



**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 INSTRUMENTO DE PROMOÇÃO E  
AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE CONCEITOS  
DE CALORIMETRIA, EM NÍVEL MÉDIO.**

Manual de Procedimentos e Apoio ao  
Professor de Física

Material elaborado por Gilmar da Silva  
como parte do trabalho desenvolvido no  
Mestrado Profissionalizante em Ensino de  
Ciências – área de concentração Ensino  
de Física - sob a orientação da Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>  
Célia Maria Soares Gomes de Sousa.

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

## **1. Introdução**

O material apresentado neste manual é parte integrante do trabalho de dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, na área de concentração em Ensino de Física, realizado por Gilmar da Silva, sob orientação da Prof<sup>a</sup>. Dra. Célia Maria Soares Gomes de Sousa, dentro do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC) da Universidade de Brasília.

Este produto educacional é apresentado através como proposta de utilização do mapa conceitual como instrumento capaz de promover e avaliar a ocorrência da aprendizagem significativa dos conteúdos da Calorimetria, em Nível Médio. Tal proposta não representa nem a primeira nem a última alternativa para o professor de Física em sua busca por respostas para os seus possíveis questionamentos que surgem quando ele tenta relacionar o que ensinou com o que o estudante explicita ter aprendido.

As atividades apresentadas nesta proposição devem ter sempre a mediação do professor, atendendo ao que preconiza a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. Ou seja, para a aplicação desta proposição, o ensino deverá levar em conta o conhecimento prévio do aluno (especialmente, acredito, aqueles presentes no seu dia-a-dia), organizar o conteúdo considerando essa estrutura conceitual pré-existente e utilizar métodos e estratégias instrucionais que facilitem a aprendizagem significativa da estrutura conceitual da matéria de ensino (Moreira, 2006, p.181).

A seguir descrevemos os materiais que construímos e implementamos no desenvolvimento de nosso estudo. O material aqui disponibilizado aos professores interessados constitui, portanto, o produto educacional resultante deste trabalho.

Enfatizamos que este Manual não se constitui uma receita para se fazer a avaliação da aprendizagem significativa. Desse modo, deixamos claro aos interessados, que os materiais apresentados nas aulas práticas podem ser substituídos por outros similares desde que a sua utilização não modifique significativamente os resultados decorrentes das demonstrações experimentais. Também é importante frisar que embora o planejamento das aulas deva atender uma abordagem ausubeliana, não é necessário que estas aulas sejam as mesmas descritas neste trabalho.

## **2. Justificativa**

Ao deparar-se com os resultados de aprendizagem de seus alunos, o professor, de maneira geral, enfrenta dúvidas que o levam aos seguintes questionamentos: apenas medi a aprendizagem usando uma nota, apenas verifiquei se eles tinham aprendido o que lhes ensinei ou realmente avaliei a aprendizagem que efetivamente eles desenvolveram? Se eles a desenvolveram, ela foi significativa? Se não foi, como poderia saber, evidenciar ou identificar?

A idéia deste trabalho emergiu das insatisfações deste mestrando como professor de Física, ao verificar a distorção entre os resultados obtidos pelos alunos de Ensino Médio nas avaliações realizadas em sala de aula, ao final de um período letivo e as interpretações dadas por esses alunos aos fenômenos térmicos cotidianos. Embora com notas consideradas satisfatórias nas provas, os alunos não

tinham desempenho correspondente ao comentar, por exemplo, algum fenômeno térmico do seu dia-a-dia. Tais insatisfações me levaram aos seguintes questionamentos: 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?

Levando-se em conta o contexto, as condições, a abordagem nas quais o ensino é desenvolvido e o processo de avaliação que não revela a efetiva aprendizagem que eles alcançaram, qual será o procedimento que seria capaz de promover e avaliar a aprendizagem desses alunos? Em face desta insatisfação resolvi buscar alguma alternativa que pudesse minimizar aquelas distorções, percebidas por mim, entre o ensino e a aprendizagem destes conceitos, através de uma avaliação que fosse capaz de indicar evidências dessa aprendizagem.

A partir desses questionamentos, o nosso objeto de estudo recaiu sobre a promoção e avaliação da aprendizagem por meio da utilização da estratégia dos mapas conceituais. O estudo foi desenvolvido com alunos de 2ª série do Ensino Médio, no período de dois bimestres, em conteúdos da Calorimetria, no ano de 2006 em uma escola pública da Rede Oficial de Ensino do Distrito Federal.

### **3. O Embasamento Teórico**

Antes de tudo, é necessário apresentar aqui os pressupostos teóricos que dão sustentação ao estudo que gerou a proposição deste manual de Procedimentos e Apoio ao Professor de Física, as principais idéias da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e da teoria da educação de Novak.

É importante conhecer e entender tais pressupostos para que se possa potencializar a utilização da estratégia dos mapas conceituais, na promoção e avaliação da ocorrência da aprendizagem significativa. Seguem, então, resumidamente, tais pressupostos. Para Ausubel (1980) *apud* Moreira (1999a), avaliar significa

“...emitir um julgamento de valor ou mérito, examinar os resultados educacionais para saber se preenchem um conjunto particular de objetivos educacionais”.

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, 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 (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 (1981) *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 se 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 (principalmente, em se tratando de ensino formal). (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) *apud* (Moreira, 1999a, p.171).

Outras proposições básicas que norteiam a sua teoria são: (Moreira, 1999b, p.41-42).



- 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.

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, 2006, p.60):

1. Identificar os conceitos-chave, limitando-os a no mínimo 6 e no máximo 10.
2. 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.
3. 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.
4. Buscar relações horizontais e cruzadas.
5. Se desejar e for possível, agregar exemplos ao mapa, embaixo dos conceitos correspondentes.

---

<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 Ciencias, do mesmo autor, publicado na Revista Chilena de Educación Científica, v. 4, n. 2, p. 38-44, 2005.

6. Setas podem ser utilizadas para dar um sentido de direção a determinadas relações conceituais, mas não são obrigatórias.
7. 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 onde atuo 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 a ultrapassagem dos observáveis macroscópicos” (Silva et al, 1988 *apud* Köhnlein e Peduzzi, 2002, p. 32).

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” (Vasquez Diaz, 1987, p.236 *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 em Cervantes, 1987 *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 em Cervantes, 1987 *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 em Cervantes, 1987 *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. As Instâncias da Proposta**

##### **1ª) 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, 1991).

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 (ver Anexo A)<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, a hierarquização conceitual, as palavras-chave de interligação conceitual, as ligações cruzadas, a classificação dos conceitos mais abrangentes, os conceitos subordinados e os conceitos mais específicos e por último mostra onde e como se apresentam os exemplos.

Logo depois, é solicitada dos alunos uma sugestão de tema para a construção de um mapa conceitual no quadro, onde os alunos irão dizer quais os conceitos atribuídos àquele tema, os quais podem ser inseridos naquele 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.

Quanto à *aplicação do conhecimento*, rediscutir 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 máxima de 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 apagassemos 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*), aplicar questões que diferenciem emissão de luz com emissão simultânea de calor, como no caso de lâmpadas incandescentes; contrapor às lâmpadas frias, que não emite 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 explicações com a idéia do modelo quântico, o fóton. Em seguida, solicitar dos alunos que formulem uma resposta própria para a pergunta inicial.

### **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.

#### **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 esquerda 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 s, 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 s, 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.

**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  $100^{\circ}\text{C}$ .

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).

**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 da dilatação térmica. A atividade experimental consiste de um balão volumétrico contendo uma 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.

**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: (1ª) a propagação do calor numa barra metálica; (2ª) a propagação do calor no ar e (3ª) 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 os alunos anotarem essas temperaturas, acender as lâmpadas e, simultaneamente, colocar os bulbos dos termômetros em contato 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 (Apêndice I) 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 de reflexos desfavoráveis ao desempenho que possam invalidar a interpretação da avaliação da aprendizagem posteriormente.

**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.

## **5. Avaliando a aprendizagem significativa**

### **5.1) 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 (Apêndice II) 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.

## **5.2) 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 (Apêndice III) que o professor pode utilizar para a avaliação dos mapas conceituais construídos pelos alunos.

O que fazer com os resultados da 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					

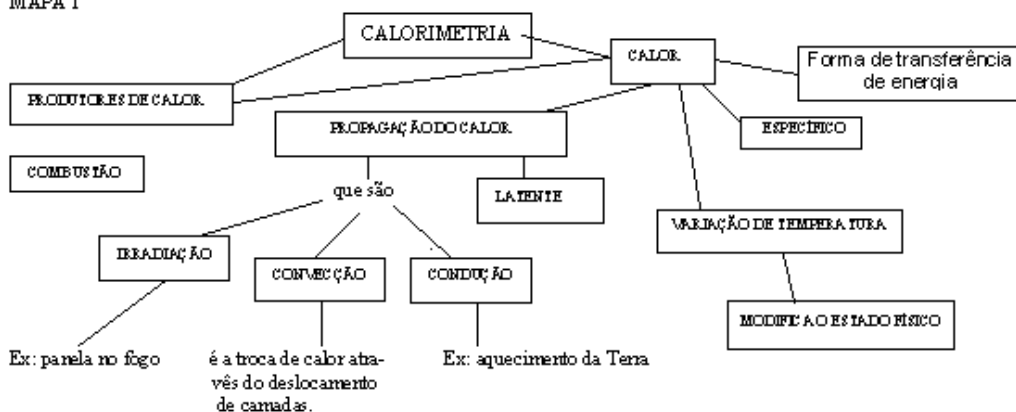
### 5.3) Exemplificando

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

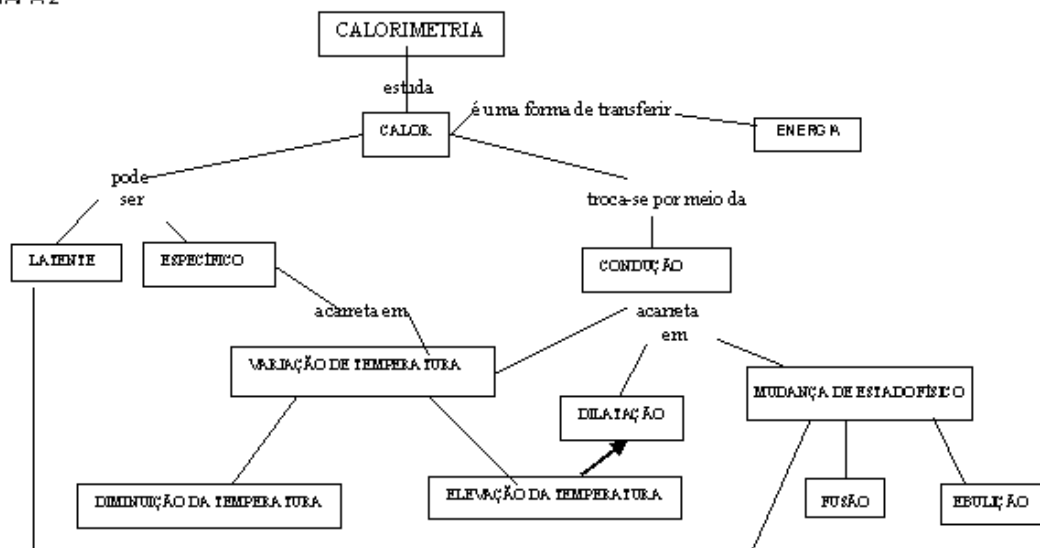
As figuras 1 e 2 consistem, cada uma delas, de um conjunto dos três mapas conceituais construídos por três alunos, em três momentos distintos: no início no meio e no final de um curso de Calorimetria.

#### Exemplo 1

MAPA 1



MAPA 2



MAPA 3

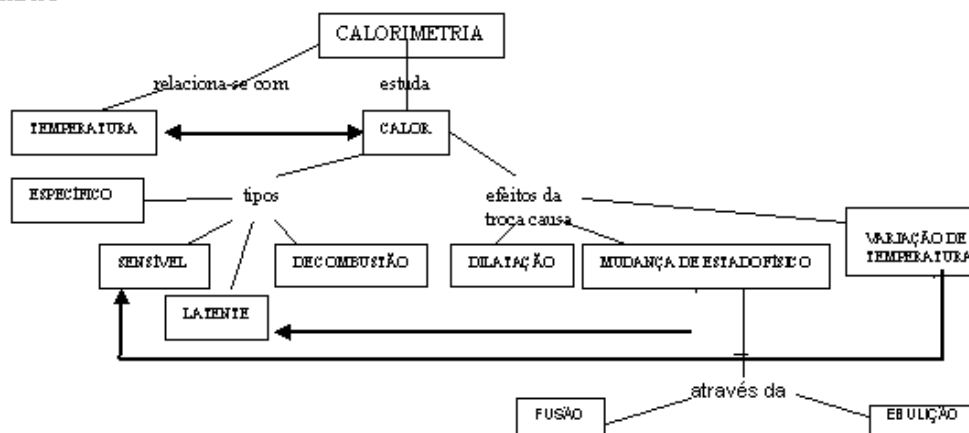


Figura 1. Mapas conceituais de aluno, cujas características evidenciam aprendizagem significativa, ao longo de três momentos distintos do estudo.

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.





Na seqüência de mapas da figura 2 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.

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

## **6. 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 entra-se no campo dos testes e das provas que devem satisfazer

critérios de validade, fidedignidade, exeqüibilidade, representatividade (Ausubel, 1980). 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).

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.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.

## **7. 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):

- a) enfatizar a estrutura conceitual de uma disciplina e o papel dos sistemas conceituais em seu desenvolvimento;
- b) 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;
- c) proporcionar uma visão integrada do assunto e uma espécie de 'listagem conceitual' daquilo que foi abordado nos materiais instrucionais.

Dentre as possíveis limitações citamos:

- a) se o mapa não tem significado para os alunos, eles podem encará-lo como algo a ser memorizado;
- b) os mapas podem ser muito complexos ou confusos e dificultar a aprendizagem e retenção, ao invés de facilitá-las;

- c) 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);
- d) 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.

## **8. 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 proposicionais 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.

## 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.

CERVANTES, A. “Los conceptos de Calor y Temperatura; una revisión bibliográfica”. *Enseñanza de las Ciências*, 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.

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

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.

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.

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.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE I – TESTE

**ESCOLA:** \_\_\_\_\_  
**CURSO:** Ensino Médio      **SÉRIE/TURMA:** \_\_\_\_\_      **TURNO:** \_\_\_\_\_  
**PROFESSOR:** \_\_\_\_\_      **DATA:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_      **PONTUAÇÃO:** \_\_\_\_\_  
**NOME:** \_\_\_\_\_      **N°** \_\_\_\_\_

### TESTE DE FÍSICA – \_\_\_\_ bimestre

#### **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 à 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.

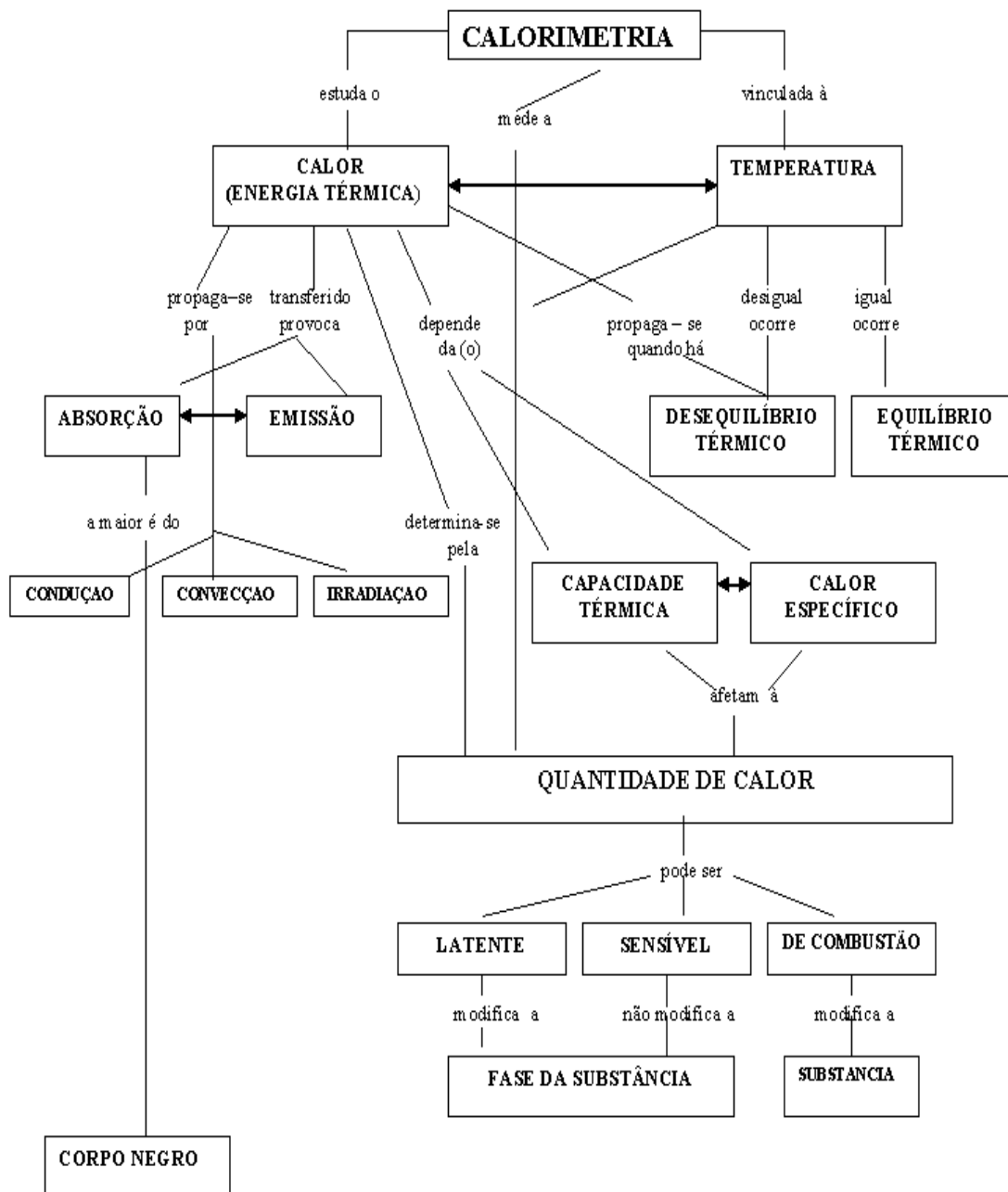
**Questão 9)** ( Curso de Física, V. 2, p. 627, 1997) Em uma sala onde a temperatura é igual em todos os pontos, você segura simultaneamente um lápis de madeira e uma caneta de aço, sendo cada uma em uma de suas mãos; você nota que a caneta lhe parece mais fria que o lápis. Essas diferentes sensações 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 II - MAPA CONCEITUAL DE REFERÊNCIA







## **ANEXOS**

## ANEXO A - 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 com "Ciência" 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 mais 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 Galática Portuguesa de Sócio-Pedagogia e Sócio-Linguística, Pontevedra/Galícia/Espanha e Braga/Portugal, N° 23 e 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, uma dois 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 Buchweitz, 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, 1990).

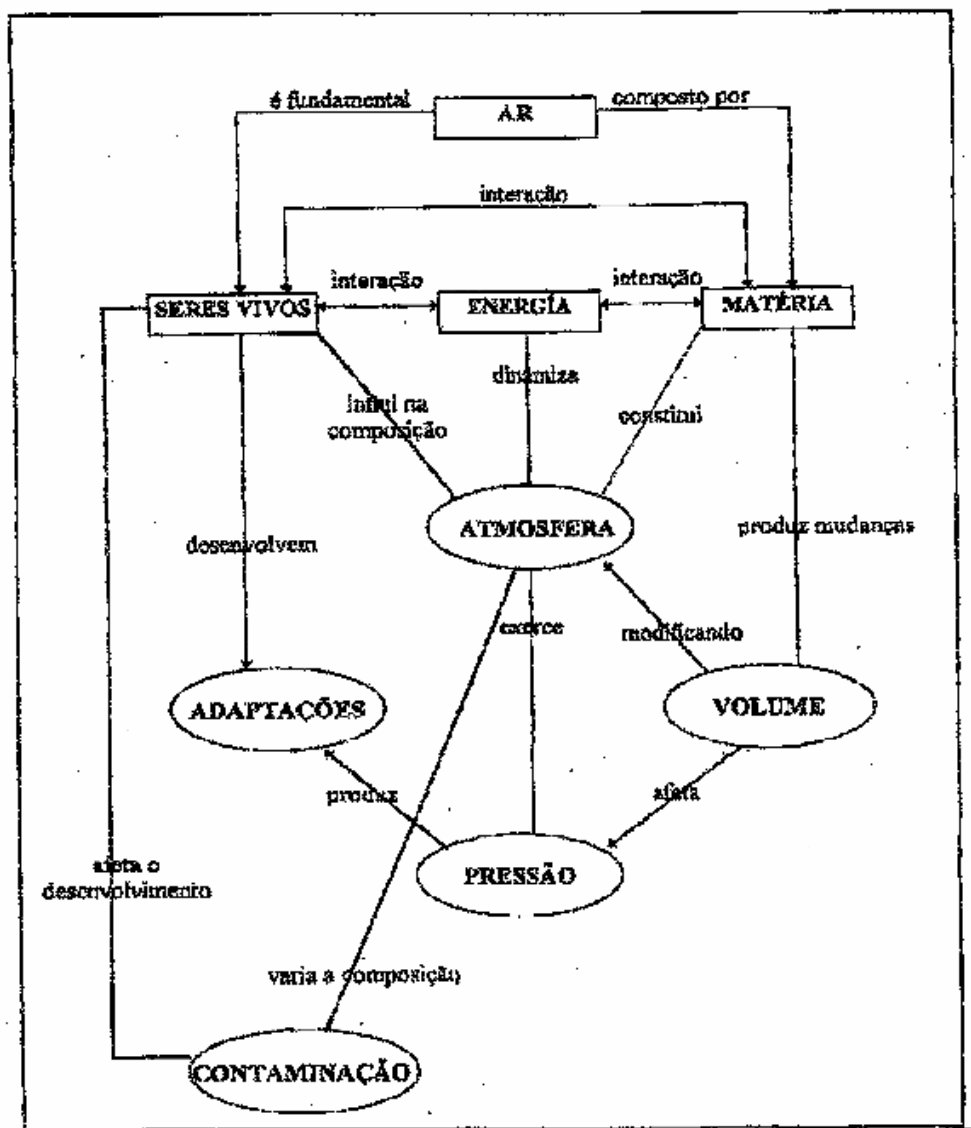


Figura 1: Mapa conceitual para o núcleo interdisciplinar de 1º ano, elaborado pelos professores Hugo Fernandez, Marta Ramirez e Ana Schmersch em uma oficina pedagógica sobre mapas conceituais realizada em Bariloche, Argentina, 1994.

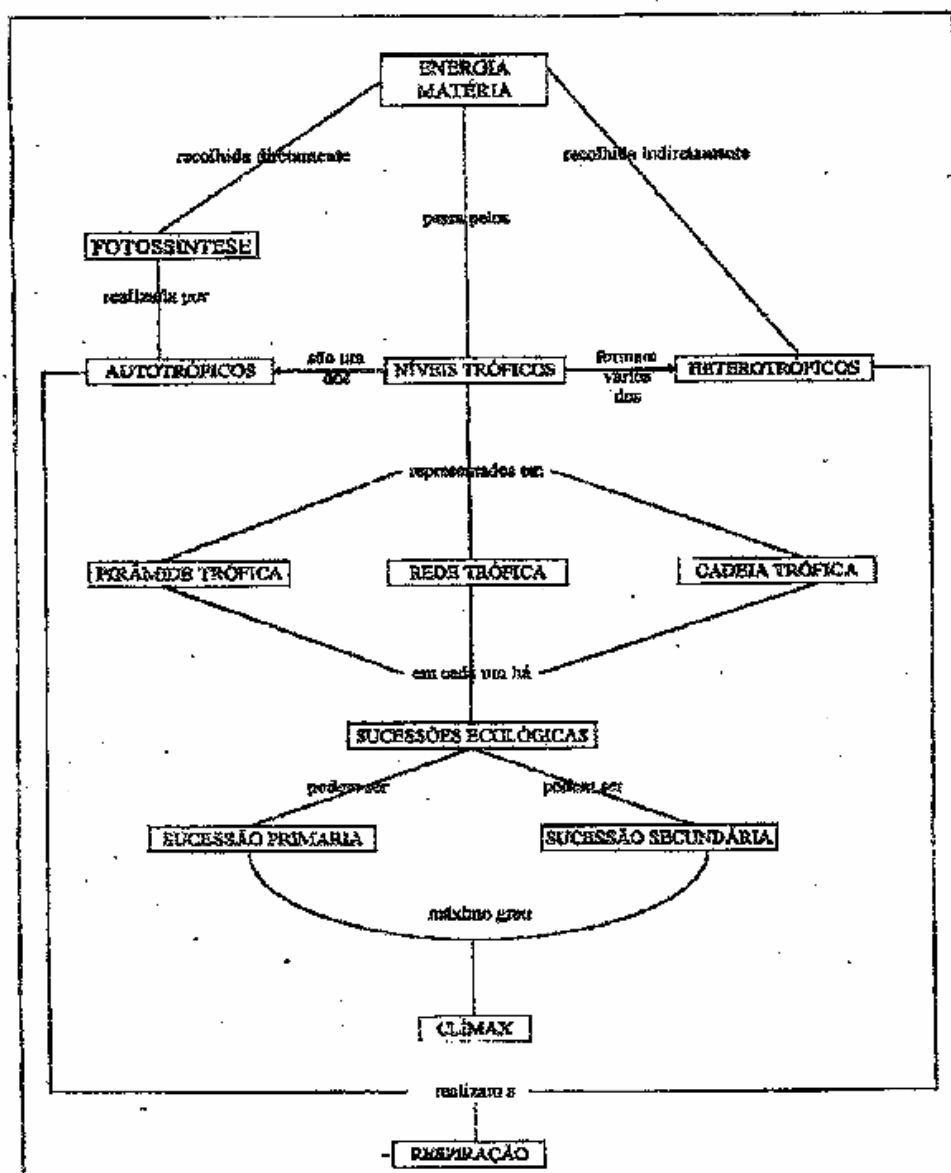


Figura 2: Mapa conceitual elaborado por um grupo de estudantes de 1º BUP (14/15 anos) para a dinâmica dos ecossistemas (Curso 1995/96). (Cedido por Mª Luz Rodríguez Palmero, I.B. Dr. Antonio González y González, Tejina, La Laguna, Sta. Cruz de Tenerife.)

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 sequencialmente 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 aprender 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 e 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.

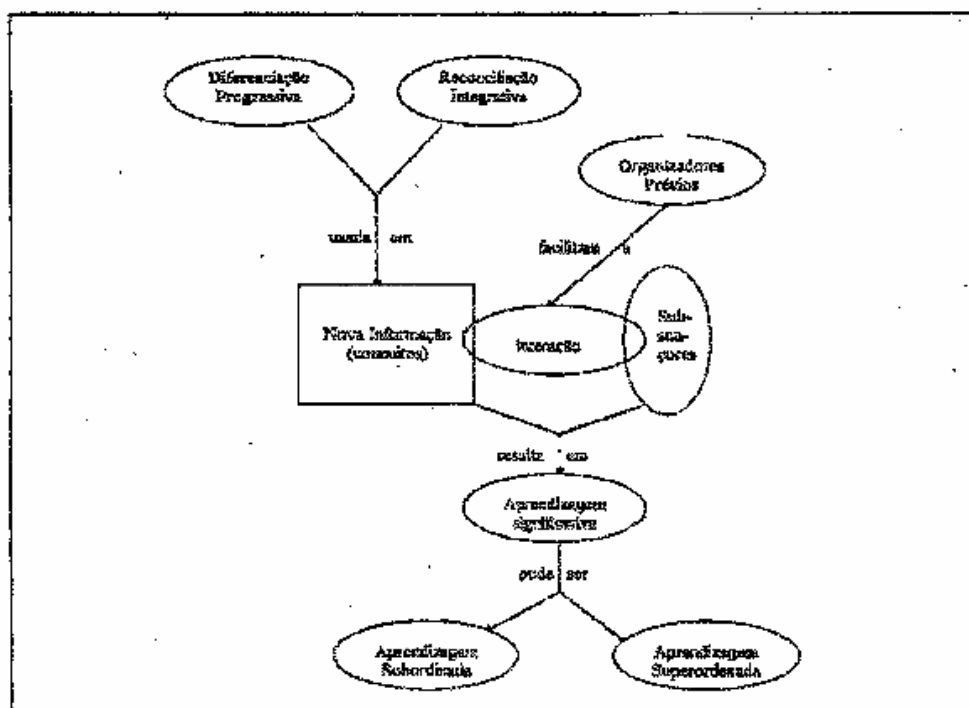


Figura 3: Alguns conceitos básicos da teoria de Ausubel (Moreira e Buchweitz, 1993)

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.

Morcia, M.A. (1980). Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa. *Ciência e Cultura*, 32(4): 474-479.

Morcia, M.A. (1983). *Uma abordagem cognitivista no ensino da Física*. Porto Alegre: Editora de Universidade.

Morcia, M.A. e Buchweitz, B. (1993). *Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o Vt epistemológico*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

Morcia, M.A. e Masini, E.F.S. (1982) *Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel*. São Paulo: Editora Moraes.

Morcia, 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.

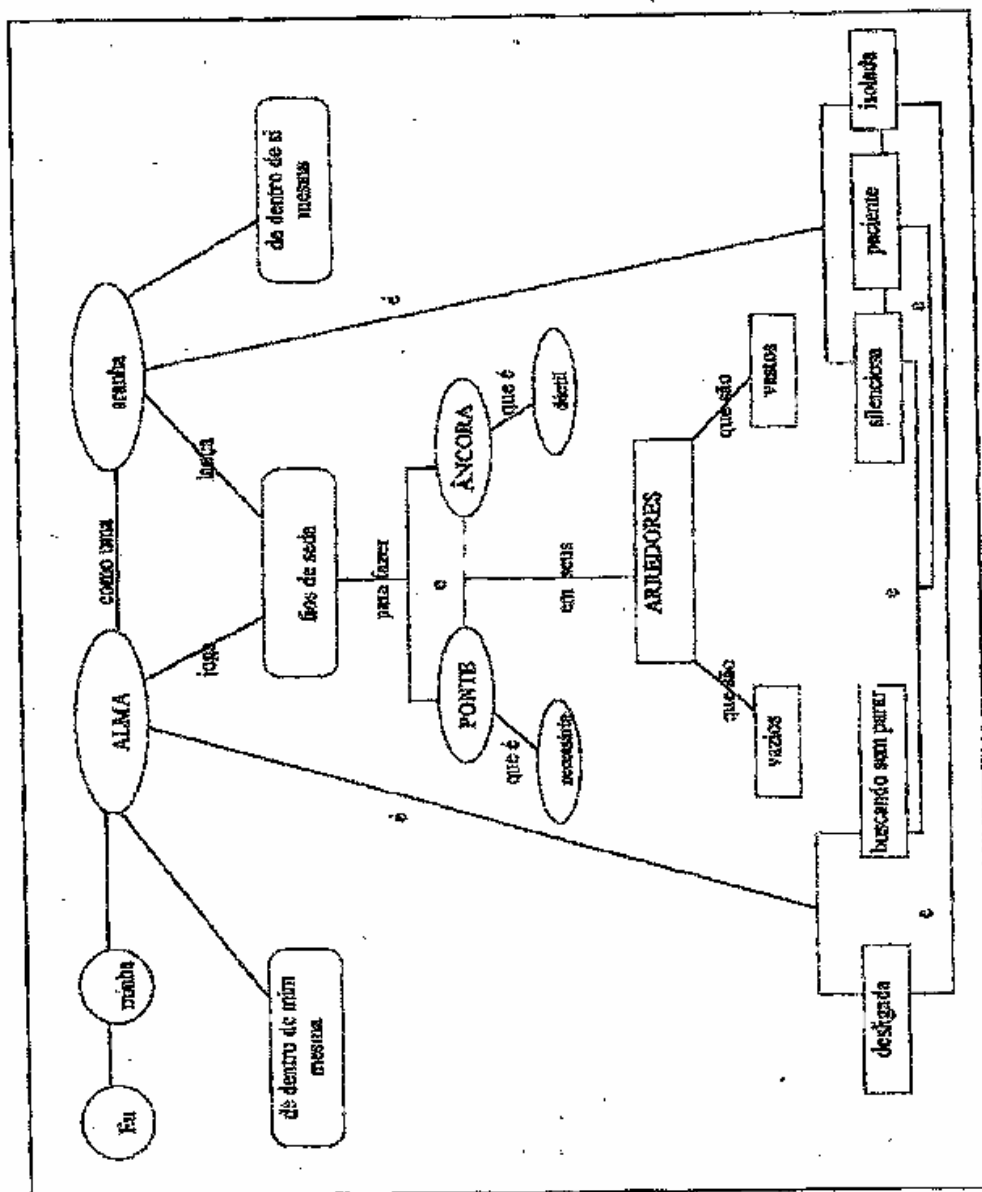


Figura 4: Um mapa conceitual para o poema "Uma aranha silenciosa e paciente", de Walt Whitman, em uma aula de literatura americana (Marli M. Moreira, 1988)

## Apêndice

### Como construir um mapa conceitual

1. Identifique os conceitos-chave do conteúdo que vai mapear e coloque-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 comece 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, trocar e "negociar" significados.