendizagem dos estudantes de ensino médio, em conteúdos de Calorimetria.

A seguir, apresentamos o referencial teórico que norteou o nosso trabalho e de onde extraímos a base de sustentação que permeia nossas idéias sobre a avaliação de uma aprendizagem significativa.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

A educação é um processo de construção humana cujos efeitos produzem mudanças na configuração do sujeito, fazendo-o mais flexível, mais especializado, mais humano, mais configurado de acordo com o sistema de valores que lhe serve de referência (Castillejo, 1987) *apud* (Minguet *et al*, 1998, p. 137)

Para que esse processo de intervenção não se transforme em algo passivo e repetitivo, é necessário cumprir duas condições importantes: a significação da aprendizagem e a resposta ativa ou participação do sujeito na construção dos resultados da aprendizagem para integrar a informação e responder de maneira mais auto-estruturante. Acreditamos que estas idéias, estão na base da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel.

Para Ausubel, Novak e Hanesian (1980), avaliar significa

*“...emitir um julgamento de valor ou mérito, examinar os resultados educacionais para saber se preenchem um conjunto particular de objetivos educacionais” (apud Sousa, 1994, p.30)*

Essa idéia conduz a uma avaliação centrada em objetivos, indicam os resultados esperados e em razão dos quais serão apreciados os resultados obtidos. Esse julgamento implica apreciar o grau de alcance dos resultados obtidos em relação àqueles esperados.

Há três tipos de aprendizagem: cognitiva, afetiva e psicomotora. A primeira é aquela que resulta no armazenamento organizado de informações na mente do ser que aprende. A aprendizagem afetiva resulta de sinais internos ao indivíduo e pode ser identificada com experiências emocionais, sempre acompanhada de experiências cognitivas. A aprendizagem psicomotora envolve respostas musculares

adquiridas por meio de treino e prática, mas alguma aprendizagem cognitiva em geral é importante na aquisição de habilidades psicomotoras. A teoria de Ausubel focaliza primordialmente a aprendizagem cognitiva e propõe uma explicação teórica do processo de aprendizagem. Para ele, aprendizagem é a organização e integração do conhecimento na estrutura cognitiva do indivíduo. A estrutura cognitiva, segundo Ausubel, constitui-se num sistema de conceitos organizados hierarquicamente os quais são representações da experiência sensorial e, nessa ótica, aprender significativamente é processar uma nova informação relacionando-a com um aspecto especificamente relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Essa estrutura de conhecimento específica, Ausubel define como conceito subsunçor ou simplesmente subsunçor. (Moreira, 1999a, p. 153).

Para Ausubel (1980), estrutura cognitiva é o conteúdo e organização das idéias do indivíduo, ou no contexto da aprendizagem de determinado assunto, o conteúdo e a organização de suas idéias nessa área particular de conhecimento (Moreira, 2006, p.13)

Desse modo, a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Por isso, ele considera que:

*“... o fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe, descubra isso e ensine-o de acordo” ( Ausubel, 1968, 78, 80) apud (Moreira, 1999a, p. 163).*

Mas, de onde vêm os conceitos subsunçores?

Segundo Ausubel, a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes existentes da estrutura cognitiva é mecânica, pois o conhecimento adquirido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva, sem ligar-se a conceitos subsunçores específicos. Quando um indivíduo

adquire informações em uma área de conhecimentos nova para ele, a aprendizagem mecânica ocorre, e permanece mecânica, até que elementos de conhecimento, relevantes às novas informações na mesma área, existam na estrutura cognitiva e passem a servir como um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo; ou seja, passe a funcionar como subsunçor. Eis aí sua origem. A partir da formação de alguns subsunçores, a maioria dos novos conceitos é adquirida através de três processos cognitivos: assimilação, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa de conceitos (Moreira, 1999a, p. 154).

A assimilação é o processo que ocorre quando um conceito ou proposição, potencialmente significativo, é assimilado sob uma nova idéia ou conceito mais inclusivo, já existente na estrutura cognitiva. Dessa forma, o processo de assimilação promove uma aprendizagem por subordinação; isto é, a nova informação só adquire novos significados se interagir com os subsunçores, guardando assim, uma relação de subordinação com os mesmos. Quando um novo conceito ou proposição é aprendido por subordinação, o conceito subsunçor também se modifica uma ou mais vezes. Esse processo de desenvolvimento dos conceitos subsunçores é denominado por Ausubel como diferenciação progressiva do conceito subsunçor.

Além disso, durante o processo de aprendizagem significativa, idéias estabelecidas na estrutura cognitiva podem, no curso de novas aprendizagens, ser reconhecidas como relacionadas. Assim, novas informações são adquiridas e elementos existentes na estrutura cognitiva podem reorganizar-se e adquirir novos significados. Essa combinação de elementos previamente existentes na estrutura cognitiva é denominada como reconciliação integrativa. No fundo, toda aprendizagem que resultar em reconciliação integrativa resultará também em

diferenciação progressiva adicional de conceitos e proposições, isto é, a reconciliação integrativa é uma forma de diferenciação progressiva da estrutura cognitiva que ocorre na aprendizagem significativa (Ausubel, 1980) *apud* (Moreira, 2006, p.37).

Ausubel, toma a posição de que aprender significativamente requer duas condições: (1º) que o material a ser aprendido seja potencialmente significativo e (2º) que o aprendiz manifeste uma disposição para relacionar de maneira substantiva e não-arbitrária o novo material, potencialmente significativo, à estrutura cognitiva.

E quanto aos mapas conceituais... O que são? Para que servem?

No início da década de 80, Novak (1977) *apud* (Moreira, 1999a, p.167) apresenta uma proposta teórica mais voltada à sala de aula tendo como base a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. O princípio básico de sua proposta é a de que os seres humanos pensam, sentem e atuam; logo, uma teoria de educação, segundo ele, deve considerar cada um destes elementos e ajudar a explicar como podem melhorar as maneiras por meio das quais os seres humanos pensam, sentem e agem.

De acordo com Schwab (1973) *apud* (Moreira, 1999a, p.168) qualquer evento educativo é uma ação para trocar significados e sentimentos entre o aprendiz e o professor. Isto é, em um fenômeno educativo, de algum modo, alguém (aprendiz) aprende algo (adquire conhecimento) interagindo (trocando significados) com alguém (professor) ou com alguma coisa (livro, computador, etc) em um certo contexto (em uma escola, em uma sociedade, em uma cultura, etc). Porém, Novak acrescenta a esse conceito mais um elemento que, segundo ele, é constituinte

básico de um número infinito de eventos educativos: a avaliação; porque muito do que ocorre na vida das pessoas depende da avaliação (Moreira, 1999a, p.168).

Assim, considerando os pressupostos que fundamentam a teoria da aprendizagem de Ausubel, a idéia central da teoria da educação de Novak, pode ser apresentada da seguinte forma:

*“A aprendizagem significativa subjaz à integração construtiva entre pensamento, sentimento e ação que conduz ao engrandecimento (empowerment) humano” (Novak, 1977) em (Moreira, 1981) apud (Moreira, 1999a, p.171).*

Outras proposições básicas que norteiam a sua teoria são: (Moreira, 2006a).

- 1) Todo evento educativo envolve cinco elementos: aprendiz, professor, conhecimento contexto e avaliação.
- 2) Pensamentos, sentimentos e ações estão interligados, positiva e negativamente.
- 3) A aprendizagem significativa requer: (a) disposição para aprender, (b) materiais potencialmente significativos, (c) algum conhecimento relevante.
- 4) O conhecimento humano é construído; a aprendizagem significativa subjaz a essa construção.
- 5) Significados são contextuais; a aprendizagem não implica, necessariamente, aquisição de significados “corretos” ou mesmo “aceitos por uma comunidade”.
- 6) Conhecimentos adquiridos por aprendizagem significativa são muito resistentes à mudança.
- 7) O ensino deve ser planejado de modo a facilitar a aprendizagem significativa e a ensejar experiências afetivas positivas.
- 8) A avaliação da aprendizagem deve procurar evidências de aprendizagem significativa.
- 9) Mapas conceituais podem ser instrumentos efetivos de avaliação da aprendizagem.

10) Mapas Conceituais podem ser representações válidas da estrutura conceitual / proposicional de conhecimento de um indivíduo (Moreira, 1999a, p. 171-172).

Mas, avaliar o quê? Como? Para quê?

Avaliar não como o objetivo de testar conhecimento e dar uma nota ao aluno, a fim de classificá-lo de alguma maneira, mas no sentido de obter evidências de aprendizagem significativa. Avaliar o que o aluno já sabe em termos de inferências sobre a estrutura cognitiva, isto é, como o aprendiz estrutura, hierarquiza, diferencia, relaciona, discrimina e / ou integra conceitos de uma determinada unidade de estudo, tópico ou disciplina. (Moreira, 1992, p.44)

De um modo geral, mapas conceituais, são diagramas indicando relações entre conceitos ou entre palavras que usamos para representar conceitos. São diagramas de significados, de relações significativas, de hierarquias conceituais, se for o caso. A construção de um mapa conceitual é feita utilizando-se figuras geométricas simples e tal construção está vinculada a determinadas regras, que listamos a seguir<sup>1</sup> (Moreira, 2006a, p.60).

1. Identificar os conceitos-chave, limitando-os a no mínimo 6 e no máximo 10.

Ordenar os conceitos, colocando o(s) mais inclusivo(s) na parte superior do mapa e, gradualmente, agregue os demais conceitos na parte inferior deste, até completar o diagrama de acordo com o princípio da diferenciação progressiva.

Conectar os conceitos com linhas e rotular essas linhas com uma ou mais palavras-chave que explicitem a relação entre os conceitos. Os conceitos e as

---

<sup>1</sup> Mapas conceituais não precisam necessariamente ter esse tipo de hierarquia, pois não há regras fixas para o traçado de mapas de conceitos

palavras-chave devem sugerir uma proposição que expresse o significado da relação. Evitar palavras-chave que apenas indiquem relações triviais entre conceitos.

2. Buscar relações horizontais e cruzadas.
3. Se desejar e for possível, agregar exemplos ao mapa, embaixo dos conceitos correspondentes.
4. Setas podem ser utilizadas para dar um sentido de direção a determinadas relações conceituais, mas não são obrigatórias.
5. Dois conceitos e uma palavra-chave formam uma proposição.

O mapeamento conceitual é uma técnica muito flexível e, em razão disso, pode ser usada em diversas situações, para diferentes finalidades: instrumento de análise curricular, técnica didática, recurso de aprendizagem e meio de avaliação (Moreira, 1988, p.88).

Como instrumento de avaliação da aprendizagem significativa, mapas conceituais podem ser usados para se obter uma visualização da organização conceitual que o aprendiz possui sobre um dado conhecimento. O mapa conceitual é, basicamente, uma técnica não tradicional de avaliação que busca informações sobre significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino, segundo o ponto de vista do aluno. (Moreira, 1988)

Desse modo, para Moreira (1992, p.13),

*“Se entendermos a estrutura cognitiva de um indivíduo em uma certa área de conhecimento, como o conteúdo e a organização conceitual de suas idéias nessa área, mapas conceituais podem ser usados como instrumentos para representar a estrutura cognitiva do aprendiz”.*

E ainda,

*“... os mapas conceituais serão úteis não só como auxiliares na determinação do conhecimento prévio do aluno, mas também para investigar mudanças na estrutura cognitiva durante (e depois) da instrução”.*

As razões até aqui apresentadas nos fizeram acreditar que os mapas conceituais poderiam contribuir para a avaliação da aprendizagem dos alunos em nível médio, nos conteúdos de Calorimetria, no contexto da escola em atuação como professor.

Mas, por que escolher os conceitos de Calorimetria?

O conteúdo de Calorimetria, é considerado de difícil compreensão por parte dos alunos do ensino médio, como revelam diversos estudos, como podemos ver a seguir.

*“... a Física Térmica é apontada por vários autores (Summers, 1983; Vasquez Diaz, 1987; Macedo de Burghi e Soussan, 1985,), como um dos tópicos do ensino médio mais difícil para o aluno, pois ele implica na aquisição de uma visão dos fenômenos em nível de partículas, sendo também necessária à ultrapassagem dos observáveis macroscópicos” (Silva et all, 1988) apud (Köhnlein e Peduzzi, 2002).*

Além disso, os alunos de nível médio fazem grandes confusões ao formular conceitos e interpretá-los em situações do dia-a-dia, nos quais são envolvidos fenômenos da Física Térmica.

*“Em geral o calor é entendido como algo contido em um corpo (sistema) em tanta quantidade a mais quanto mais quente está” (Diaz, 1987 apud Köhnlein e Peduzzi, 2002, p.26).*

*“O calor é geralmente associado a uma fonte ou a um estado, utiliza – se tanto o calor como a temperatura para designar um estado quente.” (Macedo e Soussan, 1986 apud Köhnlein e Peduzzi, 2002, p. 26).*

*“... interpreta-se também a temperatura como a medida da mistura de calor e frio dentro de um objeto” (Erickson, 1979 apud Köhnlein e Peduzzi, 2002, p.26).*

*“... a transmissão do calor através de uma barra metálica explica-se como acumulação deste em uma parte da barra que vai propagando-se como fluido ao outro extremo da mesma.” (Erickson, 1979; 1980 apud Köhnlein e Peduzzi, 2002, p.26)*

As mesmas evidências apontadas por essas pesquisas parecem ocorrer também no contexto da escola em que este mestrando atua, pois após o encerramento de um ano letivo é possível perceber que nossos alunos permanecem confundindo os conceitos mencionados anteriormente, não conseguem relacionar os conceitos da Calorimetria de modo a formar proposições relevantes sobre o tema, integrar conceitos básicos com os conceitos específicos, nem mesmo interpretar satisfatoriamente alguma situação cotidiana que envolva tais conceitos e, portanto, não adquirem a competência necessária para interpretar fenômenos térmicos adequadamente. Esse fato foi decisivo para a escolha do tópico deste estudo.

Acreditamos ser necessária a utilização de novas estratégias instrucionais que não apenas sirvam para avaliar a aprendizagem, mas também para promovê-la. Tais estratégias devem dar suporte aos professores no sentido de que possam para utilizá-las em sala de aula, seja como instrumento de avaliação, seja como estratégia de ensino. Desse modo, acreditamos ser possível construir uma proposta de ação profissional, que possa contribuir efetivamente, para a melhoria do ensino-aprendizagem de Física em Nível Médio.

## **4. METODOLOGIA**

O estudo foi realizado em uma escola da rede pública de ensino do Distrito Federal, o Centro Educacional 01 de Planaltina. Foram escolhidas, aleatoriamente, duas turmas: uma para aplicação do tratamento e a outra que se constituiu como grupo de controle, não sendo submetido ao tratamento.

### **4.1 O contexto**

O estudo foi realizado no Centro Educacional 01 em Planaltina-DF, com estudantes da 2ª série do Ensino Médio, nos 2º e 3º bimestres do ano 2006 com média de idade entre 15 e 16 anos.

As condições para realização do estudo foram satisfatórias, pois as salas apresentavam iluminação e ventilação adequadas ao bom desenvolvimento das aulas, a disponibilidade de tempo para as aulas foi considerada boa. Houve colaboração dos integrantes do corpo diretivo, do corpo docente e total interesse do corpo discente envolvido que se colocou como voluntário ativo e responsável no processo de tomada de dados; a maior parte dos materiais necessários à realização do estudo foi suficiente e de razoável qualidade.

As aulas tiveram duração de 90 minutos, pois os dois horários semanais dedicados à disciplina de Física foram colocadas no horário escolar de modo aglutinado, no mesmo dia da semana (às quartas-feiras).

### **4.2 O delineamento da pesquisa**

O estudo foi desenvolvido através de um delineamento experimental com dois grupos distintos, sendo um grupo experimental e outro de controle (Laville e Dione, 1999). Como as turmas foram formadas durante o período de matrículas e nenhum critério foi utilizado pela direção para a composição das mesmas, podemos considerar que tais grupos foram aleatoriamente distribuídos e, portanto, que os mesmos foram suficientemente homogêneos, visando demonstrar a existência de uma relação entre causa e efeito entre duas variáveis. Ao grupo experimental será aplicado o tratamento (utilização dos mapas conceituais sob uma abordagem ausubeliana) e o grupo de controle não terá a aplicação do tratamento.

### **4.3 Sobre as aulas**

Em situação de rotina, sem a aplicação do tratamento, os grupos tinham aulas expositivas acompanhadas de discussões sobre os conteúdos envolvidos e aulas expositivas acompanhadas de atividades experimentais e discussões sobre os conteúdos envolvidos.

A partir do 1º bimestre, as duas turmas: uma (2º A), constituindo o grupo experimental (36 alunos) e a outra (2º B), o grupo de controle (36 alunos), foram informados acerca do estudo e solicitados a participar, ao que atenderam prontamente. O estudo ocorreu a partir do 2º bimestre e prosseguiu até o final do 3º bimestre de 2006.

Na primeira aula aplicamos um teste prévio aos alunos de ambos os grupos com o objetivo de identificar eventuais concepções espontâneas sobre os conceitos da Calorimetria.

Na segunda aula, o professor (este mestrando) apresentou e explicou sobre a construção dos mapas conceituais aos alunos do grupo experimental (2° A). As explicações foram realizadas após a distribuição de um texto<sup>2</sup> (Anexo B) sobre mapas conceituais acompanhado de alguns exemplos. O texto esclarece alguns passos importantes a serem seguidos na construção de um mapa conceitual. Apesar deste texto não ter sido considerado complexo, vários alunos encontraram dificuldades em compreendê-lo. Foram esclarecidas todas as possíveis dúvidas sobre o texto e, em seguida, foram explicados e discutidos alguns mapas conceituais contidos neste mesmo texto. Quase ao final da aula, foi construído um 'protomapa conceitual', em interação com os alunos presentes, sobre o tema 'o gato', a título de exemplificação e prática para a construção de tais instrumentos.

A partir de então, as aulas se desenvolveram através de exposições orais acompanhadas de discussões e/ou atividades experimentais simples sobre os conteúdos da Calorimetria. As discussões e as apresentações de experimentos foram previamente planejadas e cuidadosamente conduzidas sob uma perspectiva ausubeliana, pois queríamos prover situações potencialmente facilitadoras da aprendizagem significativa dos conteúdos em Calorimetria.

Dentre as primeiras aulas foi solicitado, ao grupo experimental, a construção de um mapa conceitual sobre a combustão (tema de uma das aulas). O objetivo dessa aula foi o de avaliar a compreensão dos alunos sobre a construção dos mapas conceituais e, portanto, não se constituiu material para posterior apreciação e análise de dados.

---

<sup>2</sup> Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa, de autoria de Marco Antonio Moreira. Versão em português do artigo Mapas Conceptuales e Aprendizaje Significativo em Ciencias, do mesmo autor, publicado na Revista Chilena de Educación Científica, v. 4, n. 2, p. 38-44, 2005.

As atividades experimentais foram realizadas na própria sala de aula, nos mesmos dias letivos, sobre os mesmos conteúdos e para ambos os grupos. As principais atividades experimentais desenvolvidas durante as aulas foram: (1) a atividade das três bacias; (2) a dilatação de uma barra metálica; (3) os processos de propagação do calor e (4) o aquecimento da água líquida.

A descrição das atividades experimentais e das aulas expositivas foi colocada em um material de apoio ao docente, como um produto educacional (proposição) decorrente deste estudo, para posteriores análises e/ou aplicações no ensino da Calorimetria, com estudantes de Nível Médio. As demais aulas foram expositivas, acompanhadas de discussões e aplicações de avaliações ou da construção de mapas conceituais ao final da apresentação de um tópico importante do conteúdo tratado.

Ao final de cada uma das aulas foi aplicada uma avaliação parcial, sobre o tema correspondente, valendo de zero (0,0) a um (1,0) ponto. As principais foram: exercícios de verificação de aprendizagem, relatórios experimentais, testes escritos individuais e construção de mapas conceituais.

Ao final de cada bimestre foi aplicada uma avaliação bimestral com questões que envolviam os conceitos da Calorimetria estudados.

#### **4.4 A coleta de dados**

A coleta dos dados foi planejada de modo a assegurar: (1) a aplicação de testes prévios (Apêndice I), no início do estudo, para identificar possíveis concepções alternativas que os alunos traziam, a respeito dos conceitos da Calorimetria; e (2) a aplicação de pós-testes (Apêndice II), no final do estudo, para

analisar comparativamente as concepções prévias dos alunos com aquelas adquiridas e/ou modificadas ao longo do estudo; (3) a construção de mapas conceituais sobre os conceitos da Calorimetria, pelos alunos do grupo experimental, no início, durante e após o tratamento, para analisar a eficácia dos mesmos como instrumento de promoção e avaliação da aprendizagem significativa (Anexo A – mapas conceituais construídos por todos os alunos); (4) a aplicação de provas bimestrais, cujos resultados sejam também objetos de análise comparativa entre o grupo experimental e o de controle; (Apêndices III, IV e V); (5) o preenchimento, pelo professor, de um “diário de bordo”, imediatamente após cada aula, para registrar os eventos mais importantes ocorridos durante as aulas com a função de dar suporte à análise e interpretação dos dados colhidos no estudo e (6) o preenchimento de um questionário de opinião pelos alunos do grupo experimental, sobre a utilização dos mapas conceituais (Apêndice VI).

Portanto, os procedimentos e instrumentos metodológicos utilizados neste estudo foram: (a) construção de mapas conceituais durante o desenvolvimento do estudo; (b) avaliações do aprendizado através de pré e pós-teste, de provas e dos mapas conceituais construídos; (c) registro dos eventos importantes ocorridos durante as aulas (o diário de bordo) e (d) questionário de opinião.

Com base nos objetivos propostos e no delineamento deste estudo, foram desenvolvidos os seguintes procedimentos de coleta:

#### **4.4.1) Testes**

O teste prévio constou de 10 questões objetivas de múltipla escolha. Sete destas questões do pré-teste foram formuladas por este mestrando, e as demais

foram extraídas e adaptadas, de: *Física 2 – física térmica e óptica*, (GREF, 1991, p. 75); *Curso de Física, v.2* (Máximo e Alvarenga, 1997, p.627) e *Fundamentos da Física, v.2* (Ramalho, *et al.*, 1993, p. 142).

Os testes foram constituídos por questões de múltipla escolha, envolvendo questões sobre os conceitos de calor, temperatura e energia térmica. Algumas questões foram extraídas da literatura existente tal como já citado na secção 4.3 deste capítulo, enquanto outras foram construídas para estes testes.

Foram aplicados dois testes: O teste 1 (ou pré-teste), constituído por 10 questões, foi aplicado no início do 2º bimestre letivo de 2006 aos grupos experimental e de controle. O teste 2 (pós-teste), foi constituído pelas mesmas questões do teste 1 e aplicado no final do 3º bimestre letivo de 2006, aos mesmos estudantes, após o desenvolvimento do estudo sobre a Calorimetria.

#### **4.4.2) Avaliações Parciais**

Conforme as Diretrizes Gerais da Avaliação para as Escolas Públicas do Distrito Federal, os estudantes devem ser avaliados continuamente ao longo dos bimestres letivos, de tal modo que o professor possa considerar os aspectos afetivo, cognitivo e psicomotor por meio de avaliações parciais e de uma avaliação escrita individual. Percentualmente, as avaliações parciais, devem corresponder a 50% do total de pontos que o aluno poderá obter. Tais avaliações podem ser referentes ao desempenho em trabalhos de pesquisa bibliográfica (individuais ou coletivos), assiduidade, participação (nas atividades em sala de aula, em eventos escolares como: exposições, visitas a museus, feiras de ciências, etc), relatórios (experimentais e de observação) e, também, podem avaliar o grau de

responsabilidade, o nível de interesse e/ou motivação pelas atividades escolares, criatividade, etc. Os demais 50% do total de pontos da nota bimestral correspondem à avaliação escrita individual (prova) no final de cada período bimestral.

As avaliações parciais desenvolvidas com os estudantes (de ambos os grupos) no 2º bimestre letivo, constaram de 2 exercícios de verificação da aprendizagem (individuais), 1 exercício de verificação de aprendizagem (em grupos com até 3 alunos), 1 relatório das atividades experimentais (com grupos com até 5 alunos) e a assiduidade de cada estudante. Cada avaliação aplicada teve pontuação variando de 0,0 (zero) a 1,0 (um) ponto.

No terceiro bimestre letivo de 2006, os mesmos estudantes foram igualmente avaliados, antes da prova bimestral, através dos seguintes instrumentos: 3 exercícios de verificação de aprendizagem (individuais) e 1 relatório das atividades experimentais (em grupos com até 4 alunos), com pontuação variando de 0,0 (zero) a 1,0 (um).

#### **4.4.3) Avaliações Bimestrais**

No final de cada período bimestral letivo de 2006, foi aplicada uma prova. Estas provas foram aplicadas para cada grupo, no final do 2º e 3º bimestres letivos de 2006, contendo cinco questões, com pontuação de 0,0 (zero) a 1,0 (um) por questão. Todos os alunos fizeram a prova, mas foram considerados, para efeito da análise dos dados, apenas 17 alunos do grupo de controle e 19 alunos do grupo experimental, porque este foi o número de alunos que participaram de todas as outras modalidades de avaliação, cujos resultados foram analisados comparativamente.

As provas aplicadas no 2º bimestre (Apêndice III) foram idênticas para ambos os grupos e apresentavam duas questões sobre a combustão (questões 1 e 2), que poderiam exigir resolução numérica e três questões discursivas (questões 3, 4 e 5) que demandavam conhecimentos conceituais relativos à combustão, processos de transmissão do calor, dilatação e equilíbrio térmico.

A prova referente ao 3º bimestre (Apêndices IV e V) foi aplicada em duas versões diferentes aos grupos. As diferenças ocorreram apenas na questão objetiva (questão 1), onde substituímos os termos que tornavam falsas as afirmações por outros que as tornavam verdadeiras e vice-versa. Essa prova continha cinco questões assim distribuídas: uma questão objetiva de itens corretos ou incorretos (questão 1), duas questões discursivas (questões 2 e 3) e duas questões que exigiam resolução numérica e utilização de expressões matemáticas (questões 4 e 5). Os itens da primeira questão versavam sobre os processos de propagação do calor, bem como as duas questões discursivas. As questões “de resolução numérica” referiam-se, respectivamente à, determinação da quantidade de calor (envolvendo mudança de fase) e da temperatura de equilíbrio térmico (que envolviam as expressões básicas da Calorimetria). Esta avaliação apresentou nota variando de 0,0 (zero) a 5,0 (cinco) pontos, conforme as Diretrizes de Avaliação, da Secretaria de Educação do Distrito Federal, vigentes naquele período.

As provas do 2º bimestre letivo, foram constituídas por 5 questões, sendo 3 dissertativas, 1 objetiva de múltipla escolha solicitando a apresentação da justificativa da resposta, e 1 com quatro perguntas convencionais sobre a formulação dos conceitos apresentados e discutidos em sala de aula, durante o bimestre.

As provas referentes ao 3º bimestre letivo, continham 5 questões, sendo 1 objetiva com dupla escolha (tipo certo ou errado), 2 descritivas e 2 envolvendo a resolução numérica, utilizando as expressões relativas à Calorimetria.

#### **4.4.4) Mapas conceituais**

Principal instrumento para a coleta de dados, a construção de mapas conceituais, (Anexo A) foi aplicada, como tratamento, apenas aos estudantes do grupo experimental, por meio do processo descrito a seguir.

Algumas aulas do primeiro bimestre letivo foram utilizadas para apresentar e explicar o objetivo da construção dos mapas conceituais, aos alunos da turma experimental. Ao final de uma dessas aulas, o professor (este mestrando) distribuiu um texto sobre mapas conceituais para que os alunos o lessem em casa e na aula seguinte fossem discutidos e esclarecidos os pontos que tivessem gerado dúvidas. Na aula seguinte, foram tiradas as dúvidas sobre o texto, bem como apresentados e comentados alguns exemplos de mapas conceituais extraídos de alguns artigos científicos.

Após estas aulas solicitamos dos alunos que construíssem coletivamente um mapa conceitual sobre um tema escolhido pelos mesmos. Esta atividade levantou alguns pontos importantes que levou a turma a perceber a necessidade de construir mapas individualmente e não mais em grupos ou coletivamente.

O passo seguinte foi a construção, pelo professor, de um mapa conceitual de referência (Apêndice VII) que servisse, posteriormente, como balizador na avaliação dos mapas conceituais construídos pelos alunos ao longo do curso.

Em seguida, aos estudantes do grupo experimental, foi aplicado o tratamento, cujo desenvolvimento ocorreu da seguinte forma:

1º) Construção de mapa conceitual sobre o tema 'Combustão' nas primeiras aulas do 2º bimestre letivo, com o objetivo de identificar o grau de conhecimento que os alunos haviam adquirido com a construção dos mapas conceituais.

2º) Após a apresentação dos temas: conceitos fundamentais da Calorimetria (calor, temperatura, calor específico, capacidade térmica, quantidade de calor) solicitamos dos estudantes a construção de mapas conceituais envolvendo os tais conceitos e o de combustão, tendo como tema 'Calorimetria'.

3º) Depois da aula sobre os processos de propagação do calor, solicitamos dos alunos a construção de mapas conceituais com o mesmo tema mas, agora, envolvendo os conceitos anteriores e os conceitos e proposições relacionadas aos processos de transmissão do calor.

4º) Após o ensino dos demais tópicos (efeitos das trocas de calor: variação da temperatura, dilatação térmica, e mudança de fase), solicitamos dos alunos a confecção do último mapa conceitual.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1) Sobre os mapas conceituais

O trabalho com os mapas conceituais foi desenvolvido, como já foi dito, em três etapas:

1ª) Elaboração de um mapa conceitual de referência sobre o tópico escolhido (Apêndice VII);

2ª) Aplicação do tratamento; após uma exploração inicial sobre o conhecimento prévio dos alunos e de uma orientação sobre a construção dos mapas conceituais, foram desenvolvidas as aulas referentes ao conteúdo de Calorimetria e solicitado dos alunos a construção de mapas conceituais em três momentos: no início, durante e no final do tratamento;

3ª) Análise dos mapas conceituais; realizamos uma análise comparativa da progressão dos mapas conceituais construídos pelos estudantes nos três momentos solicitados (Anexo A), estabelecendo critérios para a avaliação e categorizamos os mapas após análise qualitativa.

Quanto à escolha dos critérios de avaliação, elaboramos uma ficha (Apêndice VIII) contendo informações de referência sobre a estrutura do mapa conceitual, a hierarquia conceitual, as relações apresentadas entre os conceitos, à formação de proposições entre os conceitos, a integração conceitual e a diferenciação progressiva entre os conceitos.

A estrutura dos mapas conceituais foi avaliada segundo as características descritas por Moreira (2006, p. 55-60), com o intuito de garantir que estávamos tratando com esse instrumento tal como ele foi proposto.

Observamos a hierarquia conceitual apresentada nos mapas com o objetivo de identificar se o estudante era capaz de distinguir os conceitos mais inclusivos daqueles subordinados até os conceitos com alto grau de especificidade. Poderíamos dessa maneira, inferir o grau de significação dos conceitos para os alunos.

Com o propósito de identificar as evidências de aprendizagem quanto à estrutura conceitual dos estudantes, buscamos analisar aspectos relevantes dos mapas, tais como as relações entre conceitos apresentadas e a formação de proposições no estabelecimento destas relações.

Ainda como critério de avaliação dos mapas, analisamos se a aprendizagem ali evidenciada apresentava aspectos de aprendizagem significativa ou de aprendizagem mecânica. Para obter os indicativos para tal análise, procuramos identificar nos mapas a presença de dois princípios ausubelianos nos mapas conceituais construídos pelos alunos: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

Após a análise dos mapas conceituais construídos pelos estudantes os categorizamos em quatro níveis:

Nível 1) mapas que evidenciaram a ocorrência de aprendizagem significativa.

Nível 2) mapas que apresentaram relativa evidência de aprendizagem significativa.

Nível 3) mapas que não evidenciaram a ocorrência de aprendizagem significativa (ou que configuraram aprendizagem mecânica de conceitos).

Nível 4) diagramas que não apresentaram estrutura de mapas conceituais.

Os resultados dessa categorização estão sintetizados na tabela abaixo.

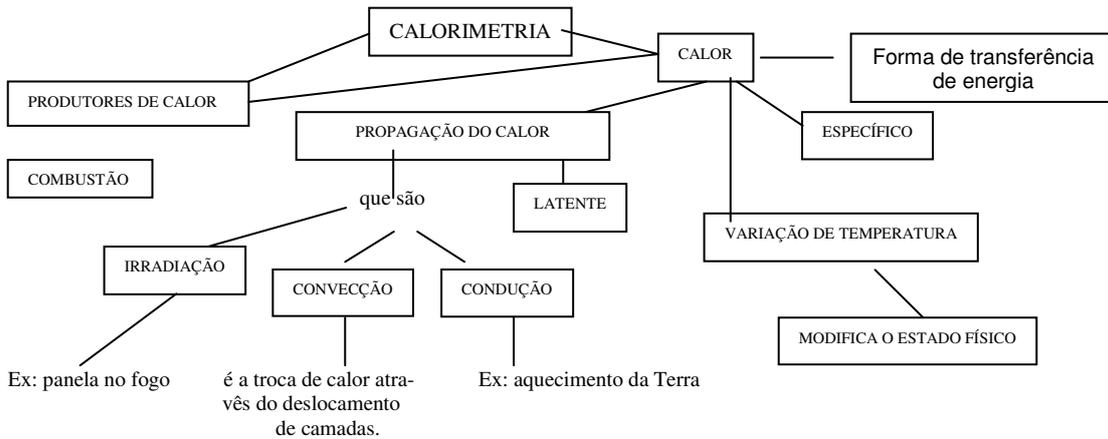
Tabela 1 – Sobre os Mapas Conceituais construídos pelos estudantes por categoria.

Níveis	N1	N2	N3	N4	TOTAL
N° de estudantes	03	05	08	06	22

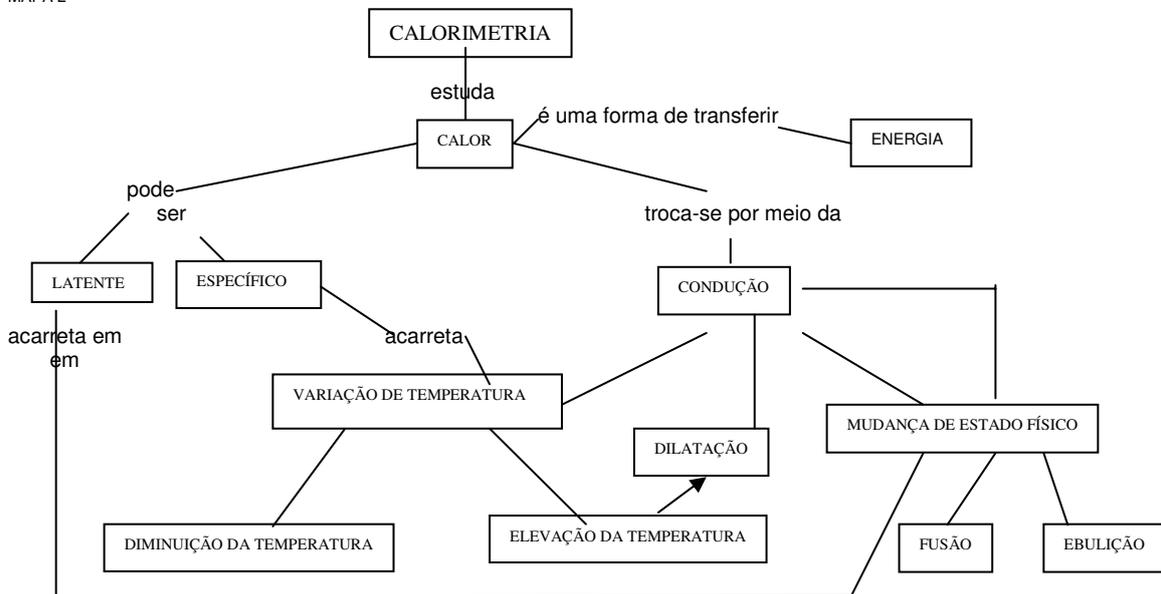
Para ilustrar com detalhes a análise efetuada com os mapas, apresentamos a seguir três exemplos.

As figuras 2, 3 e 4 consistem, cada uma delas, de um conjunto dos três mapas conceituais construídos por três alunos, em três momentos distintos: no início no meio e no final do tratamento e são exemplos de desenvolvimento de aprendizagem significativa, de uma aprendizagem significativa relativa e de nenhuma aprendizagem significativa, respectivamente.

MAPA 1



MAPA 2



MAPA 3

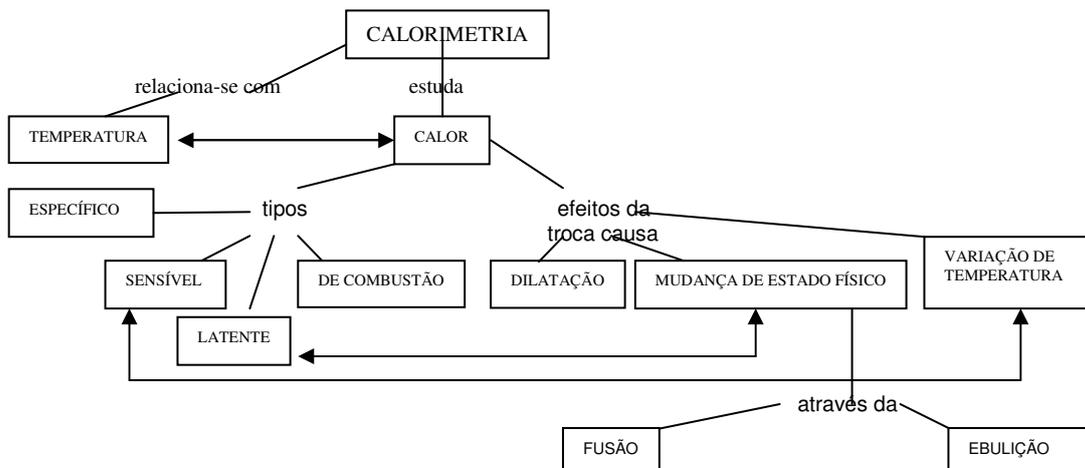


Figura 1 - Mapas conceituais de aluno, cujas características evidenciam aprendizagem significativa, ao longo de três momentos distintos do estudo.

A seqüência de mapas da figura 1 evidencia que este(a) aluno(a) desenvolveu satisfatoriamente a estrutura do mapeamento conceitual e demonstrou aprendizagem significativa dos conceitos de Calorimetria, pela evolução conceitual explicitada.

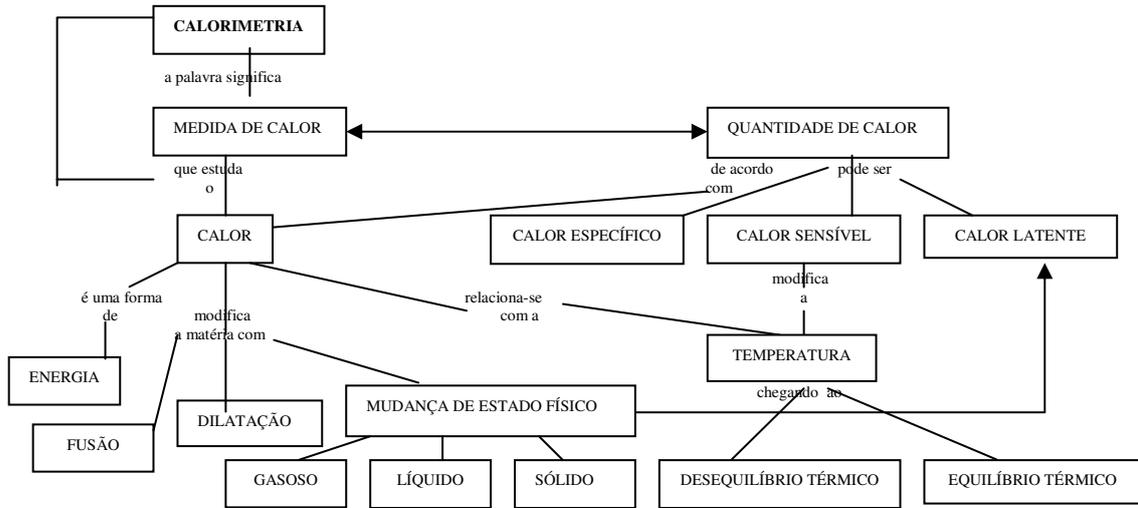
No primeiro momento de construção (mapa 1), seu mapa conceitual se apresenta como um organograma simples, pois há poucas palavras-chave indicando relações entre conceitos e não existe uma hierarquia conceitual mínima estabelecida, isto é, existem conceitos mais inclusivos (por ex: variação de temperatura) situados em posições inferiores na estrutura do mapa e outros em posições hierárquicas que confundem a compreensão de subordinação entre os conceitos; é o caso dos conceitos de calor específico e calor latente.

A segunda construção (mapa 2), apresenta maior número de relações entre conceitos, parte do mapa apresenta hierarquia conceitual razoável pois vê-se os conceitos de calor e energia como mais inclusivos, alguns conceitos como calor latente e calor específico com mesmo grau de subordinação aos conceitos mais inclusivos e há formação de duas relações conceituais cruzadas entre calor latente e mudança de fase, bem como elevação da temperatura com a dilatação evidenciando a formação de proposições. Embora estas características tenham evidenciado melhoria na estrutura do mapa conceitual, ainda apresenta alguns problemas, pois não se verifica a presença de palavras de ligação entre vários conceitos e o posicionamento de conceitos mais inclusivos (como o de variação de temperatura) em graus hierárquicos inferiores.

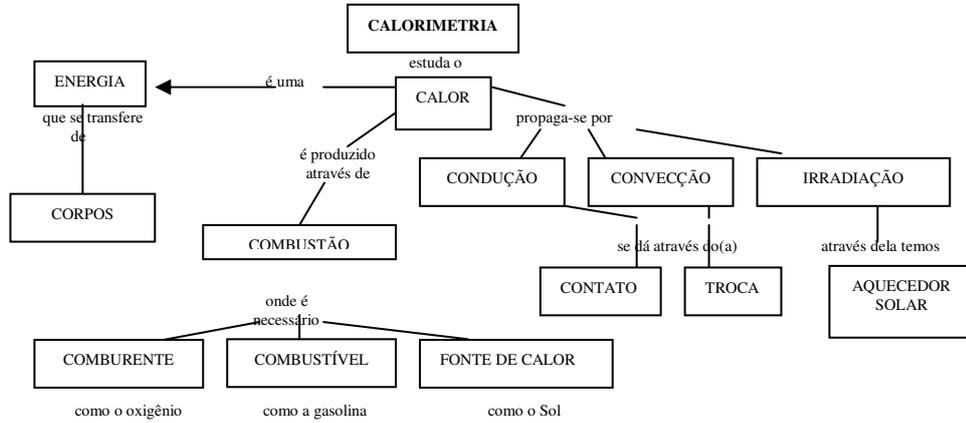
Seu último, e mais inclusivo mapa (mapa 3), evidencia o estabelecimento da estrutura do mapeamento conceitual ao apresentar palavras significativas de ligação; conceitos, em parte, hierarquicamente organizados (conceitos de calor e

temperatura próximo ao topo) e já se percebe uma diferenciação progressiva entre os conceitos, com relação àqueles apresentados nos mapas anteriores. Acreditamos, portanto, que esta seqüência de mapas conceituais evidencia a ocorrência de aprendizagem significativa de conceitos de Calorimetria, por parte do(a) aluno(a) que os construiu.

MAPA 1



MAPA 2



MAPA 3

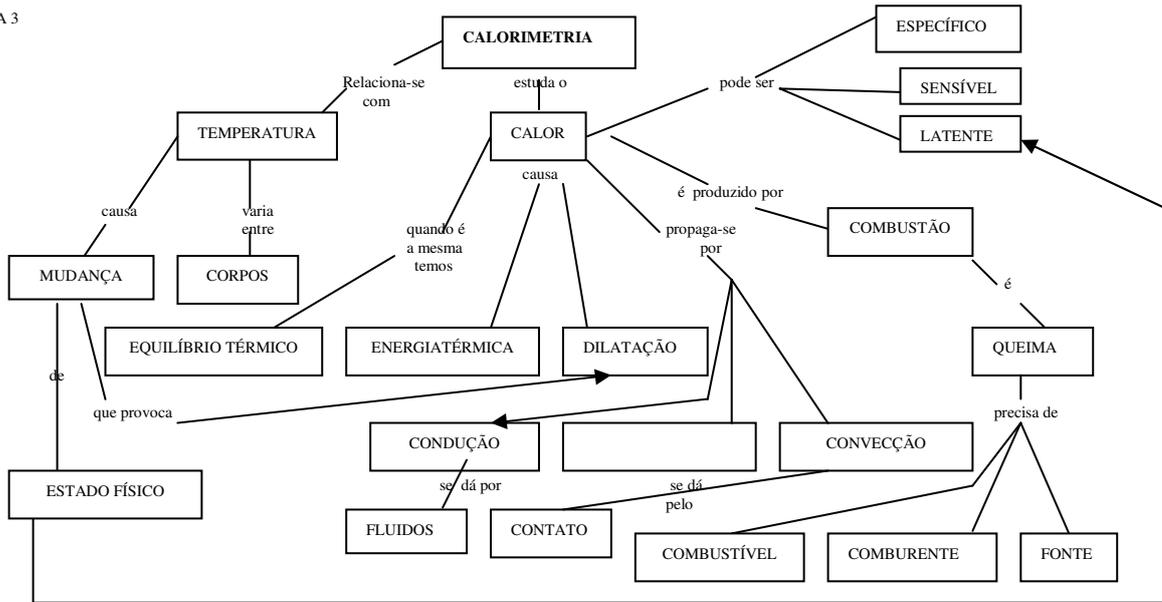


Figura 2. Mapas conceituais de aluno, cujas características evidenciaram uma relativa aprendizagem significativa ao longo de três momentos distintos do estudo.

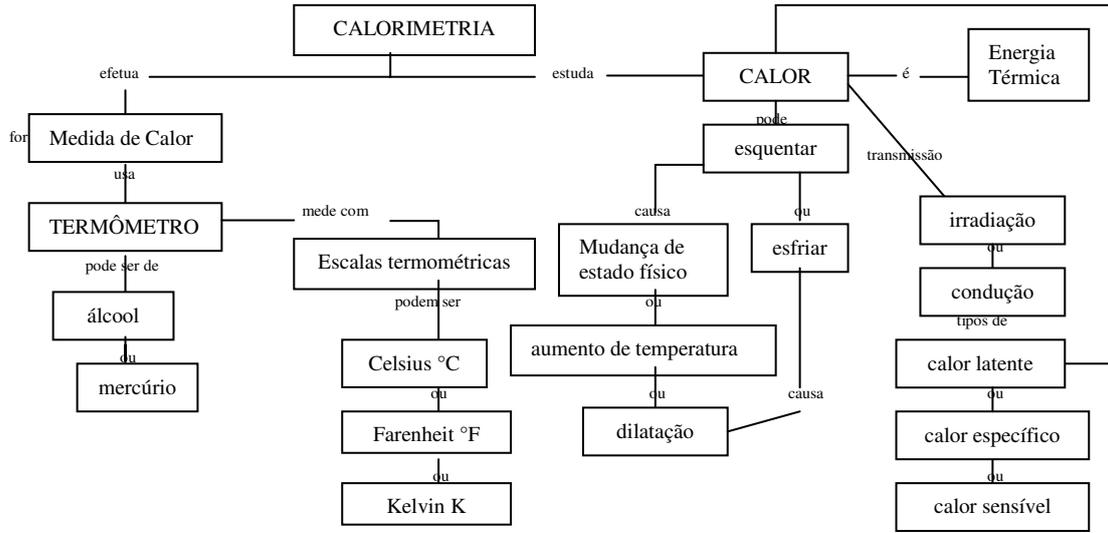
A seqüência de mapas da figura 2 revela indícios de um nível razoável de aprendizagem significativa por parte do aluno(a) que os construiu.

O primeiro mapa apresenta fragmentação de conceitos em sua estrutura (por exemplo: calorimetria - que estuda o calor - é uma forma de energia). Entretanto, há presença de várias relações entre conceitos indicando a formação de proposições que os envolve (por exemplo, o calor relaciona-se com a temperatura), nos propondo a idéia de que esses conceitos não estão isolados um do outro.

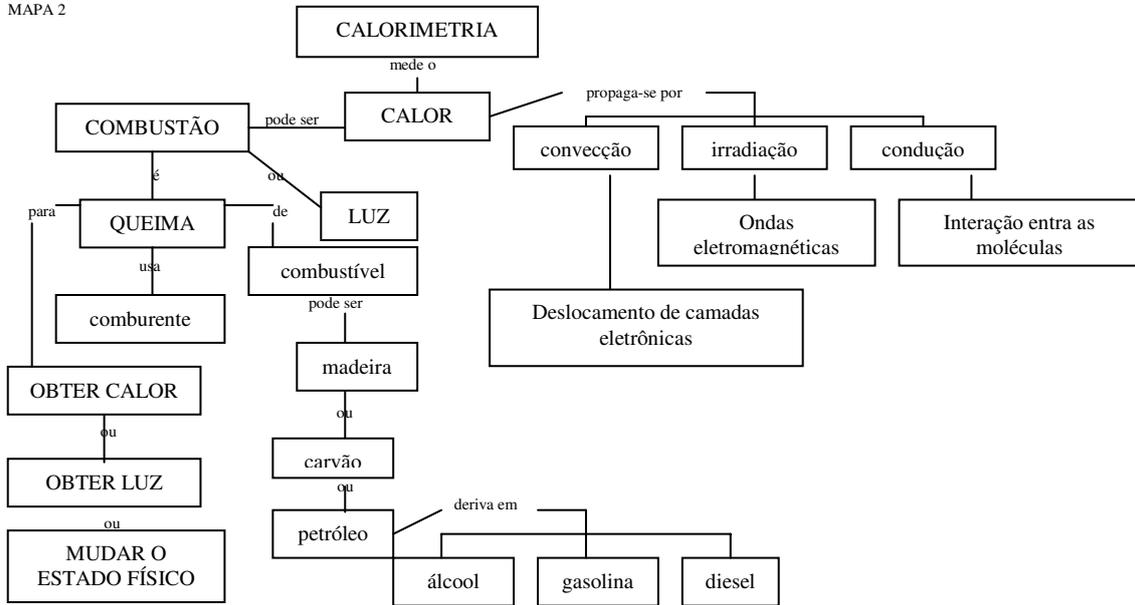
O segundo mapa possui uma boa estrutura de mapeamento conceitual porque existe maior número de termos ligantes entre os conceitos e nota-se uma hierarquia conceitual, ainda incipiente, sendo desenvolvida (é o caso dos conceitos de calor e energia no topo do mapa e conceitos de condução, convecção e irradiação logo abaixo, indicando subordinação aos conceitos mais inclusivos) e algumas palavras de ligação entre conceitos com significados importantes, que estabelecem novas relações entre os mesmos (por ex: calor propaga-se por condução, convecção e irradiação).

O último mapa, entretanto, apresenta uma hierarquia conceitual confusa (exemplo: os conceitos de calor específico, calor sensível e calor latente) e não apresenta conceitos com menor grau de subordinação, que auxiliem na compreensão dos conceitos mais inclusivos.

MAPA 1



MAPA 2



MAPA 3

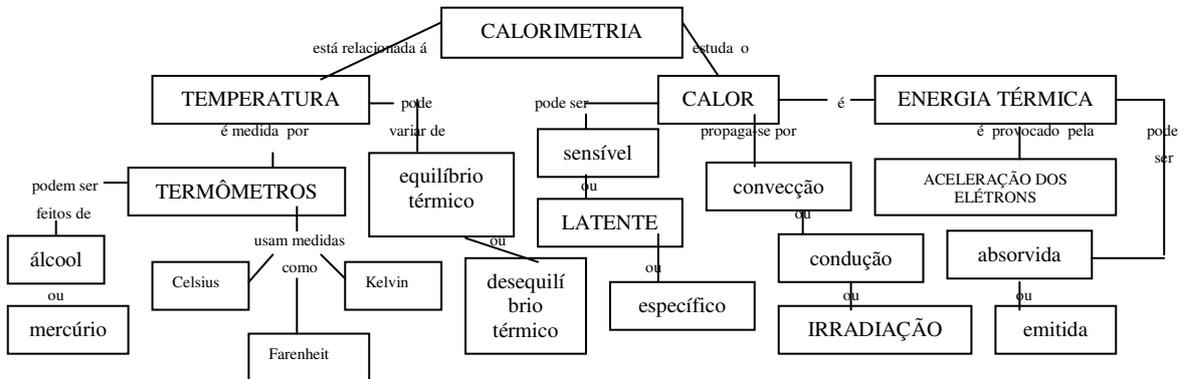


Figura 3 – Mapas conceituais de aluno cujas características indicam uma aprendizagem mecânica dos conceitos da Calorimetria, em três momentos diferentes do estudo.

Na seqüência de mapas da figura 3 percebemos muitas fragilidades em termos de mapeamento, tais como palavras de ligação incipientes (por ex: 'que são', 'que é o', 'ou') as quais não levam ao estabelecimento de proposições significativas, descrição de conceitos, ao invés da explicitação do conceito, praticamente nenhuma hierarquia conceitual adequada. Percebemos indícios de diferenciação progressiva dos conceitos quando comparamos com os mapas anteriores.

Face ao exposto no parágrafo anterior, a seqüência de mapas conceituais construídos por este(a) estudante é melhor caracterizada por aprendizagem mecânica de conceitos.

Um fato importante a se considerar, é o de que o estudo com os mapas conceituais ocupou apenas uma parte do ano letivo (quatro meses). Acreditamos que se o estudo abarcasse um período maior, provavelmente proporcionaria resultados mais expressivos em relação à aprendizagem significativa dos alunos.

Face aos resultados apresentados na Tabela 1 (ver página 51) poder-se-ia dizer que ocorreram algumas evidências de aprendizagem significativa dos conceitos de Calorimetria; porém, é necessário lembrar que a constatação da ocorrência da aprendizagem é uma tarefa complexa e abrangente e alguns fatos relevantes a respeito do processo de construção desses mapas conceituais, devem ser esclarecidos.

Em primeiro lugar, temos que fazer a distinção entre o 'medir' e o 'avaliar' a aprendizagem. Entendemos aqui que a avaliação (ou constatação) da aprendizagem tem a finalidade de monitorar a aprendizagem dos alunos, a fim de determinar até que ponto os vários objetivos (competências e habilidades) estão sendo alcançados; avaliar implica emitir juízo de valor. Para isso, freqüentemente é necessário fazer o uso da medida para aferir os resultados da aprendizagem; e aí entramos no campo

dos testes e das provas, as quais devem satisfazer critérios de validade, fidedignidade, exeqüibilidade, representatividade (Ausubel, 1980) *apud* (Moreira, 1999b, p.58). Entretanto, essa ótica de avaliação contém uma abordagem compartimentalista que não cabe, quando interpretamos uma aprendizagem construtivista, uma aprendizagem progressiva e contínua, com novo enfoque em termos processuais. Portanto, não faz sentido tentar avaliar a aprendizagem significativa apenas à luz de medidas numéricas, pois, embora seja legítimo do ponto de vista prático, não o é, do ponto de vista teórico (Ausubel,1980. Id., p.58).

Em uma situação de avaliação da aprendizagem significativa, há que se considerar as novas concepções, os novos significados de uma dada concepção, de um dado conceito, os quais ocorrem de forma progressiva e evolutiva e não substantiva, na estrutura cognitiva do estudante. Devemos enfatizar a importância da evolução conceitual no contexto da aprendizagem significativa. E essa evolução conceitual dar-se-á quando o estudante for capaz de discriminar os 'significados adequados' e utilizá-los na situação em que o contexto lhe propuser (Moreira, 1999a).

Sob essa perspectiva, podemos afirmar que alguns estudantes da turma experimental apresentaram evidências de aprendizagem significativa, tal como segue:

- a) Três alunos construíram uma seqüência de mapas na qual identificamos o desenvolvimento de uma estrutura conceitual capaz de revelar a presença da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa através da construção de relações (em alguns casos, relações cruzadas) e proposições significativas entre os conceitos da Calorimetria.

- b) As seqüências de mapas de cinco estudantes evidenciaram a ocorrência de uma aprendizagem significativa relativa e reforçaram a idéia ausubeliana de que a aprendizagem significativa ocorre de forma progressiva, evolutiva e não substantiva. Nos parece que, nas seqüências de mapas construídos por esses alunos o processo de aprendizagem significativa poderia estar se estabelecendo durante o tempo que durou o tratamento e o que foi explicitado através dos mesmos demonstra certos equívocos conceituais. Vale ressaltar que a disponibilidade de tempo para prosseguir com a construção dos mapas conceituais era bastante limitada e, portanto, isso deve ter interferido substancialmente no processo de desenvolvimento da aprendizagem significativa.
- c) A resistência de alguns alunos para se engajar no processo de aprendizagem significativamente.

## **5.2) Sobre os testes**

No início do 2º bimestre letivo de 2006 o grupo experimental tinha um total de 36 alunos e o grupo de controle tinha 23 alunos. Desses 36 alunos do grupo experimental, 34 fizeram os testes (pré e pós-teste). Dos 34 alunos que fizeram os testes, apenas 22 deles participaram da elaboração dos três mapas conceituais. No mesmo período letivo, no grupo de controle havia 19 alunos que fizeram os testes contendo as mesmas questões do grupo experimental.

Os testes foram constituídos por 10 questões objetivas de múltipla escolha, com cinco possíveis alternativas para uma única resposta. As questões envolviam situações do cotidiano que exigiam dos estudantes, interpretações e relações com

conceitos de Calorimetria. Algumas delas foram elaboradas pelo próprio professor (mestrando) e outras foram extraídas de alguns livros de Física conhecidos no meio escolar e referenciadas neste estudo.

A data na qual o pré-teste seria aplicado foi comunicada anteriormente aos dois grupos. No dia da aplicação do pré-teste, o professor solicitou aos alunos que procurassem resolver as questões com a maior atenção e responsabilidade possível (no que foi atendido). Após a aplicação dos pré-testes o professor os corrigiu (não divulgando os resultados), procurando identificar as concepções prévias dos alunos relativas à Calorimetria, para subsidiar o desenvolvimento das aulas a partir daquilo que o aluno já sabia (o seu conhecimento prévio), conforme preconiza a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel.

A data do pós-teste, aplicado no final do curso, também foi previamente informada a ambos os grupos. Foi solicitado aos alunos que tentassem resolver as questões com muita atenção e o maior interesse possível, de modo que os resultados dos testes não fossem falseados por causa de 'colas' e 'marcação aleatória'. As questões do pós-teste foram as mesmas do pré-teste.

Os testes apresentavam questões cujos tópicos foram assim distribuídos: uma questão sobre a produção de calor através do atrito (questão 1), duas sobre a transferência de calor e sensações térmicas (questões 2 e 9), três sobre os processos de propagação do calor (questões 3, 5 e 10), uma sobre mudança de fase (questão 4), duas sobre a absorção / emissão de calor (questões 6 e 7) e uma sobre os conceitos de temperatura e calor (questão 8).

Após a aplicação dos testes a ambos os grupos, foram obtidos resultados apresentados nas tabelas abaixo.

Tabela 2 – Distribuição de freqüências por questão no pré-teste para o grupo de controle.

Questões	Alternativa					Percentual de acertos
	A	B	C	D	E	
1	02	03	03	08*	01	47,05%
2	01	04*	04	05	03	23,52%
3	07	02*	04	—	04	11,76%
4	05	04*	02	03	03	23,52%
5	08*	06	01	01	01	47,05%
6	04*	08	03	02	—	23,52%
7	01	07*	04	03	02	41,17%
8	02	08	05	—	02*	11,76%
9	04	06	01	01	05*	29,41%
10	02	06*	05	02	01	35,29%

(\*) Resposta correta

Tabela 3 – Distribuição de freqüências por questão no pós-teste para o grupo de controle.

Questões	Alternativa					Percentual de acertos	Variação por questão
	A	B	C	D	E		
1	—	02	06	07*	03	41,17%	- 1
2	03	03*	02	05	05	17,64%	- 1
3	11	05*	—	—	02	29,41%	+ 3
4	06	07*	02	01	02	41,17%	+ 3
5	09*	04	03	02	—	52,94%	+ 1
6	10*	03	01	02	02	56,82%	+ 6
7	01	11*	04	—	02	64,70%	+ 4
8	—	08	08	—	02*	11,76%	0
9	03	04	05	02	04*	23,52%	- 1
10	01	16*	01	—	—	94,71%	+ 10
<b>Variação média por questão</b>							<b>+ 2,4</b>

(\*) Resposta correta

Tabela 4 – Distribuição de freqüências por questão no pré-teste para o grupo experimental.

Questões	Alternativa					Percentual de acertos
	A	B	C	D	E	
1	04	01	06	10*	—	47,61%
2	03	05*	04	03	06	23,80%
3	11	03*	04	—	03	14,28%
4	10	05*	03	02	01	23,80%
5	03*	10	06	02	—	14,28%
6	07*	09	01	04	—	33,33%
7	01	14*	06	—	—	66,66%
8	02	05	11	01	02*	9,52%
9	07	05	01	—	08*	38,09%
10	—	10*	08	—	03	47,61%

(\*) Resposta correta

Tabela 5 – Distribuição de frequências por questão no pós-teste para o grupo experimental.

Questões	Alternativa					Percentual de acertos	Variação por questão
	A	B	C	D	E		
1	01	01	05	12*	02	57,14%	+ 2
2	02	05*	04	01	09	23,80%	0
3	02	16*	02	—	01	76,19%	+ 13
4	03	13*	02	01	02	61,90%	+ 8
5	08*	04	07	02	—	38,09%	+ 5
6	14*	06	01	—	—	66,66%	+ 7
7	—	18*	02	01	—	85,71%	+ 4
8	—	10	03	02	06*	28,57%	+ 4
9	01	06	03	—	11*	52,38%	+ 3
10	—	19*	01	—	01	90,47%	+ 9
<b>Variação média por questão</b>							<b>+ 5,1</b>

(\*) Resposta correta

A partir dos dados apresentados nas tabelas anteriores, relativas aos alunos que fizeram ambos os testes, em ambas as turmas, obtivemos os seguintes resultados:

- 1) A média percentual de acertos do pré-teste foi de 29,4% e do pós-teste foi de 43,38% para os alunos do grupo de controle enquanto a média percentual de acertos do pré-teste para o pós-teste no grupo experimental passou de 31,90% para 58,09%. Ocorreu então, um aumento de 26,19% na média percentual de acertos nos testes aplicados ao grupo experimental e de 13,98% no grupo de controle, como indicado nas tabelas.
- 2) O grupo de controle obteve variação média de + 2,4 por questão e o grupo experimental uma variação média de + 5,1 por questão, isto é, no pós-teste o grupo experimental obteve praticamente o dobro de acertos por questão, comparado ao número de acertos por questão do grupo de controle.
- 3) Em quatro questões (questões 3, 4, 6 e 10) ocorreu um aumento significativo nos acertos do grupo experimental; entretanto, o índice ficou abaixo de 50%

de acertos em cinco questões (questões 1, 2, 7 e 9). O grupo de controle apresentou um índice abaixo de 50% de acertos no pós-teste em seis tópicos. Apenas em duas questões (questões 6 e 10), o grupo de controle teve um aumento significativo de acertos, o que pode ser resultante do fato de que este grupo, ao não desenvolver a construção de mapas conceituais, continuou a apresentando uma aprendizagem mecânica que não proporcionou um aumento de acertos nas demais questões.

- 4) Os tópicos da Calorimetria que tiveram o maior número de acertos no pós-teste, tanto no grupo experimental quanto no grupo de controle, foram os de processos de propagação do calor e absorção / emissão do calor (questões 10 e 6, respectivamente)
- 5) A questão 2 (sobre transferência de calor entre corpos) foi a única onde o grupo experimental não conseguiu aumentar o número de acertos. Já o grupo de controle reduziu o número de acertos nas questões de calor por atrito, transferência de calor entre corpos e sensações térmicas. Talvez este fato se explique devido os alunos encontrarem dificuldade para interpretar fenômenos térmicos, cujas explicações ultrapassam as observações macroscópicas e necessitem de uma interpretação microscópica para sua compreensão.

Analisando a evolução apresentada pelos alunos do grupo experimental na interpretação das questões dos testes identificamos alguns pontos relevantes, os quais serão comentados a seguir.

Na questão 3, quando perguntados sobre que tipo de recipiente mantém a água gelada por mais tempo, a maioria dos alunos (52,38%) respondeu, no pré-teste, que utilizaria um copo de metal. No pós-teste, a maioria dos alunos (76,19%) modificou a resposta dizendo corretamente que utilizaria um copo de vidro para

mantê-la gelada por mais tempo. Isso nos sugere que houve aprendizagem por parte desses alunos, relativa aos conceitos de condutibilidade térmica e transferência de calor.

Ao serem questionados sobre o que ocorre com a temperatura e a quantidade de calor absorvida por um pedaço de gelo durante o seu derretimento (fusão do gelo), aproximadamente a metade dos alunos (47,61%) respondeu, no pré-teste, que a temperatura e a quantidade de calor absorvida aumentam. Ao responder a mesma questão no pós-teste, 61,90% dos alunos respondeu corretamente que a temperatura permanece constante e a quantidade de calor absorvida aumenta. Isso nos faz acreditar que houve aprendizagem dos conceitos de temperatura e quantidade de calor, pois esses alunos os utilizam corretamente no processo de mudança de fase de substâncias, nesse caso, na fusão.

Ao responderem a questão 6, sobre como interpretam o aquecimento / resfriamento dos materiais, a maior parte dos alunos (42,86%) respondeu, no pré-teste, que os materiais que se aquecem rápido esfriam devagar; no pós-teste, mais da metade (66,66%) dos alunos respondeu de modo correto que os materiais que se aquecem rapidamente, também resfriam-se rapidamente. Esse resultado evidencia aprendizagem dos conceitos de absorção / emissão do calor pelos materiais.

Ao realizar análise equivalente para o grupo de controle, obtivemos os seguintes resultados:

Para a questão 3, sobre que recipiente mantém a água gelada por mais tempo, a maioria dos alunos (33,33%) respondeu, no pré-teste, que o melhor procedimento seria utilizar um copo de qualquer material, desde que fechado (como uma latinha de refrigerante), pois dessa forma “o frio não sairia”. No pós-teste a maioria (52,38%) manteve a mesma resposta.

Na questão 4, onde foi perguntado sobre a relação entre a temperatura e a quantidade de calor no processo de fusão do gelo, a maioria dos alunos (23,815) deu a mesma resposta do grupo experimental (que a temperatura e quantidade de calor absorvida pelo gelo aumentam) enquanto que no pós-teste, a maioria dos alunos (33,33%) respondeu, corretamente, que a temperatura permanece constante e a quantidade de calor absorvida aumenta.

Na questão 6, quando foram perguntados sobre como interpretam a relação aquecimento / resfriamento dos materiais, a maior parte dos alunos (38,10%) respondeu de forma semelhante ao grupo experimental, ou seja, o material que se aquece rápido, resfria-se devagar. No pós-teste, entretanto, a maioria dos alunos (56,82%) respondeu, corretamente, que os materiais que se aquecem rápido, também se resfriam rápido, resultado que nos indica que houve a aprendizagem dos conceitos de absorção / emissão de calor pelos materiais, por parte desses alunos.

É importante comentar também, a questão 8. Essa questão referia-se aos conceitos de temperatura e calor em quatro proposições distintas, que afirmavam:

- I. *Temperatura é a quantidade de calor de um corpo.*
- II. *Temperatura e calor são a mesma coisa.*
- III. *O calor e o frio são formas diferentes de temperatura.*
- IV. *Temperatura é a sensação que nós temos de quente ou frio das coisas.*

Em seguida, era solicitado ao aluno responder quais dessas afirmações estavam corretas.

O grupo experimental apresentou do pré para o pós-teste um aumento de quatro acertos e o grupo de controle manteve o número de acertos (2 acertos). Ou seja, a maioria dos alunos, tanto do grupo experimental quanto do grupo de controle, praticamente não modificou suas concepções em relação ao conceito de

temperatura. Talvez isso se explique devido ao fato de o conceito de temperatura estar associado ao campo microscópico, enquanto a noção mais clara e evidente da temperatura se mostra através das sensações térmicas e, portanto, dos observáveis macroscópicos. Outro aspecto a ser considerado é o de que o conceito de temperatura foi trabalhado nas aulas do 1º bimestre letivo, período que ainda não utilizávamos a estratégia da construção dos mapas conceituais e cujas aulas não foram desenvolvidas sob a ponto de vista ausubeliano.

Comentamos a seguir, como foi o desempenho no pré e pós-teste, dos(as) três alunos(as) cujos mapas conceituais foram selecionados para exemplificar a análise realizada neste estudo.

O(A) aluno(a) que consideramos ter evidenciado aprendizagem significativa de conceitos da Calorimetria, através dos mapas conceituais, aumentou em 40% o número de acertos nas questões do pré-teste para o pós-teste. O(A) aluno(a) que cuja aprendizagem significativa foi considerada relativa, através dos mapas conceituais, aumentou suas respostas corretas em 20% e o(a) aluno(a) que não evidenciou aprendizagem significativa apresentou um aumento de 30% de acertos, embora sua seqüência de mapas não evidenciasse aprendizagem significativa.

A análise dos resultados relativos ao pré e pós-teste nos indicam que os alunos, em ambos os grupos, apresentavam concepções prévias semelhantes a respeito de alguns fenômenos térmicos cotidianos. No entanto, os alunos que foram submetidos ao tratamento (construção dos mapas conceituais) apresentaram melhores resultados no pós-teste em relação ao pré-teste, do que os alunos do grupo que não foi submetido ao tratamento. Portanto, há razões para acreditar que o grupo experimental, que desenvolveu a estratégia da construção de mapas

conceituais, apresentou melhor desempenho, em termos de aprendizagem, do que o grupo de controle.

### **5.3. Sobre as provas bimestrais**

Como a aferição do rendimento escolar dos alunos segue as normas da Secretaria de Educação do Distrito Federal e tais normas estabelecem uma pontuação mínima para aprovação por rendimento (5,0 pontos), apresentamos os resultados obtidos pelos alunos nas provas bimestrais. As provas bimestrais foram aqui consideradas porque contém questões relativas ao conteúdo apresentado no período de aplicação do tratamento e constitui a modalidade de avaliação que recebe maior pontuação (5,0 pontos). Além disso, os resultados dessas provas bimestrais foram cruzados com os resultados dos mapas conceituais, para analisar comparativamente o desempenho dos estudantes nas duas modalidades de avaliação.

As provas bimestrais foram aplicadas para cada grupo, no final do 2° e do 3° bimestres letivos de 2006, contendo cinco questões, com pontuação de 0,0 (zero) a 1,0 (um) por questão. Fizeram a prova, 17 alunos do grupo de controle e 21 alunos do grupo experimental.

As provas aplicadas no 2° bimestre (prova 1) foram idênticas para ambos os grupos e apresentavam duas questões sobre a combustão (questões 1 e 2), que poderiam exigir resolução numérica e três questões discursivas (questões 3, 4 e 5) versando sobre combustão, processos de transmissão do calor, dilatação e equilíbrio térmico.

A prova referente ao 3º bimestre (prova 2) foi aplicada em duas versões diferentes aos grupos. As diferenças ocorreram apenas na questão objetiva (questão 1), onde substituímos os termos que tornavam falsas as afirmações, por termos que as tornavam verdadeiras e vice-versa. Isso foi planejado para reduzir as possibilidades de ‘colas’ o que poderia falsear os resultados da aprendizagem nestas provas. Essa prova continha cinco questões assim distribuídas: uma questão objetiva de itens corretos ou incorretos (questão 1), duas questões discursivas (questões 2 e 3) e duas questões que exigiam resolução numérica e utilização de expressões matemáticas (questões 4 e 5). Os itens da 1ª questão versavam sobre os processos de propagação do calor, bem como as duas questões discursivas. As questões “de resolução numérica” referiam-se, respectivamente à determinação da quantidade de calor (envolvendo mudança de fase) e da temperatura de equilíbrio térmico, que envolviam as expressões básicas da Calorimetria.

Comparando os resultados do número de acertos por questão nas provas bimestrais em ambos os grupos, foram obtidos os resultados apresentados nas tabelas a seguir:

Tabela 6 – Distribuição de freqüências por questão através das respostas atribuídas na prova bimestral 1 (2º bimestre) para o grupo de controle.

Questões	Resposta atribuída				
	Totalmente correta	Parcialmente correta	Totalmente incorreta	Omissão de resposta	Percentual de acertos
1	02	01	05	09	11,76%
2	10	02	05	—	58,82%
3	03	03	05	06	17,64%
4	01	01	12	03	5,88%
5	03	11	01	02	17,64%

Tabela 7 – Distribuição de freqüências por questão através das respostas atribuídas na prova bimestral 2 (3º bimestre) para o grupo de controle.

Questões	Resposta atribuída				
	Corretas	Incorretas	Omissão de resposta	Total de itens	Percentual de acertos
1	106	64	—	170	62,35%
Questões	Resposta atribuída				
	Totalmente correta	Parcialmente correta	Totalmente incorreta	Omissão de Resposta	Percentual de Acertos
2	02	04	11	—	11,76%
3	01	04	12	—	5,88%
4	—	02	05	10	0%
5	—	—	03	14	0%

Tabela 8 – Distribuição de freqüências por questão através das respostas atribuídas na prova bimestral 1 (2º bimestre) para o grupo experimental.

Questões	Resposta atribuída				
	Totalmente correta	Parcialmente correta	Totalmente incorreta	Omissão de resposta	Percentual de acertos
1	04	07	07	03	19,04%
2	11	02	08	—	52,38%
3	04	08	07	02	19,04%
4	05	05	09	02	23,80%
5	02	17	01	—	9,52%

Tabela 9 – Distribuição de freqüências por questão através das respostas atribuídas na prova bimestral 2 (3º bimestre) para o grupo experimental.

Questões	Resposta atribuída				
	Corretas	Incorretas	Omissão de resposta	Total de itens	Percentual de acertos
1	134	76	—	210	63,80%
Questões	Resposta atribuída				
	Totalmente correta	Parcialmente correta	Totalmente incorreta	Omissão de resposta	Percentual de acertos
2	03	14	04	—	14,28%
3	03	07	10	01	14,28%
4	04	04	07	06	19,04%
5	04	04	04	11	9,52%

Em média, o grupo experimental acertou 24,76% das questões apresentadas na prova do 2º bimestre contra 24,18% de acertos nas questões apresentadas na prova do 3º bimestre, fato que pode estar relacionado com a desmotivação dos alunos, dado que boa parte destes encontrava-se praticamente aprovada e não se dedicava com tanto afinco aos trabalhos propostos no final do 3º bimestre letivo. Além disso, algumas aulas neste período foram prejudicadas, em consequência de um relativo número de paralisações o que ocasionou uma aceleração na apresentação de alguns tópicos.

O grupo de controle obteve, em média, 22,35% de acertos nas questões da prova do 2º bimestre contra 16,00% de acertos nas questões da prova do 3º bimestre.

Um aspecto relevante ocorrido nestes resultados foi um decréscimo no número de acertos em ambas as provas bimestrais e em ambos os grupos.

As questões nas quais ocorreram os menores índices de acertos foram a questão 5 na prova do 2º bimestre (uma questão clássica sobre conceitos da Calorimetria), as questões 4 e 5 na prova do 3º bimestre (ambas as questões, envolvendo resolução numérica e uso de expressões da Calorimetria sendo, uma relacionada com mudança de fase de substância e a outra com a temperatura de equilíbrio térmico em um processo de trocas de calor).

A análise da prova bimestral 1 nos permitiu destacar os seguintes pontos:

- 1º) o grupo de controle obteve maior número de acertos que o grupo experimental, em duas questões da prova (questões 2 e 5).
- 2º) embora as questões 1 e 2 se referissem ao mesmo tópico (combustão), os alunos de ambos os grupos acertaram maior número de respostas na questão 2 do que na questão 1.

3º) os alunos do grupo experimental obtiveram cinco vezes mais acertos na questão 4 (sobre a dilatação dos materiais) que os alunos do grupo de controle.

4º) os alunos do grupo de controle acertaram duas vezes mais a questão 5 (sobre conceitos de: temperatura, equilíbrio térmico, quantidade de calor, calor específico, condução, convecção, irradiação, etc) do que os alunos do grupo experimental.

Da análise da prova bimestral 2, pudemos destacar os seguintes pontos:

1º) em todas as questões, os alunos do grupo experimental obtiveram maior número de acertos que o grupo de controle.

2º) o percentual de acertos nas questões 1 e 2 (respectivamente, sobre os processos de propagação do calor e sobre os efeitos de absorção e emissão de calor) para ambos os grupos foi praticamente o mesmo.

3º) enquanto nenhum aluno do grupo de controle acertou as questões 4 e 5 (questões de resolução numérica sobre quantidade de calor envolvendo mudança de fase e a determinação da temperatura do equilíbrio térmico) 4 alunos do grupo experimental conseguiram resolvê-las a contento.

4º) a pontuação obtida pelos alunos de ambos os grupos na prova bimestral 2, foi inferior ao resultado apresentado na prova bimestral 1.

O fato dos alunos do grupo de controle terem apresentado maior número de respostas corretas na questão 2 pode ser decorrente da maior participação dos alunos desse grupo em algumas aulas, onde foram explorados mais exemplos e conseqüentemente, mais explicações sobre a combustão.

Em relação à questão 5, ela foi formulada segundo os padrões de provas convencionais. Como os alunos do grupo experimental estavam em processo de construção do seu conhecimento através de novos procedimentos de ensino, eles

provavelmente encontraram dificuldades para responder às questões tal como foi solicitado.

A explicação mais razoável para ambos os grupos acertarem mais a segunda questão do que a primeira na prova 1, é a de que tal questão, embora fosse sobre o mesmo tópico (combustão) e também exigisse alguma resolução numérica, exigia como resposta itens objetivos, o que parece ter sido um fator de facilitação para a apresentação da resposta correta.

Com relação à prova 2, é necessário destacar que a pontuação das provas bimestrais diminuiu do 2º para o 3º bimestre. Acreditamos que isso se deva principalmente, à falta de motivação (não havia predisposição) de grande parte dos alunos em prosseguir com o processo de construção de mapas, pois os resultados obtidos por eles nos bimestres anteriores, praticamente garantiam a sua aprovação. Outro fator que deve ter contribuído para esse resultado diz respeito às dificuldades em relação às questões que exigem aplicações matemáticas. O período destinado à exploração operacional das expressões matemáticas da Calorimetria foi muito curto e não foi implementado detalhadamente, o que provavelmente influenciou esse resultado. Precisamos aqui ressaltar que todas as atenções deste trabalho estão voltadas para a evolução do aluno durante o processo de construção dos mapas conceituais e as possíveis conseqüências desse processo de promoção da aprendizagem significativa dos conceitos em questão.

Outro ponto que merece destaque na prova 2, é o de que quatro alunos do grupo experimental resolveram as questões numéricas propostas nas questões 4 e 5. Embora a maioria tivesse dificuldade em solucionar questões envolvendo expressões matemáticas da Calorimetria, os quatro alunos citados conseguiram solucionar essas duas questões. Pode ser que o próprio processo de construção dos

mapas os tenha levado a perceber a importância do aporte matemático para a compreensão das relações entre os conceitos que estavam estudando, o que os levou a se dedicar também às expressões matemáticas pertinentes.

Em relação aos alunos cujos mapas conceituais foram destacados neste trabalho, temos os seguintes resultados: O(A) aluno(a) que construiu um mapa no qual ocorreram evidências de aprendizagem significativa, obteve pontuação máxima em sua turma tanto na prova 1 quanto na prova 2, mantendo mais de 80% de acertos nas mesmas. O(A) aluno(a) que apresentou uma aprendizagem significativa relativa aumentou sua pontuação da prova 1 para a prova 2 em 28% de acertos e o(a) aluno(a) que não havia evidenciado aprendizagem significativa, aumentou a sua pontuação em 3% de acertos.

Os resultados descritos acima nos levaram a crer que a estratégia de construção dos mapas conceituais tenha sido, em parte, responsável pelo melhor desempenho dos(as) aluno(as) do grupo experimental nas notas das provas bimestrais. Analisando os mapas no intuito de utilizá-los como instrumento de avaliação da aprendizagem, o professor obtém evidências do desenvolvimento da aprendizagem. Também o aluno percebe isso, como mostram as respostas do questionário de opinião.

#### **5.4 Sobre os questionários de opinião**

Com base nas respostas ao questionário de opinião (Apêndice VI) efetuamos a análise a seguir:

- a) Ao serem perguntados sobre como avaliavam o fato de ter construído um mapa conceitual sobre o conteúdo de Calorimetria para a aprendizagem

daquele conteúdo, apenas 10 alunos emitiram sua avaliação. Desses 10 alunos, quatro avaliaram como ótimo; três como muito bom; dois como bom e um aluno afirmou que não gostou. Embora os demais não tenham atribuído um conceito (ótimo, bom, ruim, etc), todos responderam a pergunta formulada. Das respostas atribuídas a esta pergunta, destacamos as respostas de sete destes alunos que afirmaram: *“a construção dos mapas ajuda muito na aprendizagem da Calorimetria”*. Consideramos também relevante, as respostas específicas de dois alunos(as). Um(a) deles(as) disse que *“com os mapas conceituais aplicamos o conteúdo através de conceitos conectados”* e o(a) outro(a) afirmou que *“os mapas conceituais ‘organizaram minhas idéias’ sobre o tema”*. Essas duas últimas afirmações nos remetem à idéia de aprendizagem significativa. Moreira (1992) afirma: *“Se entendermos a estrutura cognitiva de um indivíduo em uma certa área de conhecimento, como o conteúdo e a organização conceitual de suas idéias nessa área, mapas conceituais podem ser usados como instrumentos para representar a estrutura cognitiva do aprendiz”*. Sob essa ótica, essas duas afirmações estabelecem uma relação direta com o processo de aprendizagem de conceitos preconizado pela teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. Outro aspecto a destacar é o da segunda resposta referir-se às suas próprias idéias sobre o tema, isto é, o aluno está percebendo que está acontecendo algo diferente com o seu processo de aprendizagem; talvez a formação de novos subsunçores ou a diferenciação progressiva se desenvolvendo nessa estrutura de pensamento. A nós, parece estar se desenvolvendo uma “meta aprendizagem”.

- b) Em relação à segunda pergunta, a qual solicita do aluno que avalie se os mapas conceituais influenciaram de alguma forma no seu desempenho nas avaliações sobre o conteúdo trabalhado nos mapas e o porquê dessa opinião, 17 alunos responderam que houve influência, 1 respondeu que não houve influência, 1 entendeu que talvez tivesse havido influência e 2 não avaliaram essa influência. Ao justificarem suas respostas, seis responderam que a construção dos mapas facilitou a aprendizagem do conteúdo, 4 disseram que ajudou a lembrar conteúdos anteriores e outros alunos apresentaram respostas relevantes que citamos abaixo:

*“a gente se diverte e aprende”.*

*“ajudou inclusive a compreender outras matérias”.*

*“estimula a nossa mente”.*

*“ajudou a ‘guardar’ os conceitos”.*

*“senti vontade de aprender”.*

*“...o meu desempenho foi ótimo, cada vez mais ia aprendendo a construir”.*

*“ajuda a aumentar o desempenho à medida que se constrói os mapas conceituais”.*

*“... para o aluno é bem mais fácil estudar construindo um mapa conceitual pelo que você sabe... para mim principalmente, já que eu não gostava de Física”.*

Esses depoimentos refletem o entusiasmo, a motivação, a predisposição que os alunos manifestaram durante todo o período de tomada de dados deste estudo. As respostas apresentadas nos mostram muito mais do que uma mera opinião; mostram principalmente que o próprio aluno percebe o quanto está aprendendo à medida que desenvolve a construção dos mapas conceituais. Percebemos que o

aluno começa a realizar sua própria avaliação de modo seguro, eficaz e auto-confiante, sem medos. Esse, portanto, é o desenvolvimento da meta-aprendizagem.

- c) Na terceira e última pergunta do questionário foi perguntado ao aluno se ele percebeu que o processo de construção de um mapa conceitual o ajudou (ou não) a aprender o conteúdo de Calorimetria e solicitado a justificar sua resposta.

Dos 21 alunos(as) que responderam, 20 disseram que teve efeito na aprendizagem e apenas 1 disse não haver nenhum efeito na aprendizagem dele. Analisando as respostas a essa pergunta, podemos dizer que as opiniões se dividiram em três grupos: os que acreditam nos mapas como um instrumento eficaz para estudar; os que defendem os mapas como um instrumento capaz de promover a compreensão, aprendizagem, organização de idéias e desenvolvimento do raciocínio e há, ainda, os que vêem nos mapas conceituais boas técnicas para 'memorizar' conteúdos.

Os alunos do primeiro grupo descobrem, dessa forma que os mapas são instrumentos efetivos de aprendizagem não apenas nos conteúdos de Física, mas também em outras áreas de conhecimento.

A maioria dos alunos do segundo grupo percebe que os mapas conceituais são importantes para o desenvolvimento intelectual deles; dessa forma, descobrem uma maneira de aprender que lhes dá condições de conhecer o quê, como e com quê qualidade ele está aprendendo.

Acreditamos que os alunos do terceiro grupo talvez ainda não saibam diferenciar entre 'memorizar' e 'aprender' um conhecimento. Provavelmente, boa parte destes alunos saiba o que acontece e como acontece essa aprendizagem através da construção dos mapas conceituais, mas ainda não sabem expressar essa

nova forma de aprender ou, quem sabe, ainda não acredita que os mapas conceituais sejam instrumentos efetivos da aprendizagem e atribui a eles apenas a função de facilitar a memorização dos tópicos de um determinado conteúdo.

Então, segundo a opinião da maioria dos alunos do grupo experimental, a construção dos mapas conceituais ajuda na sua aprendizagem e lhes proporciona uma melhor organização de suas idéias sobre o conhecimento que ele está assimilando.

## 6. O PRODUTO EDUCACIONAL

Neste capítulo apresentamos a essência do produto educacional resultante desse trabalho de pesquisa aplicada. Este produto educacional se configura na proposição de um Manual de Procedimentos e Apoio ao Professor de Física. Tal manual se destina a fornecer embasamento e apoio ao professor de Física do Nível Médio que se interessar em trabalhar com a construção de mapas conceituais como estratégia e promoção e avaliação da ocorrência da aprendizagem significativa, em conteúdos de Física, em particular o da Calorimetria.

Então, a parte principal da proposição referente ao produto educacional decorrente desta dissertação de mestrado é apresentada a partir da próxima página e consta, também, em um CD-Rom, apresentado no apêndice IX, o qual contém tal proposição na sua totalidade.

## 6.1 As Instâncias da Proposta

### 6.1.1) O teste prévio

**Objetivo:** Coletar informações a respeito das possíveis concepções prévias que os alunos têm sobre calor, temperatura e suas relações, em questões que envolvam fenômenos cotidianos.

Na tentativa de alcançar tal objetivo devemos aplicar um teste prévio com questões cuidadosamente selecionadas as quais possa abranger o maior número de situações variadas onde os conceitos de calor e temperatura estejam envolvidos.

As questões não podem gerar dubiedade de interpretação, não devem confundir o aluno em sua resolução e não podem ser em grande número, de modo a permitir ao aluno a resolução completa do teste no tempo previsto. É conveniente que as questões sejam objetivas, de múltipla escolha e com um mesmo número de itens por questão (ver Apêndice I).

**Tempo da atividade:** duas aulas (com horários consecutivos)

**Orientações:** é importante que o professor organize adequadamente a sala de aula antes da aplicação do teste, solicite aos alunos muita responsabilidade no preenchimento das respostas às questões propostas e solicite silêncio a todos durante a aplicação do teste.

A correção deste teste deve ser feita com a intenção de, a partir dos acertos, identificar quais as possíveis concepções prévias que os alunos apresentam e, com esse resultado em mente, planejar as próximas atividades.

### 2ª) O plano de curso

**Objetivos:** Identificar substâncias ou materiais, máquinas ou aparelhos, sistemas naturais e alguns processos térmicos que envolvem a produção de calor.

**Tempo de atividade:** duas aulas (com horários consecutivos)

**Orientações:** Cada aula expositiva é desenvolvida em três momentos: *problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento* (Delizoicov e Angotti, 1992).

A *problematização inicial* é feita com a seguinte pergunta aos alunos: quais são as coisas e fenômenos relacionados ao aquecimento e ao resfriamento? À medida que os alunos vão respondendo, o professor anota as respostas no quadro, sem seguir nenhuma seleção ou classificação.

A *organização do conteúdo* é feita logo em seguida, quando professor explicita os critérios para classificar todas aquelas 'coisas' e fenômenos que eles citaram anteriormente. Diferencia um processo térmico de um fenômeno térmico, explica o que é um conceito, faz a distinção entre substância e material e explica o que são sistemas naturais.

Depois, no momento da *aplicação do conhecimento*, o professor solicita aos alunos que classifiquem todas aquelas 'coisas' e fenômenos em quatro critérios: (1º) substâncias e materiais, (2º) processos e fenômenos naturais, (3º) máquinas, aparelhos e sistemas naturais e (4º) conceitos. Para tanto, o professor explica o que significam aqueles critérios e cita um exemplo extraído das próprias respostas dos alunos. Após um período pré-determinado pelo professor, é apresentada uma classificação final aos alunos (que pode ser reproduzida em quatro cartazes) explicando à turma que aquele será o plano de curso para as aulas de Calorimetria. Concluir a aula perguntando aos alunos se teria como relacionar os fenômenos e os

conceitos presentes no quadro de maneira organizada, sem ser em tabelas. Em caso afirmativo, começar a conduzir para a elaboração dos mapas conceituais. Em seguida, distribuir o texto (Anexo B) <sup>1</sup> sobre mapas conceituais para eles lerem em casa.

### **3ª) O primeiro mapa conceitual**

**Objetivos:** Explicar o que são mapas conceituais, como são constituídos, como são construídos, para que servem e em que situações eles são aplicados.

**Tempo de atividade:** duas aulas (com horários consecutivos)

**Orientações:** A aula se inicia com uma pergunta sobre quantos alunos leram o texto; caso o número de leitores tenha sido baixo, deverá ser solicitado que a leitura seja feita naquele momento e se inicie a discussão e a explicação a respeito dos termos que geraram mais dúvidas. Nesse momento é muito importante fazer a distinção entre o que é um mapa conceitual e um organograma comum. Em seguida, o professor apresenta alguns mapas conceituais aos alunos (se possível em aparelho de retroprojeção ou similar, caso contrário, reproduzidos em papel branco) e explica sobre a estrutura dos mapas de conceitos. Essa explicação deverá ser feita em termos da hierarquização conceitual, das palavras-chave de interligação conceitual, das ligações cruzadas, da classificação dos conceitos mais abrangentes, dos conceitos subordinados mais específicos e, por último, mostrar onde e como se apresentam os exemplos de um mapa conceitual no quadro, onde os alunos irão dizer quais os conceitos atribuídos àquele tema, os quais podem ser inseridos naque

---

<sup>1</sup> Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa, de autoria de Marco Antonio Moreira. Versão em português do artigo Mapas Conceptuales e Aprendizaje Significativo em Ciências, do mesmo autor, publicado na Revista Chilena de Educación Científica, v. 4, n. 2, p. 38-44, 2005.

le mapa conceitual. Se for o caso, quando o professor perceber que as opiniões começam a entrar em conflito, porque alguns alunos divergem do posicionamento de alguns conceitos e as ligações entre outros, deve parar a construção daquele mapa e explicar que mapas conceituais, enquanto instrumentos de promoção e avaliação da aprendizagem são tipicamente individuais, pois representam a estrutura de conceitos que cada aluno expressa naquele momento.

Daí, como atividade final da aula, o professor solicita a cada aluno que construa um mapa conceitual do tema escolhido e depois comparem com o mapa de dois outros colegas para perceberem as diferentes formas de pensar o mesmo tema. Isto pode gerar uma discussão, uma troca de idéias, bastante frutífera para o processo de promoção da aprendizagem significativa.

#### **4ª) Aula expositiva sobre a combustão**

**Objetivos:** Conceituar calor de combustão e comparar o seu valor para diversos combustíveis, a partir de dados tabelados.

**Tempo de atividade:** duas aulas (com horários consecutivos)

**Orientações:** A *problematização inicial* dar-se-á com questionamentos feitos pelo professor, tais como:

- a) Em nosso dia-a-dia utilizamos o calor em diversas situações. Que situações são essas e de que maneira o calor é obtido?
- b) Quais são os combustíveis normalmente utilizados? Justifique o uso e adequação de cada um deles.
- c) Por que alguns alimentos engordam mais que outros?

A *organização do conhecimento* será introduzida com a explicação sobre os processos de transformação de diversas formas de energia em calor. Nesse momento, o professor deve contrapor o conceito físico de calor àquele do senso comum. Em seguida, o professor deve apresentar algumas situações onde a produção (liberação) do calor se faz necessária. Caracterizar a combustão explicando que este processo nem sempre resulta em chama. Apresentar as unidades básicas de medição do calor de combustão, apresentando alguns exemplos de resolução numérica e, em seguida, explicando o significado dos valores de alguns calores de combustão em tabela (ver anexo 2).

Quanto à *aplicação do conhecimento*, discutir as questões iniciais, agora com o conhecimento mais organizado e solicitar a construção de um mapa conceitual envolvendo os conceitos apresentados naquela aula e a resolução de alguns exercícios envolvendo solução numérica.

### **5ª) Aula expositiva sobre radiação solar**

**Objetivos:** Caracterizar uma onda. Definir comprimento de onda e frequência; relacionar essas grandezas com velocidade de propagação. Caracterizar as faixas do espectro eletromagnético, utilizando ordens de grandeza. Identificar calor e luz provenientes do Sol como onda eletromagnética e localizar as suas respectivas faixas no espectro.

**Tempo de atividade:** duas aulas (com horários consecutivos)

**Orientações:** Na problematização inicial (duração, no máximo, 15 minutos) apresentar questões e/ou situações para discussão com os alunos. Procurar sempre tratar com questões ou situações que os alunos conhecem e presenciam, mas que

não conseguem interpretar completa ou corretamente porque não dispõem de conhecimentos suficiente. Nesse momento é desejável que a postura do professor seja mais a de questionar do que a de responder e fornecer explicações. A título de exemplificação, o professor pode começar a aula sobre a radiação solar perguntando aos alunos: Se o Sol apagassem amanhã, poderíamos substituí-lo artificialmente? Por exemplo, utilizando energia elétrica? Como seria isso?

No segundo momento da aula (*organização do conhecimento*), o professor, então, passa a exposição do tema enfatizando a importância do Sol na obtenção das diferentes formas de energia utilizadas pelo homem. Em seguida, introduz o conceito de onda, classifica as ondas quanto a sua natureza (mecânicas e eletromagnéticas), define comprimento de onda e frequência, apresenta o espectro eletromagnético (acompanhado das ordens de grandeza das frequências de cada radiação). Mostre aos alunos a variedade de frequências da radiação solar, seleciona a frequência da faixa do infravermelho para explicar que essa modalidade de radiação da luz solar é responsável pelas ondas de calor.

No último momento da aula (*aplicação do conhecimento*), propõe testes que diferenciem emissão de luz com emissão simultânea de calor, como no caso de lâmpadas incandescentes; contrapor às lâmpadas frias, que não emitem infravermelho (de mercúrio, por exemplo). Citar exemplos de emissão de calor sem emissão de luz, como no caso do ferro de passar roupa. Rediscutir a questão inicial distinguindo o conceito de luz segundo o modelo corpuscular de Newton e o modelo ondulatório de Huygens, fechando as explicações introdução da ideia do modelo quântico, o fóton. Em seguida, solicitar dos alunos que formulem uma resposta própria para a pergunta inicial, sobre a possibilidade de se produzir a energia solar caso ele se apagassem amanhã.

## 6ª) Aula prática sobre a relação calor e temperatura

**Objetivos:** Conceituar calor. Conceituar temperatura. Distinguir os dois conceitos a partir do 'experimento' das três bacias.

**Tempo da atividade:** duas aulas (com horários consecutivos)

**Materiais:** três recipientes fundos e transparentes (béqueres com capacidade para 3 litros ou potes de mantimentos trazidos pelos alunos), três termômetros de mercúrio com escala de  $-10^{\circ}\text{C}$  até  $110^{\circ}\text{C}$ , um litro de água a  $40^{\circ}\text{C}$ , um litro de água a  $20^{\circ}\text{C}$ , um litro de água a  $10^{\circ}\text{C}$  e um cronômetro (que pode ser adaptado por um relógio digital comum ou um aparelho celular).

Obs: os termômetros não podem ser adaptados, pois necessita-se dos mesmos para efetuar a medição da temperatura da água de modo correto.

### **Orientações:**

Para a *problematização inicial* o professor pergunta aos alunos se é possível alguém mergulhar as mãos em um mesmo recipiente contendo água e ter sensações térmicas diferentes. Também lhes pergunta se há diferença entre os conceitos de calor e temperatura. Se há, que diferença é essa.

Após algumas respostas, inicia-se a demonstração da atividade experimental das três bacias. Inicialmente solicita-se aos alunos que anotem as sensações indicadas por uma pessoa (no caso, um aluno voluntário) ao mergulhar as mãos em três bacias contendo quantidades iguais de água, porém em temperaturas diferentes e em três situações diferentes. Na primeira situação, diante de três bacias alinhadas sobre uma mesa e contendo a mesma quantidade de água, porém com temperaturas distintas (sendo a da esquerda com água fria, a do centro com água morna e a da direita com água quente) o aluno voluntário é solicitado a mergulhar

simultaneamente, a mão direita na bacia da extremidade direita e a mão esquerda na bacia da extremidade esquerda por alguns instantes (15 segundos contados no cronômetro) e dizer para todos os presentes qual é a sensação térmica que este apresenta nas mãos.

Os alunos anotam este relato e em seguida, pede-se ao aluno voluntário que mergulhe rápida e simultaneamente, ambas as mãos na bacia do centro e as mantenha mergulhadas por algum tempo (15 segundos contados no cronômetro) e dizer aos demais o que sente em cada uma das mãos. Novamente os alunos registram as sensações do aluno voluntário. Após estas demonstrações, inicia-se a discussão sobre as sensações do aluno voluntário, perguntando aos alunos como eles explicam o fato de, em um mesmo recipiente com água, o aluno ter sensações térmicas diferentes e qual a relação que estes fenômenos têm com as perguntas iniciais. Após a apresentação de algumas possíveis respostas, elucidar sobre os fenômenos ocorridos e encerrar a discussão apresentando o conceito microscópico de calor e temperatura. Solicitar aos alunos a construção de um mapa conceitual com o tema Calorimetria e envolvendo os conceitos trabalhados anteriormente.

### **7ª) Aula expositiva sobre efeitos das trocas de calor**

**Objetivos:** Relacionar trocas de calor com variação de temperatura e mudança de estado. Definir calor sensível e calor latente.

**Tempo de atividade:** duas aulas (com horários consecutivos)

**Materiais:** um tripé universal, um balão volumétrico com capacidade para 300ml, uma lamparina de álcool, fósforos, álcool, um termômetro com escala de  $-10^{\circ}\text{C}$  até

110°C, uma rolha de borracha com furo central, um prendedor para o balão volumétrico, um pequeno funil e um cronômetro.

Obs: pode-se adaptar esta atividade prática utilizando-se os seguintes materiais: um pequeno fogão a gás (como fonte de calor), uma lâmpada incandescente aberta (como balão volumétrico), uma base de madeira com haste metálica presa à base e um suporte metálico em circunferência soldado na haste (como tripé universal) e cronômetro de relógio digital ou em aparelho celular. O termômetro é instrumento indispensável nesta atividade. Não há necessidade de utilizar rolha com furo central, pois se pode prender o termômetro a um arame e fita adesiva.

**Orientações:** A *problematização inicial* é feita a partir dos seguintes questionamentos aos alunos:

- a) Quando não estamos conseguindo do chuveiro elétrico o aquecimento que desejamos, costumamos fechá-lo um pouco. Por quê?
- b) Por que temos sensações térmicas diferentes ao segurar uma maçaneta metálica de uma porta de madeira e a própria porta, se ambas estão no mesmo ambiente?
- c) É possível aquecer uma certa quantidade de água durante um certo tempo e ela não variar sua temperatura?

Depois de anotar no quadro algumas possíveis respostas, retomar o conteúdo e passar ao momento da *organização do conhecimento*, introduzindo o conceito de calor específico sensível, a partir de exemplos cotidianos que envolvem aquecimentos iguais, mas apresentam temperaturas diferentes. Em seguida, apresentar uma tabela com o valor médio do calor específico de algumas substâncias, explicitando o significado físico daqueles valores. Também explicar que

a contínua absorção de calor por alguns materiais pode produzir o efeito de mudança de estado, exigindo a definição de calor latente.

No momento de definir calor latente iniciar a *aplicação do conhecimento*, por meio de uma atividade prática sobre a ebulição da água. O objetivo desta prática é demonstrar que a temperatura de ebulição (nesse caso, da água) permanece constante durante a ebulição.

Fixar o balão volumétrico na haste universal em uma altura compatível para que a chama da lamparina de álcool atinja a sua extremidade inferior. Colocar 50ml de água no balão. Introduzir o termômetro no furo central da rolha e tampar o balão volumétrico. Em seguida, utilizando o funil, colocar um pouco de álcool na lamparina, fechar com o pavio e a acender com um fósforo. Colocar a lamparina abaixo do balão e aguardar a ebulição. Enquanto a água aquece, o professor explica o efeito de variação da temperatura da água que é indicada pelo deslocamento da coluna de mercúrio no capilar do termômetro, bem como, explicar o que vem a ser a quantidade de calor sensível (absorvida) pela água naquela ocasião. Ao atingir o ponto de ebulição o professor solicita que um aluno marque 1 minuto de aquecimento, enquanto outro aluno indica o valor da temperatura fazendo isso por cerca de 5 minutos. Concluir a demonstração prática e perguntar aos alunos: por que a temperatura da água não aumentou durante a ebulição se ela estava recebendo calor da lamparina de álcool?; por que o valor foi diferente de 100°C?

Após algumas respostas apresentadas pelos alunos, o professor explica a ocorrência dos fenômenos observados, baseando-se nos efeitos das trocas de calor, na quantidade de calor sensível e na quantidade de calor latente.

### **8ª) Aula prática sobre a dilatação térmica linear**

**Objetivos:** Demonstrar a ocorrência da dilatação e da contração térmica em uma barra metálica, durante um processo de aquecimento / resfriamento, como um dos efeitos das trocas de calor entre dois materiais.

**Tempo de atividade:** duas aulas (com horários consecutivos)

**Materiais:** um dilatômetro de precisão e acessórios (mangueira de látex com aproximadamente 40cm, haste universal com mufa, um balão volumétrico com capacidade para 350ml, uma lamparina de álcool, rolha de borracha com furo central, um termômetro de mercúrio com escala de  $-10^{\circ}\text{C}$  até  $110^{\circ}\text{C}$ , água, álcool, fósforos e um tubo metálico oco de 50cm de comprimento).

Obs: como a atividade tem por objetivo demonstrar a ocorrência da dilatação / contração térmica em um sólido, pode-se adaptá-la utilizando uma base de madeira com haste, também de madeira, fixa na base; um suporte metálico com circunferência de metal soldada na extremidade e fixa na haste de madeira; uma esfera de metal com diâmetro aproximadamente igual ao da circunferência de metal; velas e fósforos.

**Orientações:** O professor inicia sua aula fazendo os seguintes questionamentos:

- a) Por que o mercúrio sobe no interior do capilar de um termômetro quando este mede a temperatura de uma substância 'quente' e desce quando mede a temperatura de uma substância 'fria'?
- b) Por que alguns copos de vidro racham ou se quebram quando colocamos água muito quente neles?

Inicia-se a atividade experimental da dilatação de uma barra metálica utilizando um dilatômetro de precisão, acompanhado de seus acessórios. Na aula expositiva anterior (sobre os efeitos das trocas de calor) o professor apenas não cita nem

esclarece as causas e/ou efeitos a dilatação térmica. A atividade experimental consiste de um balão volumétrico contendo certa quantidade de água à temperatura ambiente onde há uma tampa de borracha com furo central e onde se encontra um termômetro de mercúrio em contato direto com a água no interior do balão. Neste balão existe uma mangueira de látex unida a um tubo oco de alumínio (mas aberto apenas numa das extremidades), que permite a saída do vapor de água na outra extremidade. A extremidade fechada da barra de alumínio toca a ponteira de um medidor. Ao iniciar o aquecimento da água, através de uma lamparina de álcool abaixo do balão volumétrico, o ponteiro do medidor deve se localizar na posição inicial (0). O objetivo desta atividade é o de que os alunos observem e expliquem o que ocorre ao ponteiro do medidor do dilatômetro à medida que a temperatura da água se eleva no interior do balão volumétrico e, também, o que acontece com ele quando a lamparina de álcool é apagada. Os alunos registram suas observações e, após estas demonstrações, inicia-se a discussão sobre os registros feitos pelos alunos. Em seguida o professor explicita os fenômenos por eles observados.

### **9ª) Aula prática sobre os processos de propagação do calor**

**Objetivos:** Interpretar situações envolvidas com os processos de propagação do calor; definir a convecção térmica; identificar e distinguir materiais bons condutores de calor de materiais maus condutores de calor e descrever a irradiação térmica, especialmente em fenômenos naturais.

**Tempo de atividade:** duas aulas (com horários consecutivos)

**Materiais:** uma barra metálica compacta, uma haste universal, uma vela, fósforos, um kit para estudo da convecção térmica, dois termômetros de mercúrio com escala

graduada de  $-10^{\circ}\text{C}$  até  $110^{\circ}\text{C}$ , duas lâmpadas incandescentes (100W-220V) e iguais, bocal, extensão de fio condutor e tomada da rede elétrica.

Obs: pode-se utilizar a mesma base de madeira com haste de madeira da aula anterior, um pequeno cata-vento feito com papel preso ao centro por uma agulha de tricô. O termômetro é indispensável para realização da atividade.

**Orientações:** Dá-se início à atividade com uma *problematização* que envolve os seguintes questionamentos.

- a) Os cobertores de lã nos aquecem nas noites de inverno? Por quê?
- b) Por que as garrafas térmicas conservam uma bebida quente em seu interior por longo tempo?
- c) Afinal, o que uma estufa tem em comum com o efeito estufa?
- d) Como se formam os ventos?

Registrar as possíveis respostas dadas pelos alunos e, em seguida, iniciar a atividade prática realizando pequenas demonstrações experimentais sobre os processos de propagação do calor as quais são desenvolvidos em três demonstrações: (1<sup>a</sup>) a propagação do calor numa barra metálica; (2<sup>a</sup>) a propagação do calor no ar e (3<sup>a</sup>) a propagação do calor por irradiação. A primeira demonstração experimental consiste no aquecimento da extremidade livre de uma barra compacta de ferro, através de uma lamparina de álcool. A barra é presa em uma extremidade e pedaços de vela são fixados ao longo dela. A segunda demonstração consiste em um pequeno cata-vento metálico que se apóia horizontalmente sobre a extremidade de uma haste vertical, também metálica. Um pequeno pedaço de vela apagada é colocado abaixo do pequeno cata-vento e os alunos são solicitados a descrever o que vêem. Em seguida, a vela é acesa com fósforos e, novamente, os alunos são solicitados a descrever o que observam. A terceira e última das demonstrações

sobre a propagação do calor, apresenta duas lâmpadas fixas em uma base de madeira: uma pintada com tinta branca e outra pintada com tinta preta. Através dos dois termômetros de mercúrio, são feitas as medições da temperatura inicial de cada uma das lâmpadas. Logo após a anotação dessas temperaturas, pelos alunos, acender as lâmpadas e, simultaneamente, os bulbos dos termômetros são colocados em contatos com cada lâmpada, respectivamente. Passados alguns segundos, pedir a um aluno voluntário que leia a indicação da temperatura que cada termômetro apresenta; os alunos registram os valores. Apagar as lâmpadas e passado o mesmo período anterior, pede-se que o aluno voluntário leia novamente as temperaturas que cada termômetro indica; os alunos registram esses novos resultados. Após a realização desta três demonstrações, cabe aos alunos descrever o que observaram e apresentar uma interpretação para o que observaram em cada demonstração. Ao encerrar esta aula o professor pede aos alunos que construam um novo mapa conceitual, tendo como conceito de topo a Calorimetria e incluindo todos os conceitos até então estudados.

### **10ª) O pós-teste e o último mapa conceitual**

**Objetivo:** Coletar informações a respeito das possíveis evoluções conceituais dos alunos relativas aos conceitos de calor, temperatura e de suas relações em questões que envolvam fenômenos térmicos cotidianos.

Visando alcançar este objetivo, aplicar um pós-teste com as mesmas questões selecionadas no pré-teste.

O professor não deve dar indícios de que as questões do pós-teste são as mesmas formuladas no teste prévio e também buscar impedir os alunos de

desenvolver quaisquer atitudes cujos reflexos possam ser desfavoráveis ao desempenho e prejudiquem a interpretação da avaliação da aprendizagem.

**Tempo da atividade:** duas aulas (com horários consecutivos)

**Orientações:** é importante que o professor organize adequadamente a sala de aula antes da aplicação do teste, solicite dos alunos responsabilidade no preenchimento das respostas às questões propostas e solicite silêncio a todos durante a aplicação do teste.

Por último, solicitar a construção de um mapa conceitual que apresente os conceitos estudados e as relações significativas existentes entre eles.

A correção do teste deve ser feita com a intenção de, pelo desempenho dos alunos, identificar as possíveis mudanças ou evoluções dos conceitos sobre a Calorimetria, que os alunos apresentaram, em relação ao teste-prévio.

## **6.2 Avaliando a aprendizagem significativa**

### **6.2.1) Objetivos**

Depois de aplicados e corrigidos os testes, o professor deverá utilizar a ficha de avaliação que permitirá a identificação das características dos mapas construídos pelos alunos e, dessa forma, perceber se houve evidências de aprendizagem significativa dos conceitos da Calorimetria.

É importante que o professor procure ser imparcial ao realizar esta avaliação. Embora ele possa utilizar o mapa conceitual de referência como elemento balizador dessa avaliação, não pode considerá-lo como ‘o’ mapa conceitual mas como ‘um’ mapa conceitual e, portanto, perceber cuidadosamente as evoluções conceituais dos alunos.

### **6.2.2) Ficha de análise dos mapas conceituais**

A ficha é constituída no alto da página, por duas lacunas que devem ser preenchidas, respectivamente, pela numeração correspondente à ordem de construção do mapa solicitado e pelo tópico correspondente. Em seguida, uma tabela contendo numeração de chamada em diário, nome do aluno e critérios de avaliação do mapa, deve ser preenchida pelo professor durante a avaliação da aprendizagem do aluno ao investigar as principais características apresentadas pelo mapa de conceitos construído, por cada aluno.

Os critérios definidos na ficha são: estrutura do mapa conceitual, hierarquia conceitual, relações entre conceitos, formação de proposições, integração conceitual e diferenciação progressiva. Os conceitos atribuídos a esses critérios foram: R(razoável), B(bom) e MB (muito bom).

Para avaliar se um mapa é razoável (R) o professor pode estabelecer que o aluno deverá ter mais da metade dos critérios da ficha como razoável. O mesmo pode acontecer com os demais critérios. Porém, queremos ressaltar que a ficha é bastante flexível e outro professor poderia atribuir os critérios (R) – razoável, (B) – bom ou (MB) – muito bom, segundo outro padrão de avaliação, em relação aos critérios da ficha. Evidentemente que um mesmo professor, avaliando uma mesma turma de alunos, em um mesmo tópico trabalhado, não poderá utilizar padrões diferentes para identificar as possíveis evidências de aprendizagem significativa de diferentes alunos, pois estaria apresentando resultados que não guardarão a imparcialidade pretendida.

Em seguida é apresentada a ficha de análise que o professor pode utilizar para a avaliação dos mapas conceituais construídos pelos alunos.

ALUNO \_\_\_\_\_ N° \_\_\_\_\_ SÉRIE / TURMA: \_\_\_\_\_  
 MAPA CONCEITUAL \_\_\_\_\_ TEMA: \_\_\_\_\_

N°	ALUNO(A)	CRITÉRIOS																	
		ESTRUTURA DO MAPA CONCEITUAL			HIERARQUIA CONCEITUAL			RELAÇÕES ENTRE CONCEITOS			FORMAÇÃO DE PROPOSIÇÕES			INTEGRAÇÃO CONCEITUAL			DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA		
		R	B	MB	R	B	MB	R	B	MB	R	B	MB	R	B	MB	R	B	MB
01																			
02																			
03																			
04																			
05																			
06																			
07																			
08																			
09																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			

Figura 4 – Modelo de ficha para análise dos mapas conceituais construídos por aluno no término de um tópico.

O que fazer com os resultados dessa ficha? O que se extrai dela?

O professor realiza uma análise comparativa da progressão dos mapas conceituais construídos pelos estudantes nos momentos em que solicitou a construção dos mapas, estabelecendo critérios para a avaliação e categorizando-os após essa análise.

A estrutura dos mapas conceituais é avaliada segundo as características descritas por Moreira (2006, p.43), com o intuito de garantir que se está tratando desse instrumento tal como ele foi proposto.

Observa-se a hierarquia conceitual apresentada nos mapas com o objetivo de identificar se o estudante é capaz de distinguir os conceitos mais inclusivos daqueles subordinados, baixando na hierarquia até os conceitos com alto grau de especificidade. Dessa forma, deverá ser possível inferir o grau de significação dos conceitos para os alunos.

Com o propósito de identificar as evidências de aprendizagem segundo a estrutura conceitual dos estudantes, busca-se a identificação de aspectos relevantes dos mapas, tais como: as relações inter-conceituais apresentadas e a formação de proposições no estabelecimento destas relações.

Ainda como critério de avaliação dos mapas, procuramos ver se a aprendizagem ali evidenciada apresenta aspectos de aprendizagem significativa ou de aprendizagem mecânica. Para obter os indicativos para esta análise, procuramos identificar nos mapas a presença de dois princípios ausubelianos nos mapas conceituais construídos pelos alunos: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

A diferenciação progressiva será percebida à medida que existir uma hierarquia conceitual adequada e em que o processo de construção revele progressivamente uma distinção entre conceitos e o grau de inclusividade ou subordinação entre esses conceitos. Já a reconciliação integrativa, poderá ser identificada a partir das novas relações cruzadas entre conceitos que gerem novos significados; portanto, gerando novas diferenciações progressivas.

Após a análise dos mapas conceituais construídos pelos estudantes sugerimos que sejam categorizados, para facilitar a análise. Eles podem ser categorizados, por exemplo, em níveis, como a seguir:

N1) mapas que evidenciaram a ocorrência de aprendizagem significativa.

N2) mapas que apresentaram relativa evidência de aprendizagem significativa.

N3) mapas que não evidenciaram a ocorrência de aprendizagem significativa (ou que configuraram aprendizagem mecânica de conceitos).

N4) diagramas que não apresentaram estrutura de mapas conceituais.

O resultado dessa categorização pode ser sintetizado na tabela abaixo.

Tabela 1 – Sobre os Mapas Conceituais construídos pelos estudantes por categoria.

Níveis	N1	N2	N3	N4	TOTAL
N° de estudantes					

### 6.2.3) Exemplificando

Para ilustrar com detalhes a análise efetuada com os mapas, apresentamos a seguir dois exemplos decorrentes de nosso estudo.

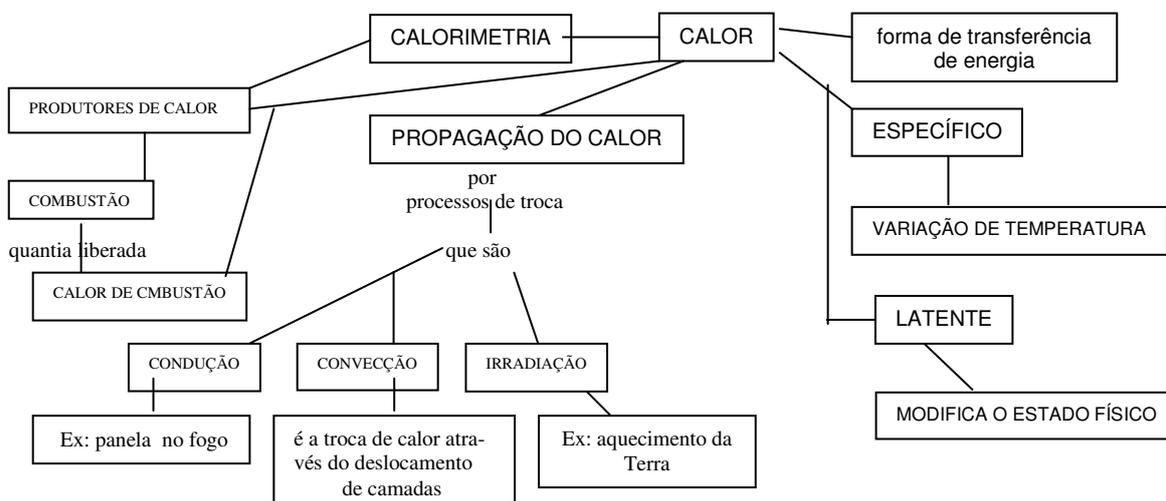
As figuras 1 e 2 consistem, cada uma delas, de um conjunto dos três mapas conceituais construídos por três alunos, em três momentos distintos: no início no meio e no final de um curso de Calorimetria.

Para ilustrar com detalhes a análise efetuada com os mapas, apresentamos a seguir dois exemplos decorrentes de nosso estudo.

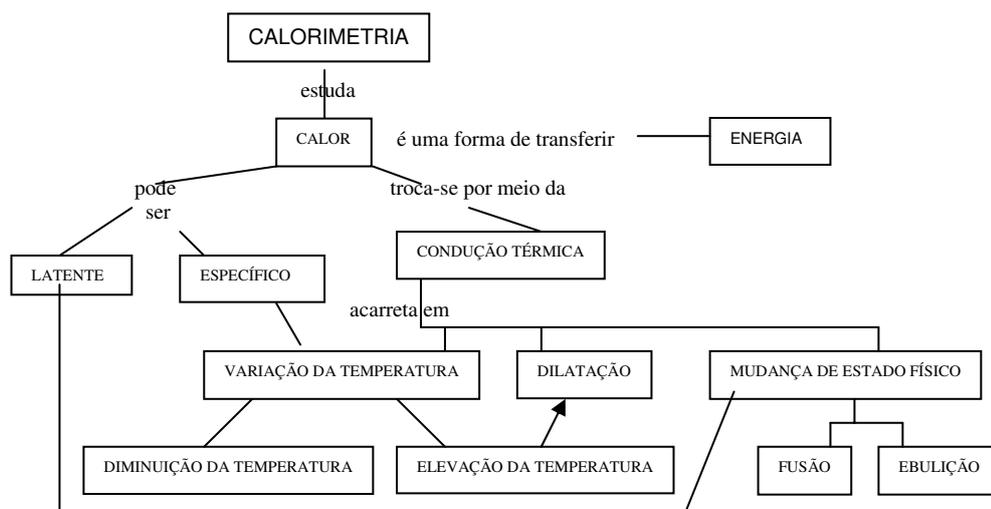
As figuras 1 e 2 consistem, cada uma delas, de um conjunto dos três mapas conceituais construídos por três alunos, em três momentos distintos: no início no meio e no final de um curso de Calorimetria.

#### Exemplo 1

MAPA 1 (INÍCIO DO TRATAMENTO)



MAPA 2 (DURANTE O TRATAMENTO)



MAPA 3 (FINAL DO TRATAMENTO)

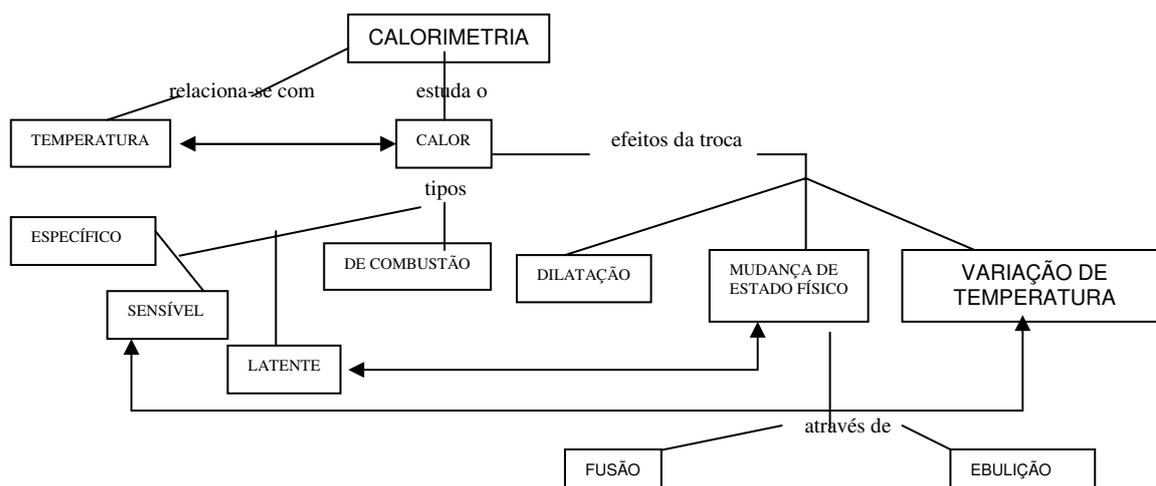


Figura 1. Seqüência de mapas conceituais que evidencia a ocorrência de aprendizagem significativa de conceitos da Calorimetria.

A seqüência de mapas da figura 1 evidencia que este(a) aluno(a) desenvolveu satisfatoriamente a estrutura do mapeamento conceitual e demonstrou aprendizagem significativa dos conceitos de Calorimetria, pela evolução conceitual explicitada.

No primeiro momento de construção (mapa 1), seu mapa conceitual se apresenta como um organograma simples, pois há poucas palavras-chave indicando relações entre conceitos e não existe uma hierarquia conceitual mínima estabelecida, isto é, existem conceitos mais inclusivos (por ex: variação de

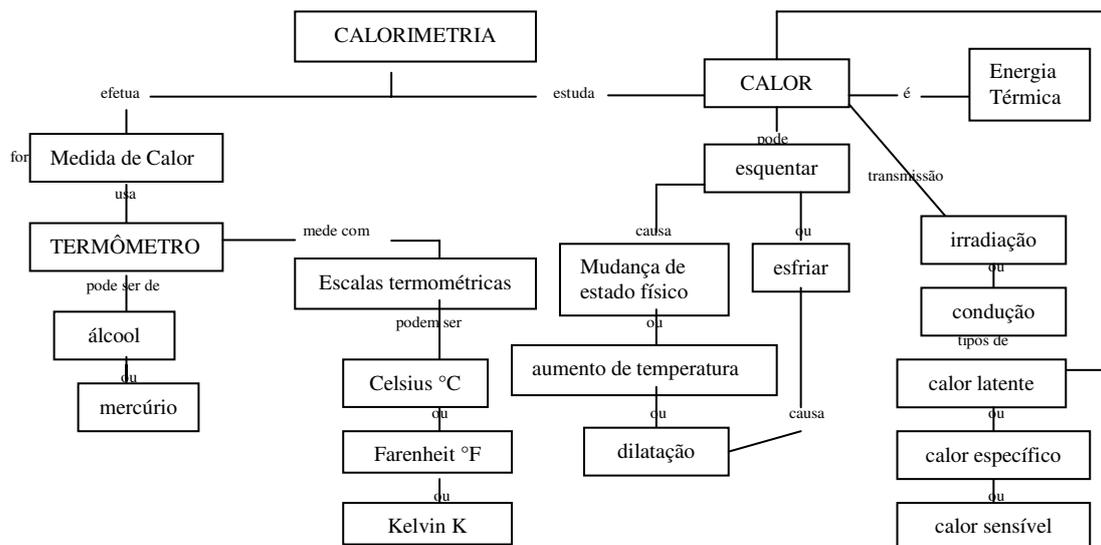
temperatura) situados em posições inferiores na estrutura do mapa e outros em posições hierárquicas que confundem a compreensão de subordinação entre os conceitos; é o caso dos conceitos de calor específico e calor latente.

A segunda construção (mapa 2), apresenta maior número de relações entre conceitos, parte do mapa apresenta hierarquia conceitual razoável pois vê-se os conceitos de calor e energia como mais inclusivos, alguns conceitos como calor latente e calor específico com mesmo grau de subordinação aos conceitos mais inclusivos e há formação de duas relações conceituais cruzadas entre calor latente e mudança de fase, bem como elevação da temperatura com a dilatação evidenciando a formação de proposições. Embora estas características tenham evidenciado melhoria na estrutura do mapa conceitual, ainda apresenta alguns problemas, pois não se verifica a presença de palavras de ligação entre vários conceitos e o posicionamento de conceitos mais inclusivos (como o de variação de temperatura) em graus hierárquicos inferiores.

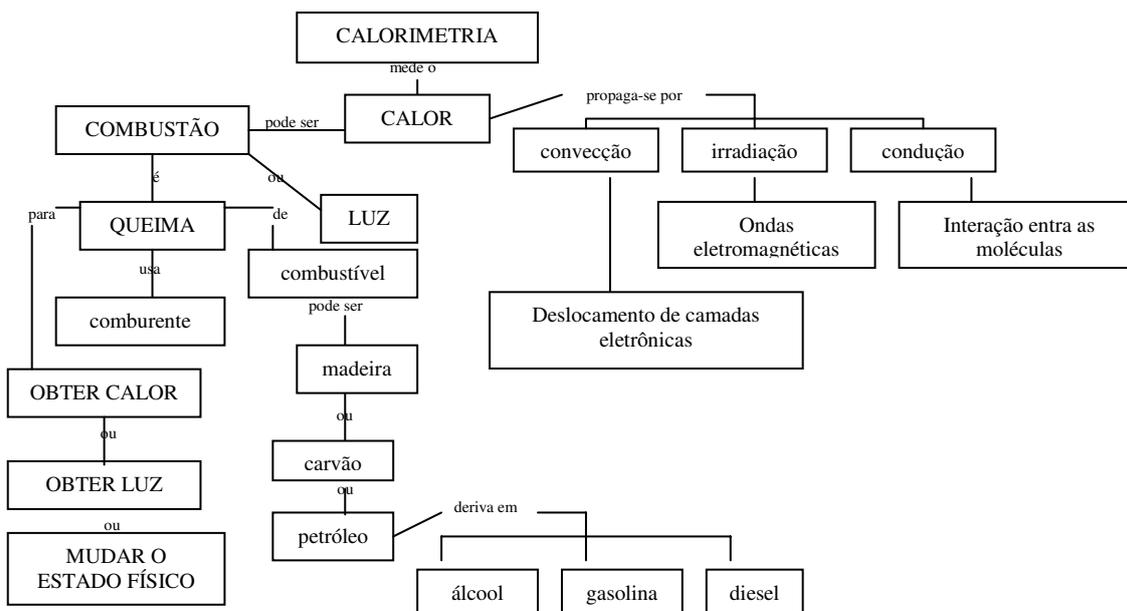
Seu último e mais inclusivo mapa (mapa 3), evidencia o estabelecimento da estrutura do mapeamento conceitual ao apresentar palavras significativas de ligação; conceitos, em parte, hierarquicamente organizados (conceitos de calor e temperatura próximo ao topo) e já se percebe uma diferenciação progressiva entre os conceitos, com relação àqueles apresentados nos mapas anteriores. Acreditamos, portanto, que esta seqüência de mapas conceituais evidencia a ocorrência de aprendizagem significativa de conceitos de Calorimetria, por parte do(a) aluno(a) que os construiu.

## Exemplo 2

MAPA 1 (ANTES DO TRATAMENTO)



MAPA 2 (DURANTE O TRATAMENTO)



MAPA 3 (APÓS O TRATAMENTO)

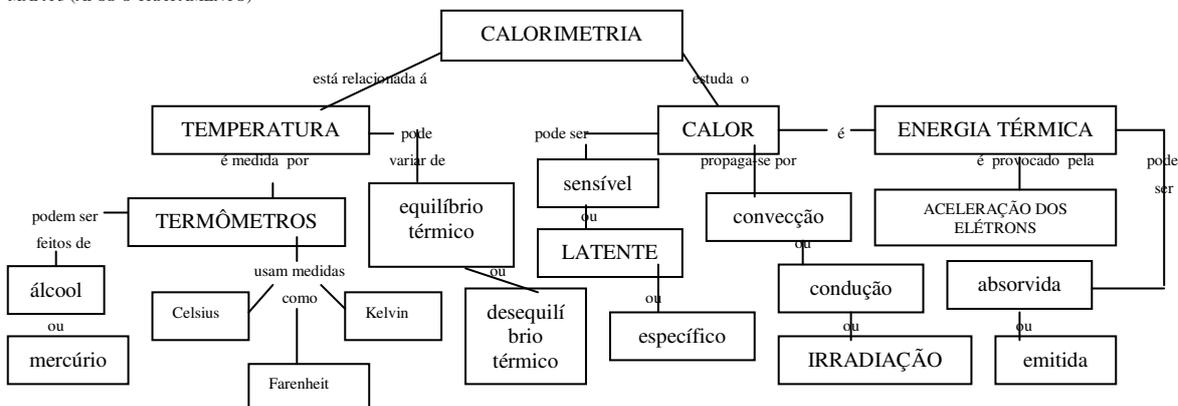


Figura 2 – Mapas conceituais de aluno cujas características indicam uma aprendizagem mecânica dos conceitos da Calorimetria, em três momentos diferentes do estudo.

A seqüência de mapas conceituais construídos por este(a) estudante é melhor caracterizada por aprendizagem mecânica de conceitos.

Um fato importante a se considerar, é o de que o estudo com os mapas conceituais ocupou apenas uma parte do ano letivo (quatro meses). Acreditamos que se o estudo abarcasse um período maior (1ano aproximadamente), provavelmente proporcionaria resultados mais expressivos em relação à aprendizagem significativa dos alunos.

Face aos resultados apresentados na Tabela 1 (ver página 100) poder-se-ia dizer que ocorreram algumas evidências de aprendizagem significativa dos conceitos de Calorimetria.

Porém, é necessário lembrar que o problema da avaliação da aprendizagem significativa é muito abrangente e alguns fatos relevantes do processo de construção desses mapas conceituais, devem ser esclarecidos.

### **6.3 Alguns Cuidados**

Em primeiro lugar, temos que distinguir entre o 'medir' e o 'avaliar' a aprendizagem. A avaliação tem por finalidade o monitoramento da aprendizagem dos alunos, a fim de determinar até que ponto os vários objetivos (competências e habilidades) estão sendo alcançados; avaliar implica emitir juízo de valor. Para isso, freqüentemente é necessário fazer o uso da medida para aferir os resultados da aprendizagem; e aí se entra no campo dos testes e das provas que devem satisfazer critérios de validade, fidedignidade, exeqüibilidade, representatividade (Ausubel, 1980) *apud* (Moreira, 1999b, p.58). Entretanto, essa ótica de avaliação insere uma abordagem compartimentalista que não cabe, quando interpretamos uma aprendizagem construtivista, uma aprendizagem progressiva e contínua, uma aprendizagem com novo enfoque filosófico. Portanto, não faz sentido tentar avaliar a

aprendizagem significativa apenas à luz de medidas numéricas, pois, embora seja legítimo do ponto de vista prático, não o é, do ponto de vista teórico (Ausubel, 1980 lb., p.58).

Em uma situação de avaliação da aprendizagem significativa, há que se considerar as novas concepções, os novos significados de uma dada concepção, de um dado conceito, que ocorrem de forma progressiva e evolutiva e não substantiva, na estrutura cognitiva do estudante. Devemos enfatizar a importância da evolução conceitual no contexto da aprendizagem significativa. E essa evolução conceitual dar-se-á quando o estudante for capaz de discriminar os 'significados adequados' e utilizá-los na situação em que o contexto lhe propuser (Moreira, 1999b, p.61-62).

Sob essa perspectiva, o professor poderá verificar se os estudantes de uma determinada turma, onde os mapas sejam utilizados como instrumentos de avaliação apresentaram evidências de aprendizagem significativa ou não.

Finalmente, como já dissemos, apresentamos aqui a essência do produto educacional resultante desse trabalho de mestrado, traduzido em uma proposição ao professor de Física do nível médio.

A versão completa dessa proposição é apresentada em um CD Rom, no Apêndice I , a qual é composta também pelos pressupostos teóricos que fundamentam a estratégia dos mapas conceituais, por um texto sobre a construção desses instrumentos, além do texto com as instâncias da proposta, desenvolvido neste capítulo.

#### **6.4 Vantagens e limitações da utilização dos mapas conceituais**

Os exemplos apresentados anteriormente são mapas construídos por estudantes de ensino médio da disciplina de Física, incluindo conceitos de Calorimetria. Como já destacamos, os mapas exemplificados foram construídos em três momentos distintos: no início, durante e no final da apresentação do conteúdo de Calorimetria, portanto, foram utilizados como estratégia de promoção e de avaliação da ocorrência da aprendizagem daqueles alunos, a fim de que eles reconhecessem progressivamente a diferenciação e a hierarquização de conceitos, bem como que pudessem estabelecer o maior número possível de relações significativas entre estes conceitos estabelecendo proposições entre os mesmos.

Apesar de reconhecermos que os mapas conceituais são instrumentos potencialmente significativos no conhecimento da aprendizagem significativa de estudantes, quando exploramos os tópicos do assunto a ser tratado, em uma abordagem ausubelina, é necessário esclarecer que os mapas conceituais apresentam vantagens e limitações.

Entre as possíveis vantagens, mencionamos (Moreira e Buchweitz, 1993):

1. enfatizar a estrutura conceitual de uma disciplina e o papel dos sistemas conceituais em seu desenvolvimento;
2. mostrar que os conceitos de uma certa disciplina diferem quanto ao grau de inclusividade e generalidade e apresentar esses conceitos em uma ordem hierárquica de inclusividade que facilite sua aprendizagem e retenção;
3. proporcionar uma visão integrada do assunto e uma espécie de 'listagem conceitual' daquilo que foi abordado nos materiais instrucionais.

Dentre as possíveis limitações citamos:

1. se o mapa não tem significado para os alunos, eles podem encará-lo como algo a ser memorizado;
2. os mapas podem ser muito complexos ou confusos e dificultar a aprendizagem e retenção, ao invés de facilitá-las;
3. a habilidade dos alunos em construir suas próprias hierarquias conceituais pode ficar inibida em função de já receberem prontas as estruturas propostas pelo professor (segundo sua própria percepção e preferência);
4. Não existe o mapa conceitual correto, o que dificulta o professor de utilizá-lo como um instrumento convencional de avaliação.

Desenvolvendo cotidianamente um ensino de Física, segundo uma abordagem ausubelina, essas desvantagens podem ser minimizadas explicando sobre os mapas e suas finalidades, introduzindo-os com o conteúdo a ser ensinado, chamando atenção para o fato de que um mapa conceitual pode ser traçado de várias maneiras e estimulando os alunos a traçar seus próprios mapas.

Ao apresentar estas vantagens e limitações, estamos esclarecendo que o mapa conceitual, como qualquer outro instrumento de ensino, pode não ser plenamente efetivo no processo de promoção e avaliação da aprendizagem, se entendermos a avaliação como um fim e não como um processo que permeia o ensino. Nessa perspectiva, a avaliação da aprendizagem acontece na medida em que o aluno desenvolve sua capacidade de externalizar a compreensão dos conceitos e as proposições relativas a esses conceitos, que ele vai construindo sobre um certo conhecimento.

## **6.5 Potencialidades da utilização dos mapas conceituais**

Todos os exemplos apresentados nesta proposta foram colocados para ilustrar, da melhor maneira possível, as potencialidades da utilização dos mapas conceituais como instrumentos de promoção e avaliação da ocorrência da aprendizagem significativa dos conceitos de Calorimetria. Nos exemplos apresentados, foi mostrado o que (quanto) um aluno é capaz de estruturar, hierarquizar, diferenciar, relacionar e integrar conceitos de um determinado tópico de estudo, pois os mapas conceituais permitem ao professor identificar os conceitos e relações hierárquicas e inter-conceituais existentes entre esses conceitos apresentados.

Outra característica importante dos mapas é o fato de serem auxiliares na determinação do conhecimento prévio do aluno e das mudanças que podem ocorrer na estrutura cognitiva do aluno durante a instrução, servindo, portanto, de realimentação para a instrução e para o planejamento futuro de um novo tópico.

Também podemos pensar na utilização dos mapas conceituais como uma ferramenta para 'negociar significados'. Tal como dizem Novak e Gowin (1984, p.14) *apud* (Moreira, 1992, p. 25) porque são representações explícitas, abertas, dos conceitos e proposições que uma pessoa tem, mapas conceituais permitem que professores e alunos troquem, 'negociem', significados até que os compartilhem.

Neste sentido, o mapeamento conceitual como técnica capaz de promover a 'negociação de significados' pode ser vista como possível de exteriorizar o entendimento conceitual e proposicional que uma pessoa tem sobre um certo conhecimento.

## 7. CONCLUSÃO

Iniciamos este estudo com o objetivo de desenvolver o ensino da Calorimetria em uma perspectiva ausubeliana, utilizando os mapas conceituais como instrumento de promoção e avaliação da aprendizagem destes conteúdos, em nível de ensino médio.

Embora esperássemos um bom desempenho por parte dos alunos submetidos ao tratamento, os resultados mostraram que os níveis de aprendizagem significativa apresentados pelos alunos, de maneira geral, nesta pesquisa ficaram aquém do esperado. Isso, talvez esteja relacionado com o fato de dispormos de período muito curto para a tomada de dados dentre outros fatores fora do nosso controle. De qualquer forma, ao longo do desenvolvimento do estudo percebemos que os alunos conseguiam construir mapas conceituais com alguma diferenciação progressiva de conceitos e relações cruzadas indicando a formação de proposições importantes relativas ao conteúdo estudado.

Em relação aos testes, aplicados no início e no final do estudo, e às provas bimestrais optamos por analisar seus resultados sob uma abordagem predominantemente qualitativa e interpretá-los à luz dos princípios básicos da teoria da aprendizagem significativa, priorizando no estudo, as descrições e as interpretações daquilo que registramos e observamos durante o estudo sem perder de vista a construção dos mapas.

Portanto, com base na análise comparativa dos diversos “instrumentos de medida” que utilizamos, o presente estudo mostrou-nos que a utilização dos mapas conceituais como estratégia de ensino revela-se eficaz no processo de avaliação da ocorrência da aprendizagem significativa em conteúdos de Calorimetria, em nível

médio. Vimos que a estratégia da construção progressiva de mapas conceituais, com um ensino sob uma abordagem ausubeliana, promove o desenvolvimento de níveis de aprendizagem cada vez maiores, pois o estudante demonstra ser capaz de construir novas relações e proposições entre conceitos da matéria estudada.

Os testes aplicados aos estudantes de ambos os grupos revelaram, que existem compreensões conceituais iniciais equivocadas ou confusas quando interpretam alguns fenômenos térmicos cotidianos. No entanto, os alunos que participaram do processo de construção dos mapas conceituais, revelaram melhores desempenhos nestes mesmos testes, nos fazendo acreditar na ocorrência de aprendizagem.

As afirmações dos alunos nos questionários de opinião enfatizam a relação entre a construção dos mapas conceituais e a percepção de aprendizagem dos conceitos da Calorimetria. Além disso, também apresentam comentários que nos levaram a considerar os mapas conceituais como eficazes tanto na promoção quanto na avaliação da ocorrência da aprendizagem significativa desse conteúdo. Outro fato importante revelado por esse questionário foi a 'percepção', por parte dos alunos, de que a construção daqueles mapas os levava a explicitar e correlacionar melhor os conceitos até então compreendidos; tal como expressa um dos alunos ao afirmar *"os mapas organizaram minhas idéias sobre o tema"*.

Além destas evidências à luz destas opiniões, também podemos inferir que alguns alunos, durante o período de aplicação do tratamento, começaram a desenvolver o processo de meta-aprendizagem. Isto é explicitado quando analisamos respostas onde o próprio aluno avalia seu melhor desempenho à medida que construía mapas conceituais, indicando dessa maneira, que a construção dos mapas conceituais o ajudava em seus próprios processos de aprendizagem.

Se, por um lado, a aprendizagem significativa não se mostrou tão evidente nos mapas conceituais construídos por todos os alunos, tal como é proposto, por outro lado, notamos a presença de melhor estruturação e inter-relação dos conceitos da Calorimetria ao longo das aulas, portanto, percebemos uma evolução conceitual. Tal dificuldade é absolutamente natural quando levamos em conta o desconhecimento dos alunos em relação ao uso dos mapas conceituais, cuja compreensão e construção requer, de quem os constrói muita atenção para não reproduzi-lo como um simples organograma de conceitos, ou outra coisa, que não cumpre o papel de explicitar a estrutura de conhecimento do sujeito.

Considerando a dificuldade dos estudantes em interpretar situações cotidianas envolvidas com fenômenos térmicos (que ultrapassa o campo das observações macroscópicas); o curto período destinado à tomada de dados e a gradual desmotivação dos estudantes, pelo fato de já terem nota para serem aprovados; as evoluções conceituais apresentadas na maioria dos mapas construídos, as interpretações das questões dos testes e das provas bimestrais, bem como as opiniões emitidas durante o processo de construção dos mapas conceituais, acreditamos que a utilização dessa estratégia foi eficaz para promover e fornecer evidências de aprendizagem significativa em conteúdos de Calorimetria.

Certamente os resultados apresentados neste estudo não se esgotam. Esta pesquisa como tantas outras, poderá ser precursora de estudos semelhantes em outras escolas, em outras disciplinas e em conteúdos diferentes dos que aqui foram explorados. Se os resultados de nosso estudo forem comparados com resultados de estudos semelhantes em outras escolas e em outros contextos, teremos contribuído ainda mais, na busca pela melhoria do ensino de Física em nossas escolas de nível médio.

Esperamos também que a avaliação possa ser alvo de atenção de um maior número de pesquisadores para que possamos desenvolver mais discussões a respeito da mesma e que a avaliação venha tornar-se uma instância efetiva de verificação da aprendizagem dos nossos estudantes.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J.D. e HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. Tradução para o português de Eva Nick *et al.*, da 2ª edição de *Educational psychology: a cognitive view* Rio de Janeiro, Interamericana, 1980 In: Moreira, M. A. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999a. 195p.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J.D. e HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. Tradução para o português de Eva Nick *et al.*, da 2ª edição de *Educational psychology: a cognitive view* Rio de Janeiro, Interamericana, 1980. In: Clarilza Prado de Sousa (Org.) et al. *Avaliação do rendimento escolar*. 3 ed. Campinas, SP: Papirus, 1994. p. 27-44. (Coleção magistério: formação e trabalho pedagógico).

CASTILLEJO, J. L. Pedagogia tecnológica. CEAC. Barcelona, 1987 *apud* MARTINEZ-MUT, B.; GARFELLA, P. A construção humana através da aprendizagem significativa: David Ausubel. In: MINGUET, P. A. (Org.) et al.; Tradução de Juan Acuña Llorens. *A construção do conhecimento na educação*. Porto Alegre: ArtMed, 1998. cap. 5, p.137

CERVANTES, A. “Los conceptos de Calor y Temperatura; una revisión bibliográfica”. *Enseñanza de las Ciencias*, v.5, n.1, p.66-70, 1987 *apud* KÖHNLEIN, J. F. C.; PEDUZZI, S. S. Um estudo a respeito das concepções alternativas sobre calor e temperatura. *Revista Brasileira de Investigação em Educação em Ciências*. Porto alegre, v.2, n.3, pp.84-96, 2002.

CONCEIÇÃO, L.; VALADARES, J. Mapas Conceituais Progressivos como suporte de uma estratégia construtivista de aprendizagem de conceitos mecânicos por alunos do 9º ano de escolaridade: que resultados e atitudes? *Revista Brasileira de Pesquisa de Educação em Ciências*, Porto Alegre, v.2, n.2, p. 21-35, mai./ago., 2002.

CONTRERAS, L. C. El uso de mapas conceptuales como herramienta educativa em el ámbito de los números racionales. *Enseñanza de las Ciencias*. Barcelona, v.15, n.1, pp. 111-122, jan., 1997.

COSTAMAGNA, A. M. Mapas Conceptuales como expresión de procesos de interrelación para evaluar la evolución del conocimiento de alumnos universitarios. *Enseñanza de las Ciencias*. Barcelona, v. 19, n.2: pp. 309-318, jun., 2001.

DELIZOICOV, D. ANGOTTI, J. A. P.; *Física*. São Paulo: Cortez, , 1992, 181p. (Col. Magistério 2º grau: Série formação geral).

GRAF. Física 2: física térmica / óptica. São Paulo:Edusp, 1991.

JÚNIOR, F. R.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T. *Os Fundamentos da Física*. 6 ed. São Paulo: Moderna, 1993.

KÖHNLEIN, J. F. C.; PEDUZZI, S. S. Um estudo a respeito das concepções alternativas sobre calor e temperatura. *Revista Brasileira de Investigação em Educação em Ciências*. Porto alegre, v.2, n.3, pp.84-96, 2002.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. Tradução de Heloísa Monteiro e Francisco Settineri. *A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas*. Porto Alegre: ArtMed.; Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. *Curso de Física*. vol. 2. São Paulo: Scipione, 1997.

MINGUET, P. A. (Org.) et al. Tradução de Juan Acuña Llorens. *A construção do conhecimento na educação*. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

MOREIRA, M. A. *Mapas conceituais e aprendizagem significativa. O Ensino*. Pontevedra/Galícia/Espanha & Braga/Portugal, n. 23 a 28, pp. 87-95,1988

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais no ensino de física. Porto Alegre: Instituto de Física-UFRGS, 1992. 44p: il.(Textos de Apoio ao Professor de Física; n.3)

MOREIRA, M. A. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999a. 195p.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa*. Brasília: Editora da UnB, 1999b. 130p.

MOREIRA, M. A. *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Editora da UnB, 2006. 186p.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. Tradução para o português do mesmo autor, do artigo Mapas conceptuales e aprendizaje significativo em ciências. *Revista Chilena de Educación Científica*, v.4, n.2, p. 38-44, 2005.

MOREIRA, M. A.; BUCHEWEITZ, B. *Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o Vê epistemológico*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1993, cap. 1,2 e 3, pp. 13-58 (Coleção Aula Prática).

NOVAK, J. D. *A theory of education*. Ithaca, N.Y: Cornell University Press, 1977 Trad. p/ português de M.A.Moreira *Uma teoria da educação*. São Paulo: Pioneira, 1981. In: Moreira, M. A. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999a, cap.11, pp. 167-180

NOVAK, J. D. GOWIN, D. B. *Learning how to learn*. Ithaca, N.Y: Cornell University Press, 1977 *Aprendendo a aprender*. Trad. p/ português de Carla Valadares *Aprendendo a aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1984. In: MOREIRA, M. A. Mapas conceituais no ensino de física. Porto Alegre: Instituto de Física-UFRGS, 1992. 44p: il.(Textos de Apoio ao Professor de Física; n.3)

SCHWAB, J. The practical 3: translation into curriculum. *School Review*, v.81, n.4, p.501-522, 1973. In: MOREIRA, M. A. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999a. 195p.

SILVA, D. et al. Ensino da distinção entre Calor e Temperatura: uma visão construtivista. In: *Questões atuais no ensino de Ciências*. São Paulo: Escrituras, p.61-75, 1988 *apud* KÖHNLEIN, J. F. C.; PEDUZZI, S. S. Um estudo a respeito das concepções alternativas sobre calor e temperatura. *Revista Brasileira de Investigação em Educação em Ciências*. Porto alegre, v.2, n.3, pp.84-96, 2002.

SOUSA, C.P. de (Org.) et al. *Avaliação do rendimento escolar*. 3 ed. Campinas, SP: Papyrus, 1994. p. 27-44. (Coleção magistério: formação e trabalho pedagógico).

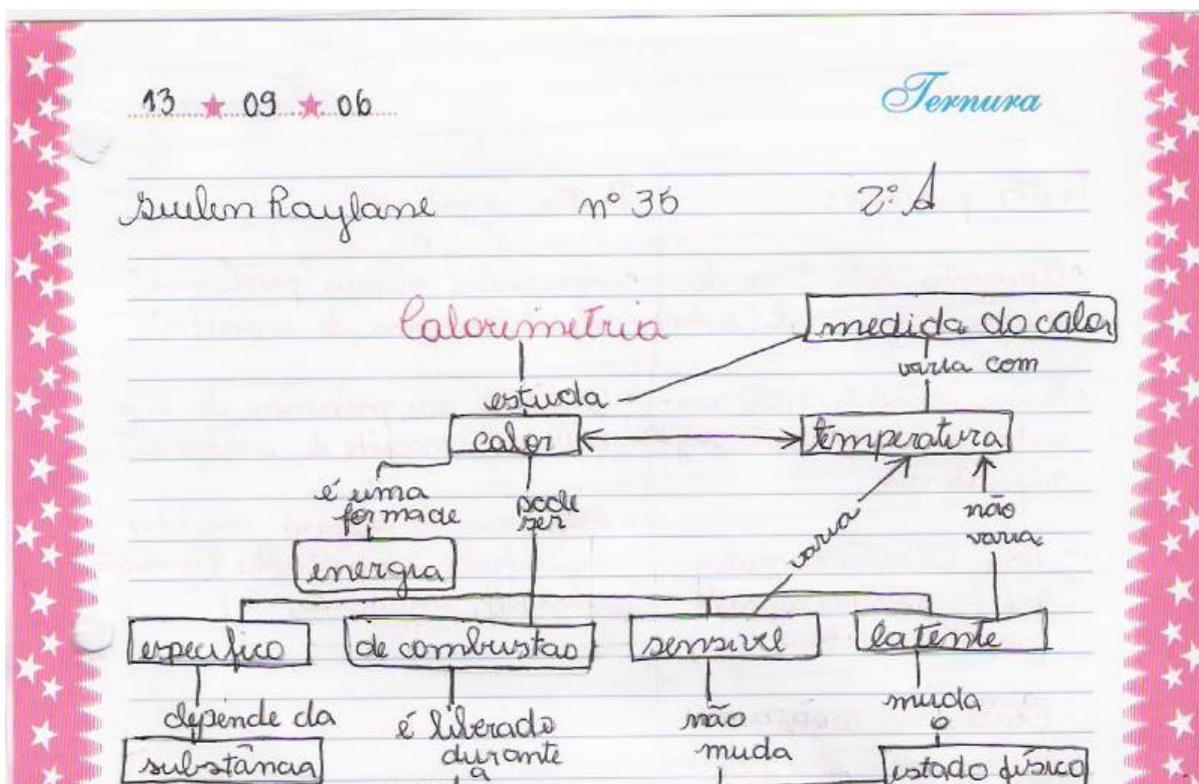
SOUZA, S. Z. L. *Revisando a teoria da avaliação da aprendizagem*. In: Clarilza Prado de Sousa (Org.) et al. *Avaliação do rendimento escolar*. 3 ed. Campinas, SP: Papyrus, 1994. p. 27-44. (Coleção magistério: formação e trabalho pedagógico).

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. *Biometría.Principios y métodos estadísticos*. *apud* COSTAMAGNA, A. M. Mapas Conceptuales como expresión de procesos de interrelación para evaluar la evolución del conocimiento de alumnos universitarios. *Enseñanza de las Ciencias*. v. 19, n.2: p. 309-318, Barcelona, Espanha, jun., 2001.

VASQUEZ DIAZ, J. Alguns aspectos a considerar em la didáctica del Calor. *Enseñanza de las Ciências*, v.5, n.3, p.235-238, 1987 *apud* KÖHNLEIN, J. F. C.; PEDUZZI, S. S. Um estudo a respeito das concepções alternativas sobre calor e temperatura. *Revista Brasileira de Investigação em Educação em Ciências*. Porto Alegre, v.2, n.3, pp.84-96, 2002.

## **ANEXOS**

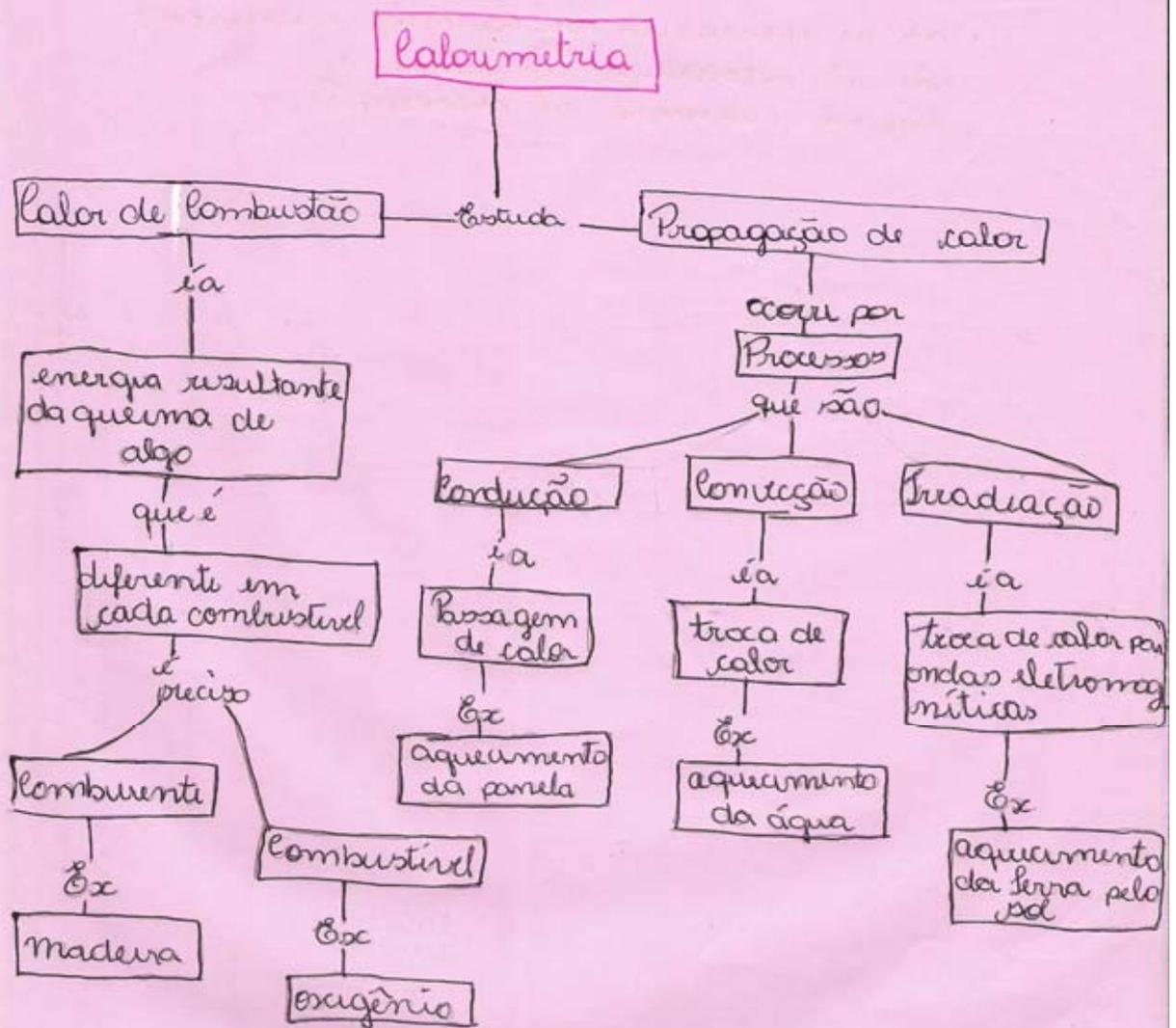
## ANEXO 1 – MAPAS CONCEITUAIS DOS ALUNOS



Nome: Suelen Raylane Chruostomo Ferreira  
 Serie/Surma: 2ª A  
 nº: 35  
 Disciplina: Física

09/08/07

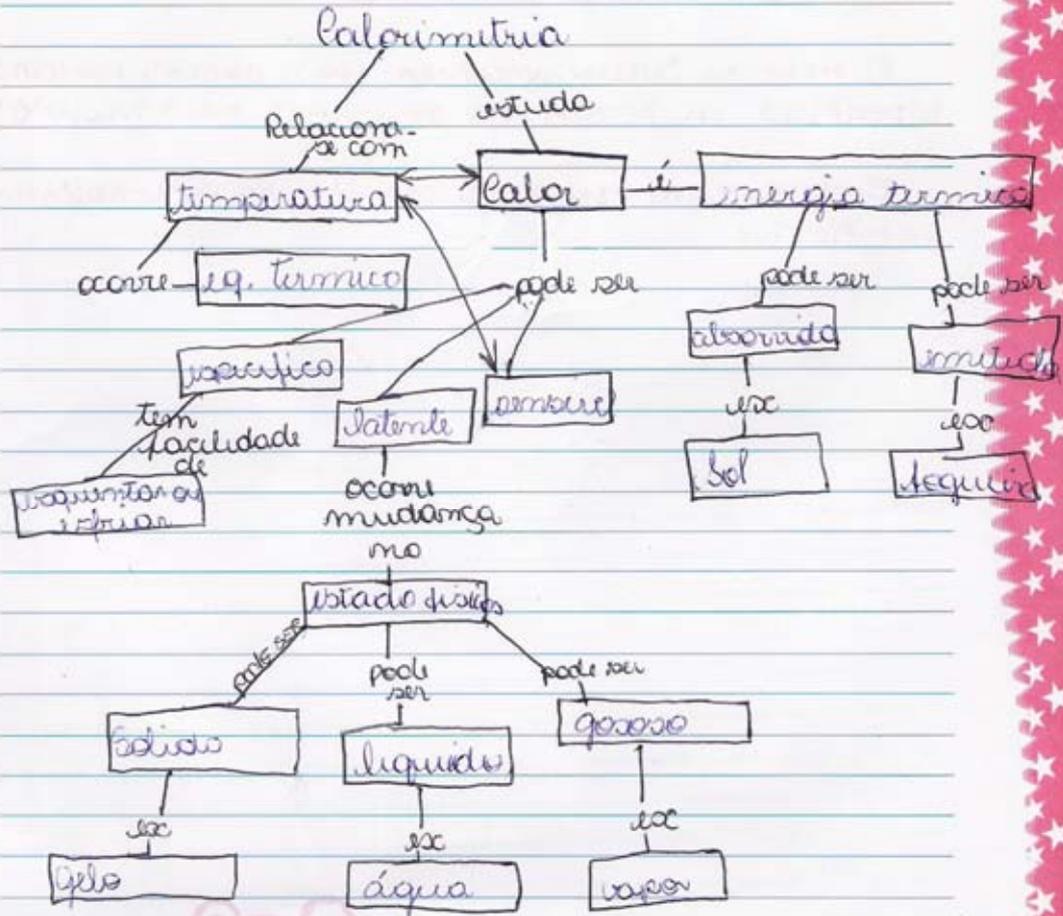
## Combustão e Propagação de calor



23 \* 08 \* 06

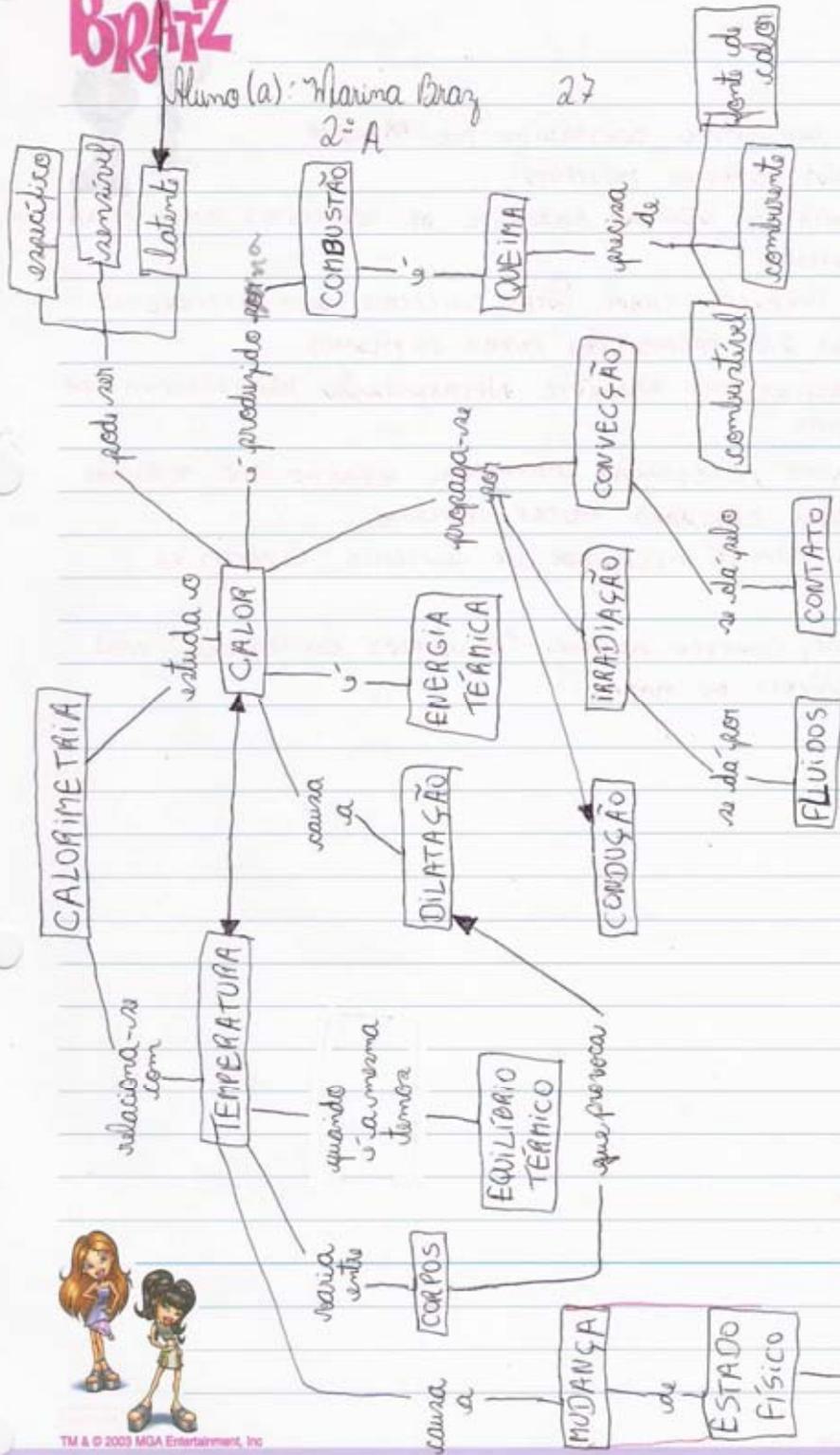
Ternura

nome: Suelen Raylane nº 35  
 Série/Surma: 2ª A



# BRATZ

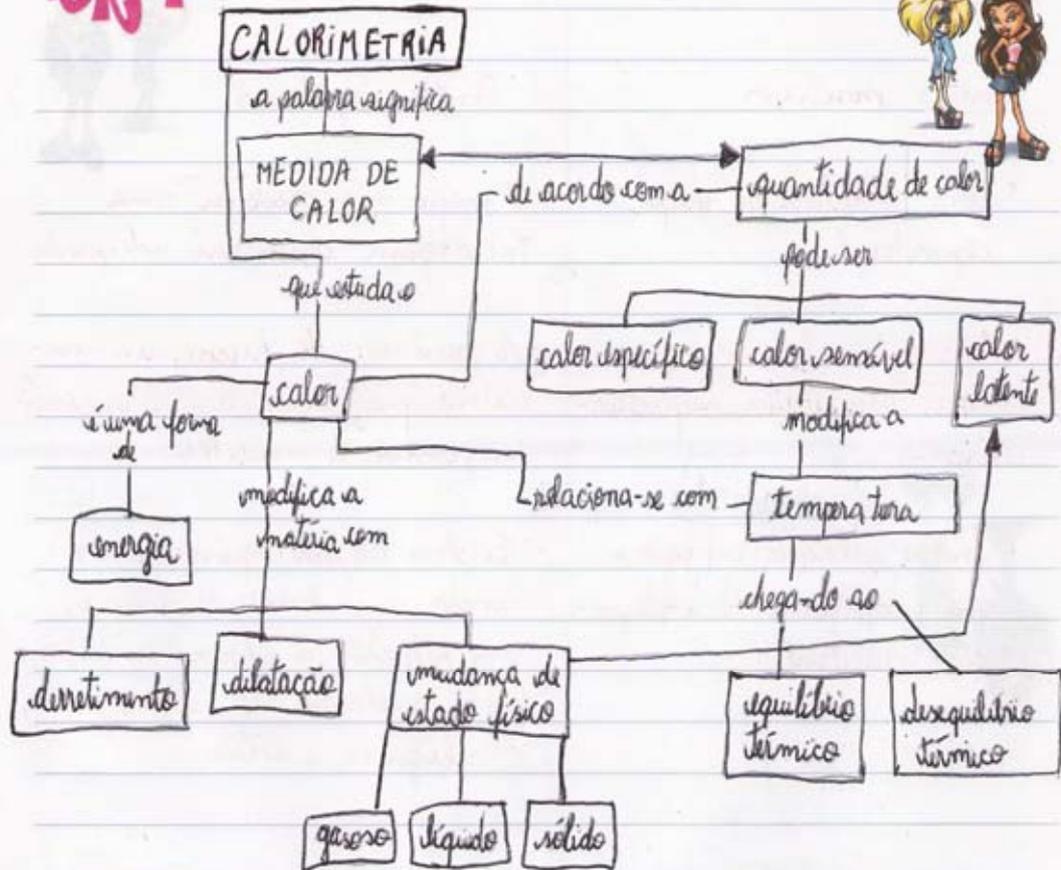
Aluno(a): Marina Braz 27  
2º A



13/09/06

BRATZ

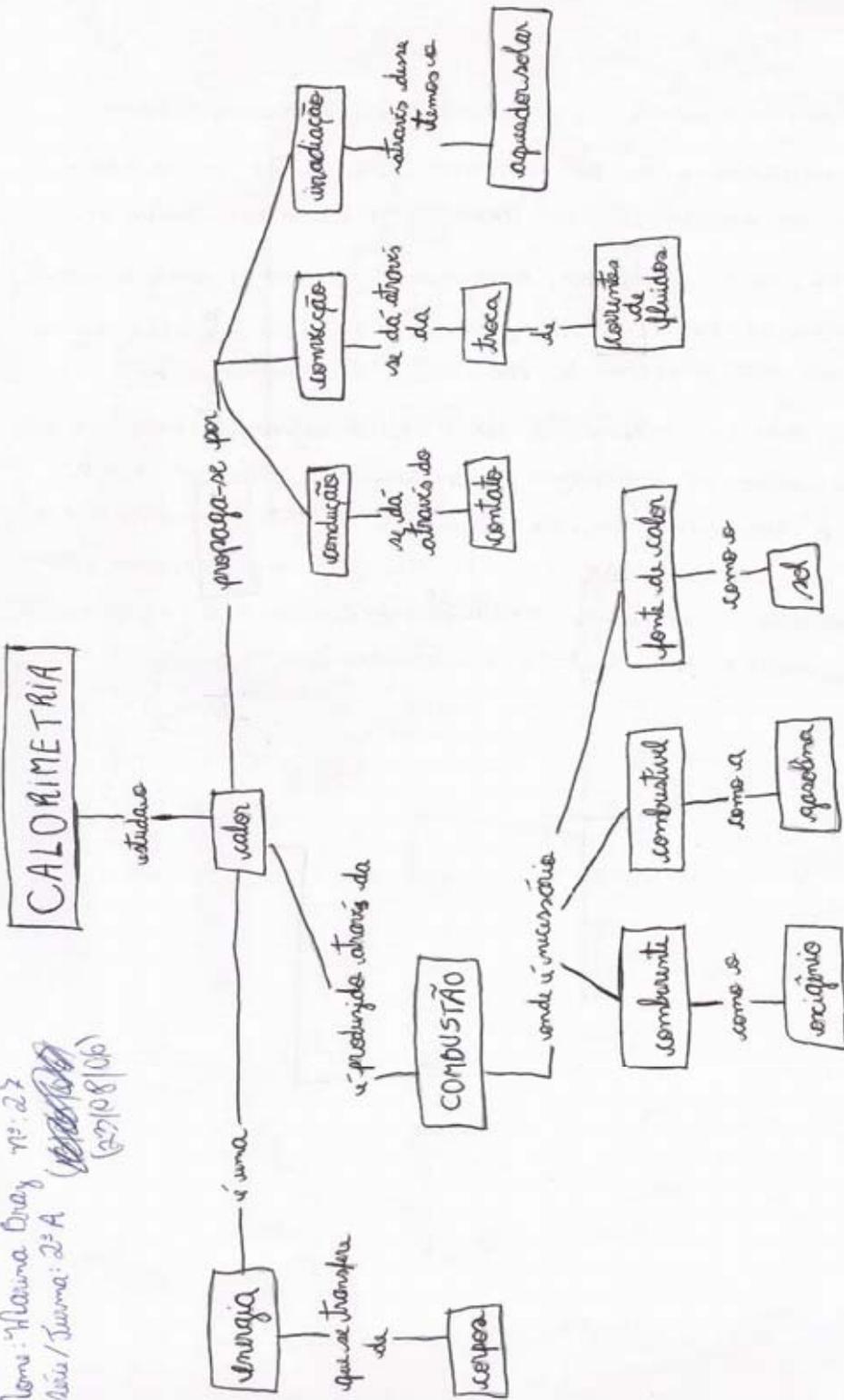
09-08-06



Nome: Marina Braz de Castro n° 27

Turma: A Série: 2º ano

Nome: Flávia Day nº: 27  
 Data/Turma: 2ª A  
 (22/08/06)

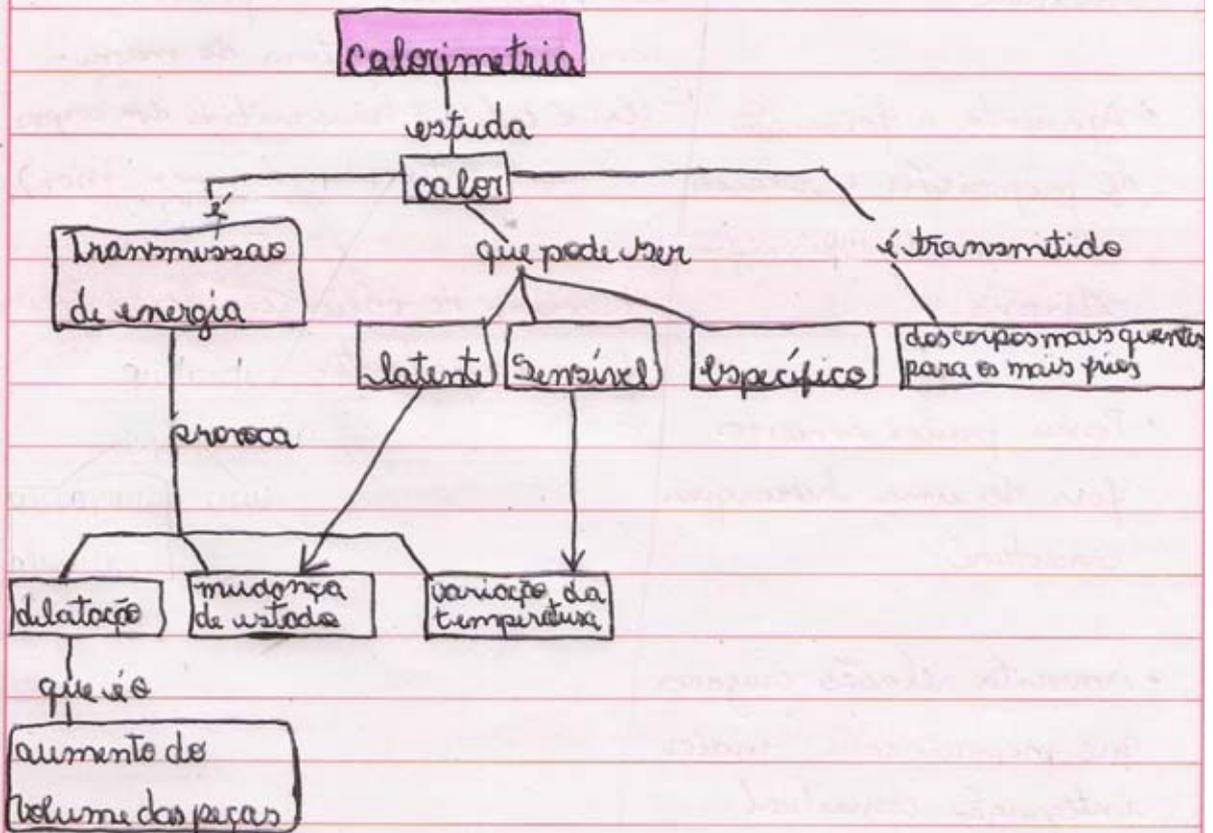


23/08/06

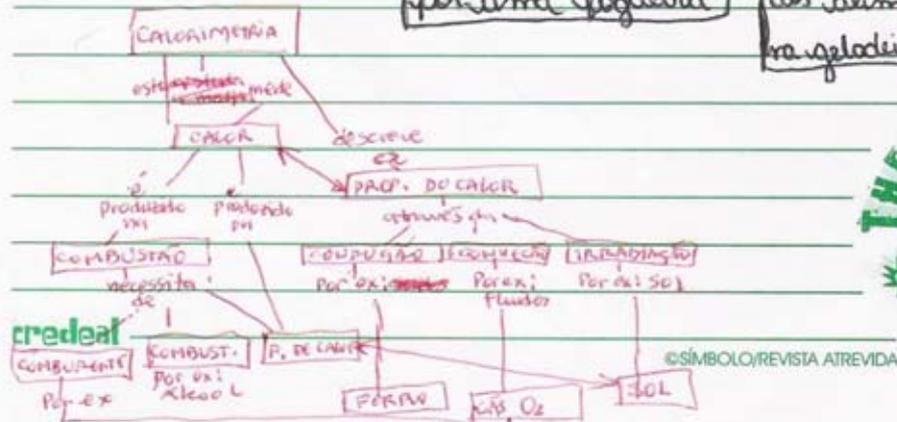
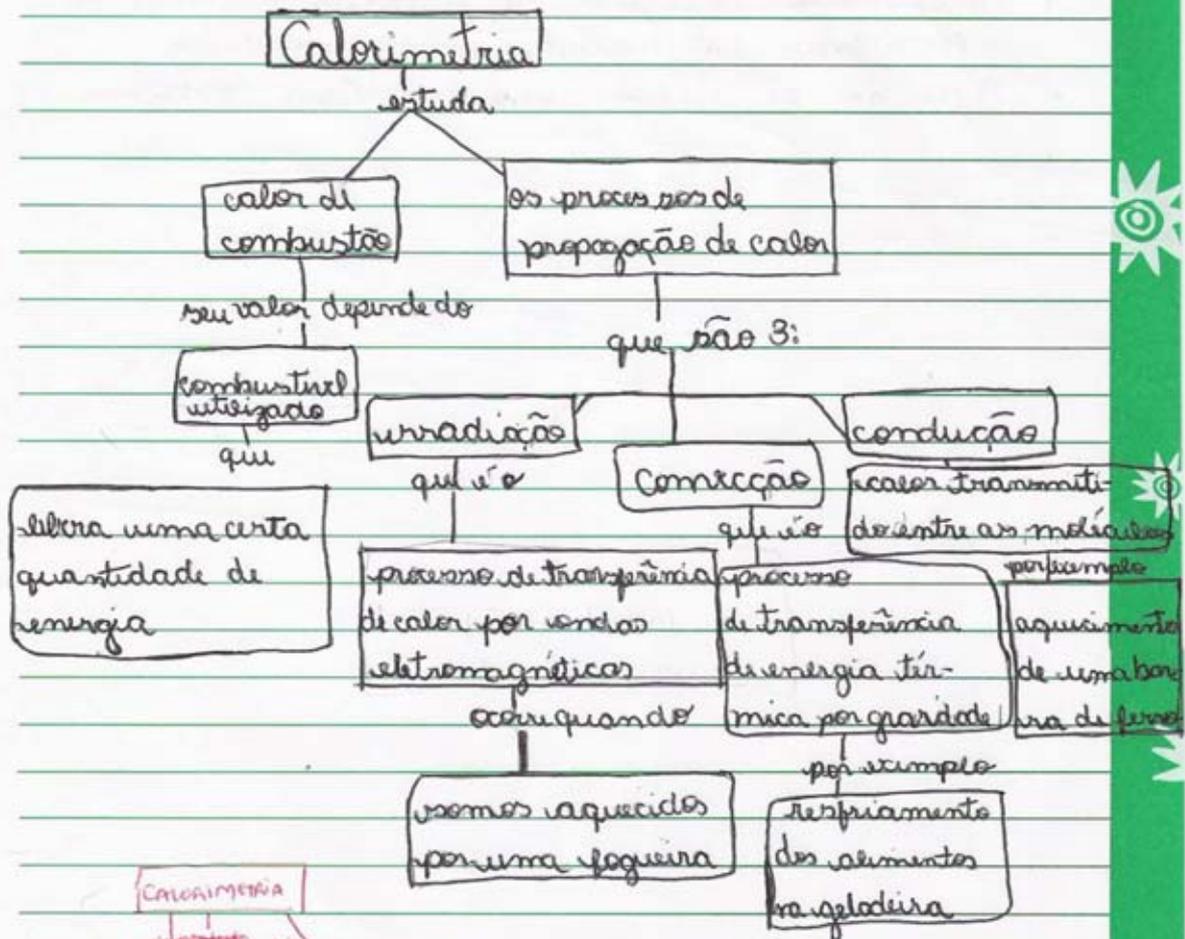
Aluna: Dinaide Dourado

nº: 14

Série/Turma: 2º A



Centro Educacional Olí de Rianaltimo  
 Aluna: Quinaldi Kleurade da Costa nº: 14  
 Série/Turma: 2ª A

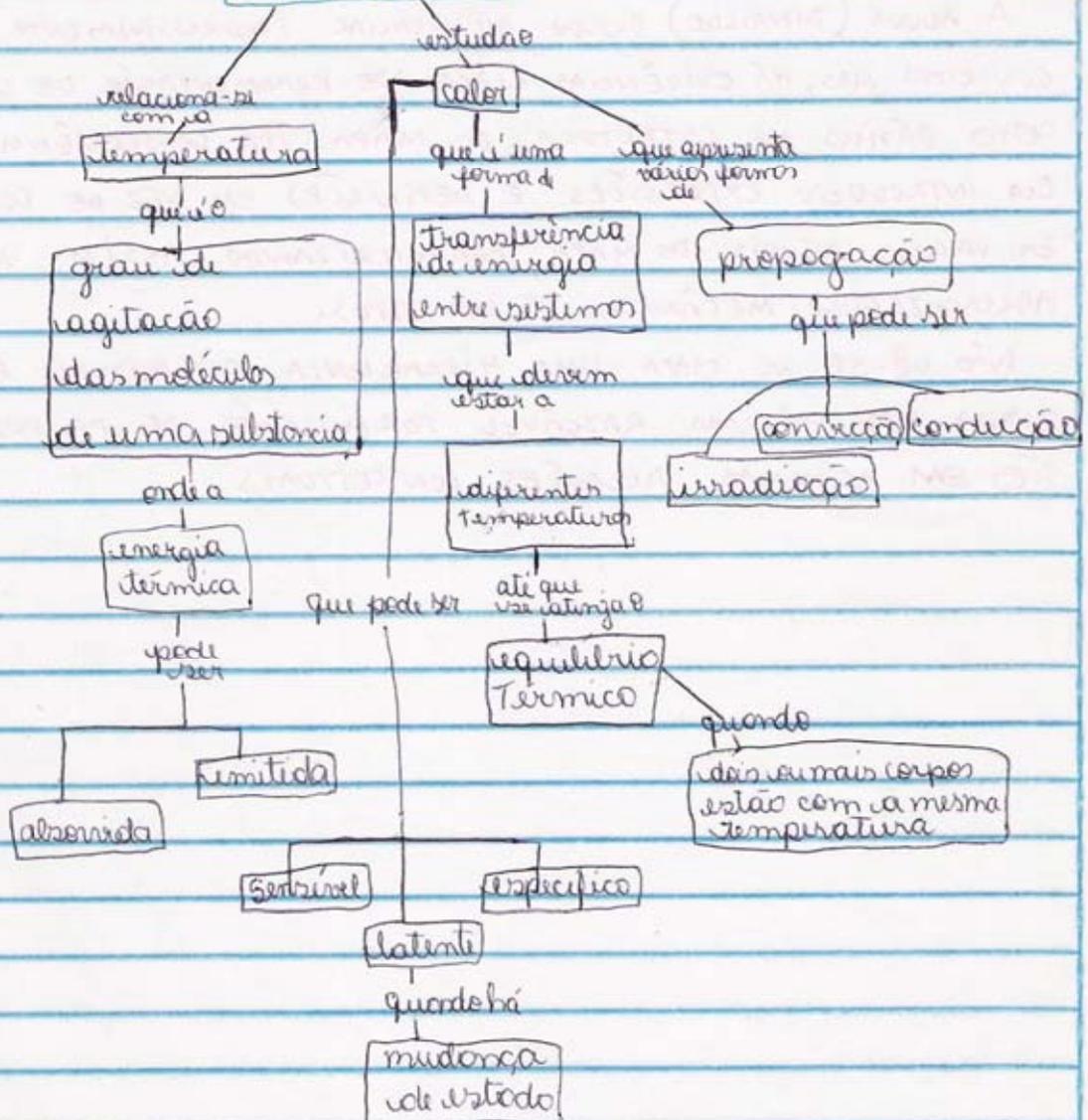


13 | 08 | 06

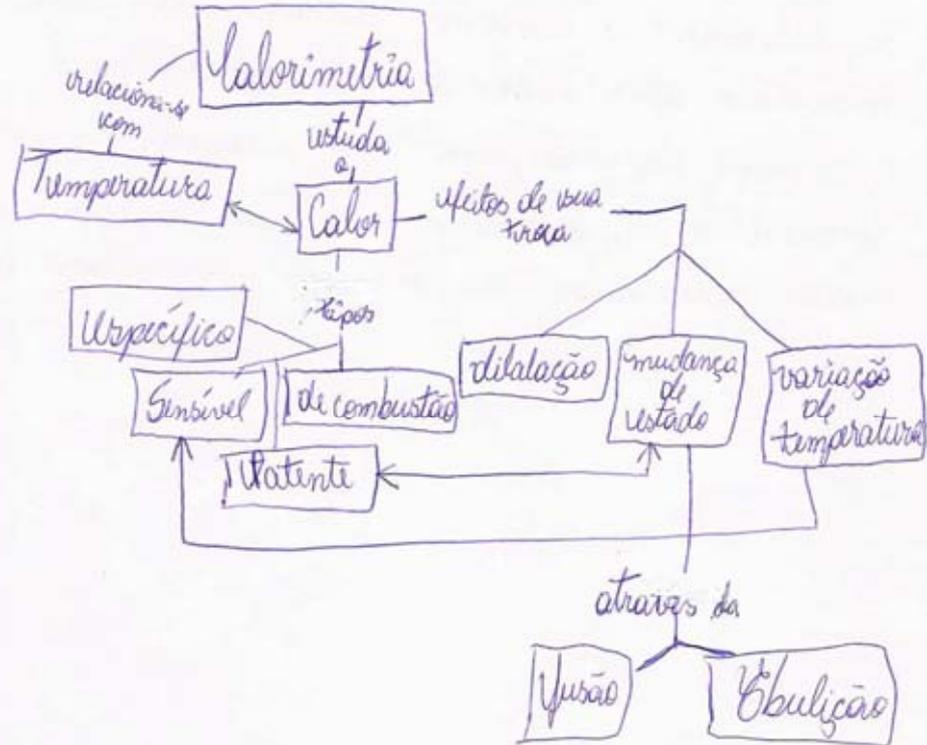
Aluna: Dinauldi Dourado da Mata nº: 14

Série / Turma: 2.ª A

## Calorimetria



Centro Educacional 01 de Planaltina  
 Aluna: física Karline de Arnelas Oliveira nº: 18 Série Turma: 2ª A  
 Data: 13/09/06 Disciplina: Física Professor: Gilmar



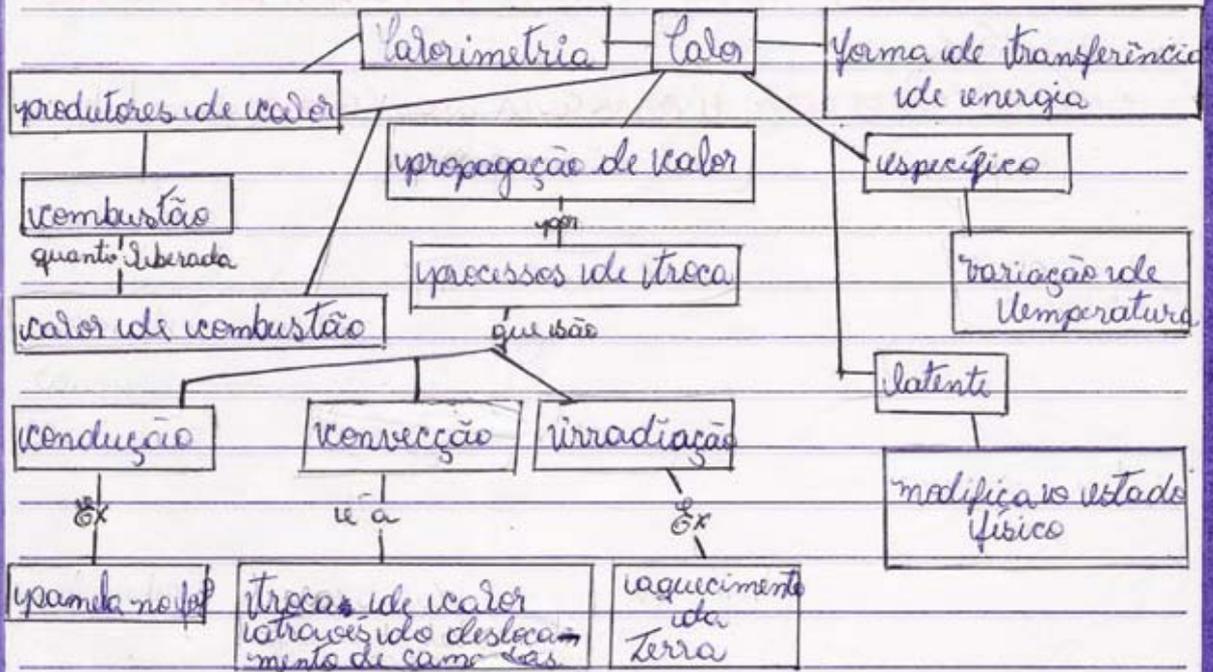
Centro Educacional 01 de Planaltina

23/08/1976

Professor: Gilmar Série/Turma: 2º A

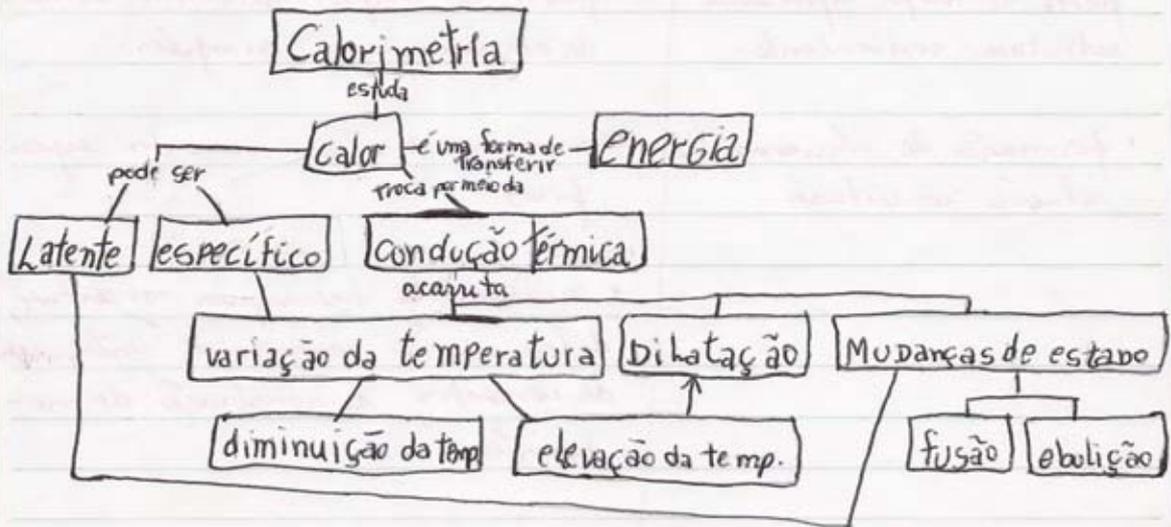
Aluna: Jéssica Karoline de Arnelas Allexira nº: 18

Combustão e Propagação de Calor

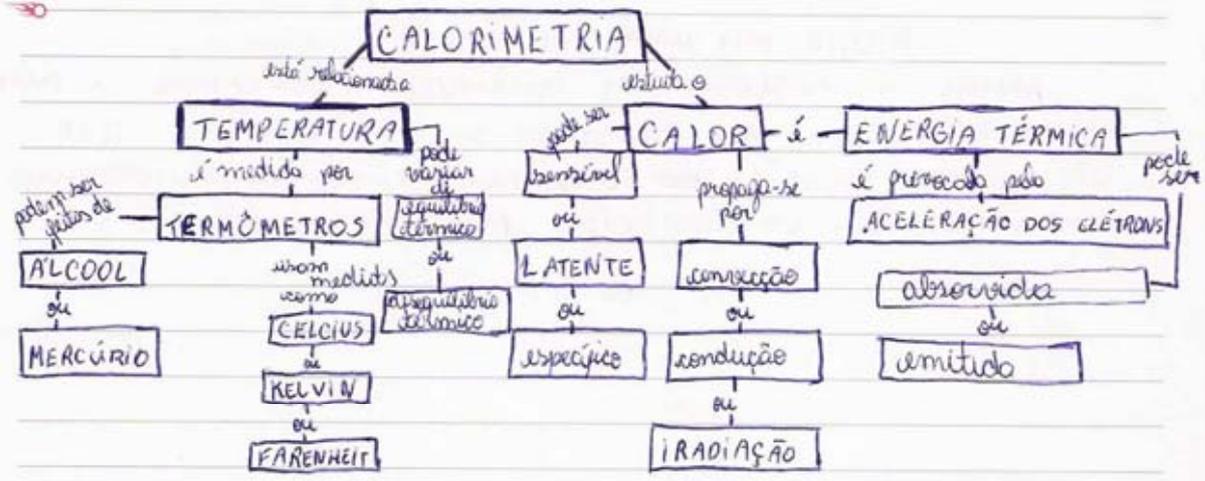


Aluna: Física Karoline de Oenilas Oliveira nº: 18  
 Série: 2º Turma: A Turno: vespertino

09/08/06

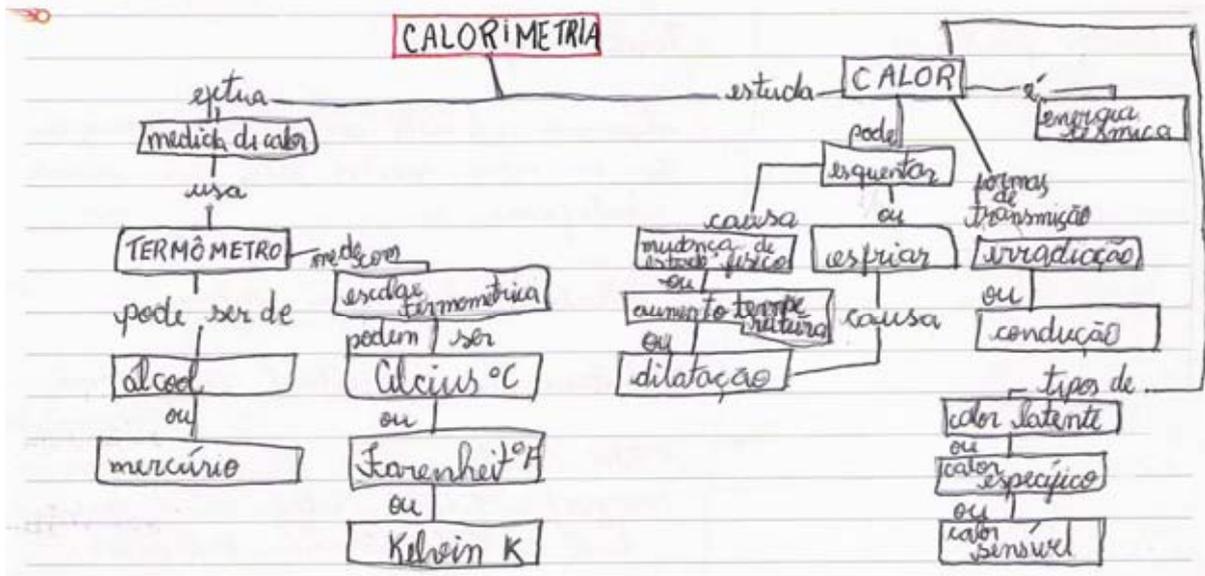


13.09.06



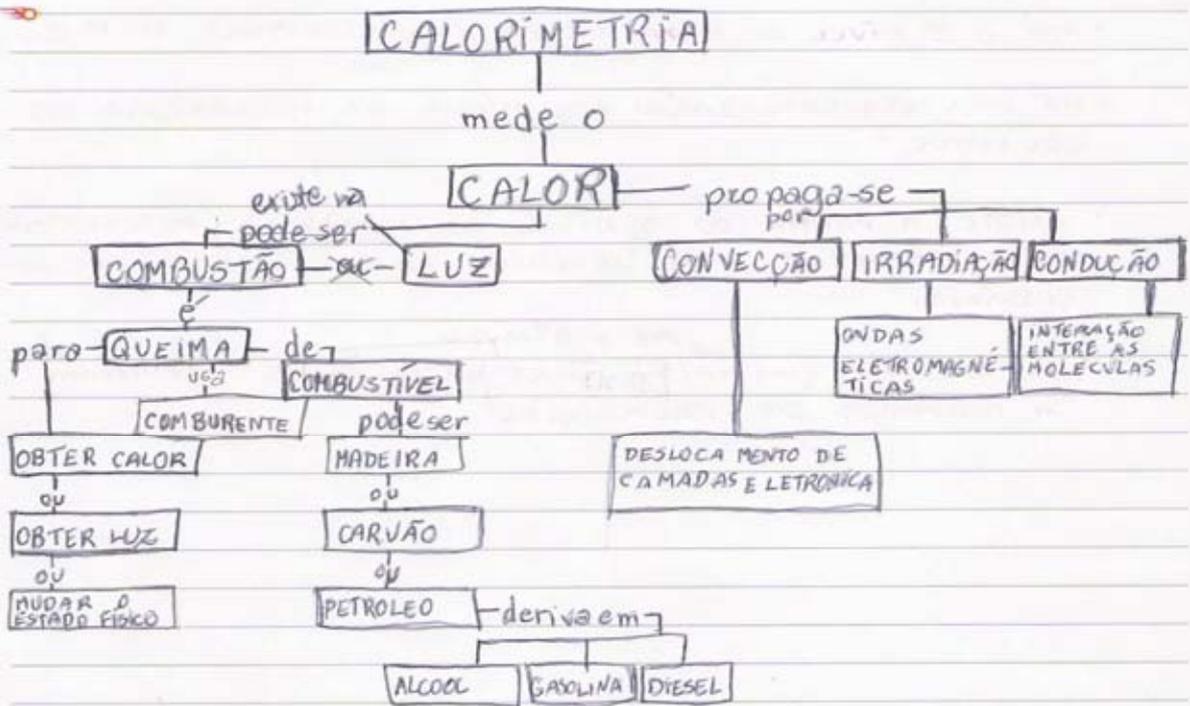
João Victor dos Reis Lima nº: 19  
2ºA

09 · 08 · 06



João Vitor dos Reis Lima  
 019  
 2º A

23.08.06



João Vitor © 2ª A  
 Física / Gilmar

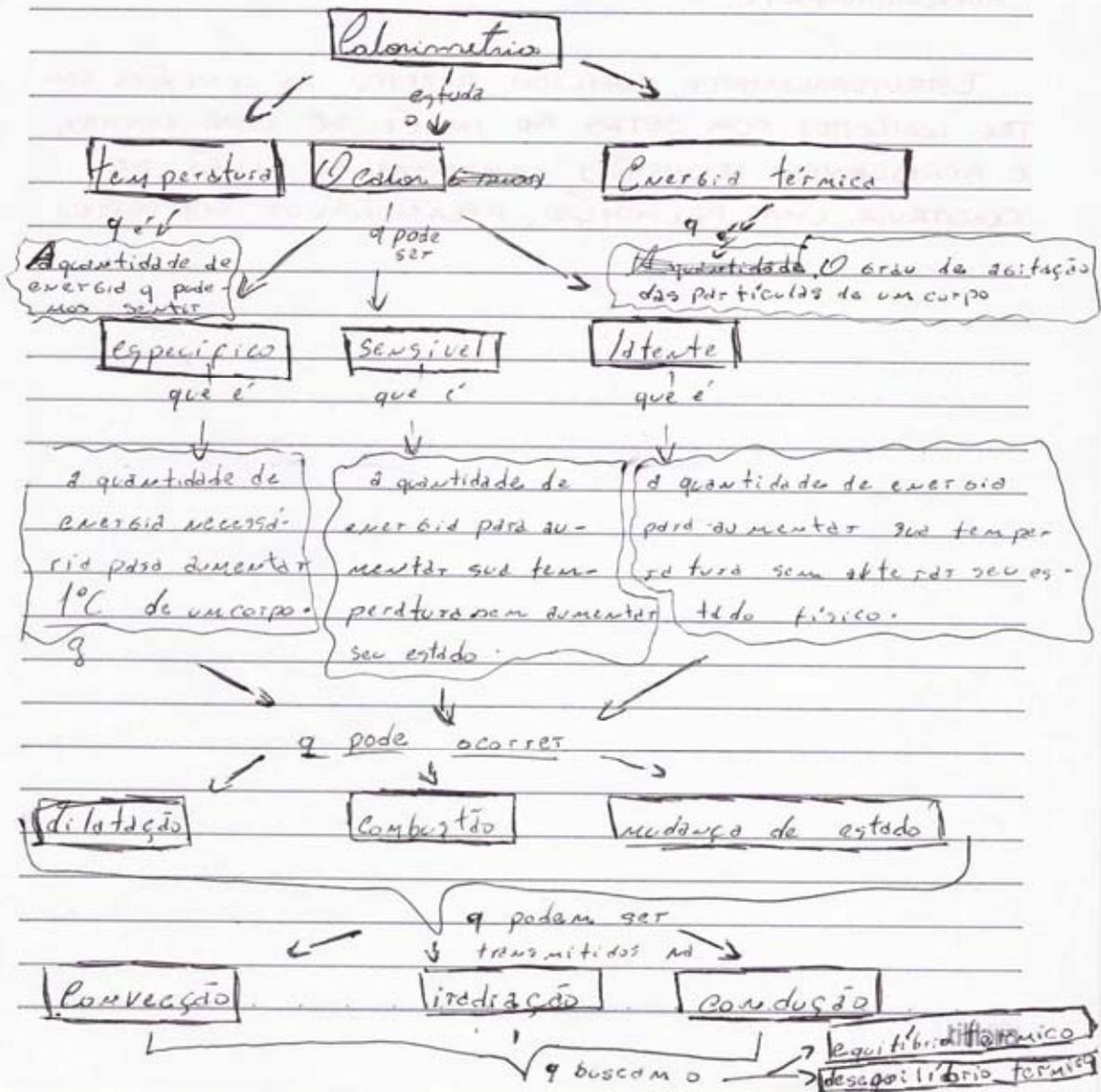
13/09/06

C. E. Q - 01

Nome: Adilson Sousa Alves

Nº: 01

Série / Turma: 2ª A



23/08/06

P.C.P-01

Nome: Adulson S. Alves

Nº 01

Série: 1ª A

Calorimetriaé  
a ciência que estuda o:Calorq  
pode ser:Sensívelé a quantidade de  
de calor  
necessária paraaumentar a tempera-  
tura sem alterar  
seu estadoLatenteé a quantidade  
necessária de calorpara mudar seu estado  
sem alterar sua tempera-  
tura.Específicoé a quantidade de  
calor necessáriapara aumentar a tem-  
peratura de um corpo  
1°C/g.

q podem provocar

Dilataçãoque é o aumento  
de tamanho  
causado pelo au-  
mento da tempera-  
turaCombustãoé a queima de um  
corpo causada  
pela desfruição  
de sua célula.Mudança de estadoé a mudança de  
seu estado.

09/09/06

Adailson Sousa Alves  
1º A.

N: 01

## Calorimetria

↳ de tudo  
do

### Calor

↳ se divide em

#### Calor latente

↳ e'

" a quantidade de energia térmica necessária para mudar de estado sem alterar a temperatura "

#### Calor específico

↳ e' também

" a quantidade de energia necessária para aumentar 1°C / Gr. "

#### Calor sensível

↳ também e'

" a quantidade de energia térmica necessária para aumentar a temperatura sem mudar o seu estado "

↳ podem ser através de

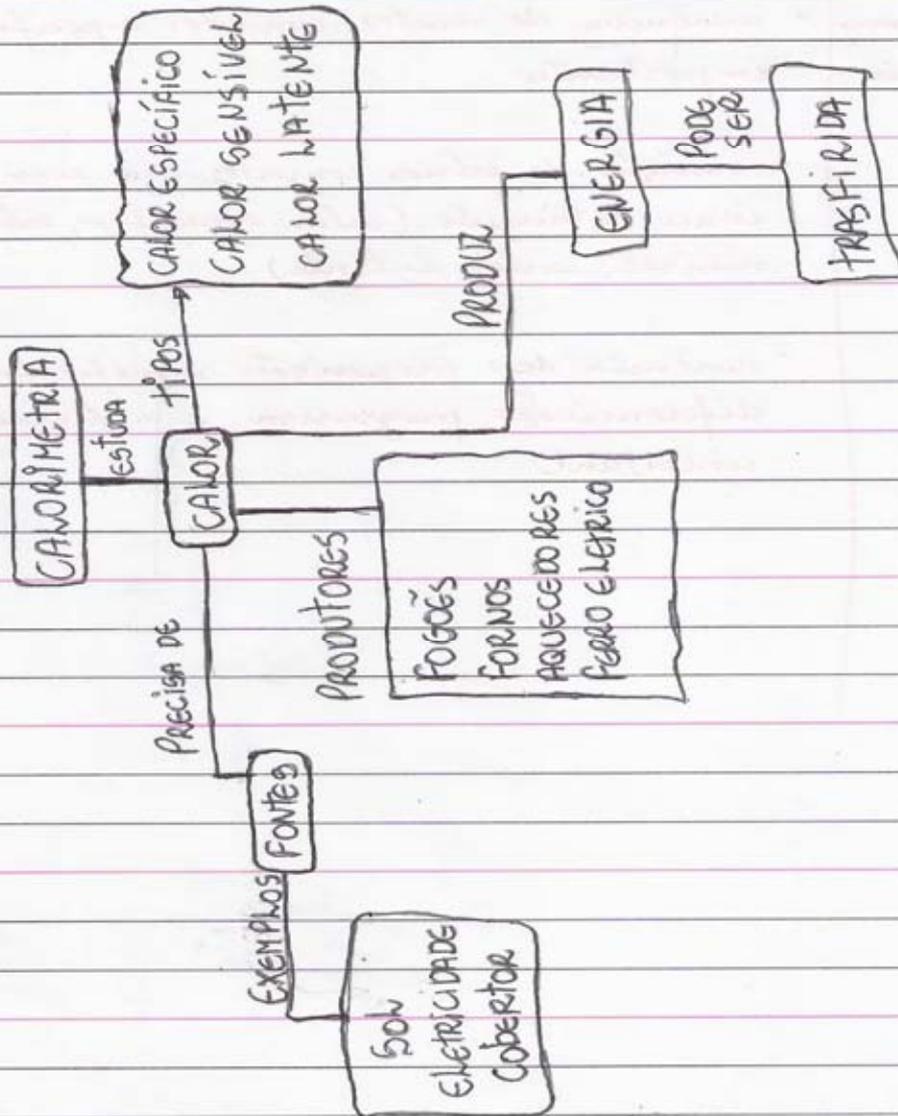
Condução ou Convecção ou Irradiação

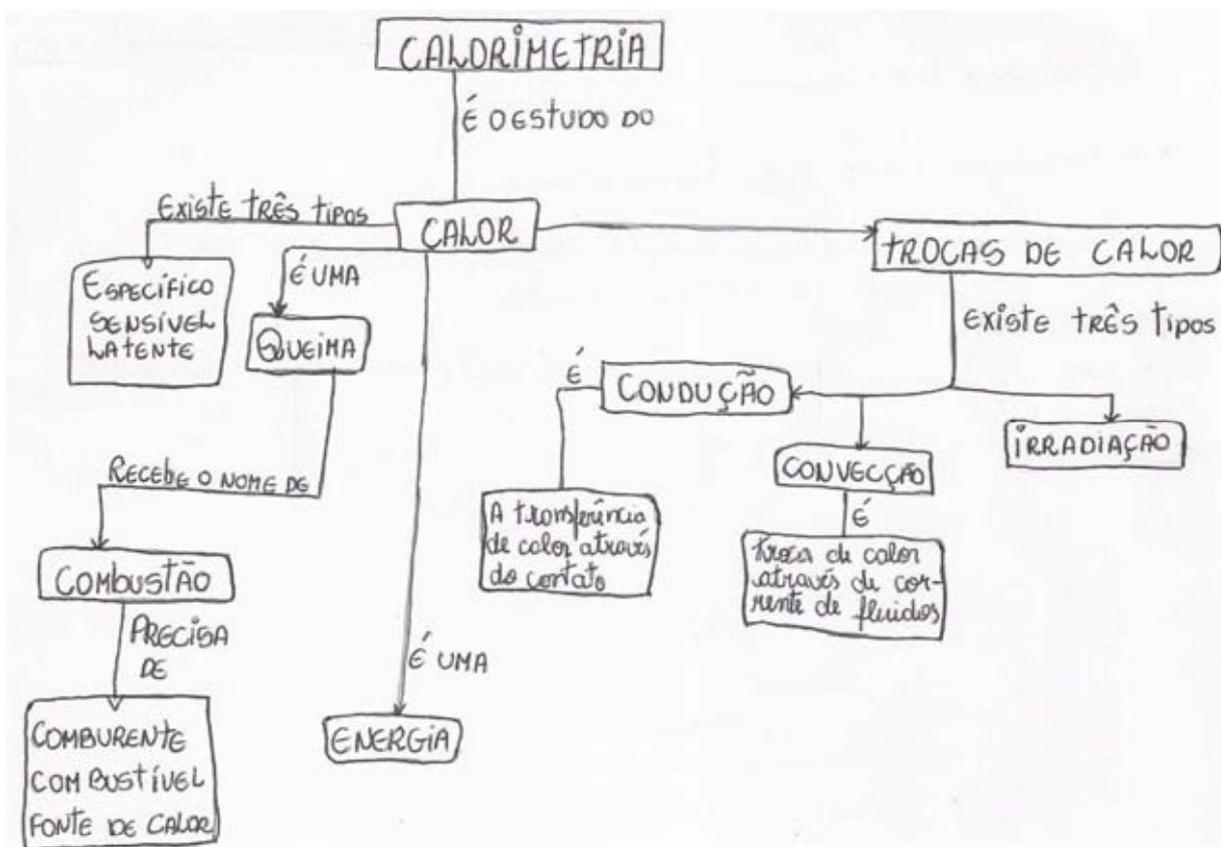
↳ podem causar

dilatação ou Combustão ou Mudança de estado  
tilibra

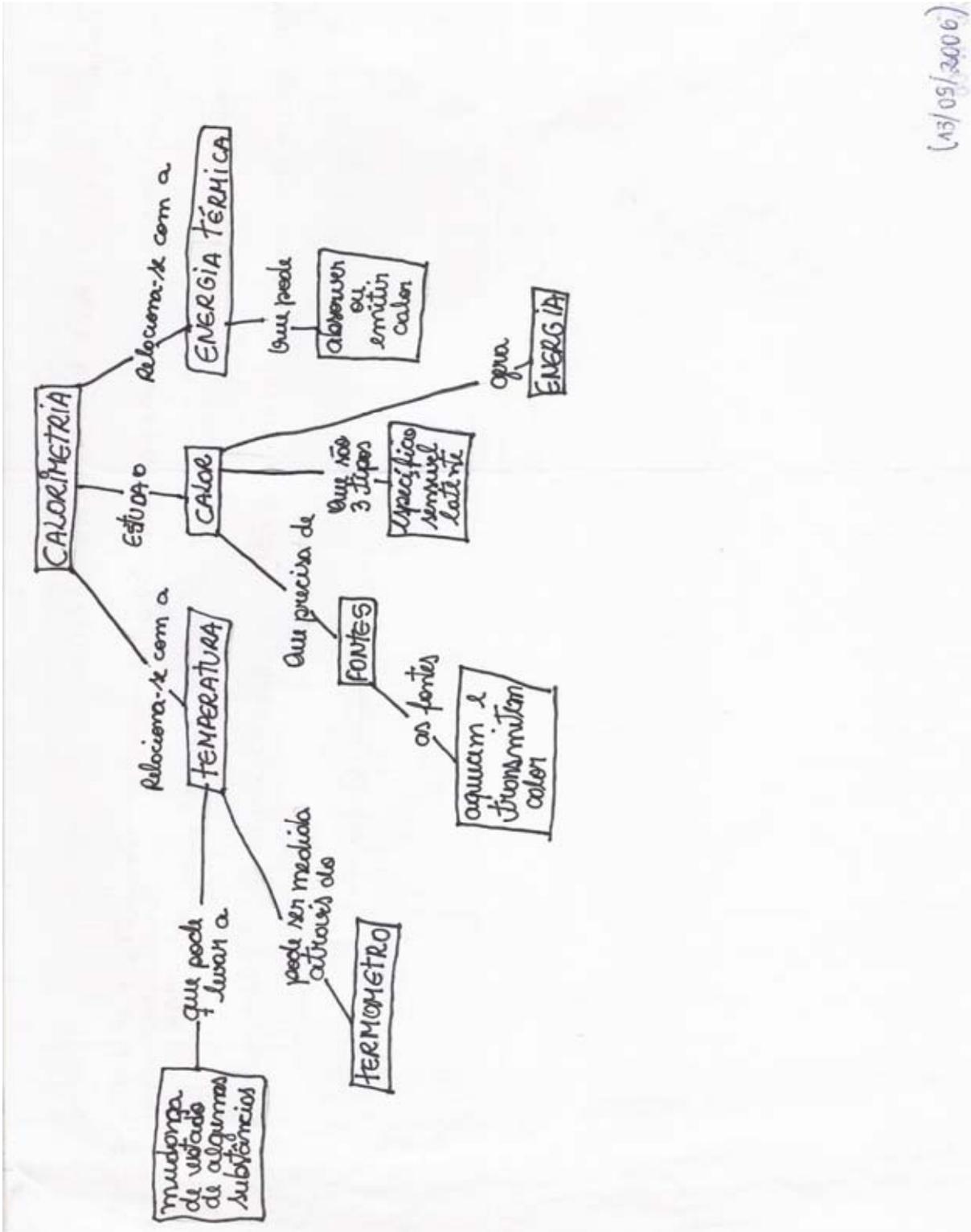


Andressa Pereira Costa nº 06  
2ª A. matutino

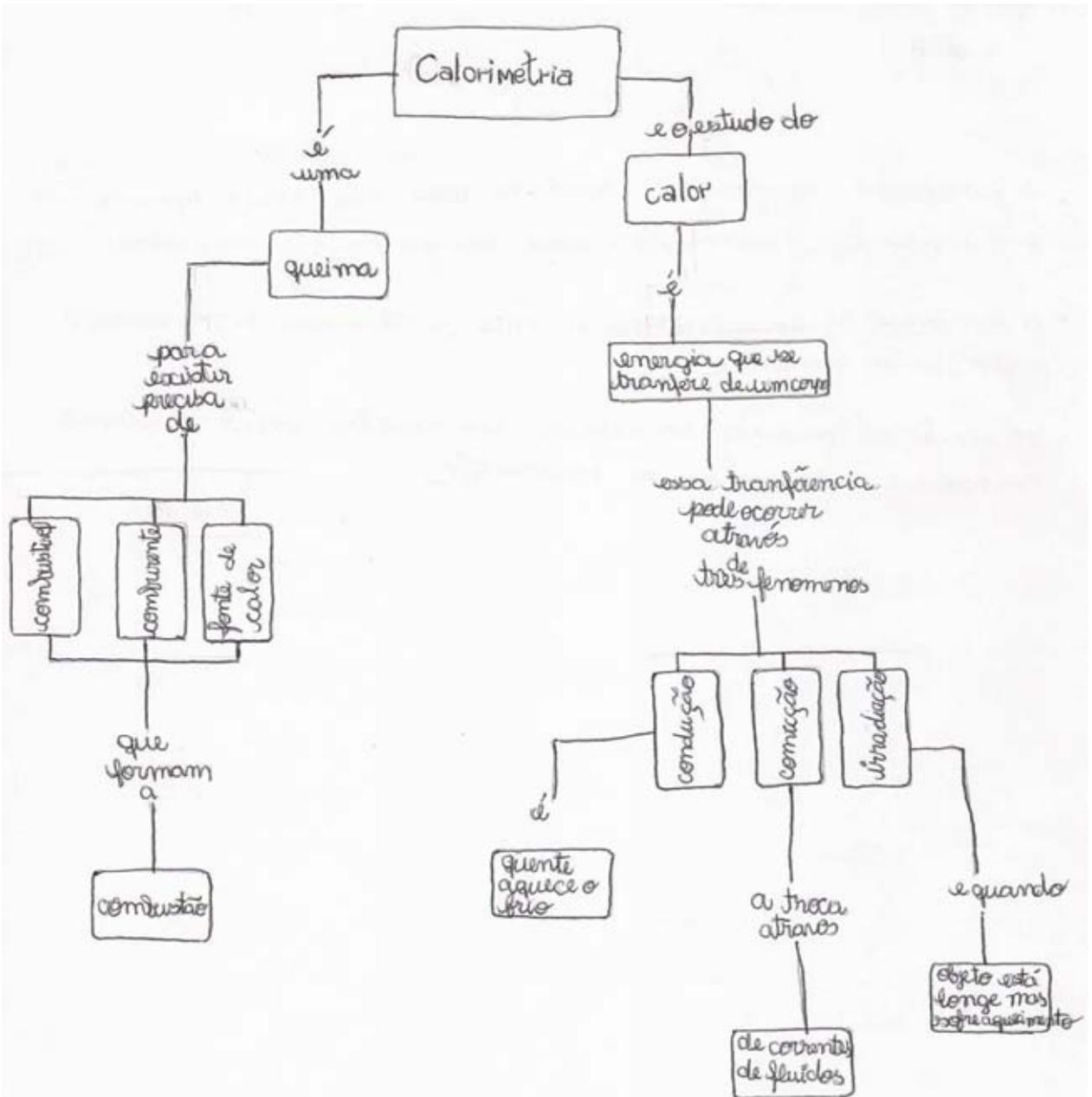




Andressa Pereira Costa nº 06 (23/08/06)  
 2º A matutino  
 Física: Gilmar



(13/05/2006)

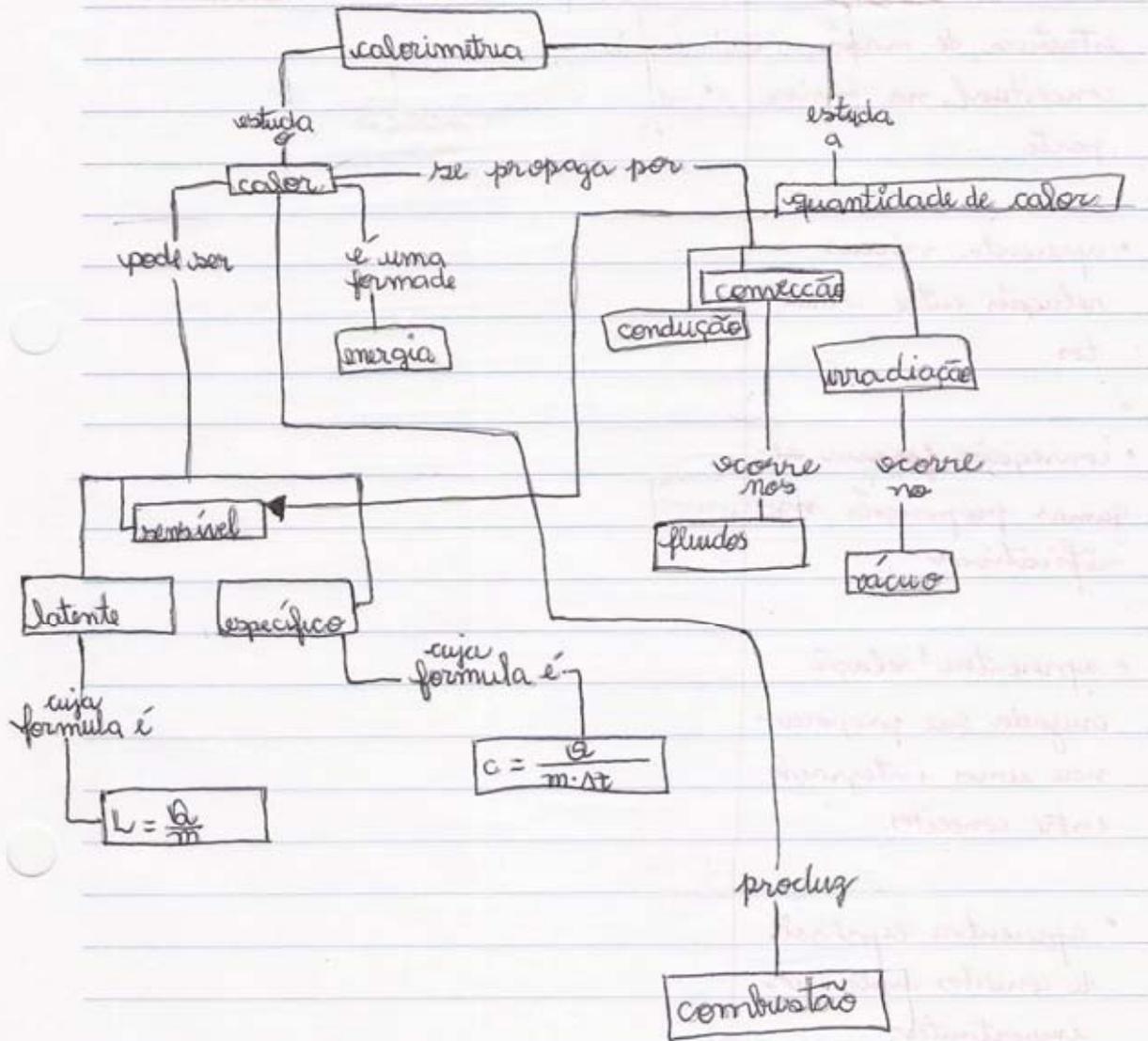


Angélica Rêine Escobar nº:04 (09/08/06)  
 2ª A

23/08/06

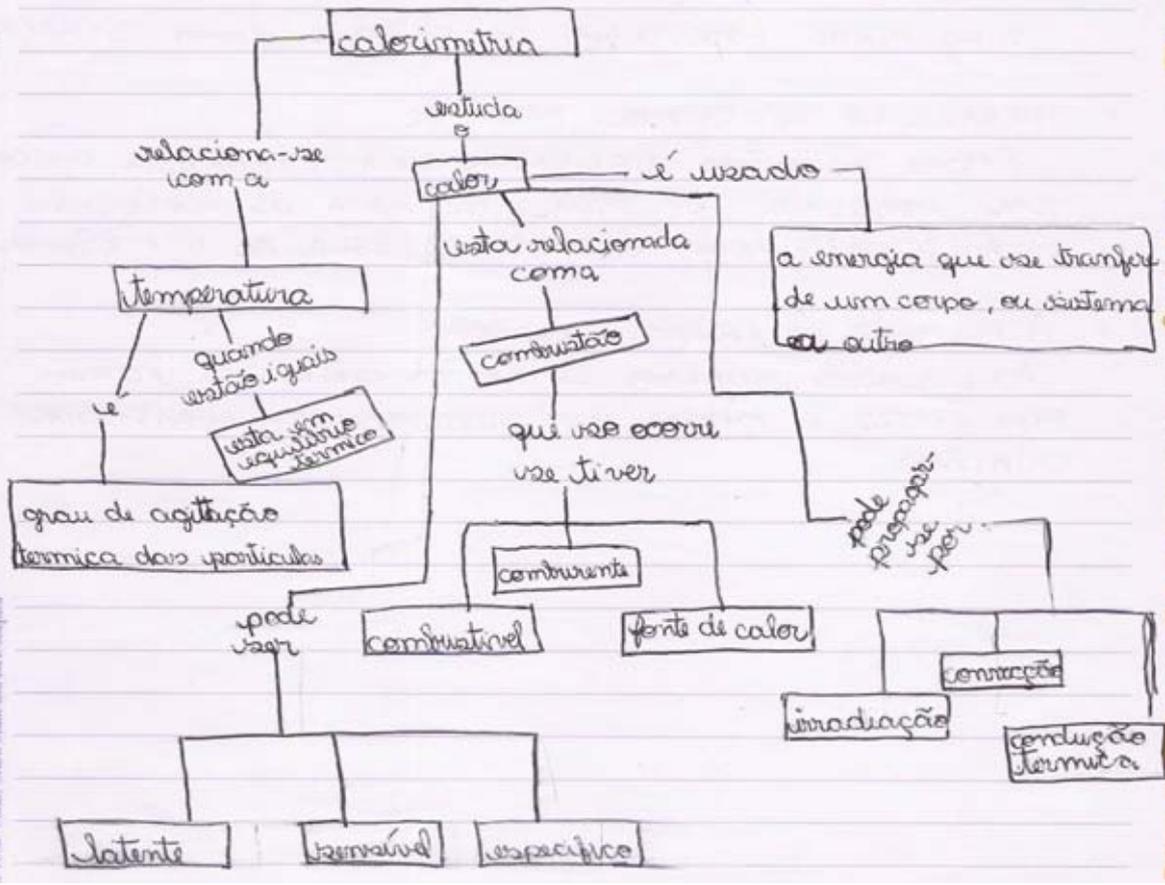
Angélica Falcão Escobar nº: 07

2º A

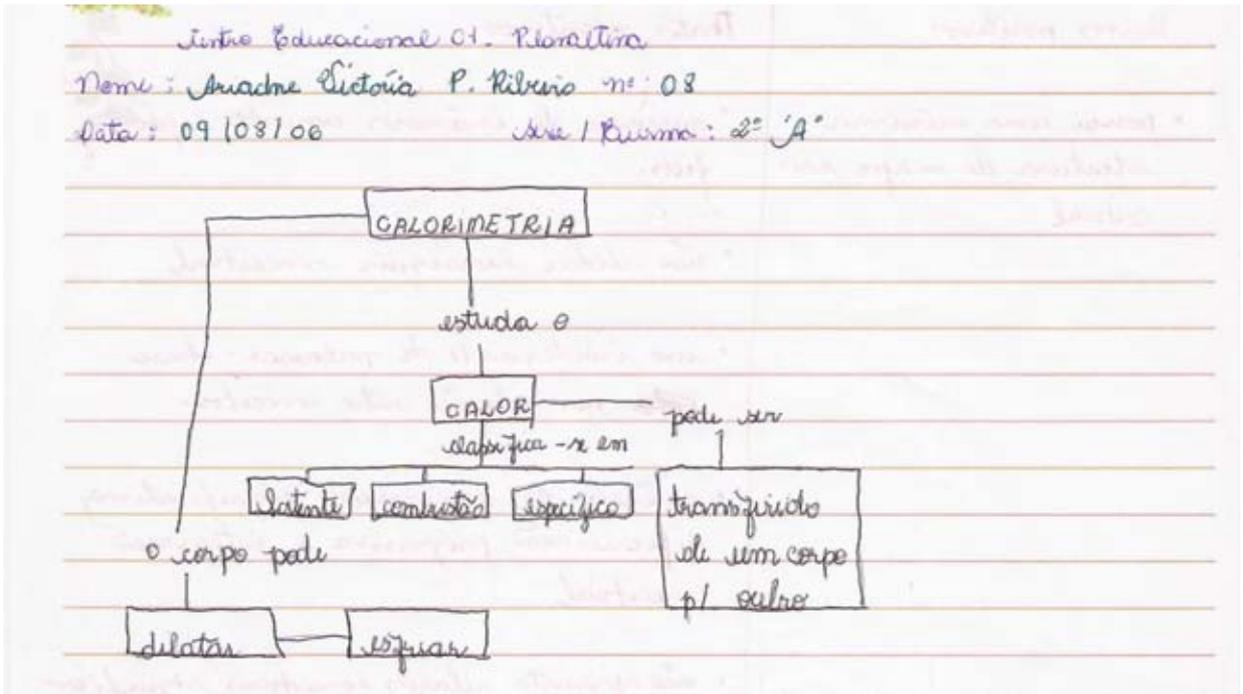




Centro Educacional OI de Pôrtoaltina  
 Aluna: Angélica Ribeiro Cavacoar nº: 07  
 2º A



© Paul's works, © A.A. Miller and E.H. Sheppard





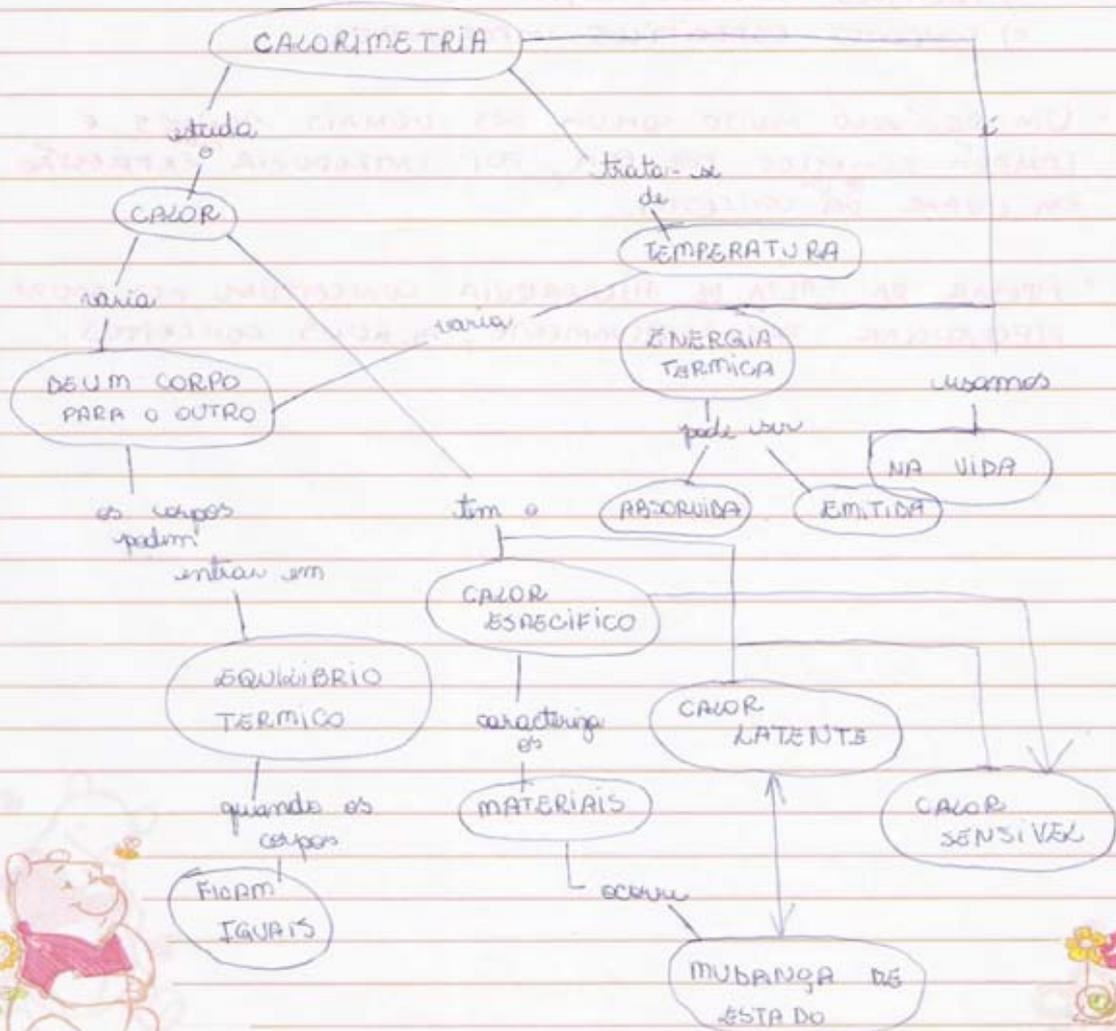
Centro Educacional 01. Planaltina

Série / Turma: 2º 'A'

Data: 13/09/06

Nome: Anaclara Sintonia P. Ribeiro nº: 08

Mapa conceitual

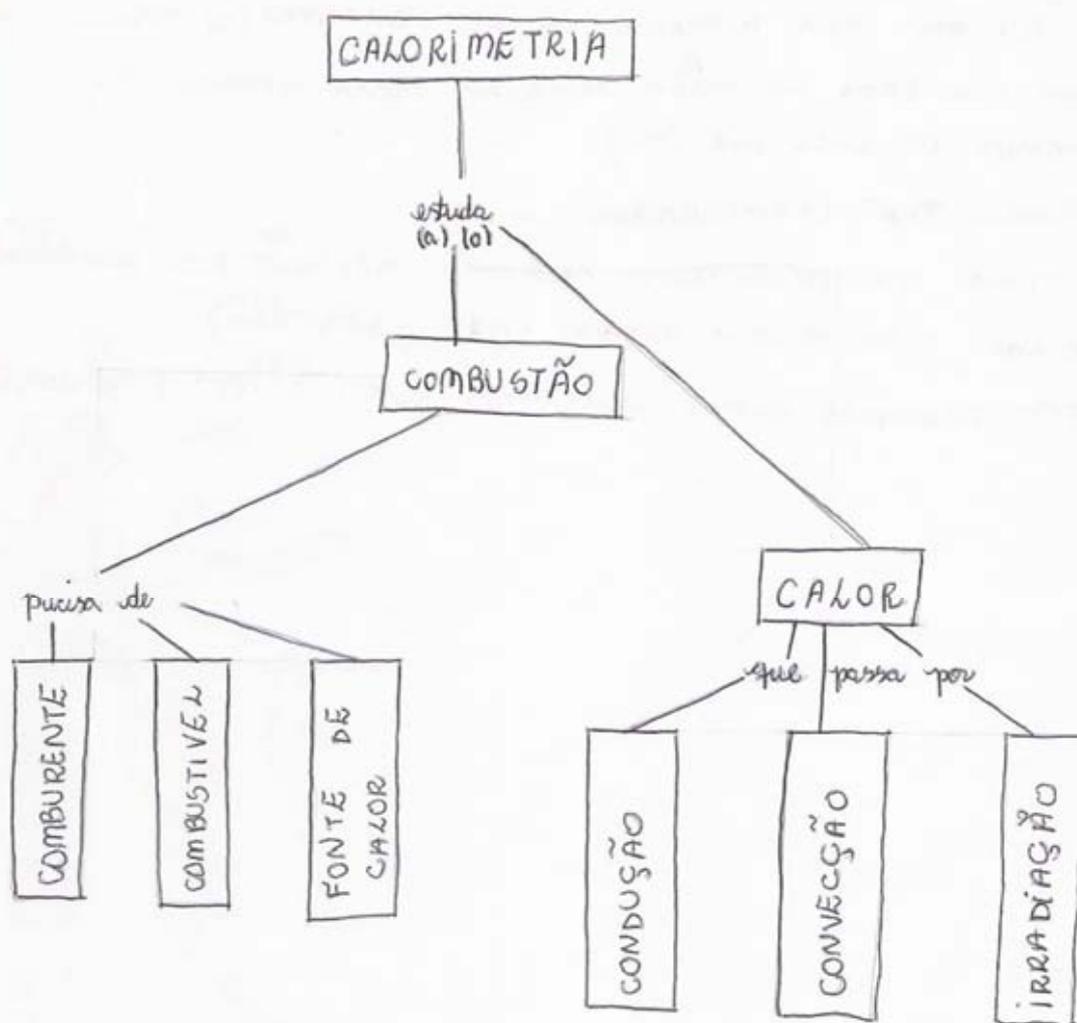


Anho Educacional 01. Planaltina

Serie / Curso: 2º 'A'

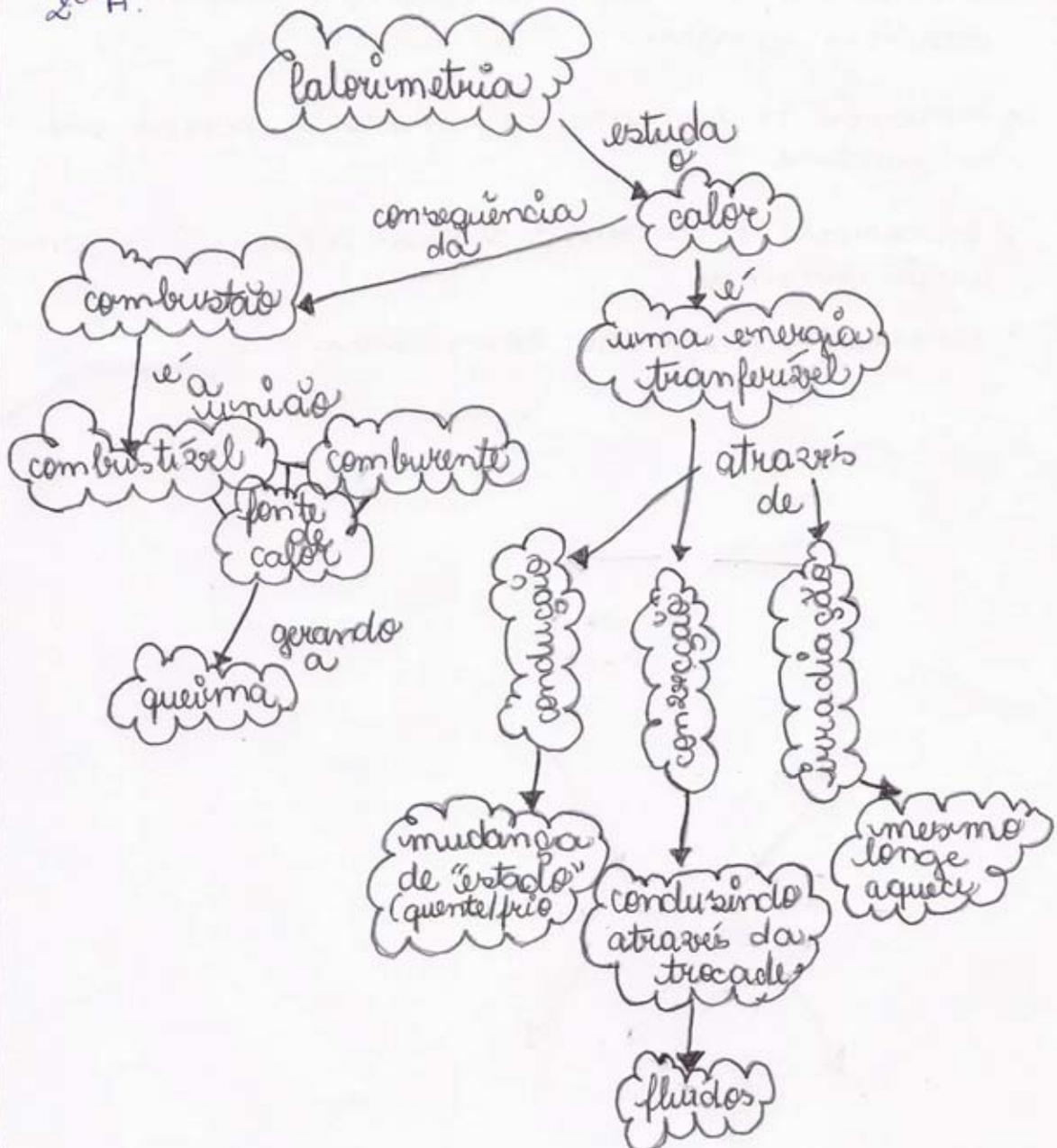
Data: 23/08/06.

Nome: Giadine Victoria P. Ribeiro n: 08

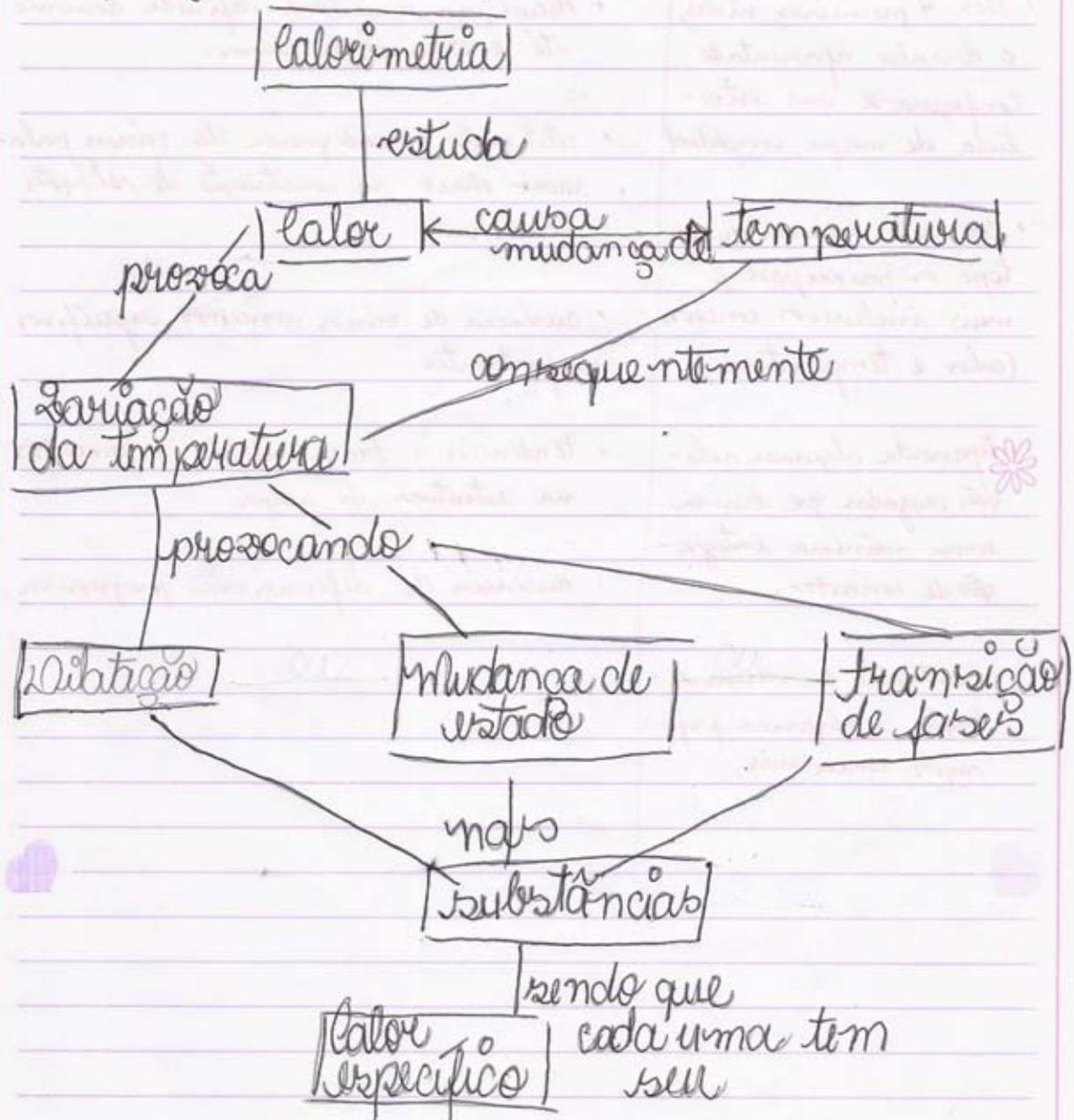


09/08/06

Centro Educacional 01 de Planaltina / DF  
 Arlyane Seiva Xavier → 09  
 2ª "A"

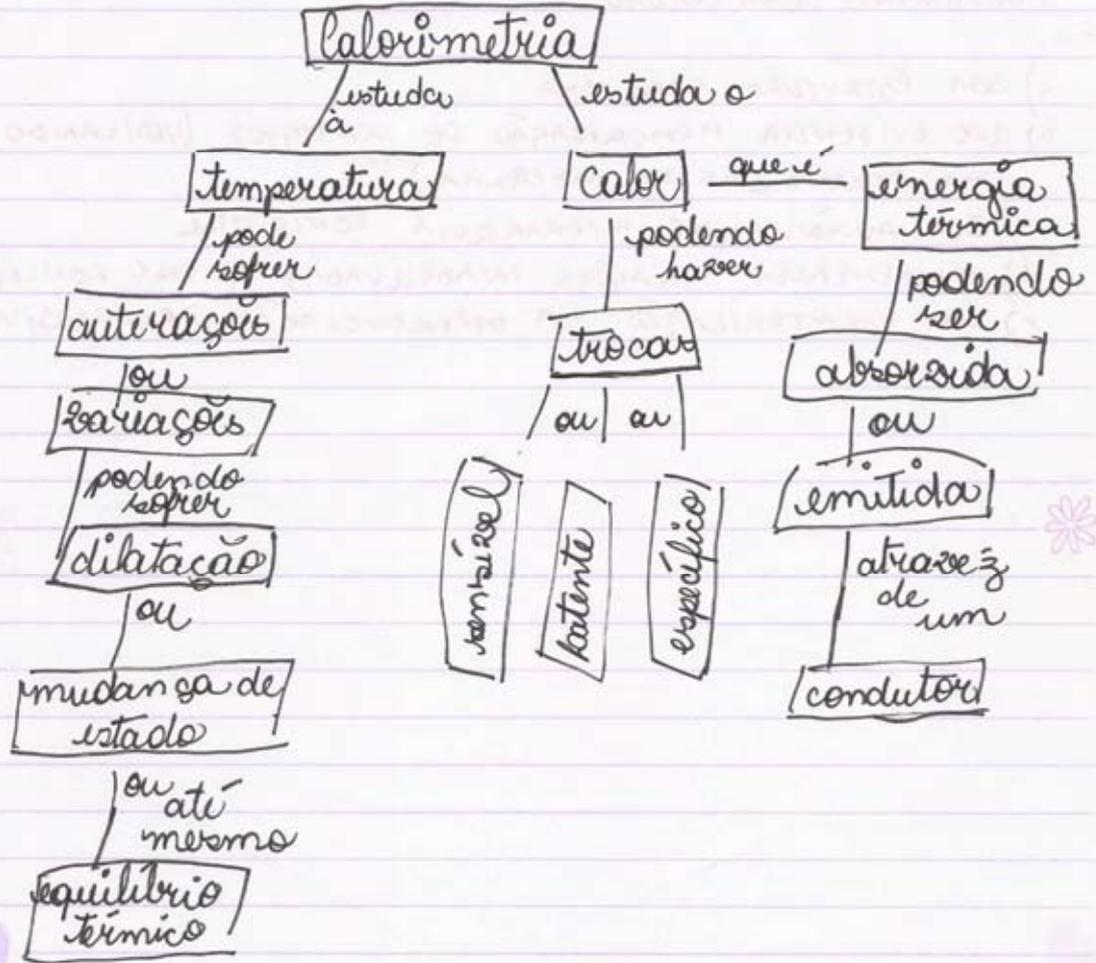


Centro Educacional 01 de Planaltina, D.F.  
 Aluna → Anyane S. Faria.  
 Prof → Gilmar. **Mapa conceitual** (23/08/06)



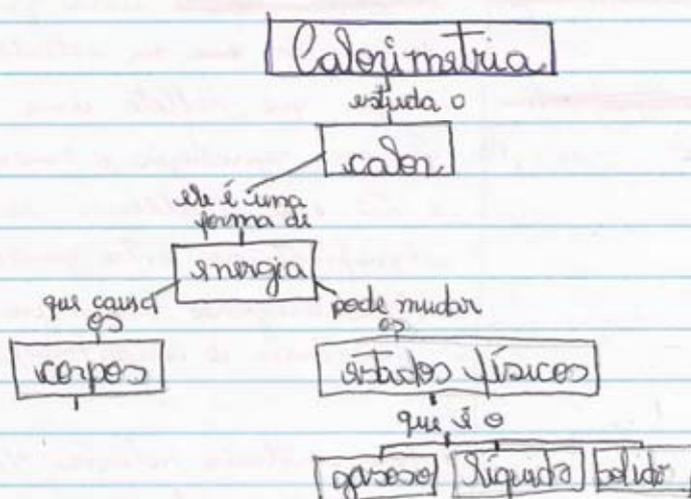
13 09 06

Anyane deira Lacerda → 2º A



09/08/06

Bateria de Física da Costa nº: 10 Física / Química: 2ª A





23, 08, 06

Aluna: Bruna Xavier da Costa

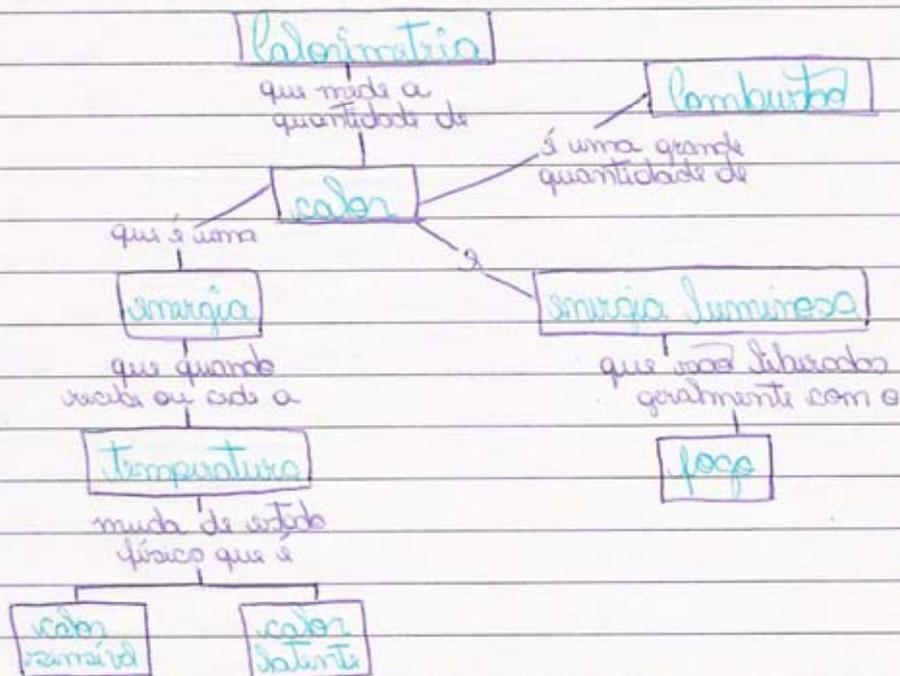
nº: 10

Série: 2ª

Turma: A

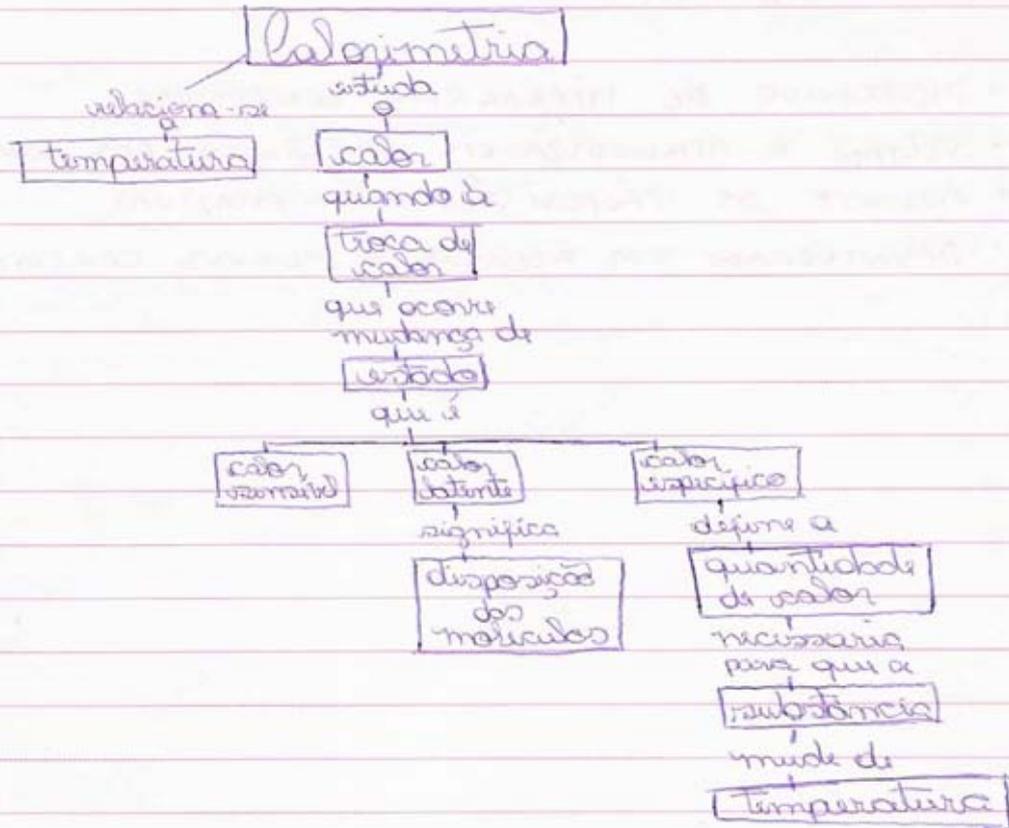
Disciplina: Física

Elabore uma mapa conceitual incluindo os conceitos de combustão e o processo de propagação de calor.



Bruna Correia nº: 10 2º A

13/09/06





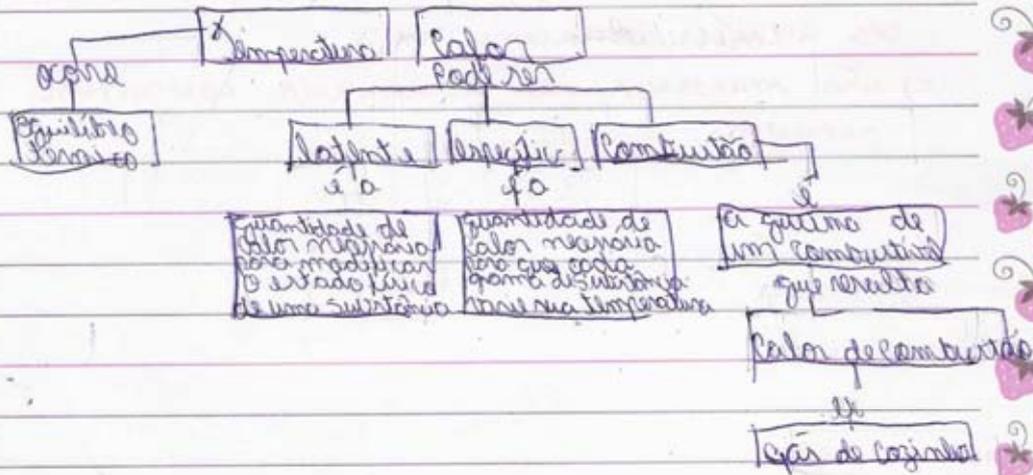
C.E.DOS de Planaltina

nome: Kaciara B. Araújo nº 20

Série / Turma: 2º A

Calorimetria

relações - estudo





Centro educacional O.S. de Romaltina 201

Aluna: Kaciara R. Araújo nº 20 Série/turno: 2ª

Calorimetria

estuda

Calor

e

energia

Pode ser

Latente

específico

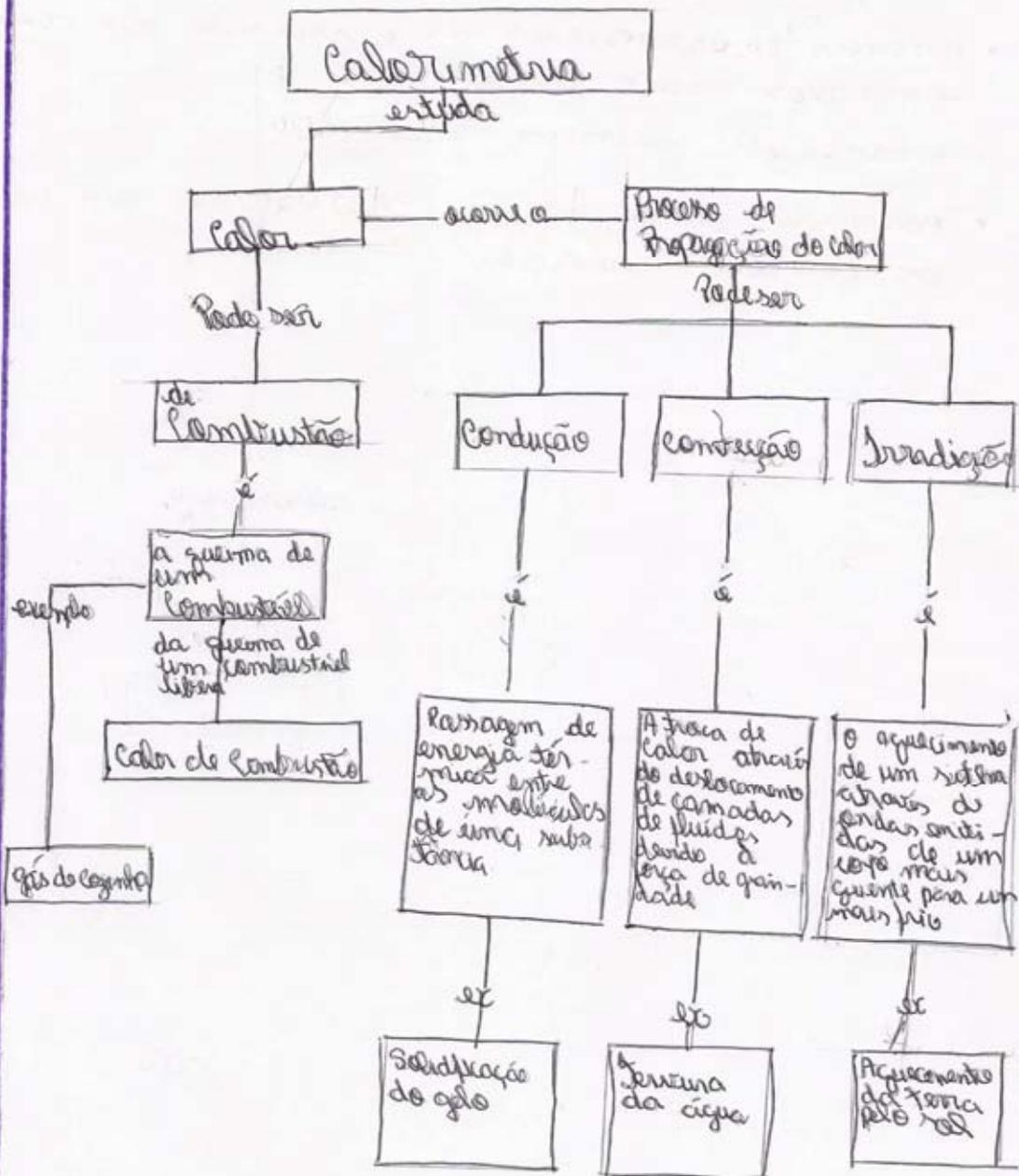
Sensível

a quantidade de calor necessária para modificar a temperatura de uma substância

Centro educacional 01 de Namaltima

Aluno: Kacioma V. Araújo nº 20 Série/Turma: 2ª A

Profº: Gilmar Data: 23/08/06



09 08 06

Barissa Nijomy

21  
2ª A



# Calorimetria

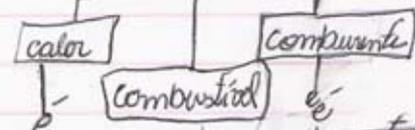
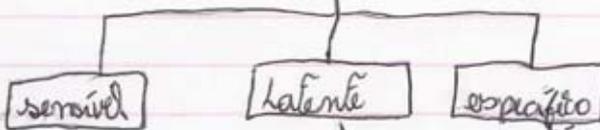
ela estuda

calor

ela auxilia na combustão

Três tipos de calor

Tipos de combustão



é a mudança de temperatura de um corpo

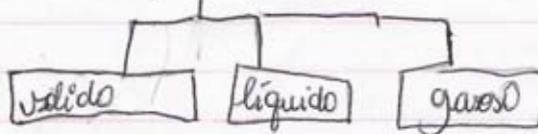
é a substância precisa de uma quantidade exata de calor, onde há a mudança de estado físico

quando há identificação de substâncias pela quantidade de kcal de calor

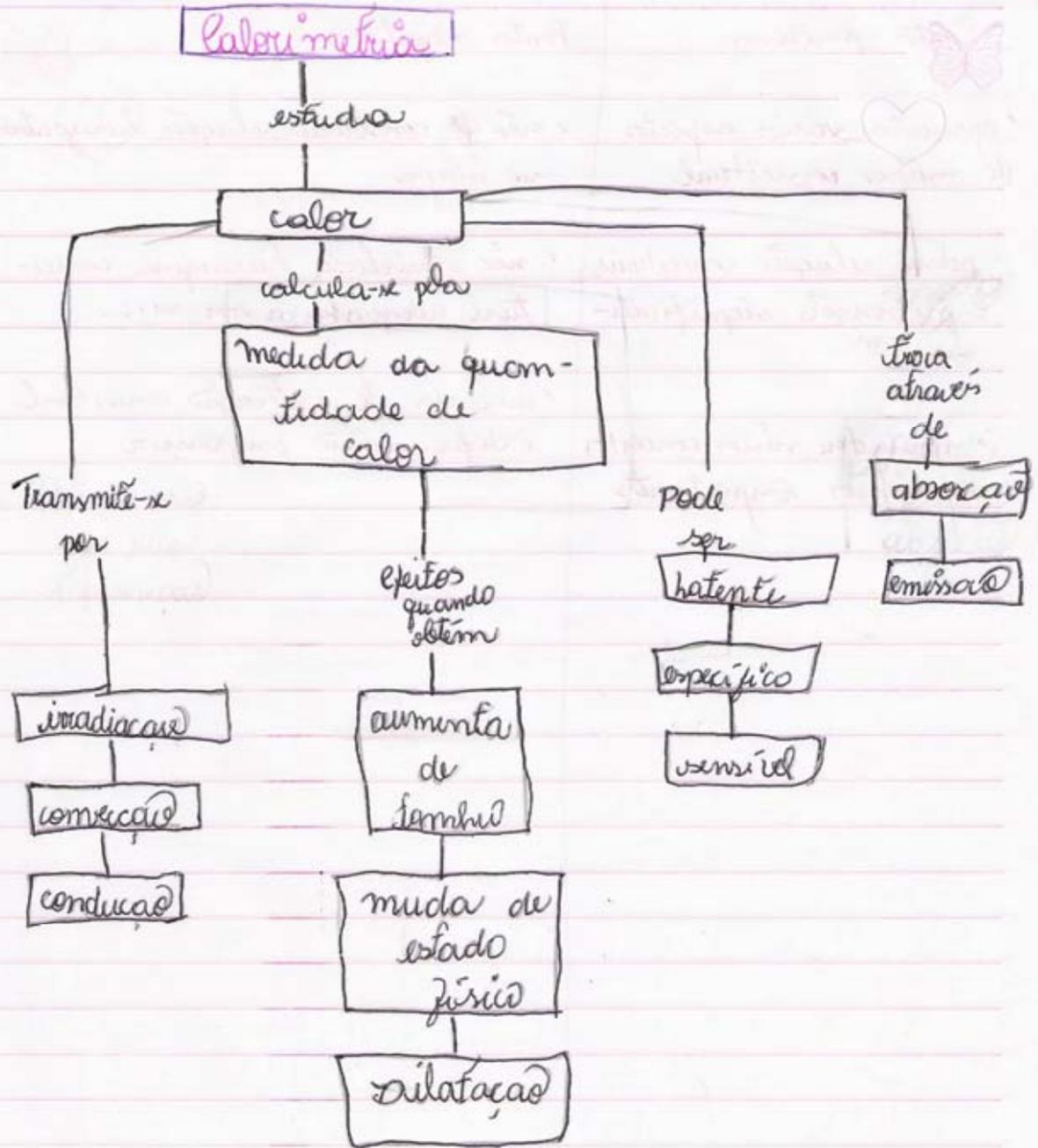
é uma energia transferida de um corpo para outro

é um produto que vai ser químico

estados físicos



23 | 08 | 06

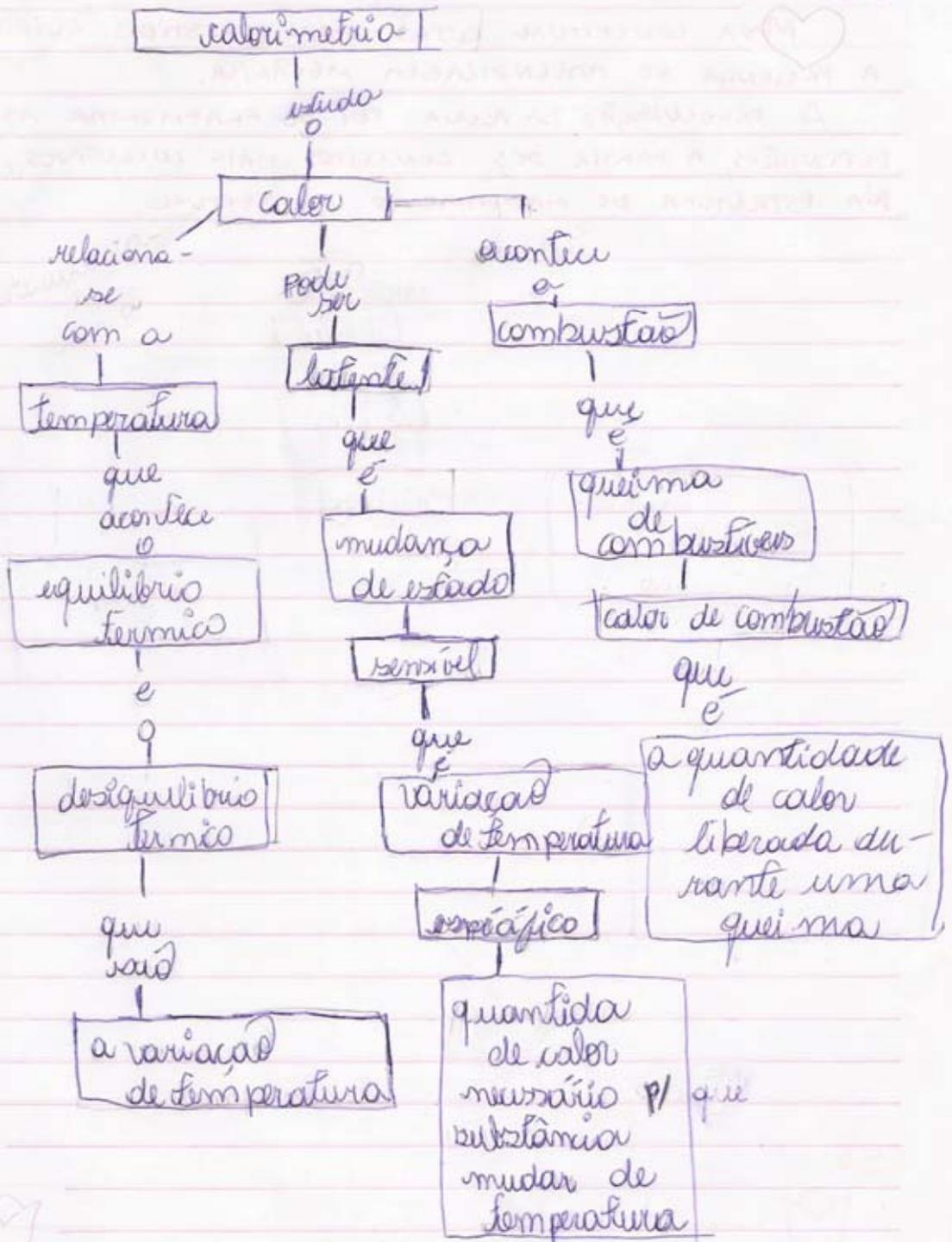


Rafaela J. J. J.

Nº 24

13 09 06

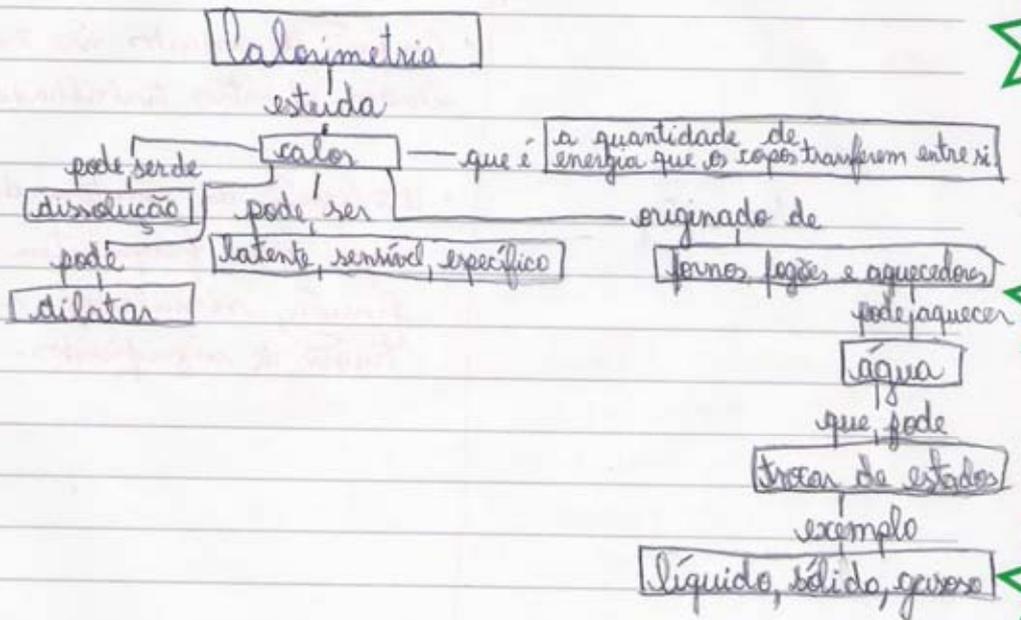
Diário nº 21



09 / 08 / 06

Nome: Lauana Nascimento Lopes Nº: 25"  
Série/Turma: 2º "A" Disciplina: Física

Mapa conceitual



Jesus nos enche com seu amor!

credeal

23 / 08 / 06

Centro educacional Os de Planaltina.

Série / Turma: 2º "A"

Disciplina: Física

Nome: Luana Nascimento Lopes

Nº: "25"

Mapa conceitual

Calometria

estudo

temperatura que é o grau de agitação das partículas  
 lembra calor que é a transferência de energia de um corpo para o outro  
 pode ser

latente	sensível	específico	de combustão
uma propriedade associada especificamente às mudanças de estado, ela pode ser absorvida ou liberada como a energia que é usada para romper a interação entre as moléculas	a capacidade de um corpo perder ou ganhar calor facilmente	a quantidade de calor necessária para que cada grama de substância raise sua temperatura de 1°C.	a queima ou combustão é um processo em que há liberação de energia pela reação química de uma substância com oxigênio.



Jesus nos enche com seu amor!

credeal

13 / 09 / 06

Nome: Luana Nascimento Lopes Nº: "25"  
Série / Turma: 2º "A" Disciplina: Física

Mapa conceitual

**Calometria**

estuda-se

**calor**

que é

- que lembra -

**temperatura**

que é

a quantidade de energia transferida de um corpo para o outro

que pode ser

sensível, latente, específico

pode ser também

**calor de combustão**

que é

a queima dos combustíveis

exemplo

gasolina, álcool, que se queime

a quantidade de calor presente nos corpos

que lembra

**equilíbrio térmico**

que é

quando dois ou mais corpos estão com a mesma temperatura

que lembra

**desequilíbrio térmico**

que é

quando dois ou mais corpos não estão com a mesma temperatura

que lembra

**mudança de estado**

do líquido p/ o sólido

exemplo

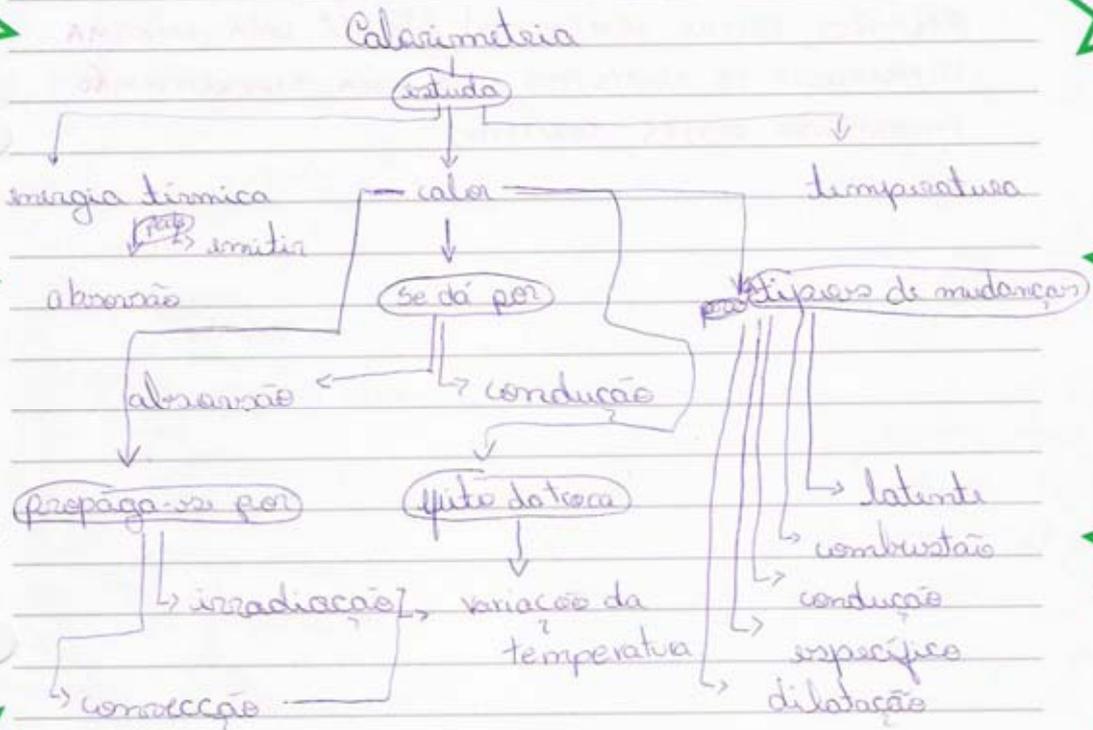


Jesus nos enche com seu amor!

credeal

13/09/06

CED 01 de P. Lanallima  
Luana Sousa da Silva nº 26  
2º, "A"



Jesus nos enche com seu amor!

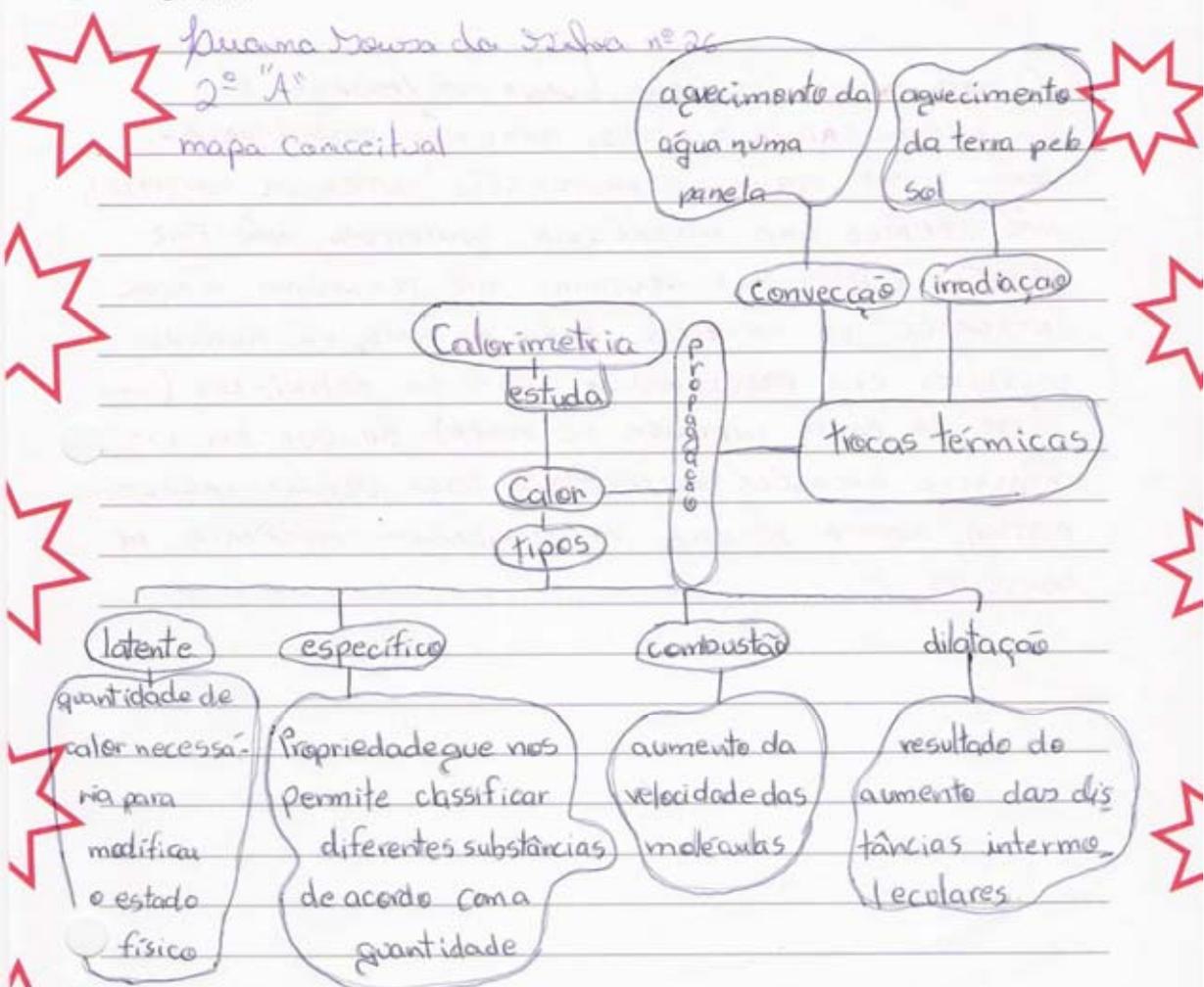
credeal

23/08/06

Luciana Moura da Silva nº 26

2º "A"

mapa conceitual



Jesus nos enche com seu amor! credeal

**SMILINGÜDO**  
© LUZ E VIDA

09 / 08 / 06

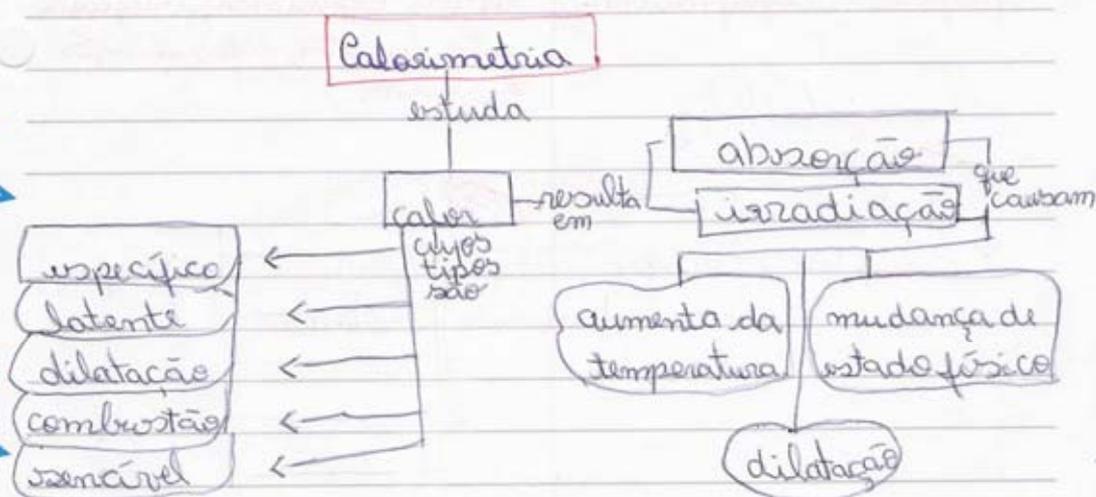
CEP 01 de Planaltina

Prof: Gilmar

Aluna: Luana Moura da Silva nº 26

2ª "A"

Mapa conceitual:



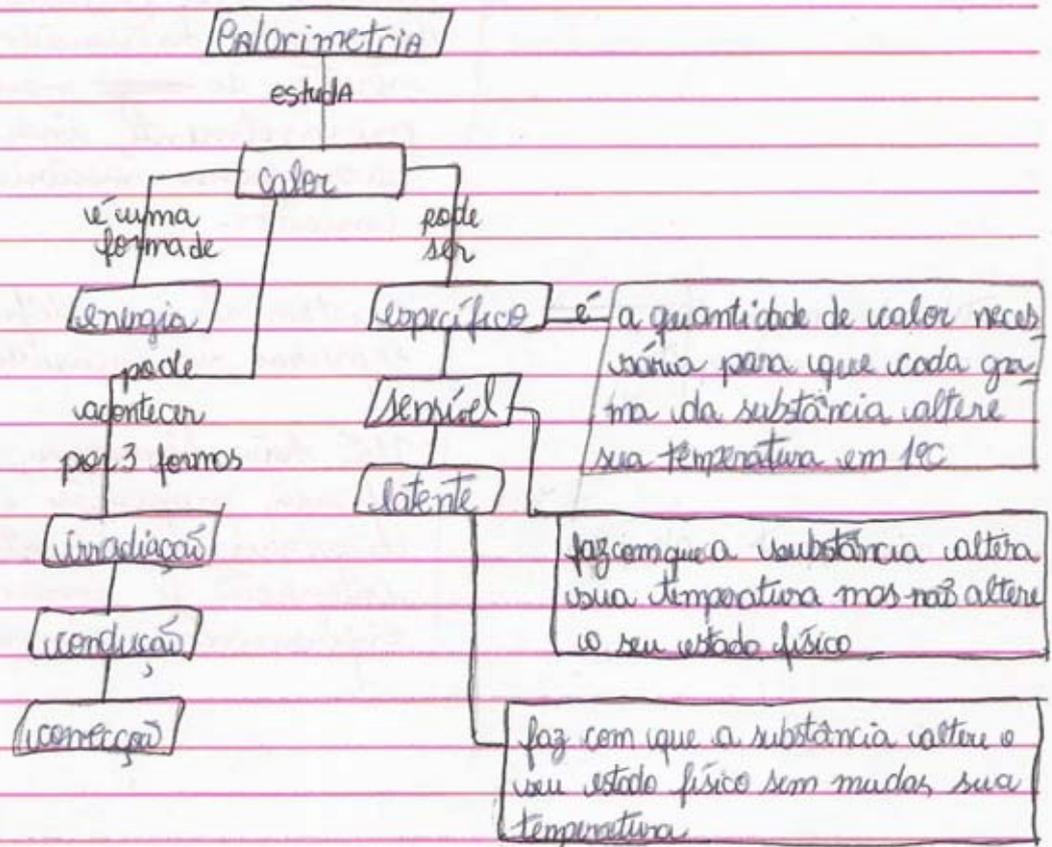
Jesus nos enche com seu amor!

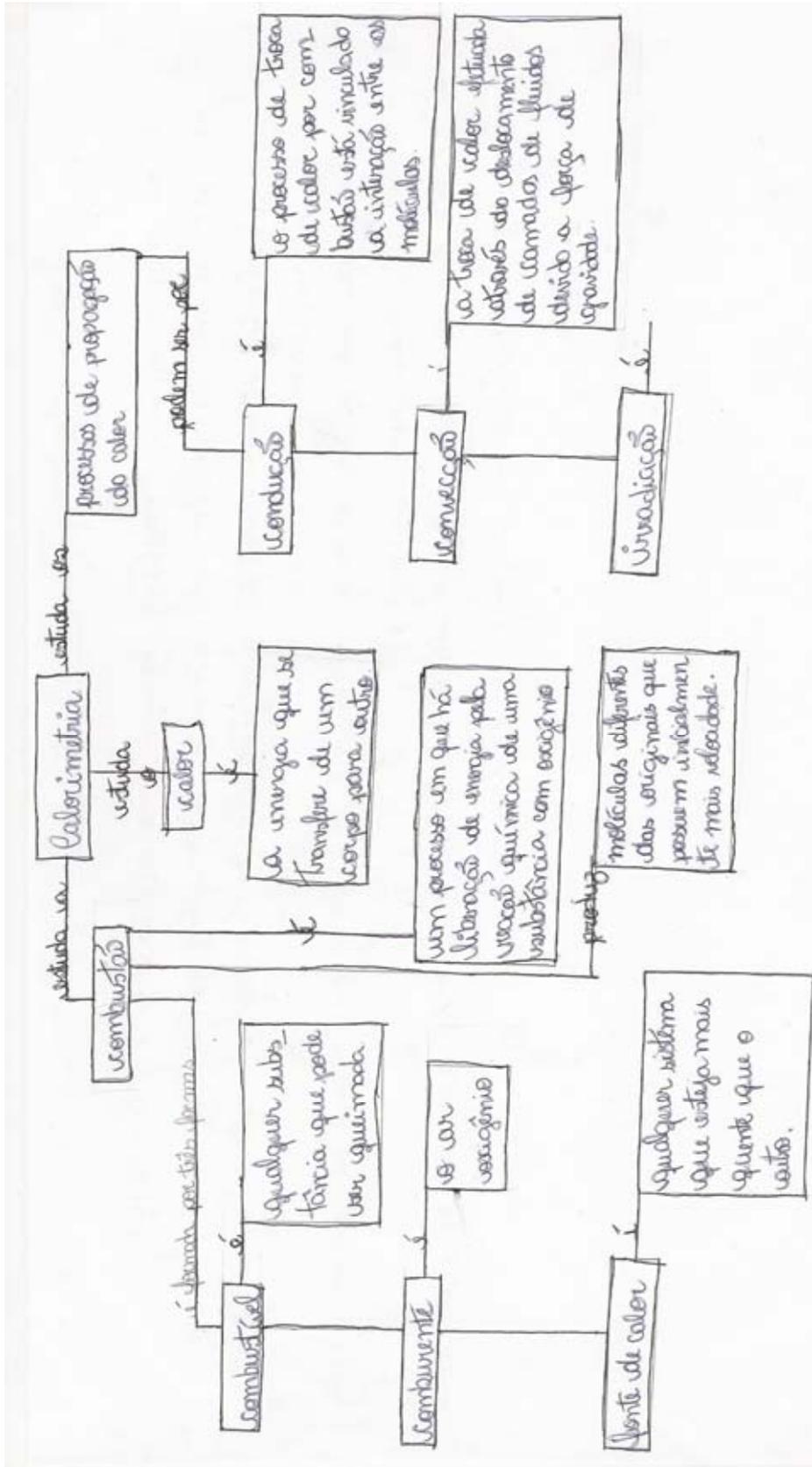
credeal



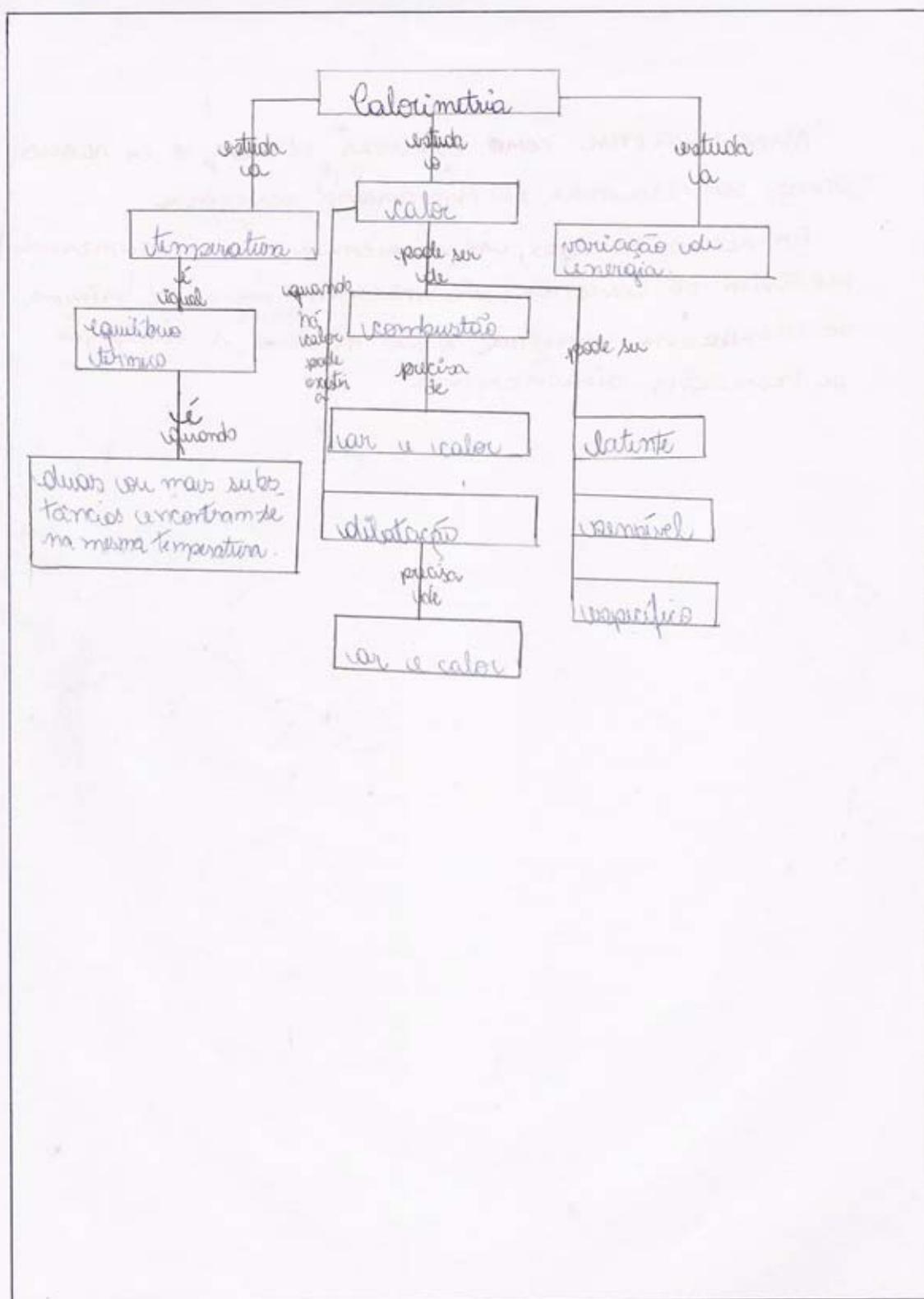
09 08 06

Centro Educacional 01 de Maraltina  
 Aluna: Mayelle Juliana Saraiva Paula  
 Juruá/Curumá: 2ª A n.º: 28





(23/08/2006)  
 Maylla Juliana  
 nº 23 2ª A



Aluno: Mayelle Juliana S/O: L<sup>a</sup>A

matrícula: 28

13/09/2006

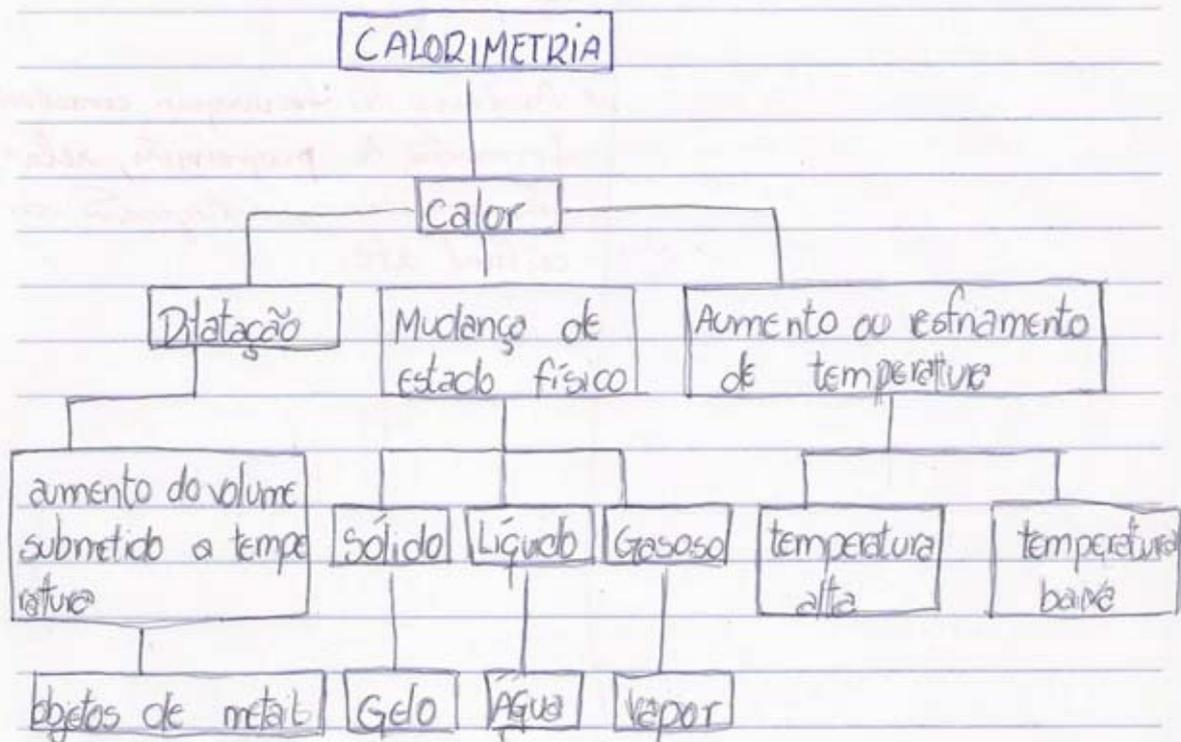
E T O O O O O

DATA 23 / 08 / 2006

Centro Educacional OJ de Planaltina

Gilmar

Noelio Alves Ferreira Júnior 2º "A" nº: 29



STCQEEED

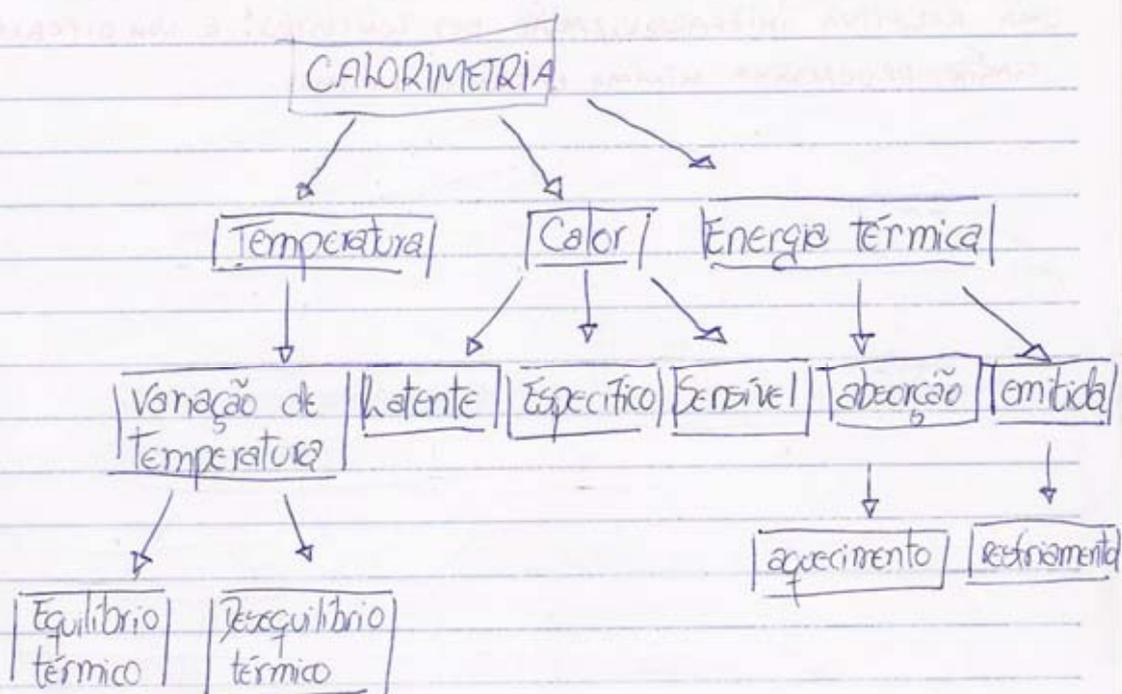
DATA 13 / 09 / 2006

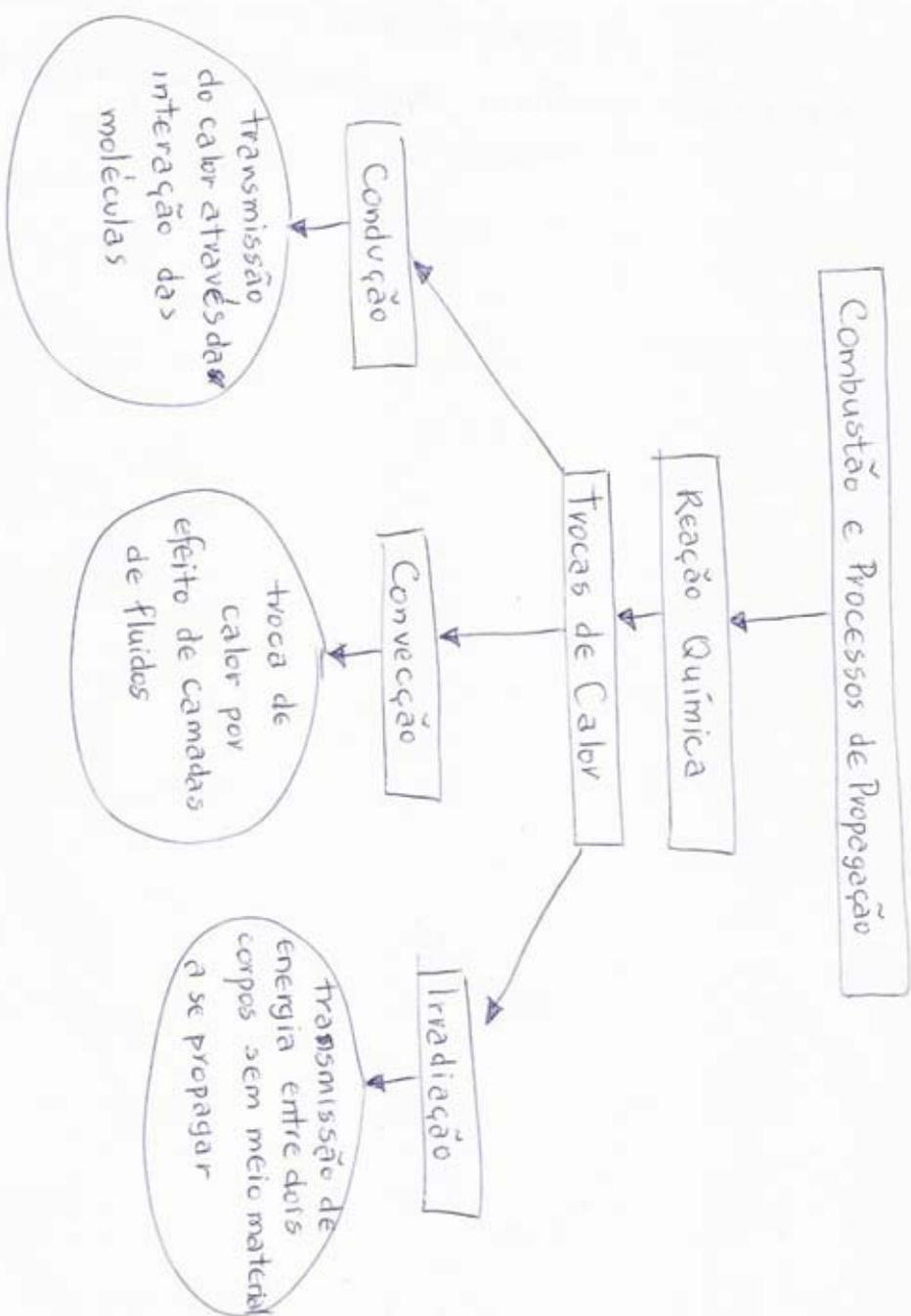
Nélio Alves Ferreira Júnior nº: 29

Série: 2º "A"

Prof: Gilmar - Física

## Mapa Conceitual





Centro Educacional OI de Planaltina  
Noelio Alves Ferreira Júnior 2º "A" nº 29 (09/08/06)

nome: Nukia Julith S. da Silva

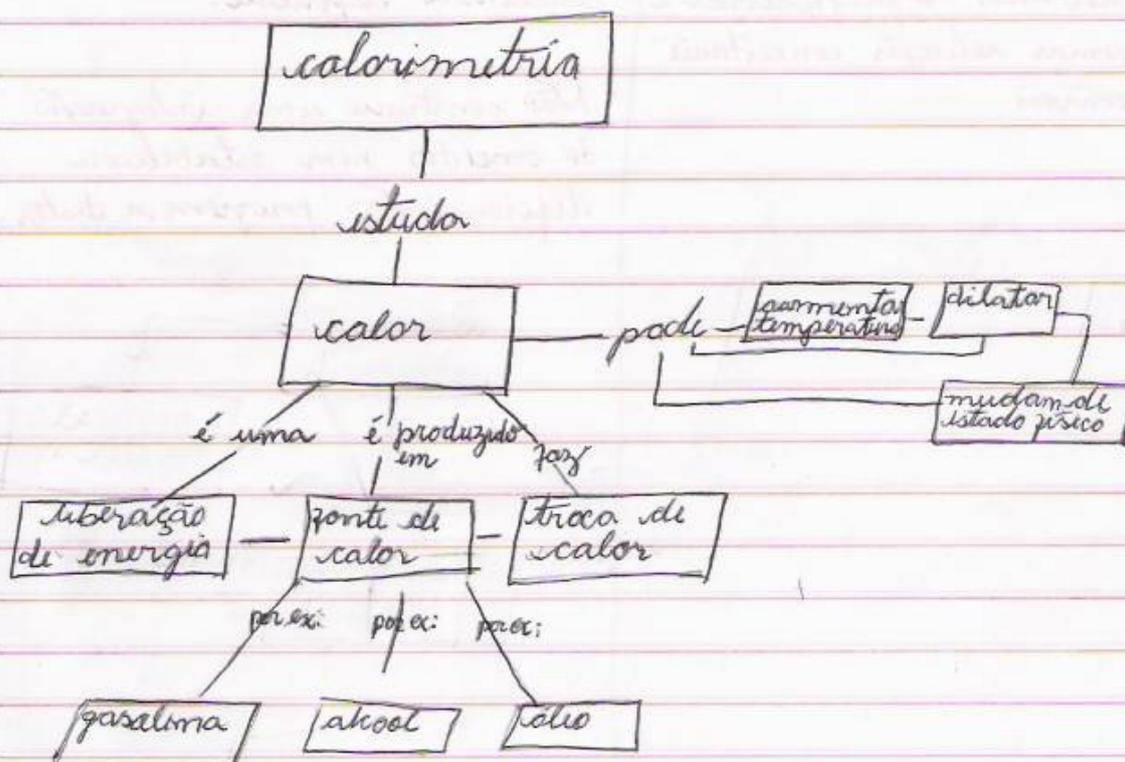
nº 30

série/turma: 2º A

prof: Gilman Disciplina: Física

Data: 09/08/06

## Mapa conceitual



Centro Educacional Ol de Planaltina

23/08/06

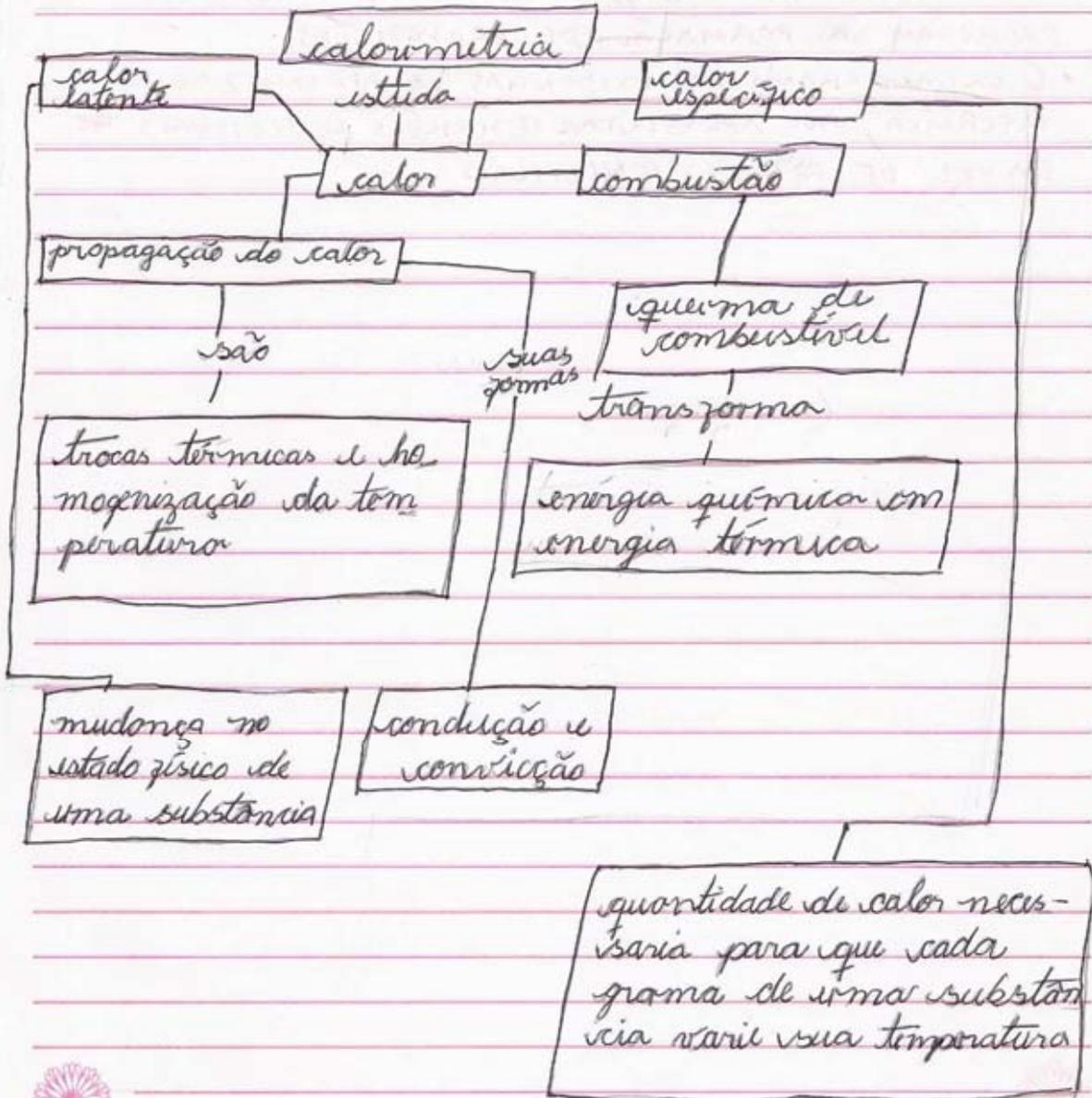
nome: Níbia Julieth Santos dos Santos

nº: 30

série/turma: 2ª A



### Mapa conceitual

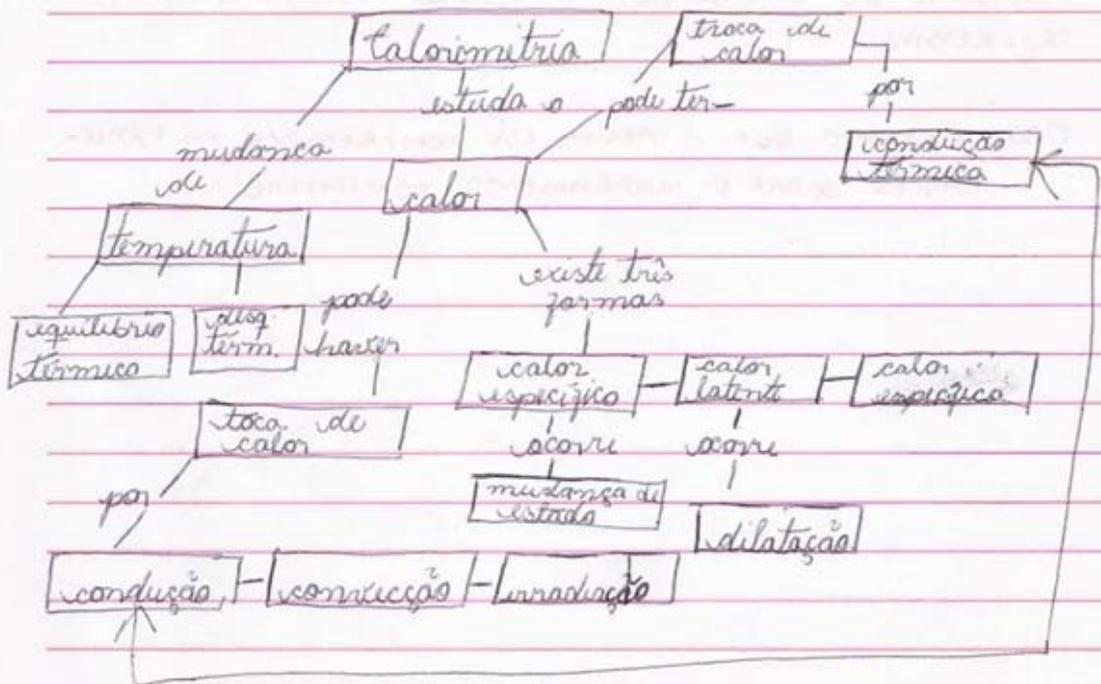


13/09/06

Centro Educacional OI  
 nome: Nubia Julieth S. da Silva  
 série / turma: 2<sup>ª</sup>A  
 Data: 13/09/06  
 prof: Gilmar Disciplina: Física

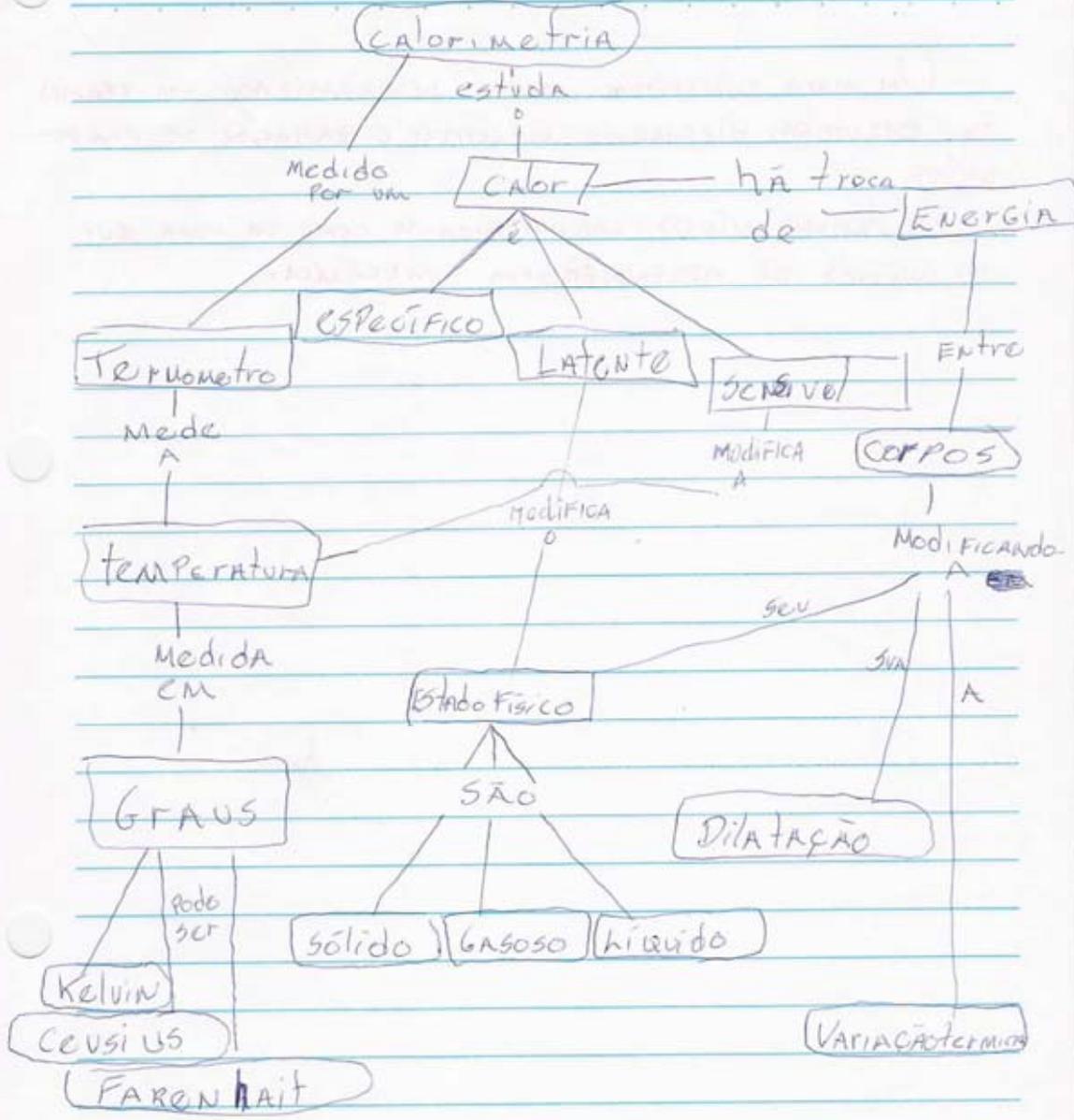


### Mapa conceitual

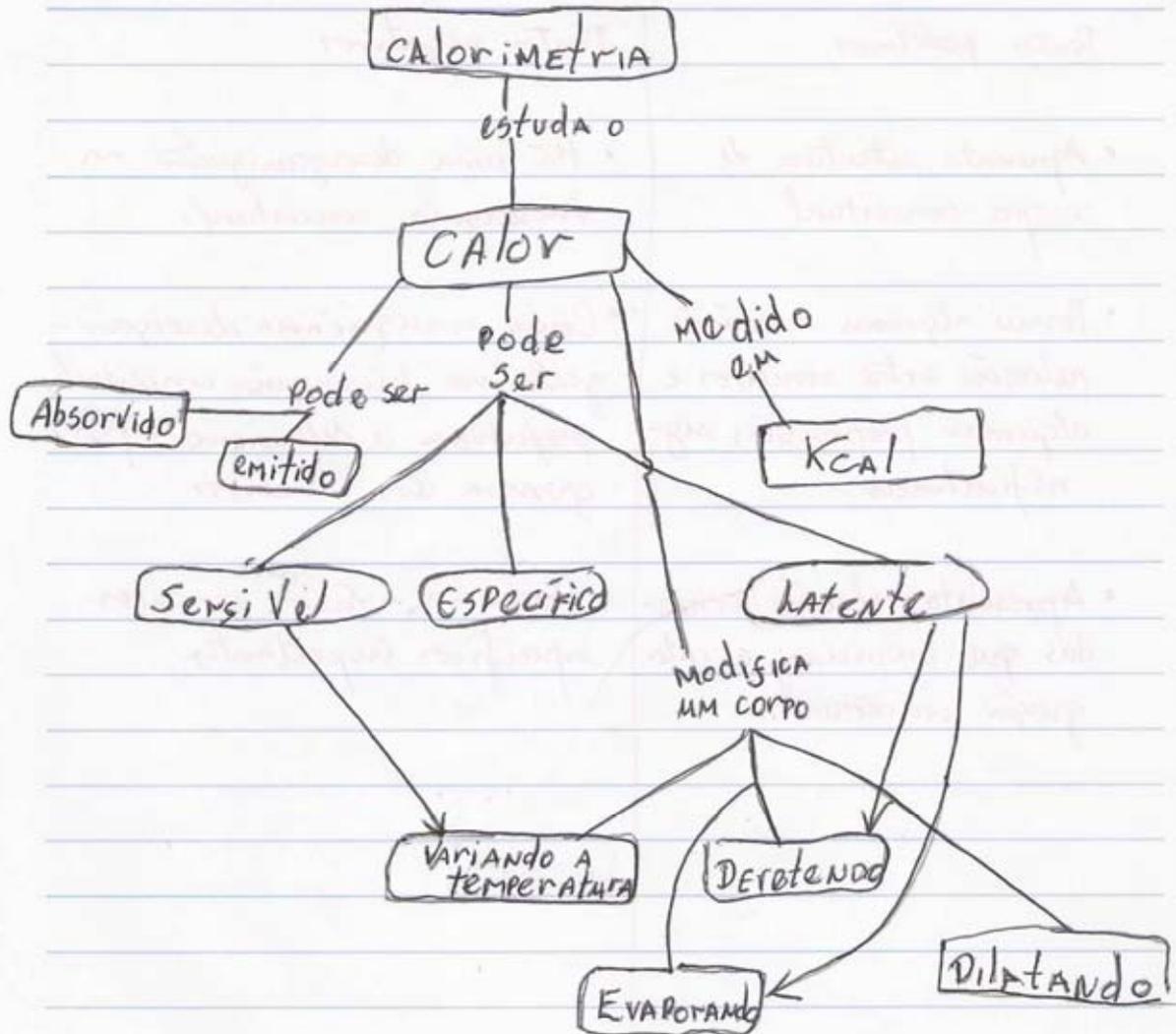


Pedro

13/09/06

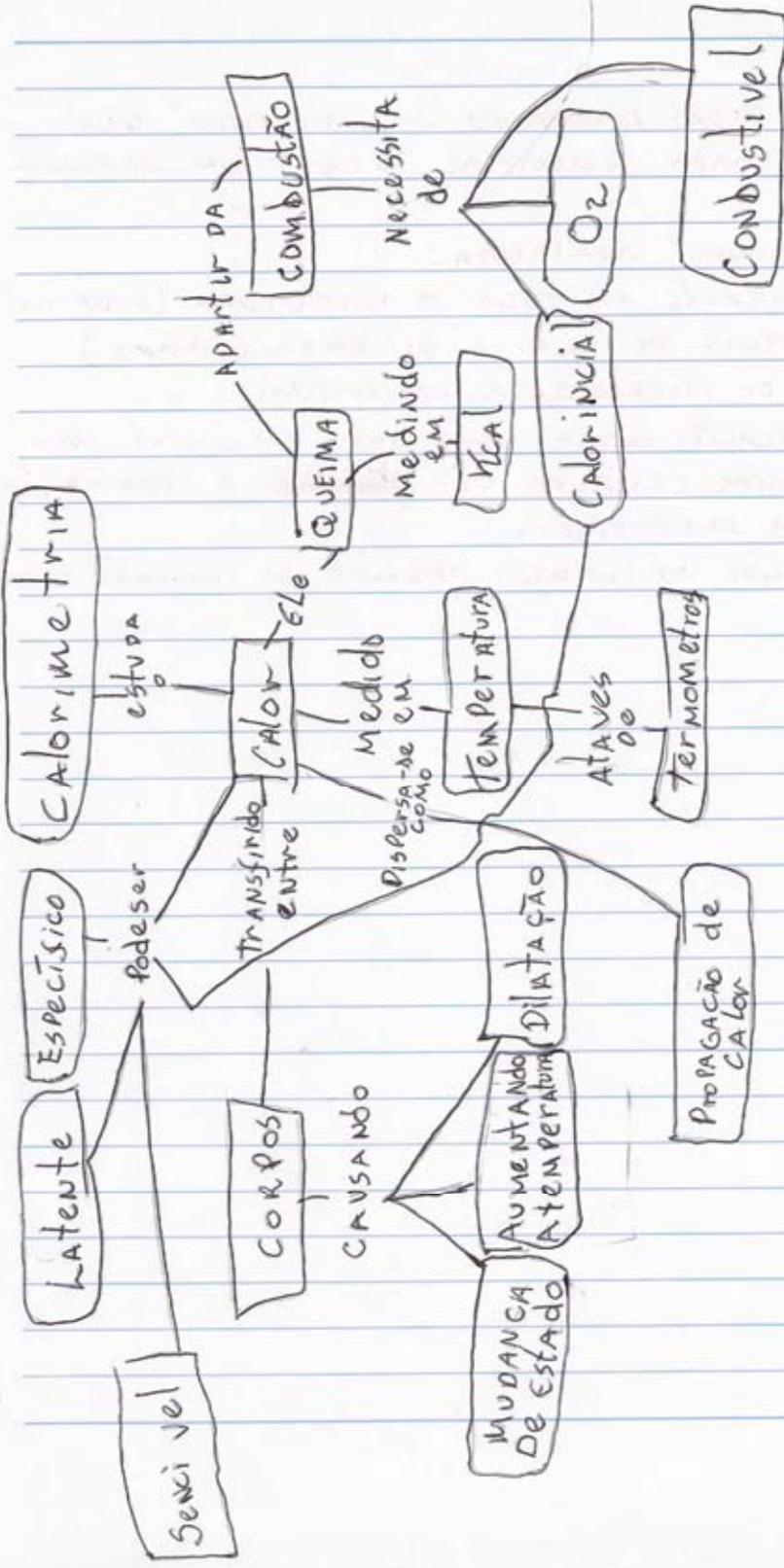


23/08/06



Pedro

Nº 31  
2º "A"



09/08/06

Pedro Henrique



Nojo é dia: 09/08/06

Talyta  
n.º 36



Calorimetria

estuda

calor

Medida

é a quantidade de

latente

específica



FORONI





Hoje é dia: .....

23 08 06

Kelyta Pignata da Silva Nº 36  
Série/Turma 2º "A"



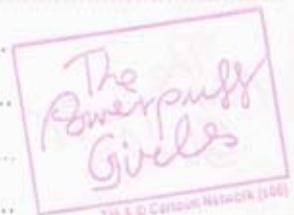
Calorimetria

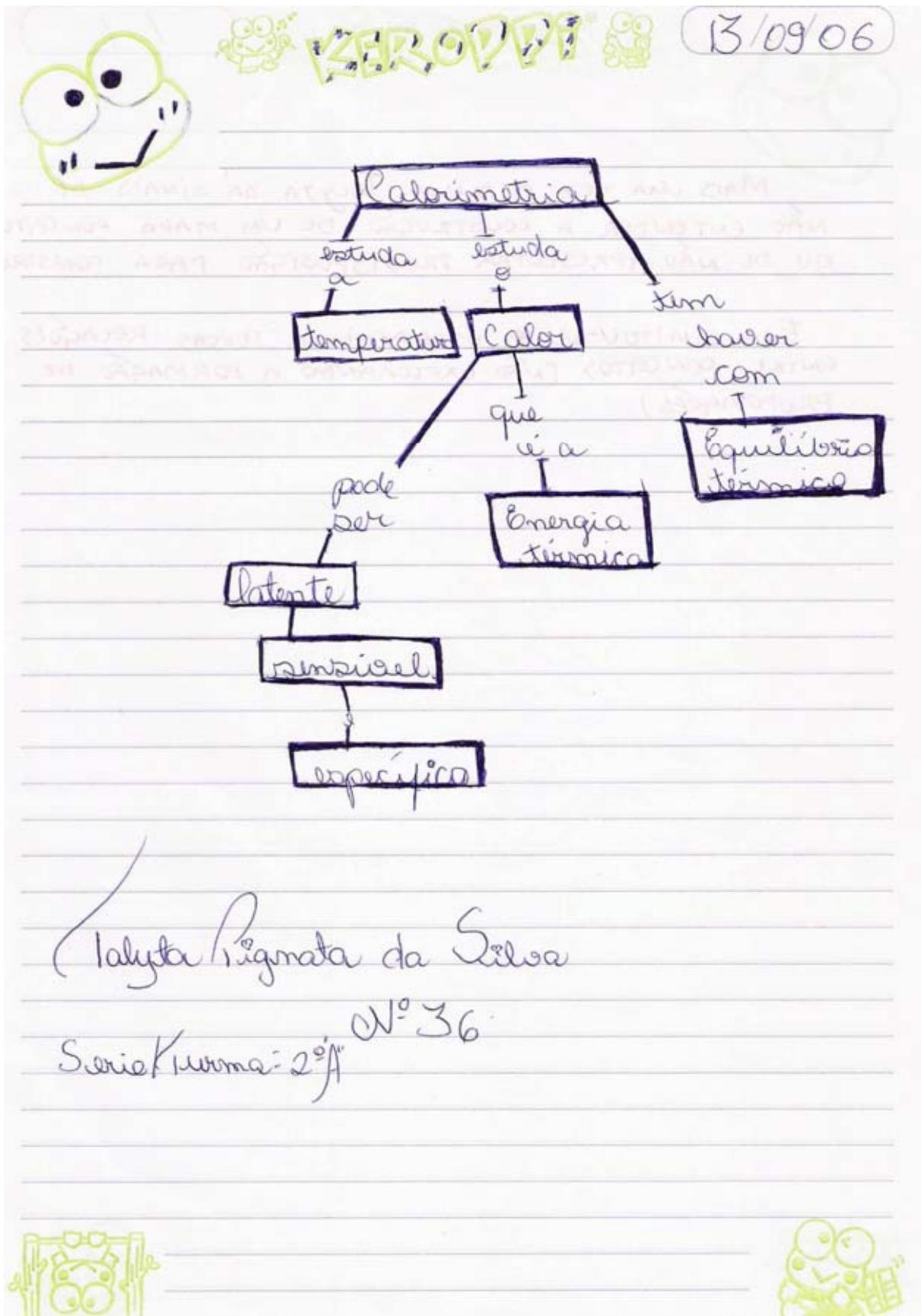
Calor — Combustão

Específico

Latente

substância  
de quantidade  
de calor para  
mudar o estado  
física





Talyta Pigmata da Silva

Serie Kuruma: 2<sup>o</sup>A N<sup>o</sup> 36

13/09/06

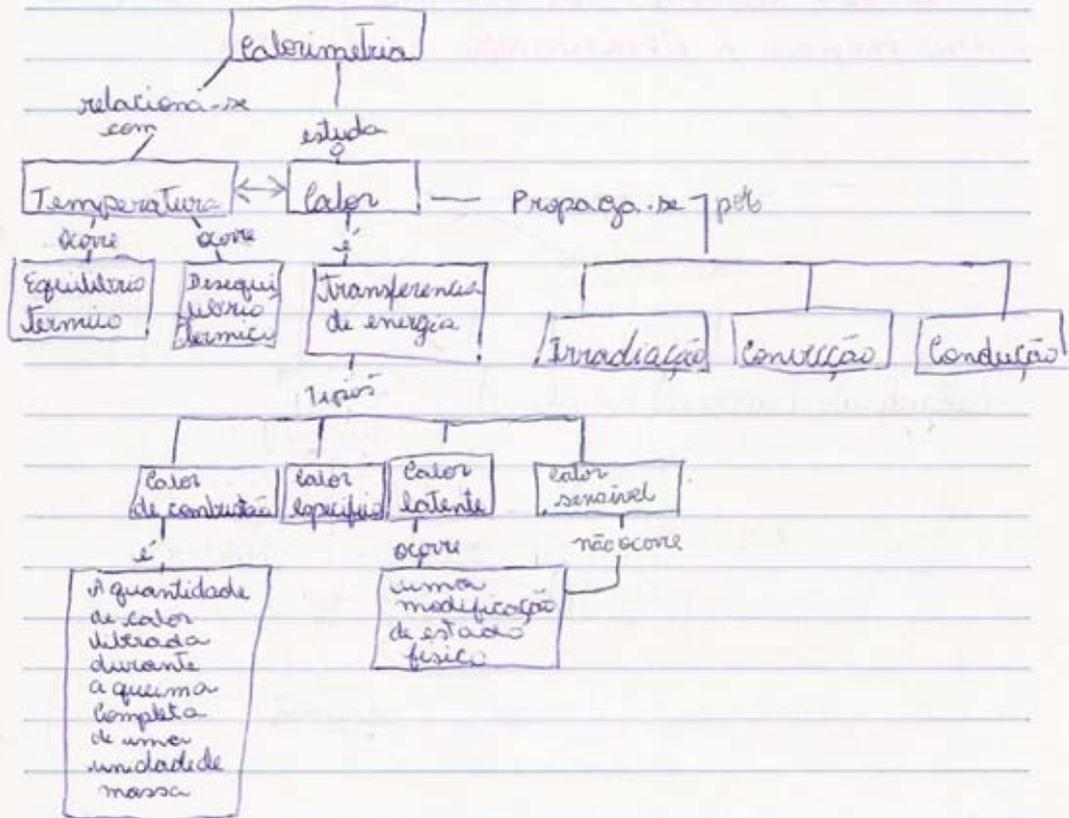
Centro Educacional de Planaltina

nome: Zelia Fernandes Rodrigues nº: 40

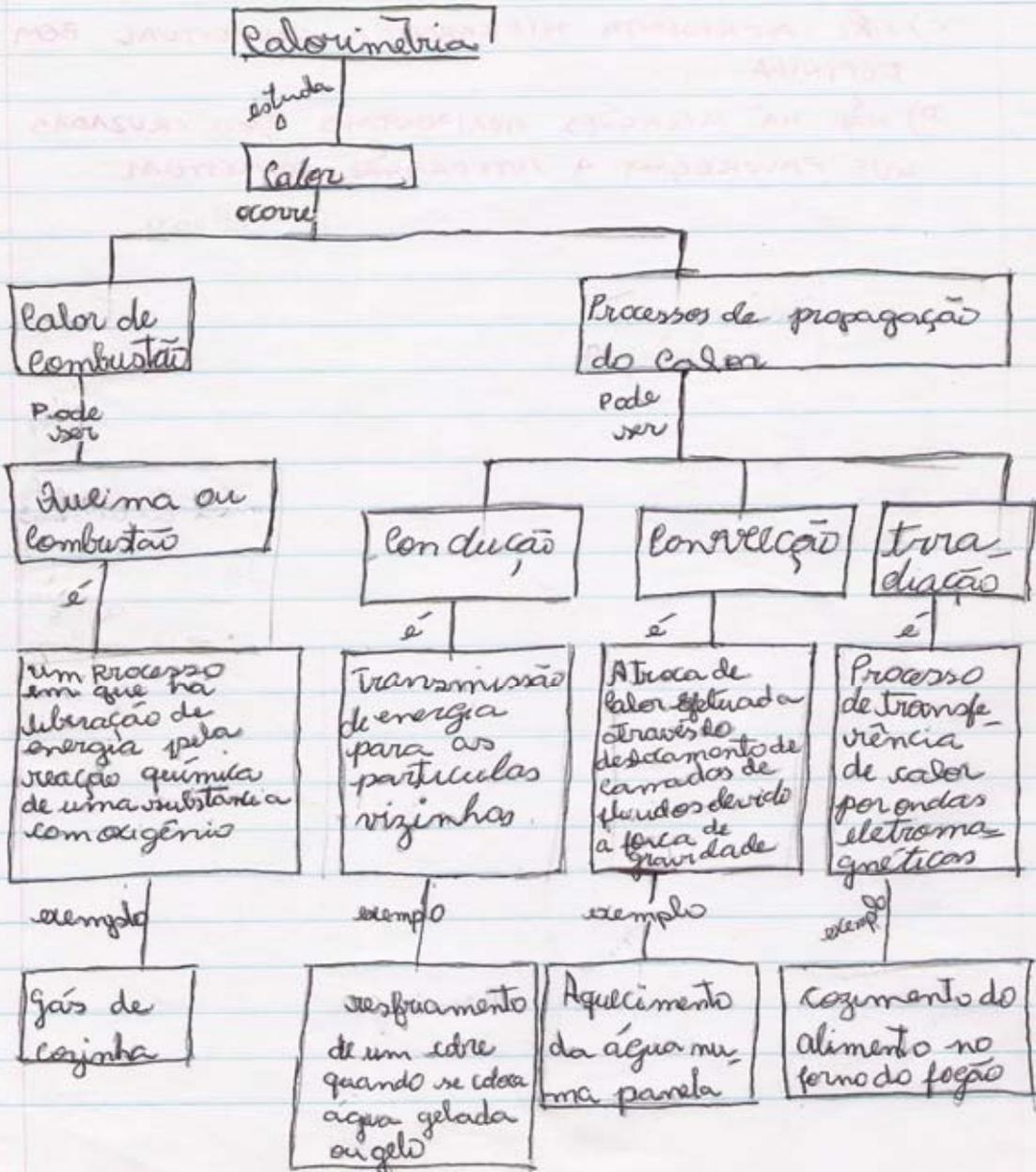
Prof: Gilmar

Série/Turma: 2ª A

Disciplina: Física



Centro Educacional Os de P. Lanattina  
 nome: Zelia S. Rodrigues nº: 40  
 Prof: Gilmar  
 Série/Turma: 2ª A  
 Data: 23/08/06  
 Disciplina: Física



09/08/06

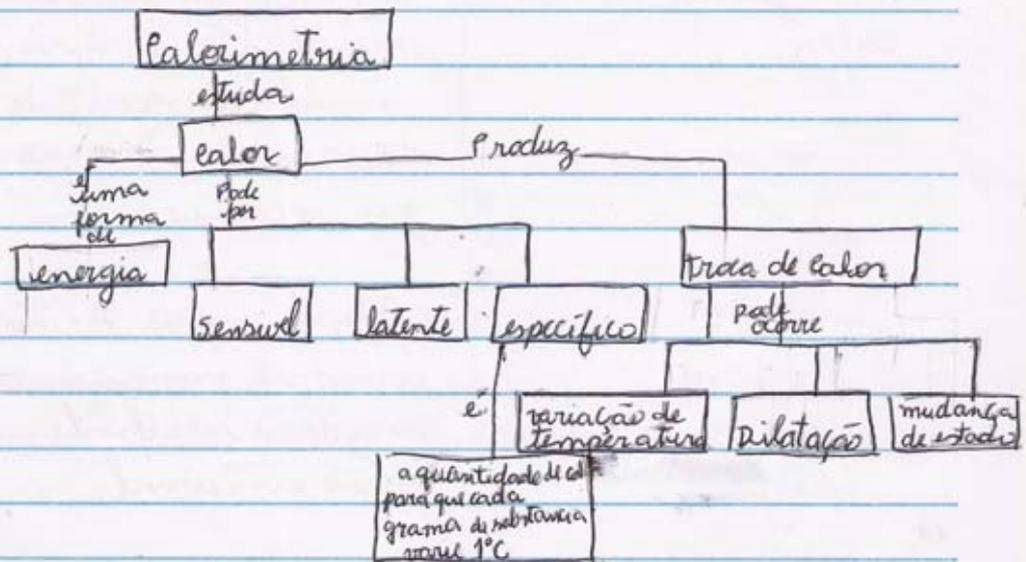
Centro Educacional 1

nome: Zelia S. Rodrigues nº: 40

Série/Turma: 2º A

Prof: Gilmar

Disciplina: Física



## ANEXO 2- TEXTO: 'Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa' – Marco Antonio Moreira.

### MAPAS CONCEITUAIS E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA<sup>1</sup>

Marco Antonio Moreira  
 Instituto de Física - UFRGS  
 91501-970 Porto Alegre - RS  
 Brasil

#### O que são mapas conceituais.

De um modo geral, mapas conceituais, ou mapas de conceitos, são apenas diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos. As Figuras 1 e 2 mostram dois desses diagramas, um em "Ciências" e outro, mais específico, em Biologia.

Embora normalmente tenham uma organização hierárquica e, muitas vezes, incluam setas, tais diagramas não devem ser confundidos com organogramas ou diagramas de fluxo, pois não implicam seqüência, temporalidade ou direcionalidade, nem hierarquias organizacionais ou de poder. Mapas conceituais são diagramas de significados, de relações significativas, de hierarquias conceituais.

Muitas vezes utiliza-se figuras geométricas - elipses, retângulos, círculos -- ao traçar mapas de conceitos, mas tais figuras são, em princípio, irrelevantes. É certo que o uso de figuras pode estar vinculado a determinadas regras como, por exemplo, a de que conceitos mais gerais, mais abrangentes, devem estar dentro de elipses e conceitos bem específicos dentro de retângulos. Em princípio, no entanto, figuras geométricas nada significam em um mapa conceitual. Assim como nada significam o comprimento e a forma das linhas ligando conceitos em um desses diagramas, a menos que estejam acoplados a certas regras. O fato de dois conceitos estarem unidos por uma linha é importante porque significa que há, no entendimento de quem fez o mapa, uma relação entre esses conceitos, mas o tamanho e a forma dessa linha são, a priori, arbitrários.

Mapas conceituais podem seguir um modelo hierárquico no qual conceitos mais inclusivos estão no topo da hierarquia (parte superior do mapa) e conceitos específicos, pouco abrangentes, estão na base (parte inferior). Mas este é apenas um modelo, mapas conceituais não precisam necessariamente ter este tipo de hierarquia. Por outro lado, sempre deve ficar claro no mapa quais os conceitos contextualmente mais importantes e quais os secundários ou específicos. Setas podem ser utilizadas para dar um sentido de direção a determinadas relações conceituais, mas não obrigatoriamente.

Pode-se, então, definir certas diretrizes para traçar mapas conceituais como a regra das figuras, mencionada antes, ou a da organização hierárquica piramidal, mas são diretrizes contextuais, i.e., válidas, por exemplo, para uma pesquisa ou para uma determinada situação de sala de aula. Não há regras gerais fixas para o traçado de mapas de conceitos. O importante

<sup>1</sup> Adaptado e atualizado, em 1997, de um trabalho com o mesmo título publicado em O ENSINO, Revista Galileu Portuguesa de Sócio-Pedagogia e Sócio-Linguística, Pontevedra/Galícia/Espanha e Braga/Portugal, N° 23 a 28: 87-95, 1988.

é que o mapa seja um instrumento capaz de evidenciar significados atribuídos a conceitos e relações entre conceitos no contexto de um corpo de conhecimentos, de uma disciplina, de uma matéria de ensino. Por exemplo, se o indivíduo que faz um mapa, seja professor ou aluno, um dos conceitos, através de uma linha, ele ou ela deve ser capaz de explicar o significado da relação que vê entre esses conceitos.

Uma ou duas palavras-chave escritas sobre essa linha (vide figuras 1 e 2) podem ser suficientes para explicitar a natureza dessa relação. Os dois conceitos mais as palavras-chave formam uma proposição e esta evidencia o significado da relação conceitual. Por esta razão, o uso de palavras-chave sobre as linhas conectando conceitos é importante e deve ser incentivado na confecção de mapas conceituais, mas esse recurso não os torna auto-explicativos. Mapas conceituais devem ser explicados por quem os faz; ao explicá-los, a pessoa externaliza significados. Reside aí o maior valor de um mapa conceitual. É claro que a externalização de significados pode ser obtida de outras maneiras, porém mapas conceituais são particularmente adequados para essa finalidade.

#### Como podem ser usados.

O mapeamento conceitual é uma técnica muito flexível e em razão disso pode ser usado em diversas situações, para diferentes finalidades: instrumento de análise do currículo, técnica didática, recurso de aprendizagem, meio de avaliação (Moreira e Bachweitz, 1993).

É possível traçar-se um mapa conceitual para uma única aula, para uma unidade de estudo, para um curso ou, até mesmo, para um programa educacional completo. A diferença está no grau de generalidade e inclusividade dos conceitos colocados no mapa. Um mapa envolvendo apenas conceitos gerais, inclusivos e organizacionais pode ser usado como referencial para o planejamento de um curso inteiro, enquanto que um mapa incluindo somente conceitos específicos, pouco inclusivos, pode auxiliar na seleção de determinados materiais instrucionais. Isso quer dizer que mapas conceituais podem ser importantes mecanismos para focalizar a atenção do planejador de currículo na distinção entre o conteúdo curricular e conteúdo instrumental, ou seja, entre o conteúdo que se espera que seja aprendido e aquele que serve de veículo para a aprendizagem. O conteúdo curricular está contido em fontes de conhecimento tais como artigos de pesquisa, ensaios, poemas, livros. Mapas conceituais podem ser úteis na análise desses documentos a fim de tornar adequado para instrução o conhecimento neles contido. Considera-se aqui que o currículo se refere a um conjunto de conhecimentos. Sendo assim, a análise da estrutura do conhecimento implica a análise do currículo e o mapeamento conceitual pode ser um instrumento útil nessa análise.

De maneira análoga, mapas conceituais podem ser usados para mostrar relações significativas entre conceitos ensinados em uma única aula, em uma unidade de estudo ou em um curso inteiro. São representações concisas das estruturas conceituais que estão sendo ensinadas e, como tal, provavelmente facilitam a aprendizagem dessas estruturas. Entretanto, diferentemente de outros materiais didáticos, mapas conceituais não são auto-instrutivos; devem ser explicados pelo professor. Além disso, embora possam ser usados para dar uma visão geral do tema em estudo é preferível usá-los quando os alunos já têm uma certa familiaridade com o assunto, de modo que sejam potencialmente significativos e permitam a integração, reconciliação e diferenciação de significados de conceitos (Moreira, 1980).

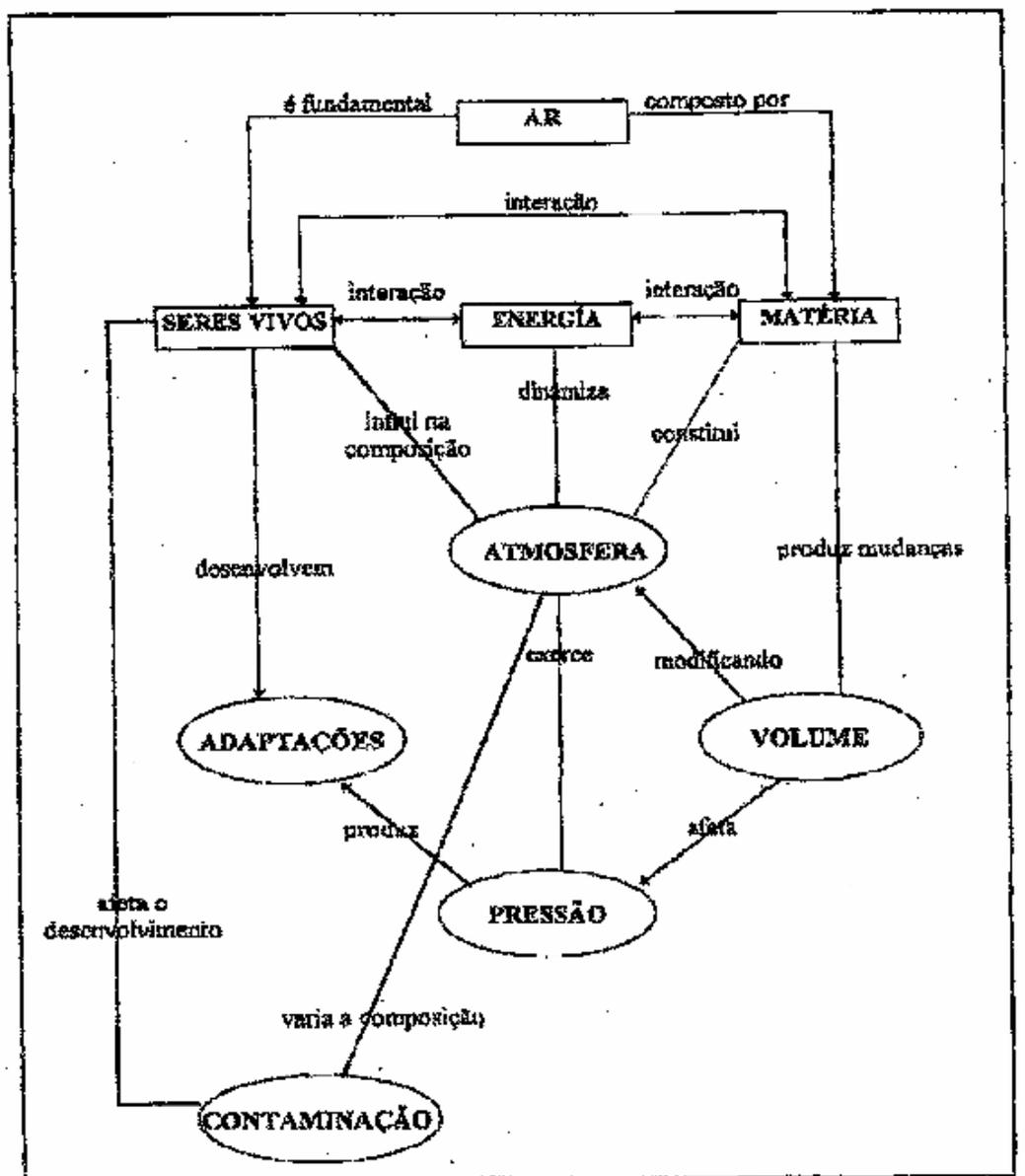


Figura 1: Mapa conceitual para o núcleo interdisciplinar do 1º ano, elaborado pelos professores Hugo Fernandez, Marta Ramirez e Ana Schnerschi em uma oficina pedagógica sobre mapas conceituais realizada em Bariloche, Argentina, 1994.

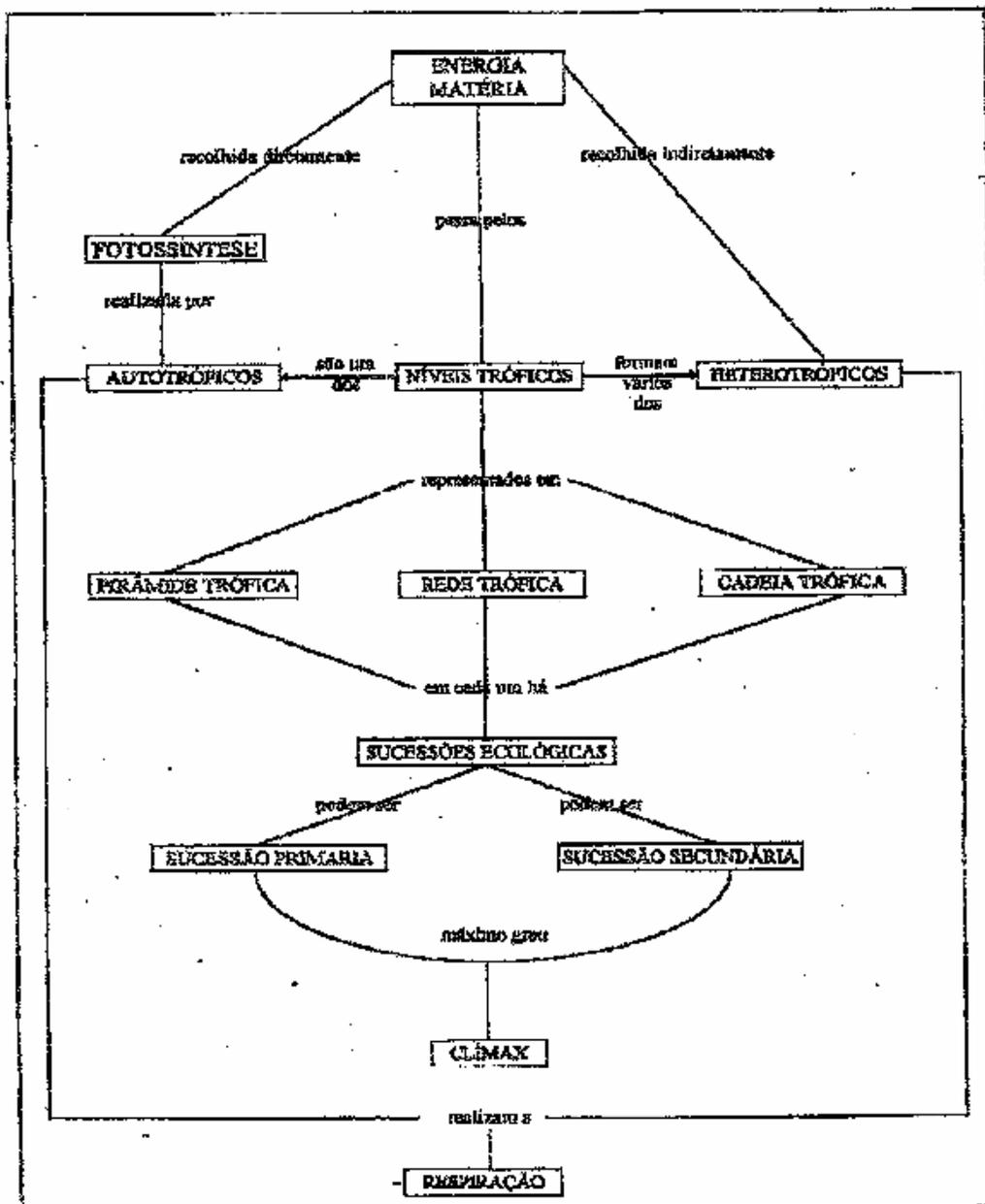


Figura 2: Mapa conceitual elaborado por um grupo de estudantes de 1º BUP (14/15 anos) para a dinâmica dos ecossistemas (Curso 1995/96). (Cedido por Mª Luz Rodríguez Palmero, I.B. Dr. Antonio González y González, Tejina, La Laguna, Sta. Cruz de Tenerife.)

Na medida em que os alunos utilizarem mapas conceituais para integrar, reconciliar e diferenciar conceitos, na medida em que usarem essa técnica para analisar artigos, textos, capítulos de livros, romances, experimentos de laboratório, e outros materiais educativos do currículo, eles estarão usando o mapeamento conceitual como um recurso de aprendizagem.

Como instrumento de avaliação da aprendizagem, mapas conceituais podem ser usados para se obter uma visualização da organização conceitual que o aprendiz atribui a um dado conhecimento. Trata-se basicamente de uma técnica não tradicional de avaliação que busca informações sobre os significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do aluno.

#### Fundamentação teórica.

A teoria que está por trás do mapeamento conceitual é a teoria cognitiva de aprendizagem de David Ausubel (Ausubel et al., 1978, 1980; Moreira e Masini, 1982; Moreira, 1983). Trata-se, no entanto, de uma técnica desenvolvida em meados da década de setenta por Joseph Novak e seus colaboradores na Universidade de Cornell, nos Estados Unidos. Ausubel nunca falou de mapas conceituais em sua teoria.

O conceito básico da teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa. A aprendizagem é dita significativa quando uma nova informação (conceito, idéia, proposição) adquire significados para o aprendiz através de uma espécie de ancoragem em aspectos relevantes da estrutura cognitiva preexistente do indivíduo, i.e., em conceitos, idéias, proposições já existentes em sua estrutura de conhecimentos (ou de significados) com determinado grau de clareza, estabilidade e diferenciação. Esses aspectos relevantes da estrutura cognitiva que servem de ancoradouro para a nova informação são chamados "subsunoções". O termo ancorar, no entanto, apesar de útil como uma primeira idéia do que é aprendizagem significativa não dá uma imagem da dinâmica do processo. Na aprendizagem significativa há uma interação entre o novo conhecimento e o já existente, na qual ambos se modificam. À medida que o conhecimento prévio serve de base para a atribuição de significados à nova informação, ele também se modifica, i.e., os subsunoções vão adquirindo novos significados, se tornando mais diferenciados, mais estáveis. Novos subsunoções vão se formando; subsunoções vão interagindo entre si. A estrutura cognitiva está constantemente se reestruturando durante a aprendizagem significativa. O processo é dinâmico; o conhecimento vai sendo construído.

Na aprendizagem significativa o novo conhecimento nunca é internalizado de maneira literal, porque no momento em que passa a ter significado para o aprendiz entra em cena o componente idiossincrático da significação. Aprender significativamente implica atribuir significados e estes têm sempre componentes pessoais. Aprendizagem sem atribuição de significados pessoais, sem relação com o conhecimento preexistente, é mecânica, não significativa. Na aprendizagem mecânica, o novo conhecimento é armazenado de maneira arbitrária e literal na mente do indivíduo. O que não significa que esse conhecimento é armazenado em um vácuo cognitivo, mas sim que ele não interage significativamente com a estrutura cognitiva preexistente, não adquire significados. Durante um certo período de tempo, a pessoa é inclusive capaz de reproduzir o que foi aprendido mecanicamente, mas não significa nada para ela.

**Diferenciação progressiva:** no curso da aprendizagem significativa, os conceitos que interagem com o novo conhecimento e servem de base para a atribuição de novos significados vão também se modificando em função dessa interação, i.e., vão adquirindo novos significados e se diferenciando progressivamente. Imagine-se o conceito de "conservação"; sua aquisição diferenciada em ciências é progressiva: à medida que o aprendiz vai aprendendo significativamente o que é conservação da energia, conservação da carga elétrica, conservação da quantidade de movimento, o subunçor "conservação" vai se tornando cada vez mais elaborado, mais diferenciado, mais capaz de servir de âncora para a atribuição de significados a novos conhecimentos. Este processo característico da dinâmica da estrutura cognitiva chama-se diferenciação progressiva.

**Reconciliação integrativa:** outro processo que ocorre no curso da aprendizagem significativa é o estabelecimento de relações entre idéias, conceitos, proposições já estabelecidas na estrutura cognitiva, i.e., relações entre subunçores. Elementos existentes na estrutura cognitiva com determinado grau de clareza, estabilidade e diferenciação são percebidos como relacionados, adquirem novos significados e levam a uma reorganização da estrutura cognitiva. É o que ocorreria, por exemplo, se o aluno tivesse conceitos de campo elétrico e magnético claros e estáveis na estrutura cognitiva, os percebesse intimamente relacionados e reorganizasse seus significados de modo a vê-los como manifestações de um conceito mais abrangente, o de campo eletromagnético. Essa recombinação de elementos, essa reorganização cognitiva, esse tipo de relação significativa, é referido como reconciliação integrativa.

A reconciliação integrativa e a diferenciação progressiva são dois processos relacionados que ocorrem no curso da aprendizagem significativa. Toda aprendizagem que resultar em reconciliação integrativa resultará também em diferenciação progressiva adicional de conceitos e proposições. A reconciliação integrativa é uma forma de diferenciação progressiva da estrutura cognitiva. É um processo cujo resultado é o explícito delineamento de diferenças e similaridades entre idéias relacionadas.

Mapas conceituais foram desenvolvidos para promover a aprendizagem significativa. A análise do currículo e o ensino sob uma abordagem ausubeliana, em termos de significados, implicam: 1) identificar a estrutura de significados aceita no contexto da matéria de ensino; 2) identificar os subunçores (significados) necessários para a aprendizagem significativa da matéria de ensino; 3) identificar os significados preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz; 4) organizar seqüencialmente o conteúdo e seleccionar materiais curriculares, usando as idéias de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa como princípios programáticos; 5) ensinar usando organizadores prévios, para fazer pontes entre os significados que o aluno já tem e os que ele precisaria ter para apreender significativamente a matéria de ensino, bem como para o estabelecimento de relações explícitas entre o novo conhecimento e aquele já existente e adequado para dar significados aos novos materiais de aprendizagem.

Mapas conceituais podem ser utilizados como recursos em todas essas etapas, assim como na obtenção de evidências de aprendizagem significativa, ou seja, na avaliação da aprendizagem. A Figura 3 apresenta um mapa conceitual sobre alguns conceitos básicos da teoria de Ausubel, tanto para estruturar o que foi dito nesta seção como para prover outro exemplo de mapa conceitual.

### Mapas conceituais e aprendizagem significativa.

Como a aprendizagem significativa implica, necessariamente, atribuição de significados idiossincráticos, mapas conceituais, traçados por professores e alunos refletem tais significados. Quer dizer, tanto mapas usados por professores como recurso didático como mapas feitos por alunos em uma avaliação têm componentes idiossincráticos. Isso significa que não existe mapa conceitual "correto". Um professor nunca deve apresentar aos alunos o mapa conceitual de um certo conteúdo e sim um mapa conceitual para esse conteúdo segundo os significados que ele atribui aos conceitos e às relações significativas entre eles. De maneira análoga, nunca se deve esperar que o aluno apresente na avaliação o mapa conceitual "correto" de um certo conteúdo. Isso não existe. O que o aluno apresenta é o seu mapa, o importante não é se esse mapa está certo ou não, mas sim se ele dá evidências de que o aluno está aprendendo significativamente o conteúdo.

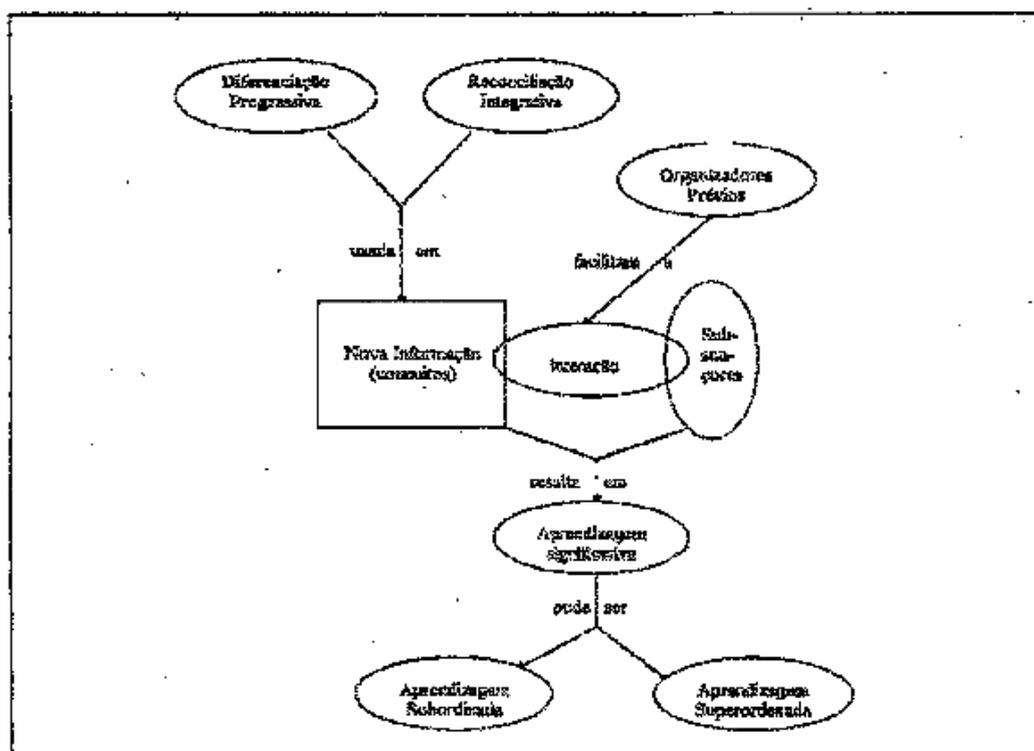


Figura 3: Alguns conceitos básicos da teoria de Ausubel (Moreira e Buchweitz, 1993)

Naturalmente, o professor ao ensinar tem a intenção de fazer com que o aluno adquira certos significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino, que são compartilhados por certa comunidade de usuários. O ensino busca fazer com que o aluno venha também a compartilhar tais significados. Mapas de conceitos podem ser valiosos na consecução desse objetivo e podem fornecer informação sobre como está sendo alcançado. Todavia, mapas conceituais — tanto do aluno como do professor — têm significados pessoais. Basta pedir a

dois professores, com igual conhecimento, que traçam um mapa de conceitos para certo conteúdo: seus mapas terão semelhanças e diferenças. Os dois mapas poderão evidenciar bom entendimento da matéria sem que se possa dizer que um é melhor do que outro e muito menos que um é certo e outro errado. O mesmo é válido em relação a mapas conceituais traçados por dois alunos na avaliação da aprendizagem de um mesmo conteúdo. Contudo, é preciso cuidado para não cair em um relativismo onde "tudo vale": alguns mapas são definitivamente pobres e sugerem falta de compreensão.

No momento em que um professor apresentar para o aluno um mapa conceitual como sendo o mapa correto de um certo conteúdo, ou no momento em que ele exigir do aluno um mapa correto, estará promovendo (como muitos outros recursos instrucionais) a aprendizagem mecânica em detrimento da significativa. Mapas conceituais são dinâmicos, estão constantemente mudando no curso da aprendizagem significativa. Se a aprendizagem é significativa, a estrutura cognitiva está constantemente se reorganizando por diferenciação progressiva e reconciliação integrativa e, em consequência, mapas traçados hoje serão diferentes amanhã.

De tudo isso, depreende-se facilmente que mapas conceituais são instrumentos diferentes e que não faz muito sentido querer avaliá-los como se avalia um teste de escolha múltipla ou um problema numérico. A análise de mapas conceituais é essencialmente qualitativa. O professor, ao invés de preocupar-se em atribuir um escore ao mapa traçado pelo aluno, deve procurar interpretar a informação dada pelo aluno no mapa a fim de obter evidências de aprendizagem significativa. Explicações do aluno, orais ou escritas, em relação a seu mapa facilitam muito a tarefa do professor nesse sentido.

Seguramente, não o que foi dito até aqui sobre mapas conceituais pode dar idéia de que é um recurso instrucional de pouca utilidade porque é muito pessoal e difícil avaliar (quantificar). De fato, de um ponto de vista convencional, mapas conceituais podem não ser muito atraentes nem para professores, que podem preferir a segurança de ensinar conteúdos sem muita margem para interpretações pessoais, nem para alunos habituados a memorizar conteúdos para reproduzi-los nas avaliações. No ensino convencional não há muito lugar para a externalização de significados, para a aprendizagem significativa. Mapas conceituais apontam em outra direção, requerem outro enfoque ao ensino e à aprendizagem.

### Conclusão.

Aparentemente simples e às vezes confundidos com esquemas ou diagramas organizacionais, mapas conceituais são instrumentos que podem levar a profundas modificações na maneira de ensinar, de avaliar e de aprender. Procuram promover a aprendizagem significativa e entram em choque com técnicas voltadas para aprendizagem mecânica. Utilizá-los em toda sua potencialidade implica atribuir novos significados aos conceitos de ensino, aprendizagem e avaliação. Por isso mesmo, apesar de se encontrar na literatura trabalhos sobre mapas conceituais ainda nos anos setenta (e.g., Moreira, 1979), até hoje o uso de mapas conceituais não se incorporou à rotina das salas de aula.

Mas há relatos de estudos com mapas conceituais nas mais diversas áreas e em todos os níveis de escolaridade (Novak e Gowin, 1984, 1988, 1996). A Figura 4 é um mapa na área da literatura tirado de um estudo nessa área (Marli Moreira, 1988) para corroborar esta afirmativa e para concluir dando ao leitor mais um exemplo de mapa conceitual.

### Apêndice.

No apêndice apresenta-se um breve roteiro que poderá ser útil na construção de mapas conceituais. Este roteiro não deve ser considerado uma "receita" para fazer mapas conceituais.

### Referências

- Ausubel, D.P., Novak, J.D. and Hanesian, H. (1978). *Educational psychology*. New York: Holt, Rinehart and Winston. Publicado em português pela Editora Interamericana, Rio de Janeiro, 1980. Em espanhol por Editorial Trillas, México, 1981. Reimpresso em inglês por Werbel & Peck, New York, 1986.
- Morais, M.A. (1980). Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa. *Ciência e Cultura*, 32(4): 474-479.
- Morais, M.A. (1983). *Uma abordagem cognitivista no ensino da Física*. Porto Alegre: Editora de Universidade.
- Morais, M.A. e Buchweitz, B. (1993). *Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o Vê epistemológico*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Morais, M.A. e Masini, E.F.S. (1982) *Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel*. São Paulo: Editora Moraes.
- Morais, M.M. (1988) The use of concept maps and the five questions in a foreign language classroom: effects on interaction. Tese de doutorado. Ithaca, NY, Cornell University.
- Novak, J.D. Gowin, D.B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge: Cambridge University Press. (1988) *Aprendendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca. (1996) *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

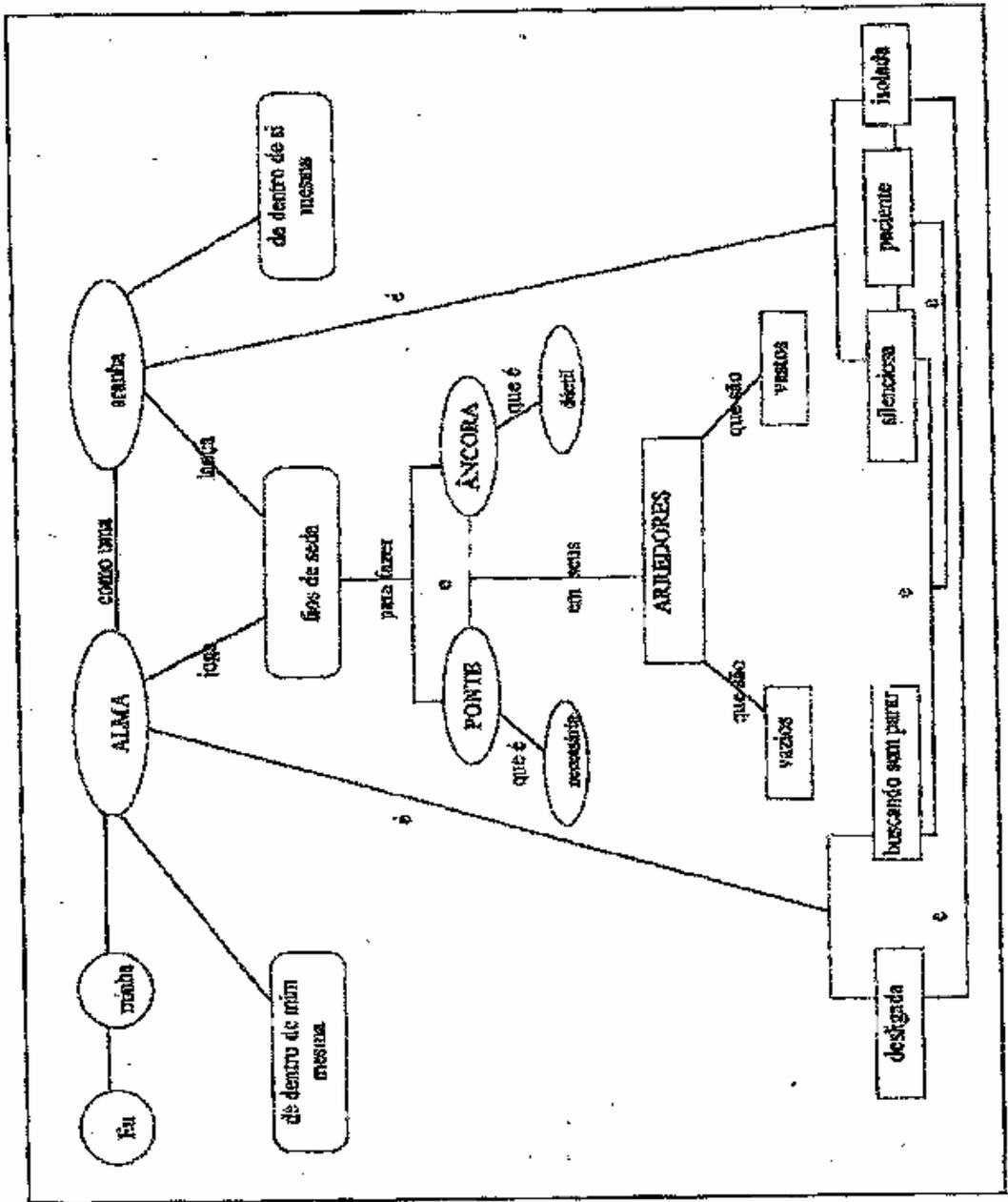


Figura 4: Um mapa conceitual para o poema "Uma aranha silenciosa e paciente", de Walt Whitman, em uma aula de literatura americana (Mari M. Moreira, 1988)

## Apêndice

### Como construir um mapa conceitual

1. Identifique os conceitos-chave do conteúdo que vai mapear e ponha-os em uma lista. Limite entre 6 e 10 o número de conceitos.
2. Ordene os conceitos, colocando o(s) mais geral(is), mais inclusivo(s), no topo do mapa e, gradualmente, vá agregando os demais até completar o diagrama de acordo com o princípio da diferenciação progressiva. Algumas vezes é difícil identificar os conceitos mais gerais, mais inclusivos; nesse caso, é útil analisar o contexto no qual os conceitos estão sendo considerados ou ter uma idéia da situação em que tais conceitos devem ser ordenados.
3. Se o mapa se refere, por exemplo, a um parágrafo de um texto, o número de conceitos fica limitado pelo próprio parágrafo. Se o mapa incorpora também o seu conhecimento sobre o assunto, além do conteúdo no texto, conceitos mais específicos podem ser incluídos no mapa.
4. Conecte os conceitos com linhas e rotule essas linhas com uma ou mais palavras chave que explicitem a relação entre os conceitos. Os conceitos e as palavras chave devem sugerir uma proposição que expresse o significado da relação.
5. Evite palavras que apenas indiquem relações triviais entre os conceitos. Busque relações horizontais e cruzadas.
6. Exemplos podem ser agregados ao mapa, abaixo dos conceitos correspondentes. Em geral, os exemplos ficam na parte inferior do mapa.
7. Geralmente, o primeiro intento de mapa tem simetria pobre e alguns conceitos ou grupos de conceitos acabam mal situados em relação a outros que estão mais estreitamente relacionados. Reconstruir o mapa é útil neste caso.
8. Talvez neste ponto você já conhece a imaginar outras maneiras de fazer o mapa, outros modos de hierarquizar os conceitos. Lembre-se que não há um único modo de traçar um mapa conceitual. À medida que muda sua compreensão sobre as relações entre os conceitos, ou à medida que você aprende, seu mapa também muda. Um mapa conceitual é um instrumento dinâmico, refletindo a compreensão de quem o faz no momento em que o faz.
9. Compartilhe seu mapa com colegas e examine os mapas deles. Pergunte o que significam as relações, questione a localização de certos conceitos, a inclusão de alguns que não lhe parecem importantes, a omissão de outros que você julga fundamentais. O mapa conceitual é um bom instrumento para compartilhar, notar e "negociar" significados.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A - PRÉ – TESTE

**CENTRO EDUCACIONAL 01 DE PLANALTINA**

**CURSO:** Ensino Médio      **SÉRIE / TURMA:** \_\_\_\_\_      **TURNO:** Matutino  
**PROFESSOR:** Gilmar Silva      **DATA:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_      **NOTA:** \_\_\_\_\_  
**NOME:** \_\_\_\_\_      **Nº** \_\_\_\_\_

### TESTE DE FÍSICA – 2º bimestre / 2006

**INSTRUÇÕES:**

- 1) Resolva todo o teste com caneta esferográfica de tinta azul ou preta.
- 2) Não empreste ou tome emprestado, materiais durante a aplicação desta prova.
- 3) Não rasure a resposta dos itens propostos.
- 4) Obedeça rigorosamente estas instruções e os enunciados das questões propostas.

**Leia atentamente, interprete e, em seguida, marque um (X) no item correto para cada uma das questões propostas abaixo.**

**Questão 1)** (GREF, V.1, p. 7) Para enchermos uma bola de futebol com uma bomba é necessário adaptar a ela um “bico”, que diminui a área por onde o ar é expelido. Se o corpo da bomba for de metal, é possível perceber (sentir) que, ao efetuarmos essa operação, a bomba apresenta um determinado aquecimento. Isso ocorre devido:

- a)  ao ar no interior da bomba estar mais quente do que o ar de fora da bomba.
- b)  apenas ao atrito entre o pistão e o corpo da bomba.
- c)  à compressão do ar no interior da bomba.
- d)  ao atrito entre o pistão e o corpo da bomba e também à compressão do ar no interior da bomba.
- e)  o corpo da bomba ser de metal.

**Questão 2)** Duas esferas de ferro são colocadas, respectivamente, em suas mãos esquerda e direita. Se você percebe (sente) que a esfera na mão esquerda está mais quente que a esfera na mão direita, você pode concluir que:

- a)  a esfera de ferro na mão esquerda, apresenta maior quantidade de calor que a esfera de ferro na mão direita.
- b)  a temperatura da esfera de ferro na mão esquerda é maior que a temperatura da esfera de ferro na mão direita.
- c)  a esfera de ferro na mão esquerda apresenta maior temperatura e maior

quantidade de calor que a esfera de ferro na mão direita.

- d)  se ambas as esferas são de ferro eu não posso perceber (sentir) sensações térmicas diferentes.
- e)  as temperaturas de ambas as esferas são iguais mas as quantidades de calor são diferentes.

**Questão 3)** Quando bebemos um pouco de água gelada, o melhor procedimento a tomar, é:

- a)  utilizar um copo de metal (alumínio, por exemplo) porque a água fica gelada por mais tempo.
- b)  utilizar um copo de vidro, porque a água fica por mais tempo gelada.
- c)  utilizar um copo de qualquer material pois a água permanecerá gelada, pelo mesmo tempo, em quaisquer um deles.
- d)  utilizar copo de qualquer material, desde que fechado (como uma latinha de refrigerante), pois dessa forma, o frio não sairá.
- e)  nenhum das alternativas anteriores está correta.

**Questão 4)** Durante o derretimento de um pedaço de gelo (fusão do gelo), ele recebe calor. Enquanto ele derrete ...

- a)  a sua temperatura e quantidade de calor absorvida aumentam.
- b)  a sua temperatura permanece a mesma mas, a quantidade de calor absorvida aumenta.
- c)  a sua temperatura aumenta e a quantidade de calor absorvida permanece a mesma.
- d)  a quantidade de calor absorvida e a temperatura do pedaço de gelo permanecem constantes.
- e)  a sua temperatura aumenta mas a quantidade de calor absorvida diminui.

**Questão 5)** Um certo aluno programou com alguns colegas, uma pequena festa para comemorar o seu aniversário. Entretanto, ele esqueceu de comprar os refrigerantes, gelados. Teve, então, que comprar gelo e uma caixa de isopor para gelar os refrigerantes, faltando algumas horas para o início da festa. Ao adquirir o gelo, o melhor procedimento que ele deve adquirir para gelar os refrigerantes, é:

- a)  colocar primeiro os refrigerantes na caixa de isopor, depois o gelo e tampar a caixa.

- b)(  ) colocar primeiro o gelo na caixa de isopor, depois os refrigerantes e tampar a caixa.
- c)(  ) colocar primeiro a metade dos refrigerantes na caixa de isopor e o gelo sobre eles, depois colocar a outra metade dos refrigerantes.
- d)(  ) colocar, lado a lado, o gelo e os refrigerantes na caixa de isopor e depois tampá – la.
- e)(  ) nenhuma das medidas anteriores está correta.

**Questão 6)** Pelo que podemos perceber (sentir) em nosso dia-a-dia, os materiais aquecem e/ou resfriam-se da seguinte forma:

- a)(  ) os materiais que se aquecem rápido, também resfriam-se rápido.
- b)(  ) os materiais que se aquecem rápido, resfriam-se devagar.
- c)(  ) os materiais que se aquecem devagar, resfriam-se rápido.
- d)(  ) os materiais em geral, sempre se aquecem e resfriam-se devagar.
- e)(  ) os materiais em geral, sempre se aquecem e resfriam-se rápido.

**Questão 7)** Duas xícaras de porcelana idênticas, são preenchidas com a mesma quantidade água a 20°C. Se uma das xícaras é pintada externamente com tinta preta e a outra com tinta branca, quando colocadas num mesmo ambiente ensolarado, por um mesmo período de tempo, podemos afirmar que:

- a)(  ) a água na xícara branca estará com maior temperatura que a água na xícara preta.
- b)(  ) a água na xícara branca estará com menor temperatura que a água na xícara preta.
- c)(  ) ambas estarão com a mesma temperatura, porém diferente da anterior.
- d)(  ) estarão com a mesma temperatura anterior.
- e)(  ) nenhuma das alternativas anteriores está correta.

**Questão 8)** Dadas as afirmações.

- ( I ) Temperatura é a quantidade de calor de um corpo ou de um material.
- ( II ) Temperatura e calor são a mesma coisa.
- ( III ) O calor e o frio são formas diferentes de temperatura.
- ( IV ) Temperatura é a sensação que nós temos de quente ou de frio das coisas.

- a)(  ) todas as afirmações acima estão corretas.
- b)(  ) apenas as afirmações I e III estão corretas.

- c)(  ) apenas as afirmações III e IV estão corretas.
- d)(  ) apenas a afirmação IV está incorreta.
- e)(  ) todas as afirmações acima estão incorretas.

**Questão 9)** ( Curso de Física, V. 2, p. 627, 1997) Em uma sala onde a temperatura é igual em todos os pontos, você segura simultaneamente um lápis de madeira e uma caneta de aço, sendo cada uma em uma de suas mãos; você

Nota que a caneta lhe parece mais fria que o lápis. Essas diferentes sensações se dão porque:

- a)(  ) a temperatura da caneta está menor que a temperatura do lápis.
- b)(  ) a caneta conduz menos calor para a mão do que o lápis.
- c)(  ) a caneta conduz mais calor para a mão do que o lápis.
- d)(  ) o lápis é mais leve que a caneta, por isso ele está mais quente.
- e)(  ) a caneta absorve o calor da mão mais rápido que o lápis.

**Questão 10)** ( Os Fundamentos da Física, V. 2, 6ª ed., p.142) No inverno usamos agasalho de lã porque:

- a)(  ) o frio não passa através dele.
- b)(  ) a lã é um bom isolante térmico.
- c)(  ) transmite calor ao nosso corpo.
- d)(  ) permite que o calor do corpo passe para o ar.
- e)(  ) tem todas as propriedades citadas nas alternativas anteriores.

## APÊNDICE B – PÓS-TESTE

**CENTRO EDUCACIONAL 01 DE PLANALTINA**

**CURSO:** Ensino Médio      **SÉRIE / TURMA:** \_\_\_\_\_      **TURNO:** Matutino

**PROFESSOR:** Gilmar Silva      **DATA:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_      **NOTA:** \_\_\_\_\_

**NOME:** \_\_\_\_\_ **N°** \_\_\_\_\_

### TESTE DE FÍSICA – 3º bimestre / 2006

#### **INSTRUÇÕES:**

- 1) Resolva todo o teste com caneta esferográfica de tinta azul ou preta.
- 2) Não empreste ou tome emprestado, materiais durante a aplicação desta prova.
- 3) Não rasure a resposta dos itens propostos.
- 4) Obedeça rigorosamente estas instruções e os enunciados das questões propostas.

**Leia atentamente, interprete e, em seguida, marque um (X) no item correto para cada uma das questões propostas abaixo.**

**Questão 1)** (GREF, V.1, p. 7) Para enchermos uma bola de futebol com uma bomba é necessário adaptar a ela um “bico”, que diminui a área por onde o ar é expelido. Se o corpo da bomba for de metal, é possível perceber (sentir) que, ao efetuarmos essa operação, a bomba apresenta um determinado aquecimento. Isso ocorre devido:

- a)  ao ar no interior da bomba estar mais quente do que o ar de fora da bomba.
- b)  apenas ao atrito entre o pistão e o corpo da bomba.
- c)  à compressão do ar no interior da bomba.
- d)  ao atrito entre o pistão e o corpo da bomba e também à compressão do ar no interior da bomba.
- e)  o corpo da bomba ser de metal.

**Questão 2)** Duas esferas de ferro são colocadas, respectivamente, em suas mãos esquerda e direita. Se você percebe (sente) que a esfera na mão esquerda está mais quente que a esfera na mão direita, você pode concluir que:

- a)  a esfera de ferro na mão esquerda, apresenta maior quantidade de calor que a esfera de ferro na mão direita.
- b)  a temperatura da esfera de ferro na mão esquerda é maior que a temperatura da esfera de ferro na mão direita.
- c)  a esfera de ferro na mão esquerda apresenta maior temperatura e maior

quantidade de calor que a esfera de ferro na mão direita.

- d)  se ambas as esferas são de ferro eu não posso perceber (sentir) sensações térmicas diferentes.
- e)  as temperaturas de ambas as esferas são iguais mas as quantidades de calor são diferentes.

**Questão 3)** Quando bebemos um pouco de água gelada, o melhor procedimento a tomar, é:

- a)  utilizar um copo de metal (alumínio, por exemplo) porque a água fica gelada por mais tempo.
- b)  utilizar um copo de vidro, porque a água fica por mais tempo gelada.
- c)  utilizar um copo de qualquer material pois a água permanecerá gelada, pelo mesmo tempo, em quaisquer um deles.
- d)  utilizar copo de qualquer material, desde que fechado (como uma latinha de refrigerante), pois dessa forma, o frio não sairá.
- e)  nenhuma das alternativas anteriores está correta.

**Questão 4)** Durante o derretimento de um pedaço de gelo (fusão do gelo), ele recebe calor. Enquanto ele derrete ...

- a)  a sua temperatura e quantidade de calor absorvida aumentam.
- b)  a sua temperatura permanece a mesma mas, a quantidade de calor absorvida aumenta.
- c)  a sua temperatura aumenta e a quantidade de calor absorvida permanece a mesma.
- d)  a quantidade de calor absorvida e a temperatura do pedaço de gelo permanecem constantes.
- e)  a sua temperatura aumenta mas a quantidade de calor absorvida diminui.

**Questão 5)** Um certo aluno programou com alguns colegas, uma pequena festa para comemorar o seu aniversário. Entretanto, ele esqueceu de comprar os refrigerantes, gelados. Teve, então, que comprar gelo e uma caixa de isopor para gelar os refrigerantes, faltando algumas horas para o início da festa. Ao adquirir o gelo, o melhor procedimento que ele deve adquirir para gelar os refrigerantes, é:

- a)  colocar primeiro os refrigerantes na caixa de isopor, depois o gelo e tampar a caixa.

- b)(  ) colocar primeiro o gelo na caixa de isopor, depois os refrigerantes e tampar a caixa.
- c)(  ) colocar primeiro a metade dos refrigerantes na caixa de isopor e o gelo sobre eles, depois colocar a outra metade dos refrigerantes.
- d)(  ) colocar, lado a lado, o gelo e os refrigerantes na caixa de isopor e depois tampá – la.
- e)(  ) nenhuma das medidas anteriores está correta.

**Questão 6)** Pelo que podemos perceber (sentir) em nosso dia-a-dia, os materiais aquecem e/ou resfriam-se da seguinte forma:

- a)(  ) os materiais que se aquecem rápido, também resfriam-se rápido.
- b)(  ) os materiais que se aquecem rápido, resfriam-se devagar.
- c)(  ) os materiais que se aquecem devagar, resfriam-se rápido.
- d)(  ) os materiais em geral, sempre se aquecem e resfriam-se devagar.
- e)(  ) os materiais em geral, sempre se aquecem e resfriam-se rápido.

**Questão 7)** Duas xícaras de porcelana idênticas, são preenchidas com a mesma quantidade água a 20°C. Se uma das xícaras é pintada externamente com tinta preta e a outra com tinta branca, quando colocadas num mesmo ambiente ensolarado, por um mesmo período de tempo, podemos afirmar que:

- a)(  ) a água na xícara branca estará com maior temperatura que a água na xícara preta.
- b)(  ) a água na xícara branca estará com menor temperatura que a água na xícara preta.
- c)(  ) ambas estarão com a mesma temperatura, porém diferente da anterior.
- d)(  ). estarão com a mesma temperatura anterior.
- e)(  ) nenhuma das alternativas anteriores está correta.

**Questão 8)** Dadas as afirmações.

- ( I ) Temperatura é a quantidade de calor de um corpo ou de um material.
- ( II ) Temperatura e calor são a mesma coisa.
- ( III ) O calor e o frio são formas diferentes de temperatura.
- ( IV ) Temperatura é a sensação que nós temos de quente ou de frio das coisas.

- a)(  ) todas as afirmações acima estão corretas.
- b)(  ) apenas as afirmações I e III estão corretas.

- c)(  ) apenas as afirmações III e IV estão corretas.
- d)(  ) apenas a afirmação IV está incorreta.
- e)(  ) todas as afirmações acima estão incorretas.

**Questão 9)** ( Curso de Física, V. 2, p. 627, 1997) Em uma sala onde a temperatura é igual em todos os pontos, você segura simultaneamente um lápis de madeira e uma caneta de aço, sendo cada uma em uma de suas mãos; você

Nota que a caneta lhe parece mais fria que o lápis. Essas diferentes sensações se dão porque:

- a)(  ) a temperatura da caneta está menor que a temperatura do lápis.
- b)(  ) a caneta conduz menos calor para a mão do que o lápis.
- c)(  ) a caneta conduz mais calor para a mão do que o lápis.
- d)(  ) o lápis é mais leve que a caneta, por isso ele está mais quente.
- e)(  ) a caneta absorve o calor da mão mais rápido que o lápis.

**Questão 10)** ( Os Fundamentos da Física, V. 2, 6ª ed., p.142) No inverno usamos agasalho de lã porque:

- a)(  ) o frio não passa através dele.
- b)(  ) a lã é um bom isolante térmico.
- c)(  ) transmite calor ao nosso corpo.
- d)(  ) permite que o calor do corpo passe para o ar.
- e)(  ) tem todas as propriedades citadas nas alternativas anteriores.

## APÊNDICE C – PROVA BIMESTRAL 1

**CENTRO EDUCACIONAL 01 DE PLANALTINA**

**CURSO: Ensino Médio**                      **DATA:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_                      **NOTA:** \_\_\_\_\_

**PROFESSOR: Gilmar Silva**                      **SÉRIE / TURMA:** \_\_\_\_\_                      **TURNO: Matutino**

**NOME:** \_\_\_\_\_                      **Nº** \_\_\_\_\_

**PROVA DE FÍSICA – Referente ao 2º bimestre / 2006**

**ASSUNTO: Calorimetria**

**INSTRUÇÕES:**

- 1) Resolva toda esta prova com caneta esferográfica de tinta azul ou preta
- 2) Não empreste ou tome emprestado, materiais durante a aplicação desta prova.
- 3) Apresente o desenvolvimento completo da resolução das questões propostas.
- 4) Não rasure a resposta dos itens objetivos.
- 5) Não é permitido o uso de calculadoras de celulares.
- 6) Obedeça as instruções desta avaliação.

**OBSERVAÇÕES:**

- 1) O descumprimento das instruções acima acarretará na perda parcial ou total dos pontos da questão proposta.
- 2) É permitido o uso de máquinas de calcular.
- 3) Não é permitido o uso de rascunhos.
- 4) Esta avaliação valerá de 0,0 (zero) à 5,0 (cinco) pontos, sendo de zero a 1,0 ponto por questão.

**Responda corretamente a(s) pergunta(s) apresentada(s) no final de cada questão proposta abaixo.**

**Questão 1)** Sabemos que a nossa alimentação é realizada pela ingestão e combustão dos alimentos em nosso organismo. A queima dos alimentos dá – se através das reações químicas entre as substâncias que os compõem e a s substâncias produzidas pelo nosso aparelho digestivo. Durante essa combustão é liberada uma certa quantidade de calor. Dessa queima, o corpo humano absorve apenas 1% do calor liberado que manterá a temperatura do corpo próxima de 36,5°C. Se 100g de chocolate em barra apresenta um calor de combustão de 528kcal. Fisicamente, o que esta informação significa ?

---



---



---



---



---

**Questão 2)** Em processo de combustão, se queirmos 1kg de álcool este liberará 6400kcal de calor e 1kg de gasolina, liberará 11100 kcal de calor. Então podemos afirmar que: “para liberar a mesma quantidade de calor da gasolina, são necessários...”

- a) ( ) mais de 1 kg e menos de 2 kg de álcool
- b) ( ) exatamente 2 kg de álcool
- c) ( ) mais de 2 kg de álcool
- d) ( ) menos de 1 kg de álcool

Por que você considerou a resposta que você marcou acima como correta ?

---



---

---

---

---

---

---

**Questão 3)** Uma garrafa plástica e uma lata metálica de refrigerante permanecem durante um certo tempo no interior de uma geladeira. Esse tempo é suficiente para que ambas estejam com a mesma temperatura e em equilíbrio térmico com o interior da geladeira. Entretanto, ao retirarmos os dois recipientes (garrafa e lata) da geladeira temos a impressão de que a lata está mais fria que a garrafa. Como se explica corretamente esse fato ?

---

---

---

---

---

**Questão 4)** Um funileiro necessita aumentar o diâmetro de um furo existente em uma chapa metálica, a fim de encaixar adequadamente um pino. Para isso, aumenta a temperatura da chapa, colocando-a no interior de um forno por algum tempo. Pergunta – se: o funileiro conseguirá aumentar o diâmetro do furo realizando esse procedimento ?  
( ) sim                      ( ) não                      ( ) talvez  
Explique fisicamente a sua resposta.

---

---

---

---

---

**Questão 5)** Escolha quatro dos itens abaixo e conceitue – os corretamente.  
(a) temperatura (b) equilíbrio térmico (c) calor (d) calor específico (e) calor de combustão (f) calor sensível (g) calor latente (h) condução (i) convecção (j) irradiação.



## APÊNDICE D – PROVA BIMESTRAL 2 (tipo I)

**CENTRO EDUCACIONAL 01 DE PLANALTINA**

**CURSO:** Ensino Médio      **SÉRIE / TURMA:** \_\_\_\_\_      **TURNO:** Vespertino

**PROFESSOR:** Gilmar Silva      **DATA:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_      **NOTA:** \_\_\_\_\_

**NOME:** \_\_\_\_\_ N° \_\_\_\_\_

**PROVA DE FÍSICA – 3º bimestre / 2006**

**ASSUNTOS:** \_\_\_\_\_

### INSTRUÇÕES:

- 1) Resolva toda a prova com caneta esferográfica de tinta azul ou preta.
- 2) Não empreste ou tome emprestado, materiais durante a aplicação desta prova.
- 3) Não rasure a resposta dos itens objetivos.
- 4) É permitido o uso de calculadoras, exceto em celulares.
- 5) Obedeça aos enunciados das questões propostas.
- 6) Não é permitido o uso de rascunhos. Você deve resolver as questões discursivas no verso da prova.

### OBSERVAÇÕES:

- 1) Não cumprir as instruções acima acarretará na perda parcial ou total dos pontos da questão proposta.
- 2) Esta avaliação valerá de 0,0 (zero) a 5,0 (cinco) pontos.

### Questão 1) Marque (1) para os itens corretos e (0) para os itens incorretos.

- ( ) Se fluir calor de um corpo A para um corpo B, podemos afirmar que a temperatura de A é maior que a temperatura de B.
- ( ) Os cabos das panelas de alumínio, geralmente são feitos de madeira, porque a constante de condutividade térmica da madeira é maior que a constante de condutividade térmica do alumínio.
- ( ) A transmissão do calor por convecção térmica é possível nos fluidos mas é impossível nos líquidos.
- ( ) A irradiação térmica é um processo de transmissão do calor que só se verifica nos meios materiais.
- ( ) Na condução térmica há transporte de energia sem transporte de matéria mas, na convecção térmica há transporte de matéria e transporte de energia.
- ( ) O aumento da temperatura do planeta Terra provocado pelo “efeito estufa” deve-se ao fato de que a atmosfera é transparente à energia radiante do Sol e opaca as ondas de calor da Terra.
- ( ) Se o vácuo existente entre as paredes de uma garrafa térmica fosse total, propagar-se-ia calor de uma parede para outra apenas por irradiação térmica.
- ( ) Os esquimós (habitantes dos pólos) fazem suas casas (iglus) com blocos de gelo porque o gelo é um isolante térmico, mantendo o ambiente interno mais quente que o externo.
- ( ) Os radiadores de automóveis funcionam com base na condução térmica.
- ( ) Para gelar a bebida (em latinhas) numa caixa de isopor, devemos colocar o gelo primeiro e depois a bebida; pois assim, o frio vai subir e esfriar a

bebida.

**Questão 2) Responda corretamente a pergunta formulada abaixo.**

Nos desertos os beduínos (habitantes do deserto) usam roupas de lã de cores claras, tanto durante o dia quanto durante a noite. Como se explica fisicamente esse hábito dos beduínos, em relação aos princípios de propagação do calor?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Questão 3) Responda corretamente a pergunta proposta abaixo.**

Colocam-se duas xícaras idênticas de mesmo material sobre uma mesa. Uma delas contém café (a  $80^{\circ}\text{C}$ ) até a metade e a outra contém leite (também a  $80^{\circ}\text{C}$ ) até a metade. Após 5 minutos, qual das substâncias estará mais fria, o café ou o leite? Por quê?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Questão 4) Resolva corretamente a questão proposta abaixo.**

Qual deve ser a quantidade de calor (em Kcal) necessária para transformar um pequeno cubo de gelo de massa 50g a  $-10^{\circ}\text{C}$  em 50g de vapor de água a  $100^{\circ}\text{C}$  ?  
 Dados:  $c$  (gelo) =  $0,5 \text{ cal / g } ^{\circ}\text{C}$ ,  $L_f$  (gelo) =  $80 \text{ cal / g}$ ,  $c$  (água) =  $1 \text{ cal / g } ^{\circ}\text{C}$  e  
 $L_v$  (água) =  $540 \text{ cal / g}$ .

**Questão 5) Resolva corretamente a questão proposta abaixo.**

Um ferreiro aquece uma ferradura de massa 300g e, em seguida, a resfria num balde que contém 5 litros de água a  $30^{\circ}\text{C}$ . Após a ferradura entrar em equilíbrio térmico com a água, verifica-se que a temperatura do conjunto atinge  $34^{\circ}\text{C}$ . A que temperatura a ferradura foi aquecida no início?

Dados:  $c$  (água) = 1 cal / g °C,  $c$  (ferro) = 0,11 cal / g °C e 5 litros (água) = 5 kg

**Formulário.**

$$Q_S = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$\Delta T = T_f - T_i$$

$$Q_{(\text{recebido})} = Q_{(\text{cedido})}$$

$$C = m \cdot c$$

$$C = Q / \Delta T$$

$$Q_L = m \cdot L$$

## APÊNDICE E – PROVA BIMESTRAL 2 (tipo II)

**CENTRO EDUCACIONAL 01 DE PLANALTINA**

**CURSO:** Ensino Médio

**SÉRIE / TURMA:** \_\_\_\_\_

**TURNO:** Vespertino

**PROFESSOR:** Gilmar Silva

**DATA:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**NOTA:** \_\_\_\_\_

**NOME:** \_\_\_\_\_ N° \_\_\_\_\_

**PROVA DE FÍSICA – 3º bimestre / 2006\***

**ASSUNTOS:** \_\_\_\_\_

### INSTRUÇÕES:

- 1) Resolva toda a prova com caneta esferográfica de tinta azul ou preta.
- 2) Não empreste ou tome emprestado, materiais durante a aplicação desta prova.
- 3) Não rasure a resposta dos itens objetivos.
- 4) É permitido o uso de calculadoras, exceto em celulares.
- 5) Obedeça aos enunciados das questões propostas.
- 6) Não é permitido o uso de rascunhos. Você deve resolver as questões discursivas no verso da prova.

### OBSERVAÇÕES:

- 7) Não cumprir as instruções acima acarretará na perda parcial ou total dos pontos da questão proposta.
- 8) Esta avaliação valerá de 0,0 (zero) a 5,0 (cinco) pontos.

### Questão 1) Marque (1) para os itens corretos e (0) para os itens incorretos.

- ( ) Se a temperatura de um corpo A é maior que a temperatura de um corpo B, podemos afirmar que fluirá calor de A para B.
- ( ) Os cabos das panelas de alumínio, geralmente são feitos de madeira, porque a constante de condutividade térmica da madeira é menor que a constante de condutividade térmica do alumínio.
- ( ) A transmissão do calor por convecção térmica é possível nos fluidos mas é impossível nos líquidos.
- ( ) A irradiação térmica é um processo de transmissão do calor que só se verifica nos meios materiais.
- ( ) Na condução térmica há transporte de energia sem transporte de matéria mas, na convecção térmica há transporte de matéria sem transporte de energia.
- ( ) O aumento da temperatura do planeta Terra, provocado pelo “efeito estufa” deve-se ao fato de que a atmosfera é transparente à energia radiante do Sol e opaca as ondas de calor da Terra.
- ( ) Se o vácuo existente entre as paredes de uma garrafa térmica fosse total, se propagaria calor de uma parede para outra apenas por convecção térmica.
- ( ) Os esquimós (habitantes dos pólos) fazem suas casas (iglus) com blocos de gelo porque o gelo é um isolante térmico, mantendo o ambiente interno mais quente que o externo.
- ( ) Os radiadores de automóveis funcionam com base na convecção térmica.
- ( ) Para gelar a bebida (em latinhas) numa caixa de isopor, devemos colocar a bebida primeiro e depois o gelo; pois assim, o ar frio vai descer e esfriar a



**Formulário.**

$$Q_S = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$C = m \cdot c$$

$$\Delta T = T_f - T_i$$

$$C = Q / \Delta T$$

$$Q_{(\text{recebido})} = Q_{(\text{cedido})}$$

$$Q_L = m \cdot L$$

## APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO

**CENTRO EDUCACIONAL 01 DE PLANALTINA**

**CURSO:** Ensino Médio

**SÉRIE / TURMA:** \_\_\_\_\_

**TURNO:** Matutino

**PROFESSOR:** Gilmar Silva

**DATA:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**NOME:** \_\_\_\_\_ **Nº** \_\_\_\_\_

### INSTRUÇÕES:

- 1) Resolva todo o questionário com caneta esferográfica de tinta azul ou preta.
- 2) Não empreste ou tome emprestado, materiais durante a aplicação deste questionário.
- 3) Procure escrever legivelmente as perguntas propostas.
- 4) Obedeça rigorosamente estas instruções e os enunciados das perguntas propostas.

**Responda as perguntas abaixo no espaço determinado.**

- 1) Como você avalia o fato de ter construído um mapa conceitual sobre o conteúdo de Calorimetria para a sua aprendizagem neste conteúdo.

---

---

---

---

---

---

---

- 2) Na sua opinião, a construção de mapas conceituais influenciou de alguma forma o seu desempenho nas avaliações sobre o conteúdo trabalhado nos mapas ? Por quê ?

---

---

---

---

---

---

---

**3)** Você percebeu que o processo de construção de um mapa conceitual por você, o ajudou a aprender melhor o conteúdo de Calorimetria ou não teve nenhum efeito sobre sua aprendizagem ? Por quê ?

---

---

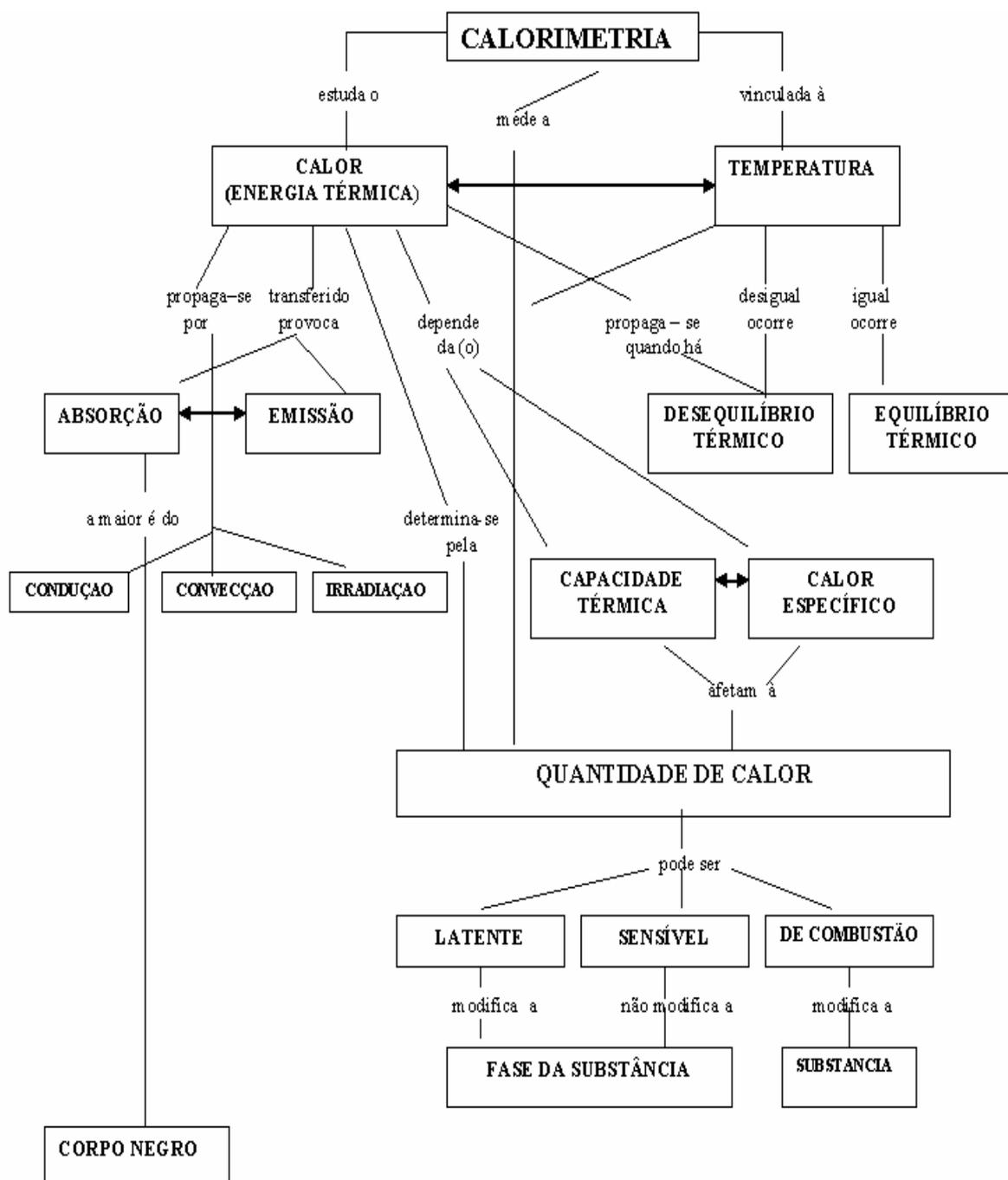
---

---

---

---

## APÊNDICE G – MAPA CONCEITUAL DE REFERÊNCIA





## APÊNDICE I - CD ROM (Produto Educacional)

