

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

**(The use of concept maps as a strategy of promotion and evaluation of meaningful learning of calorimetry concepts, at high school)**

**Gilmar da Silva** [gilfis@uol.com]

Centro Educacional 01 de Planaltina

Planaltina - DF

**Célia Maria Soares Gomes de Sousa** [celiasousa@unb.br]

.Instituto de Física – Universidade de Brasília

Brasília - DF

### **Resumo**

Este estudo que teve o objetivo de verificar a eficiência da utilização de mapas conceituais, como estratégia de ensino dos conceitos da Calorimetria, no processo de promoção e avaliação da aprendizagem significativa, de alunos de 2ª série do Ensino Médio. Procurou-se identificar, as evidências de aprendizagem apresentadas pelos alunos em três momentos distintos (no início, durante e após a apresentação do conteúdo de Calorimetria), através de uma análise comparativa dos mapas conceituais construídos pelos estudantes. A análise dos resultados obtidos nos permite afirmar que a utilização de mapas conceituais como estratégia de promoção e avaliação da aprendizagem significativa de um corpo de conceitos é eficaz.

**Palavras-chave:** mapas conceituais; aprendizagem significativa; calorimetria.

### **Abstract**

The purpose of this study was to check the efficiency of concept maps as an instructional strategy to promote and to evaluate meaningful concept learning in calorimetry at high school level. Evidences provided by the students in their concept maps at three different moments (at the beginning, during and after instruction) were analysed and compared. Such analysis supports the assumption that concept mapping is an effective strategy to promote the meaningful learning of a body of concepts.

**Keywords:** concept maps, meaningful learning, calorimetry

### **Introdução**

Este trabalho trata de um estudo sobre a eficácia da utilização de mapas conceituais como estratégia de promoção e avaliação da aprendizagem de conteúdos de Física em nível médio.

Tendo como base os pressupostos da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e trabalhando com os conceitos da Calorimetria, buscamos evidências da aprendizagem através de um ensino que considerou as concepções prévias dos alunos e foi desenvolvido através de materiais potencialmente significativos. Como assinala Ausubel (1980, 2000), “o fator que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; cabe ao professor identificar isso e ensinar de acordo”. A nossa hipótese é a de que um ensino desenvolvido sob uma abordagem ausubeliana e com a utilização de mapas conceituais como estratégias de promoção e avaliação da aprendizagem significativa dos estudantes, pode constituir uma alternativa efetiva para a aprendizagem dos conceitos de Física em nível médio. Portanto, este trabalho trata do desenvolvimento do ensino dos conceitos de Calorimetria, numa perspectiva ausubeliana, utilizando os mapas conceituais como

instrumentos de promoção e avaliação, com o intuito de obter evidências de aprendizagem significativa em estudantes da 2ª série de nível médio.

## Referencial teórico

Ausubel (1980 em Moreira, 1999a) estabelece a idéia da aprendizagem significativa como um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo; ou seja, um processo que envolve a interação entre a nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, preexistente na estrutura cognitiva de quem aprende. Novas idéias, conceitos e proposições podem ser aprendidos significativamente, na medida em que outras idéias, conceitos e proposições relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis, na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma, como ponto de ancoragem às primeiras (Moreira, 2006).

Por outro lado, para Ausubel, se as novas informações não apresentarem interação ou tiverem pouca interação com conceitos relevantes e específicos da estrutura cognitiva do indivíduo, ocorre aprendizagem mecânica, pois as novas informações são armazenadas de maneira arbitrária e literal, não interagindo com aquela já existente na estrutura cognitiva, contribuindo pouco ou nada para a sua elaboração e diferenciação (Moreira, op.cit.).

Ausubel vê o armazenamento de informações na mente humana como sendo altamente organizado, formando algo como uma hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimento são assimilados por conceitos, idéias e proposições mais gerais e inclusivos. Essa organização decorre, em parte, da interação que caracteriza a aprendizagem significativa (Moreira, op.cit.)

Quando um novo conceito ou uma nova proposição é aprendido por um processo de interação e ancoragem em um conceito subsunçor, este também se modifica. A ocorrência desse processo uma ou mais vezes leva à *diferenciação progressiva* do conceito subsunçor. Além do mais, idéias estabelecidas na estrutura cognitiva podem, no curso de novas aprendizagens, serem reconhecidas como relacionadas. Desse modo, novas informações são adquiridas e elementos existentes na estrutura cognitiva podem reorganizar-se e adquirir novos significados. Essa recombinação de elementos previamente existentes na estrutura cognitiva é o que Ausubel chama de *reconciliação integrativa*. Portanto, esses são dois princípios relacionados que acontecem durante a aprendizagem significativa.

Do ponto de vista instrucional, a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa são dois princípios programáticos da matéria de ensino que, segundo Ausubel, podem, na prática, ser implementados através do uso de mapas conceituais, dentre outras estratégias (Moreira, 1999a).

Para Moreira e Buchweitz (1993), 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, as quais listamos a seguir, pois balizaram a construção dos mapas neste trabalho.

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

2º) Ordenar os conceitos, colocando o(s) mais inclusivo(s) na parte superior do mapa e, gradualmente, agregar os demais conceitos (conceitos mais específicos) na parte inferior deste, até completar o diagrama de acordo com o princípio da diferenciação progressiva.

3º) 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 palavras-chave devem sugerir uma proposição que expresse o significado da relação. Evitar palavras-chave que apenas indiquem relações triviais entre conceitos.

4º) Buscar relações horizontais e cruzadas.

5º) Se desejar e for possível, agregar exemplos ao mapa, embaixo dos conceitos correspondentes.

6º) Setas podem ser utilizadas para dar um sentido de direção a determinadas relações conceituais, mas não são obrigatórias.

7º) 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 e Buchweitz, op.cit.).

Como instrumento de avaliação da aprendizagem, os mapas conceituais podem ser utilizados para se obter uma visualização da organização conceitual que o aprendiz atribui a 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, 1999a.).

## Metodologia

O estudo foi realizado no Centro Educacional 01 de Planaltina, escola da Rede Pública de Ensino do Distrito Federal. Foram selecionadas, aleatoriamente, para efeito de comparação, duas turmas da segunda série do Ensino Médio, que tinham aulas com o mesmo professor: em uma delas foi aplicado o tratamento, ou seja, aulas sob abordagem ausubeliana e construção de mapas e, na outra, as aulas foram desenvolvidas no modo tradicional. De agora em diante, a turma que recebeu o tratamento será designada por turma I e a outra, que teve aulas na forma tradicional, por turma II.

O início do desenvolvimento do estudo constou de uma exposição para os estudantes sobre o que são os mapas conceituais, qual a importância do seu uso na aprendizagem dos conceitos da Física e como deviam ser construídos. Em seguida, coletamos, através de um pré-teste, o conhecimento prévio dos alunos sobre Calorimetria, através de questões envolvendo fenômenos térmicos cotidianos. A partir do resultado do pré-teste, efetuamos o planejamento das aulas, levando em conta os problemas e dificuldades de apresentação, organização e limitações de materiais de laboratório para o desenvolvimento dessas aulas.

O terceiro passo foi o desenvolvimento das aulas sob uma abordagem ausubeliana, acompanhada da construção (em três momentos específicos: no início, durante e no final) de três mapas conceituais sobre a matéria de ensino abordada (Calorimetria). Além dos mapas conceituais construídos pelos estudantes, foram coletadas opiniões sobre esse instrumento, através de questionário e registradas observações consideradas importantes (em um diário de bordo) durante as aulas ministradas.

Quando dizemos que as aulas foram desenvolvidas sob uma abordagem ausubeliana, nos referimos às situações de sala de aula nas quais os materiais de ensino são potencialmente significativos, considerando o conhecimento prévio dos alunos, as aulas são desenvolvidas em uma forma tal que destacam a hierarquia conceitual do corpo de conteúdo em questão, procurando promover, neste contexto, os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa.

As aulas se desenvolveram através de exposições orais acompanhadas de discussões e/ou de experimentos simples sobre os conteúdos da Calorimetria. As discussões e as apresentações de experimentos foram previamente planejadas e cuidadosamente conduzidas, por serem consideradas potencialmente facilitadoras da aprendizagem significativa dos conteúdos tratados.

No decorrer das primeiras aulas foi solicitada ao grupo experimental a construção de um mapa conceitual sobre a combustão (tema de uma das aulas). O objetivo dessa atividade foi o de avaliar a compreensão que os alunos haviam adquirido sobre a construção dos mapas conceituais e, portanto, não se constituiu material para posterior apreciação e análise de dados.

A coleta dos dados foi planejada de modo a assegurar: (1) a aplicação de testes prévios, no início do estudo, para identificar o conhecimento prévio que os alunos traziam a respeito da Calorimetria e como eles o utilizavam ao interpretar uma situação cotidiana que envolvesse tais conceitos; (2) a aplicação de pós-teste, 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 Calorimetria, pelos alunos do grupo experimental, no início, durante e após o tratamento, para analisar a eficácia dos mesmos como instrumentos de promoção e avaliação da aprendizagem significativa; (4) a elaboração, 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 coletados no estudo e (5) a aplicação de um questionário de opinião aos alunos da turma I, sobre a utilização dos mapas conceituais.

Portanto, os procedimentos e instrumentos metodológicos utilizados neste estudo foram: (a) construção de mapas conceituais durante o desenvolvimento do estudo; (b) avaliações da aprendizagem através de testes, provas e dos mapas conceituais; (c) registro dos eventos importantes e pertinentes ocorridos durante as aulas e (d) questionário de opinião.

Em face dos objetivos propostos e do delineamento metodológico deste estudo, foram adotados e desenvolvidos os seguintes procedimentos de coleta:

### *Testes*

Um conjunto de 10 questões constituiu o pré/pós-teste neste estudo. Esse conjunto foi composto por questões de múltipla escolha, relativas aos conceitos de calor, temperatura e energia térmica. Algumas questões foram extraídas da literatura existente, enquanto outras foram construídas por nós.

O pré-teste foi aplicado no início do 2º bimestre letivo de 2006 e, o pós-teste, no final de 3º bimestre letivo de 2006, após o conteúdo de Calorimetria, às turmas I e II.

### *Mapas conceituais*

Principal instrumento do estudo, os mapas conceituais foram aplicados como tratamento apenas aos estudantes da turma I. É importante apresentar aqui o processo de desenvolvimento de tais instrumentos até a sua aplicação em sala de aula.

Algumas aulas do primeiro bimestre letivo foram utilizadas para apresentar e explicar o objetivo e a construção dos mapas conceituais aos alunos da turma I. Também foram apresentados e comentados alguns exemplos de mapas conceituais extraídos da literatura já existente sobre o tema.

Após estas aulas, solicitamos dos alunos que construíssem coletivamente um mapa conceitual sobre um tema qualquer escolhido por eles. Esta atividade nos possibilitou levantar algumas questões importantes tais como aquelas que levaram o grupo a perceber a necessidade de construir mapas individualmente e não mais em grupos ou coletivamente.

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

Em seguida, os estudantes da turma I foram submetidos ao tratamento, cujo desenvolvimento ocorreu da seguinte forma:

1º ) Construção de mapa conceitual sobre o tema ‘Combustão’ nas primeiras aulas do 2º bimestre letivo, para avaliar o grau de familiaridade dos alunos com a construção dos mapas.

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

3º) Depois da aula sobre os processos de propagação do calor, solicitamos aos 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.

## **Análise dos dados e discussão**

### *Sobre a análise dos mapas conceituais*

Para a análise dos mapas conceituais construídos pelos alunos, definimos três etapas:

1ª) Elaboração de um mapa conceitual de referência sobre o tema escolhido. Dessa forma, foi possível estabelecer o grau de aproximação do mapa conceitual de cada estudante, ao mapa de referência, em cada fase do estudo.

2ª) Realização de uma exploração e orientação inicial sobre os conhecimentos/familiaridade dos alunos em relação ao uso dos mapas conceituais.

3ª) Desenvolvimento do conteúdo sobre Calorimetria e solicitação da construção de mapas conceituais em três momentos: no início, durante e no final do período de aplicação do tratamento.

4ª) Análise dos mapas conceituais.

Utilizando uma análise comparativa da progressão dos mapas conceituais construídos pelos estudantes nos três momentos citados anteriormente, estabelecemos: (a) escolha dos critérios de avaliação e (b) categorização dos mapas conceituais após análise qualitativa.

a) Quanto à escolha dos critérios de avaliação

Para obter informações a respeito do conhecimento dos estudantes e poder analisar em que medida a construção de mapas conceituais pode ser um recurso de promoção e avaliação da aprendizagem significativa, elaboramos uma ‘ficha de análise dos mapas conceituais’ contendo os seguintes campos de análise: estrutura do mapa conceitual, hierarquia conceitual do mapa, relações apresentadas entre os conceitos, formação de proposições entre os conceitos, reconciliação integrativa e diferenciação progressiva..

Analisamos a hierarquia conceitual evidenciada nos mapas com o intuito de identificar se o aluno era capaz de distinguir os conceitos mais inclusivos daqueles subordinados, inferindo, dessa maneira, o grau de significação dos conceitos para ele.

Com o propósito de identificar as evidências de aprendizagem quanto à estrutura conceitual, procuramos analisar aspectos relevantes dos mapas, tais como: as relações inter-conceituais apresentadas e a formação de proposições no estabelecimento destas relações.

Como último critério de avaliação dos mapas, analisamos se a aprendizagem ali evidenciada apresentava aspectos de aprendizagem significativa ou de aprendizagem mecânica, procurando identificar a presença dos princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa.

b) Quanto à categorização dos mapas analisados.

Após a análise dos mapas conceituais construídos pelos estudantes, eles foram agrupados em quatro categorias, a saber:

N1) mapas que sugerem a ocorrência de aprendizagem significativa.

N2) mapas que sugerem ocorrência relativa de aprendizagem significativa.

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

N4) diagramas que não apresentaram estrutura de mapas conceituais.

Os resultados dessa categorização constam na tabela abaixo.

**Tabela 1 – Sobre os Mapas Conceituais construídos pelos estudantes**

	N1	N2	N3	N4	TOTAL
Nº de estudantes	03	05	08	06	22

Para julgar, através dos mapas, se o aluno apresentou ou não evidências de aprendizagem significativa dos conceitos da Calorimetria, consideramos o maior número de características

apresentadas nos mapas associadas aos campos da ficha de análise elaborada. Caso o aluno apresentasse apenas metade dessas características nos seus mapas, avaliamos como aprendizagem significativa relativa e, quando os mapas construídos pelos alunos apresentavam menos da metade das características previstas na ficha de análise dos mapas conceituais, definimos a aprendizagem como sendo mecânica. Também foram analisados os diagramas que não apresentaram estrutura de mapas conceituais, baseando-se no fato de que eles não apresentavam estrutura, hierarquia e características de mapeamento conceitual.

As Figuras 1, 2 e 3, apresentam exemplos de mapas conceituais construídos por três alunos submetidos ao tratamento, em três momentos distintos.

Em nossa avaliação, o aluno 1, que elaborou os mapas da Figura 1, deu evidências de aprendizagem significativa; o aluno 2, dos mapas da Figura 2, evidenciou uma “aprendizagem significativa relativa” e o aluno 3, dos mapas da Figura 3, não deu evidências de tal aprendizagem, ou sua aprendizagem foi mecânica.

O aluno que construiu o conjunto de mapas da Figura 1 desenvolveu tanto a estrutura do mapeamento como uma evolução conceitual. Comparando os mapas, vemos que eles sugerem uma tendência gradual em direção a uma hierarquia vertical, na qual os conceitos mais inclusivos estão no topo e os mais específicos na base. Esta seqüência de mapas sugere que este (a) aluno (a) desenvolveu satisfatoriamente a estrutura do mapeamento conceitual e, acreditamos, desenvolveu aprendizagem significativa dos conceitos de Calorimetria, pela evolução conceitual evidenciada.

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 se identifica 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.

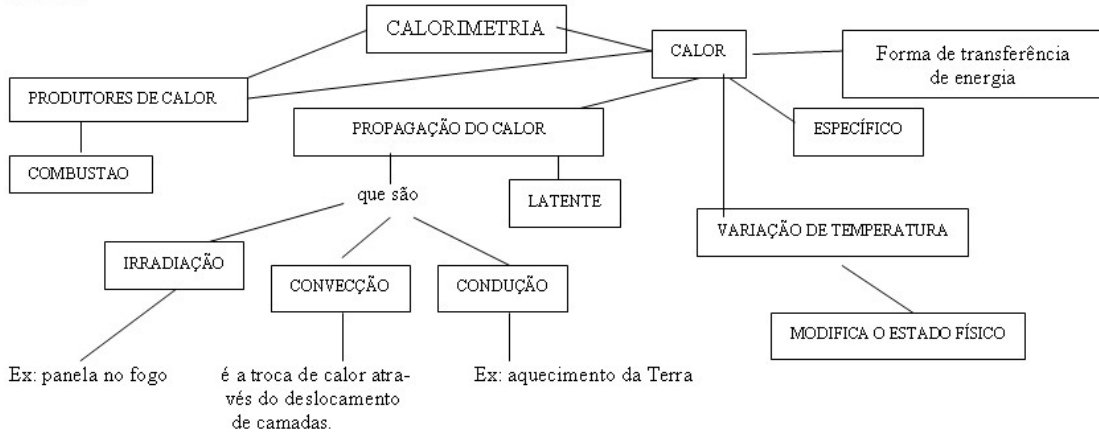
A segunda construção (mapa 2) apresenta maior número de relações entre conceitos. Parte do mapa apresenta hierarquia conceitual razoável, pois se vê os conceitos de calor e energia como mais inclusivos, alguns conceitos como calor latente e calor específico com mesmo grau de subordinação aos conceitos mais inclusivos. Além disso, há formação de duas relações conceituais cruzadas entre calor latente e mudança de fase, bem como elevação da temperatura com a dilatação, sugerindo a formação de proposições. Embora estas características tenham evidenciado melhoria na estrutura do mapa conceitual, ainda identificamos alguns problemas, pois não há 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 próximos 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 nos dá indícios da ocorrência de aprendizagem significativa de conceitos de Calorimetria, por parte do (a) aluno (a) que os construiu.

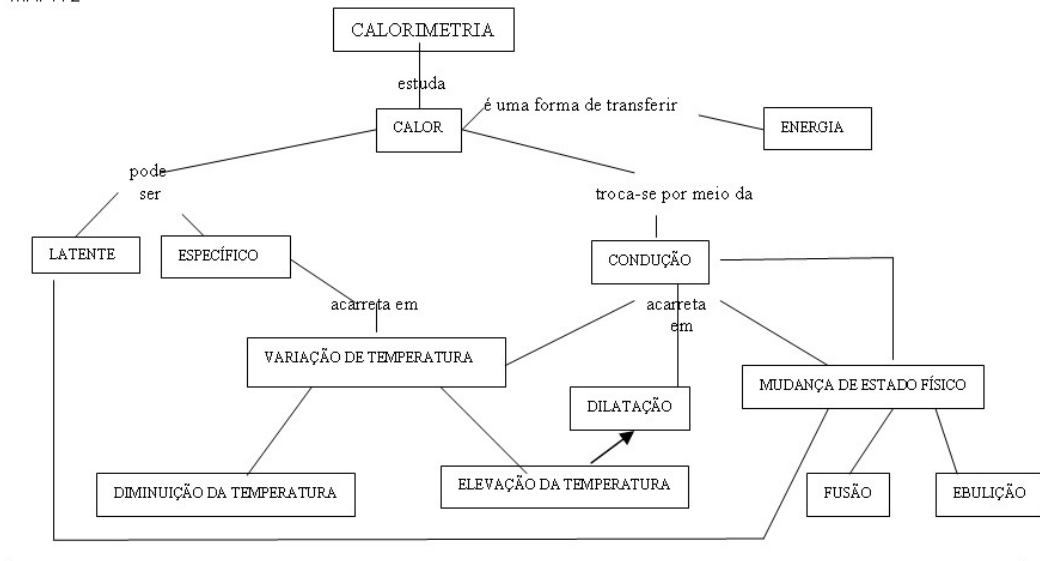
A seqüência de mapas da figura 2 nos dá indícios da ocorrência de um nível razoável de aprendizagem significativa por parte do aluno (a) que os construiu.

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

MAPA 1



MAPA 2



MAPA 3

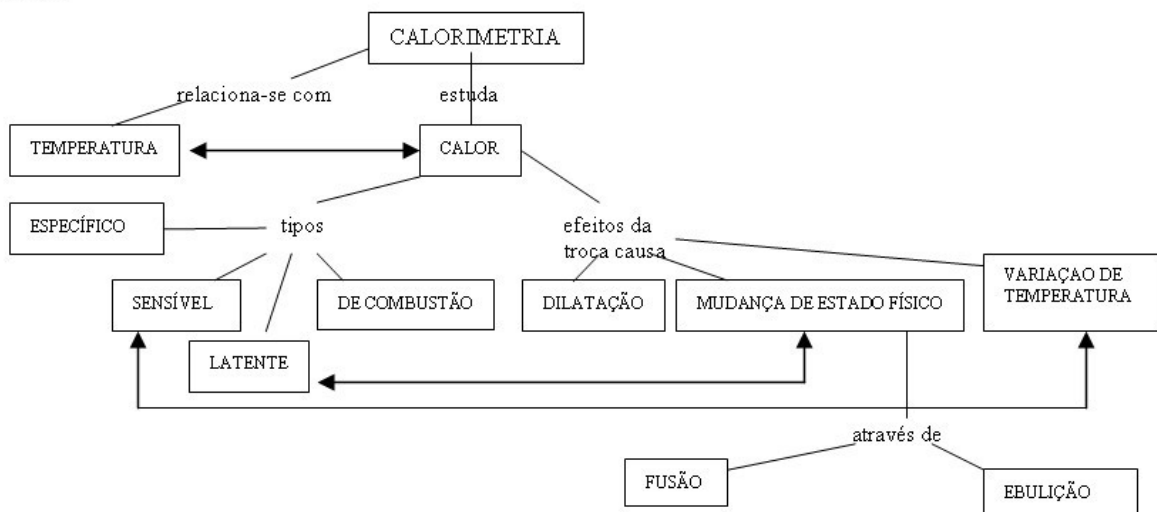
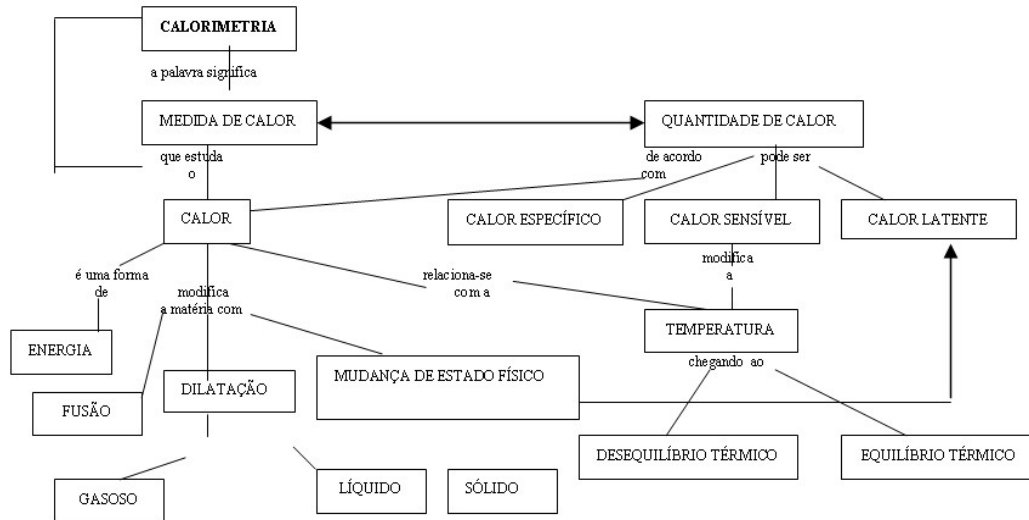


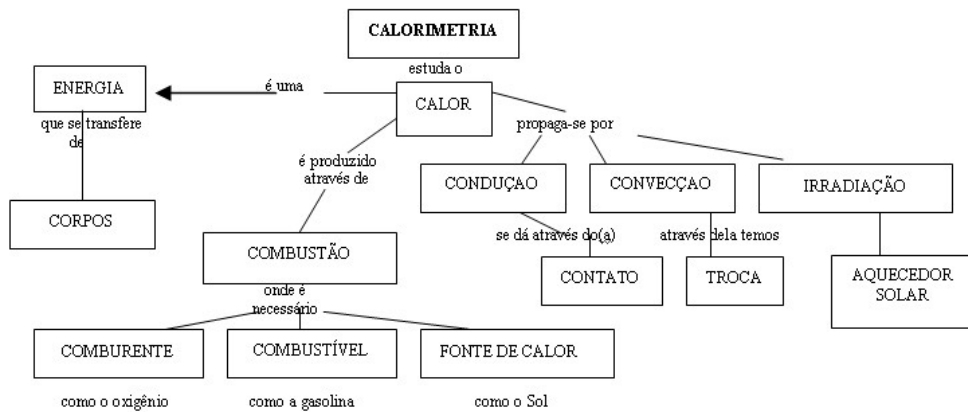
Figura 1. Mapas conceituais de aluno 1, cujas características evidenciam, na opinião dos autores, aprendizagem significativa, ao longo de três momentos distintos do estudo.



MAPA 1



MAPA 2



MAPA 3

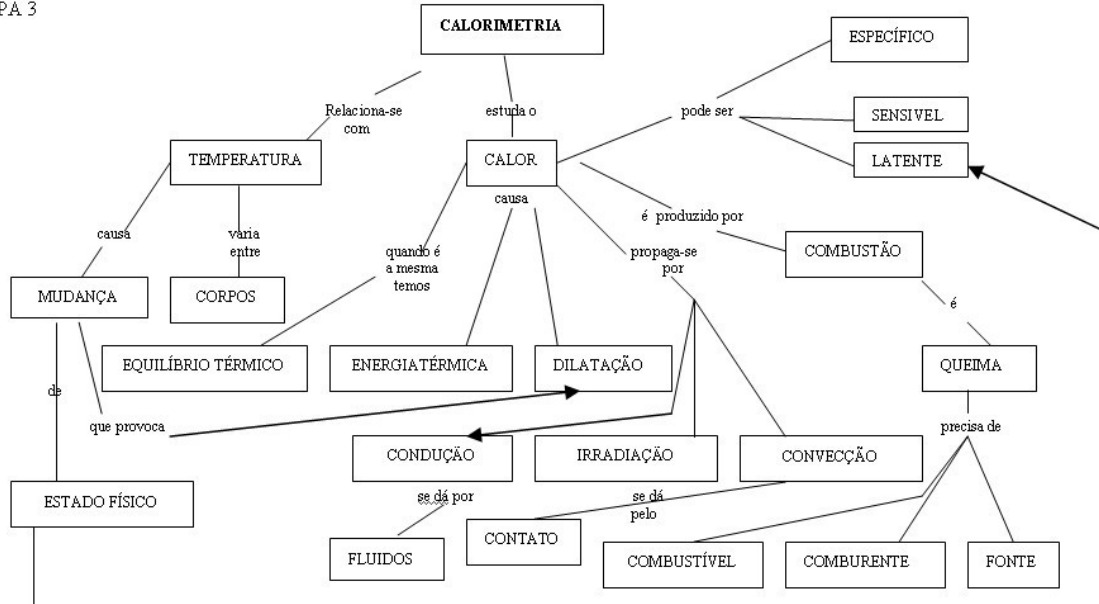
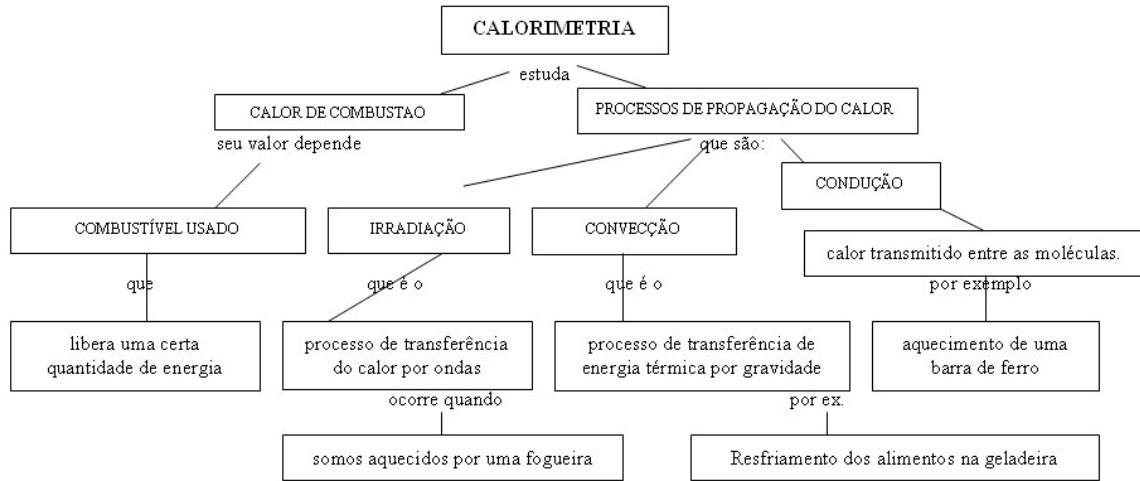
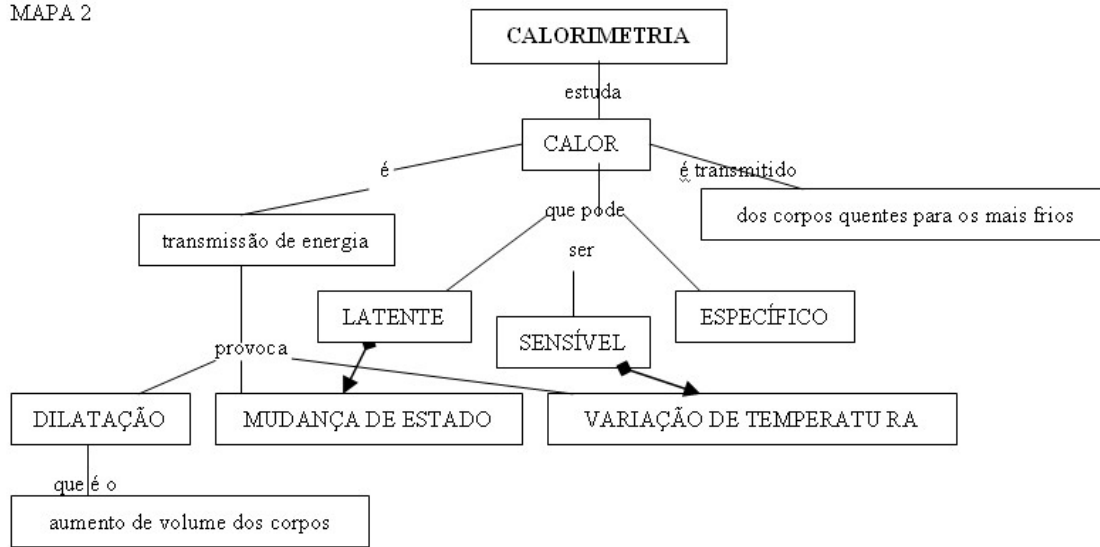


Figura 2. Mapas conceituais de aluno 2, cujas características evidenciaram, segundo os autores, uma aprendizagem significativa “relativa” ao longo de três momentos distintos do estudo.

MAPA 1



MAPA 2



MAPA 3

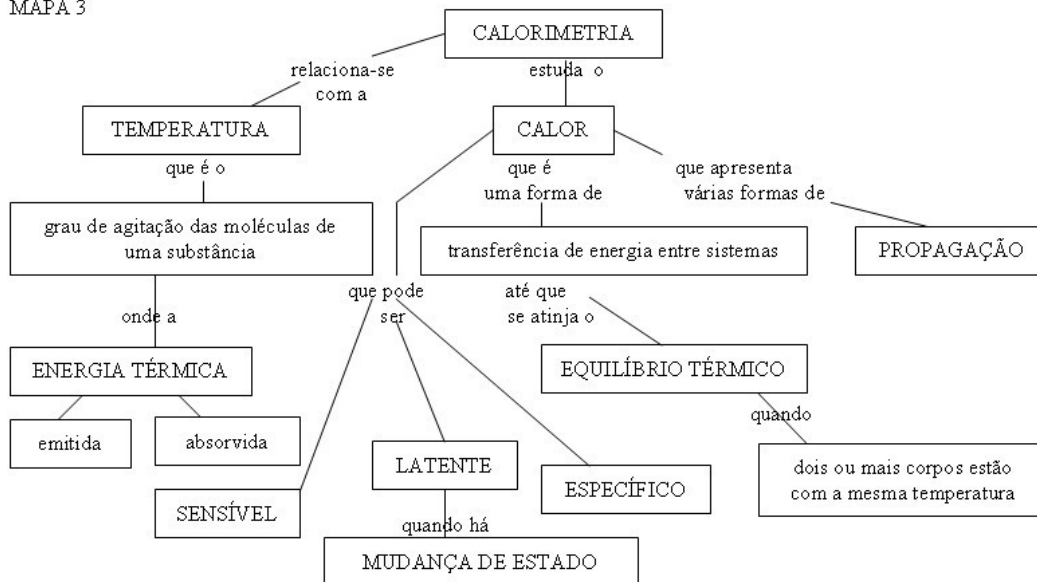


Figura 3. Mapas conceituais de aluno 3, cujas características indicam, na perspectiva dos autores, uma aprendizagem mecânica dos conceitos da Calorimetria, ao longo de três momentos distintos do estudo.

relaciona-se com a temperatura), nos dando a idéia de que esses conceitos não estão isolados um do outro.

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

O último mapa, no entanto, 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.

Na seqüência de mapas da figura 3 percebemos 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. Chama a atenção o fato de, no primeiro mapa dessa seqüência, não aparecer o conceito de temperatura. Percebemos indícios de diferenciação progressiva dos conceitos quando comparamos com os dois primeiros mapas dessa série.

Face ao exposto no parágrafo anterior, a seqüência de mapas conceituais construídos por este (a) estudante sugere que não houve aprendizagem significativa ou que, talvez, tenha havido aprendizagem mecânica de conceitos.

Um aspecto a se considerar é o fato de que o curso se desenvolveu em um período de tempo relativamente curto considerando a complexidade envolvida no processo de aprendizagem. Se dispuséssemos de mais tempo, talvez tivéssemos obtido resultados mais expressivos relativos à aprendizagem significativa.

Em face dos resultados apresentados na Tabela 1 – sobre os mapas conceituais – poder-se-ia dizer que ocorreram algumas evidências de aprendizagem significativa dos conceitos de Calorimetria; porém, é necessário lembrar que a questão da avaliação da aprendizagem é muito mais abrangente e alguns fatos relevantes do processo de construção desses mapas conceituais devem ser esclarecidos.

Inicialmente achamos pertinente distinguir o que entendemos por 'medir' e '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 desenvolvidos; 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, exequibilidade, representatividade (Ausubel, 1980 em Moreira 1999b). Entretanto, essa ótica de avaliação não cabe aqui pois queremos interpretar uma aprendizagem construtivista, progressiva e contínua, uma aprendizagem com um novo enfoque. Para nós, não faz sentido 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 dos nossos pressupostos teóricos.

Na perspectiva de avaliação da aprendizagem significativa há que considerarmos as novas concepções, os novos significados de uma dada concepção, de certo conceito, que ocorrem de forma progressiva e evolutiva e não substitutiva, na estrutura cognitiva do estudante. Devemos enfatizar a importância da evolução conceitual no contexto da aprendizagem significativa. E esta evolução conceitual dar-se-á quando o estudante for capaz de assimilar os significados cientificamente aceitos e utilizá-los na situação na qual for pertinente. Sob essa perspectiva,

podemos dizer que vários alunos da turma I apresentaram evidências de terem desenvolvido aprendizagem significativa. Três desses alunos apresentaram uma estrutura conceitual na qual identificamos evidências da diferenciação progressiva e de reconciliação integrativa de conceitos, por meio da explicitação de relações e proposições significativas entre os conceitos da Calorimetria. Cinco estudantes sugeriram, em seus mapas, a ocorrência da aprendizagem significativa de forma progressiva, evolutiva e não substitutiva.

Percebemos, através da análise de alguns mapas conceituais, a existência de uma espécie de ‘obstáculo’ que parece ser o resultado de uma resistência por parte de alguns alunos, em manter um nível de predisposição para aprender significativamente.

### *Sobre a análise dos testes*

No início do 2º bimestre letivo de 2006, aplicamos os pré-testes a ambas as turmas. 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, as quais exigiam dos estudantes interpretações e relações com conceitos de Calorimetria. Algumas delas foram elaboradas pelo próprio professor e outras foram extraídas de alguns livros de Física conhecidos no meio escolar e utilizadas neste estudo.

A data na qual o pré-teste seria aplicado foi comunicada anteriormente às duas turmas. No dia da aplicação do pré-teste, o professor solicitou aos alunos que procurassem resolver as questões com atenção e responsabilidade (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, de acordo com a proposta de Ausubel.

A data do pós-teste, aplicado no final do curso, também foi previamente informada a ambas as turmas. Foi solicitado aos alunos que resolvessem as questões com atenção e interesse. Esta solicitação foi feita como mais um cuidado para garantir 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 ambas as turmas, foram obtidos os resultados apresentados nas tabelas abaixo.

Tabela 2 – Distribuição de frequências por questão no pré-teste para a turma II

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 frequências por questão no pós-teste para a turma II

Questões	Alternativa					Percentual de acertos	Variação de acertos 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 frequências por questão no pré-teste para a turma I

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 a turma I

Questões	Alternativa					Percentual de acertos	Variação de acertos 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>Varição 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 da turma II enquanto a média percentual de acertos do pré-teste para o pós-teste na turma I passou de 31,90% para 58,09%. Ocorreu então, um aumento de 26,19% na média percentual de acertos nos testes aplicados à turma I e de 13,98% na turma II.

2) A turma I 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.

A análise dos resultados relativos ao pré e pós-teste nos indica 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 (abordagem ausubeliana e 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 a turma I, que trabalhou com a estratégia da construção de mapas conceituais, apresentou melhor desempenho, em termos de aprendizagem, do que a turma II. Cabe, no entanto, destacar que é preciso cautela ao dizer isso, pois o instrumento não foi validado e não foi verificado se as diferenças são estatisticamente significativas. Por outro lado, o estudo foi feito sob uma perspectiva mais qualitativa do que quantitativa.

### *Sobre os questionários de opinião*

O questionário de opinião constou de três perguntas que indagavam sobre a influência que os mapas conceituais apresentaram na aprendizagem significativa dos alunos.

Ao serem perguntados sobre como avaliavam o fato de ter construído um mapa conceitual sobre o conteúdo de Calorimetria para a aprendizagem daquele conteúdo, quatro alunos avaliaram como ótimo; três, como muito bom; dois, como bom e um deles afirmou que não gostou. Embora os demais não tenham atribuído um conceito (ótimo, bom, ruim, etc), todos responderam à 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 relevante também 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: “*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 dos alunos 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 parece estar 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”.

Em relação à segunda pergunta, a qual solicita do aluno que avalie se os mapas conceituais influenciaram de alguma forma o 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 relembrar conteúdos anteriores e outros alunos apresentaram respostas relevantes as quais transcrevemos 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 a motivação e 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 autoconfiante. Esses, portanto, são aspectos relacionados ao desenvolvimento da meta-aprendizagem.

No terceiro e último item 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 que justificasse sua resposta.

Dos 21 alunos (as) que responderam, 20 disseram que teve efeito na aprendizagem e apenas 1 disse não haver nenhum efeito em sua aprendizagem. 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 vêm nos mapas conceituais boas técnicas para ‘memorizar’ conteúdos.

Para os alunos do primeiro grupo 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, pelo menos parte destes alunos aprendeu através da construção dos mapas conceituais, mas ainda não sabem expressar essa nova forma de aprender ou, quem sabe, ainda não identificou os mapas conceituais como 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.

### **Considerações finais**

Os resultados obtidos neste estudo nos levam a crer que os mapas conceituais constituem um valioso instrumento no processo de promoção e de avaliação das evidências da aprendizagem significativa. A sua utilização, em um contexto de ensino sob um enfoque ausubeliano se configurou como uma estratégia eficaz na promoção da aprendizagem de conceitos de Calorimetria.

Esperávamos um desempenho melhor dos alunos em relação à aprendizagem dos conceitos da Calorimetria; o resultado alcançado ficou aquém do desejado. No entanto, ficou claro para nós que o curto período de tempo de desenvolvimento do estudo pode ter contribuído decisivamente para esse quadro. É necessário mais tempo para os alunos desenvolvam maior familiaridade com a estratégia e, conseqüentemente, evidenciem aprendizagem significativa através desses instrumentos. De qualquer forma, ao longo do estudo percebemos que os alunos conseguiam construir mapas conceituais com alguma diferenciação progressiva de conceitos e relações cruzadas indicando a formação de posições importantes relativas ao conteúdo estudado.

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 tiveram um desempenho melhor 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 levam 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 das 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 observado 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 o ajudava em seus próprios processos de aprendizagem.

Considerando a dificuldade dos estudantes em interpretar situações cotidianas relativas a fenômenos térmicos (aquelas que ultrapassam o campo das observações macroscópicas) e o curto período destinado à tomada de dados, as evoluções conceituais constatadas 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 no conteúdo tratado.

Acreditamos que a utilização de estratégias instrucionais tais como a dos mapas conceituais, aqui desenvolvida, é um caminho promissor na busca por melhores resultados de aprendizagem em nossas escolas.

## Referências

- 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.
- AUSUBEL, D. P. *The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.
- 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. e BUCHWEITZ, B. *Novas estratégias de ensino e aprendizagem*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, Coleção Aula Prática, 1993.
- MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999a.
- MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa*. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, Coleção Publicações Acadêmicas do CESPE/UnB, Série Fórum Permanente de Professores. 1999b.
- MOREIRA, M. A. *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 2006.