



FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE

DANIELLE DE MATOS VITOR

**EXPERIMENTAÇÃO E MAPAS CONCEITUAIS:
UMA PROPOSTA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA
PARA A CALORIMETRIA**

ARIQUEMES-RO

2012

DANIELLE DE MATOS VITOR

**EXPERIMENTAÇÃO E MAPAS CONCEITUAIS:
UMA PROPOSTA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA
PARA A CALORIMETRIA**

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Licenciatura em Física da Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA, como requisito parcial a obtenção do título de licenciado em Física.

Prof. Orientador: Ms. Gustavo José Farias

Ariquemes-RO

2012

DANIELLE DE MATOS VITOR

**EXPERIMENTAÇÃO E MAPAS CONCEITUAIS: UMA
PROPOSTA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA PARA A
CALORIMETRIA**

Monografia apresentada ao curso de graduação em Licenciatura em Física, da Faculdade de Educação e Meio Ambiente como requisito parcial à obtenção do título de licenciado em Física.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Orientador Ms. Gustavo José Farias
Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA

Prof. Ms. Thiago Nunes Jorge
Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA

Prof. Ms. Renato André Zan
Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA

Ariquemes, 29 de Novembro de 2012.

Primeiramente a Deus, por me guiar até aqui.

Minha mãe, por me incentivar a ir mais longe.

Meu pai meu grande exemplo.

Meu esposo que apareceu na hora certa na minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força espiritual para realização deste trabalho.

Aos meus pais, Edvaldo Vitor e Maria Neusa, que sempre me incentivaram a estudar e me apoiaram em minhas decisões.

Ao meu irmão Diego Vitor, por me entender e ter paciência comigo sempre.

Ao meu esposo, Leandro Carlos, pelo amor, incentivo e confiança no decorrer deste trabalho.

Ao meu orientador, Ms. Gustavo José Farias, pela brilhante orientação e paciência aos meus erros e teimosias.

Ao coordenador do curso, Ms. Thiago Nunes Jorge, sempre disposto e atencioso as minhas petições.

Aos meus amigos de classe, melhor turma de físicos, que juntos formamos uma família, dividimos alegrias e tristezas, mas sempre fomos unidos e persistentes.

As minhas amigas Cássia e Thassiane, pelos momentos bons e ruins que dividimos e pela amizade sólida que construímos no decorrer do curso.

A todos os professores que direta ou indiretamente participaram da minha formação.

As minhas tias e primas que sempre apostaram em minha capacidade, especialmente Carina Bruch, pois sempre estive do meu lado desde que éramos nenenzinhas.

Aos meus colegas de trabalho que me apoiaram nesta jornada de TCC, sem o apoio deles jamais conseguiria.

Enfim a todos que de alguma forma participaram da realização deste trabalho.

*"O professor medíocre conta. O bom professor explica.
O professor superior demonstra. O grande professor inspira."*

William Arthur Ward

RESUMO

O presente trabalho traz como proposta de aprendizagem significativa para o ensino de calorimetria a experimentação, como recurso didático, e os mapas conceituais, como proposta avaliativa. Este traz exemplos de aulas práticas, com experimentos de baixo custo e fácil realização, e um mapa conceitual para cada experimento, como exemplo da avaliação, objetivando, assim, minimizar as dificuldades de aprendizagem.

Palavras-Chaves: Aprendizagem Significativa; Experimentação; Mapas Conceituais; Calorimetria.

ABSTRAT

This monograph proposes the significative learning to calorimetry teaching the experiments, as a teaching resource, and conceptual maps, as evaluative proposal. This includes examples of practical classes, with low cost experiments and easy performs, and a concept map for each experiment as an example of evaluation, aimingto minimize learning difficulties.

Key Words: Significative Learning, Experimentation; Conceptual Maps; Calorimetry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Um Mapa Conceitual para o poema <i>Uma aranha silenciosa e paciente</i> ..	24
Figura 2 – Um Calorímetro	28
Figura 3- Um Mapa Conceitual de Equilíbrio Térmico.....	29
Figura 4 - Calor Específico e Capacidade Térmica	31
Figura 5 – Transferência de Calor.....	33

LISTA DE ABREVIATURAS

INEP – Instituto Nacional de Ensino e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

LDB – Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	14
2.1	OBJETIVOS GERAL	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3	METODOLOGIA	15
4	REVISÃO DE LITERATURA	16
4.1	APRENDIZAGEM MECÂNICA E SIGNIFICATIVA.....	16
4.2	ORGANIZADORES PRÉVIOS E A EXPERIMENTAÇÃO	18
4.3	AVALIAÇÃO EDUCATIVA E MAPAS CONCEITUAIS	20
4.4	PROPOSTA DE CONSTRUÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS COM O TEMA CALORIMETRIA	25
4.4.1	Construindo um Calorímetro de Baixo Custo	27
4.4.2	Calor Específico	30
4.4.3	Condução de Calor	32
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
	REFERÊNCIAS	36

INTRODUÇÃO

Segundo informações recentes do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) o ensino de física no Brasil está defasado. Os índices apontam que só em 2007 eram necessários 21,5 mil professores licenciados em física nas salas de aula das escolas de educação básica, públicas e privadas. Muitos motivos são encontrados para explicar tal assertiva, porém, pouco ou quase nada se faz para resolver esse problema e aprimorar o ensino da física, que é de grande valor ao desenvolvimento intelectual, cultural e social do educando.

Uma forma que o governo federal encontrou para aprimorar e sistematizar o ensino a nível médio foi a formulação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Os PCN são diretrizes voltadas, sobretudo, para a estruturação e reestruturação dos currículos escolares de todo o Brasil, tendo como objetivo principal a padronização do ensino em nível nacional. Os PCN foram criados em 1996 pelas Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB)(Lei Federal n. 9.394) que é a principal lei da educação brasileira.

Com a estruturação dos PCN Mais, a disciplina de física fica dividida em seis grandes áreas de atuação: F1 - Movimentos: Variações e Transformações; F2 - Calor, Ambiente e Fontes de Energia; F3 - Equipamentos Eletromagnéticos e Telecomunicações; F4 - Som, Imagem e Informação; F5 - Matéria e Radiação e F6 - Universo, Terra e Vida. Os PCN deixam claro que não existe uma estrutura curricular engessada para cada ano letivo do ensino Médio, mas sim que isso deve ser escolhido conforme a necessidade de cada região. Porém, a grande área F2 - Calor, Ambiente e Fontes de Energia, é, na maioria das vezes, ministrada aos alunos do segundo ano do ensino médio.

A explicação de conceitos como calor, transferências de calor, equilíbrio térmico e temperatura, são mal interpretados ou muitas vezes mal assimilados pelos alunos, que acabam tendo pouco domínio dessa parte da termodinâmica, desencadeando um ensino desqualificado. (SILVA, NARDI e LABURU, 2010)

Nesse contexto, existem muitas teorias que visam minimizar problemas dessa natureza encontrados no processo de ensino-aprendizagem. A Teoria de David Paul Ausubel foi utilizada como norteadora do presente trabalho. O conceito base da teoria de Ausubel é o da Aprendizagem Significativa, conceito que continua atual, mesmo tendo sido proposto a mais de quarenta anos. Um dos principais aspectos

dessa teoria é a detecção dos conhecimentos prévios dos alunos e o direcionamento das atividades para que esses conhecimentos se desenvolvam. Utilizando essa teoria, são demonstradas neste trabalho duas propostas metodológicas para facilitar o ensino de física, a experimentação e os mapas conceituais. (GALIAZZI e GONÇALVES, 2004)

Sendo a física uma área do conhecimento essencialmente experimental e optando-se por adotar a experimentação em sala de aula como metodologia de ensino, é dada a oportunidade ao aluno de verificar na prática o que se estuda na teoria, relacionando assim conceitos físicos com o seu cotidiano. Dessa maneira o aluno abstrai melhor o conhecimento, por se basear no que pode ser visto e aplicado, comprovando assim o que lhe é ensinado na teoria, modificando seus paradigmas equívocos e reforçando as concepções corretas sobre o que lhe é exposto.

... através do processo interativo (sujeito-sujeito e sujeito-objeto) constatou-se que a compreensão dos conceitos é mais clara quando ensinados a partir de atividades experimentais, cuja assimilação requer uma abstração, por parte da criança, do conhecimento exposto através do objeto de estudo (experimentos). (GADÉA e DORN, 2011, p. 115)

O uso de atividades experimentais como estratégia de ensino para física tem sido apontado por professores e alunos como uma maneira mais frutífera de minimizar as dificuldades de aprendizagem e de se ensinar física significativamente e consistente. (ARAUJO e ABIB, 2003). Pois, na manipulação da realidade material, é que o jovem é confrontado com aspectos do conhecimento físico que dificilmente podem ser compreendidos em sua complexidade simplesmente pela exposição a descrições teóricas. (LIMA, 2009).

Na teoria da Aprendizagem Significativa Ausubeliana, os Mapas Conceituais são diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar os conceitos. Eles foram propostos por NOVAK como aplicação da teoria de Ausubel. A utilização desses mapas se torna muito flexível e por isso podem ser usados em diversas situações com diversas finalidades. Neste trabalho são propostos mapas conceituais como método avaliativo da aula experimental. De fato, já foi observado que a aplicação dos mapas conceituais facilita a organização

dos conceitos na estrutura cognitiva dos alunos. (ALMEIDA e MOREIRA, 2008), (AZEVEDO, 2010).

O objetivo principal desse trabalho é propor atividades de baixo custo, de simples construção e fácil utilização em sala de aula, para a abordagem de conceitos relativos à calorimetria, podendo ser reproduzidos posteriormente até pelos próprios estudantes em suas residências. Baseando-se na teoria da Aprendizagem Significativa, os experimentos são utilizados como organizadores prévios, e os mapas conceituais, como recurso avaliativo.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Propor métodos de ensino para o estudo da calorimetria no Ensino Médio, através da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

2.2 ESPECÍFICOS

- Propor experiências de fácil acesso e reprodução, com materiais de baixo custo.
- Construir mapas conceituais como instrumento avaliador do conhecimento do aluno.
- Fazer uma revisão de literatura sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

3 METODOLOGIA

Este trabalho foi estruturado a partir de revisões de literatura, para a elaboração de uma proposta metodológica baseada na teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel. Foram utilizados os seguintes bancos de dados para a realização das pesquisas: *Scielo*, *Scholar*, *Google*, revista *Química Nova na Escola*, portal do Ministério da Educação e Cultura (MEC), PCN+, *Revista Brasileira de Física*, *Revista Catarinense de Física*, um livro da teoria Auseliana.

As bibliografias utilizadas são concernentes ao período de 2002 a 2012, sendo todas na língua portuguesa. Utilizou-se as palavras chaves: ensino de física, calorimetria, aprendizagem significativa, experimentação do ensino, mapas conceituais e avaliação.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 APRENDIZAGEM MECÂNICA E SIGNIFICATIVA

Segundo Piaget, a aprendizagem é definida como a aquisição de um conhecimento específico. Ela constitui um dos aspectos do desenvolvimento intelectual, e da estrutura da própria inteligência, e se caracteriza pela modificação (equilibrada) do comportamento, em correspondência com as aquisições advindas da experiência. Ocorre por meio de perturbações na mente da criança, gerando transformações na sua estrutura cognitiva, onde a criança interpreta os novos conhecimentos e interliga-os aos conhecimentos aprendidos anteriormente. (OSTI, 2009)

Para que a aprendizagem seja prazerosa, não é preciso apenas proporcionar ao aprendiz uma atividade prazerosa. Para descobrir o prazer de aprender o aluno deve construir e desconstruir o conhecimento, ser autor ou co-autor da aprendizagem, relacionar os conhecimentos com a vida, buscar o saber a partir do não saber, compartilhar suas descobertas e conhecer a história criando possibilidades. (PONTES, 2010).

A aprendizagem requer tempo e, principalmente paciência para despertar no aluno o desejo de aprender, e, além disso, o de compreender conceitos, que exijam mais observação e interpretação dos fatos. Isso faz com que o aluno interatue não apenas com o professor, mas também com o tema em estudo, os colegas de classe, o cotidiano. (OSTI, 2009)

Quanto a esta interação, ela apresenta um papel muito importante na assimilação, acomodação e apreensão do conhecimento. (GADEA, 2011). Segundo Piaget, a assimilação ocorre quando o indivíduo tenta resolver um problema utilizando uma estrutura mental já formada, ou seja, o sujeito se baseia no conhecimento que ele já tem. Por outro lado a acomodação acontece quando há uma modificação nas estruturas cognitivas antigas do indivíduo para poder dominar uma nova situação. É um processo de modificação das estruturas, ajustando-se aos novos problemas. Na teoria da Aprendizagem Significativa, David Ausubel propõe classificações parecidas para a aprendizagem, classificando-a como mecânica ou significativa.

A aprendizagem mecânica é definida como sendo a aquisição de novas informações com pouca ou nenhuma relação a conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aluno. Nesse caso, o novo conhecimento é armazenado de maneira arbitrária: não há interação entre a nova informação e aquela armazenada na estrutura cognitiva, dificultando, assim, a retenção do conhecimento. De modo geral podemos dizer que, na aprendizagem mecânica, o novo conhecimento é armazenado de maneira absoluta e literal na mente do indivíduo e não traz, ou traz pouco, desenvolvimento cognitivo ao mesmo. Este tipo de aprendizagem ocorre muito no sistema de ensino conhecido como tradicional, onde o professor já passa o conhecimento pronto, não permitindo a abertura para questionamentos ou algum pensamento crítico por parte do aluno, habituando-o apenas a gravar, ou decorar, o conteúdo repassado. (MOREIRA, 2008a).

Por outro lado, a aprendizagem significativa ocorre quando os novos conhecimentos (conceitos, idéias, proposições, modelos, fórmulas etc) passam a significar algo para o aprendiz, de tal maneira que ele seja capaz de explicar situações, resolver novos problemas, analisar e interpretar novas situações, etc. Tal aprendizagem ocorre quando os significados resultam da interação dos novos conhecimentos com outros, especificamente relevantes, já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, os quais, por sua vez, também ficam mais ricos, mais elaborados e mais estáveis. (ALMEIDA e MOREIRA, 2008).

Segundo Ausubel, o fator isolado mais importante que influencia na aprendizagem significativa é aquilo que o aprendiz já sabe, aquele conhecimento que ele traz de casa, das outras aulas, do convívio social. Esses conhecimentos prévios são denominados conhecimentos subsunçores, ou apenas subsunçor. O subsunçor serve de âncora para os novos conceitos, ideias e conhecimentos, portanto, quando a aprendizagem é significativa, o novo conhecimento se atrela ao subsunçor. Sendo assim, há também uma mudança na estrutura do subsunçor, o qual se aperfeiçoa. (MOREIRA, 2008b).

A aprendizagem significativa depende também de outros dois fatores: que os novos conhecimentos - apresentados pelos materiais instrucionais - sejam significativos; e que o aluno tenha uma predisposição à aprender. Sendo assim, deve-se pensar nos materiais instrucionais utilizados no processo, e é necessário que o professor adote materiais que chamem a atenção do aluno, exemplos disso são os organizadores prévios, os mapas conceituais e os diagramas em V, tidos

como facilitadores da aprendizagem. Pela a aprendizagem significativa cumpre-se o papel fundamental da escola, que é desenvolver um ensino que o aluno é estimulado a refletir e pensar sobre questões do mundo, formulando assim sua opinião sobre o assunto. (MOREIRA, 2011).

4.2 ORGANIZADORES PRÉVIOS E A EXPERIMENTAÇÃO

Os organizadores prévios são materiais instrucionais introduzidos antes do próprio material de aprendizagem, de modo que suas características possam ser incorporadas na mente do aluno e que sirvam de incentivo para gerar em seu interior a motivação necessária ao aprendizado. Eles podem ser um enunciado, uma pergunta, um parágrafo, um filme, uma demonstração, uma simulação e até mesmo um capítulo que se proponha a facilitar a aprendizagem de vários outros em um livro. São utilizados para estabelecer uma disposição para a aprendizagem, fazendo com que os alunos reconheçam que os elementos dos novos materiais de aprendizagem podem ser interessantes, relacionando-os com aspectos relevantes de sua estrutura cognitiva pré-existente. (SHITSUKA, SILVEIRA e SHITSUKA, 2011).

Os organizadores prévios são previstos na teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Segundo a teoria, são instrumentos facilitadores da aprendizagem e que podem se transformar em subsunçores. Para Ausubel, a principal função desses organizadores é servir de elo entre o que o aprendiz já sabe e o novo conhecimento. Outros objetivos dos organizadores prévios são: dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes e prover um contexto ideacional que possa ser usado para assimilar significativamente novos conhecimentos. (SHITSUKA, SILVEIRA e SHITSUKA, 2011).

Os organizadores prévios podem ser "expositórios", quando o material a ser aprendido for totalmente não familiar, objetivando oferecer subordinadores próximos às ideias pré-conceituais dos alunos. Os organizadores prévios também podem ser "comparativos", quando se trata de aprendizagem de material relativamente familiar, utilizados tanto para a integração das novas ideias à estrutura cognitiva como para

aumentar a discriminabilidade entre as ideias novas e as já existentes, que podem ser essencialmente diferentes. (MOREIRA, 2008)

SHITSUKA, SILVEIRA e SHITSUKA, 2011 e AZEVEDO, 2010, apontaram que existe uma melhora no processo de aprendizagem dos alunos pelo emprego dos organizadores prévios. Fazendo uma análise após a utilização dos organizadores, foram observadas mudanças conceituais, alargamento dos conhecimentos prévios e uma sedimentação das ideias âncoras que existiam antes da aplicação da atividade.

Uma metodologia que pode ser adotada é utilizar experimentos como organizadores prévios, pois os mesmos possuem grande importância para o desenvolvimento cognitivo do aluno nas disciplinas de ciências. Além disso, podem influenciar até na escolha profissional dos alunos, especificamente na formação de cientistas. (GALIZZI E GONÇALVES, 2003). A realização de experimentos nos permite proporcionar ao aluno novas formas de aprendizagem, onde é possível adquirir conhecimento científico de uma forma muito mais interessante e atraente do que no ensino tradicional. Praticando a experimentação, os alunos podem levantar hipóteses sobre o problema em questão, fazer suposições que lhes forneçam a solução para o mesmo, levantar questionamentos e interligar aquilo ao seu conhecimento cotidiano.

A partir dessas observações é que o conhecimento começa a ser construído e os conceitos científicos começam a ter significados concretos, de maneira que haja também uma consolidação da aprendizagem na forma oral e escrita. (GADEA E DORN, 2011). A compreensão de um fenômeno através de uma demonstração experimental pode também permitir aos alunos compreenderem o funcionamento de outros equipamentos, e generalizar o comportamento dos sistemas observados para outras situações que estejam presentes no seu dia-a-dia. (ARAUJO E ABIB, 2003).

O PCN+ exalta a importância da experimentação nas aulas de física:

É **indispensável** que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. (PCN+, 2002, p. 37, grifo meu)

Afirma ainda, ser dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolver sua curiosidade e o hábito de sempre investigar e indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma

verdade estabelecida e inquestionável. O aluno deve interagir com o professor com o intuito de gerar uma discussão significativa.

Neste trabalho a experimentação é apresentada como material introdutório ao ensino de calorimetria com a finalidade de facilitar a aprendizagem, ou seja, antes de apresentar a matéria, serão realizados experimentos com a intenção de desenvolver no aluno as competências necessárias para a explanação do conteúdo, desenvolvendo e criando subsunçores.

4.3 AVALIAÇÃO EDUCATIVA E MAPAS CONCEITUAIS

A avaliação educativa é um processo aberto a polissemia, ou seja, aberta a muitos sentidos, mas não deve ser dispersiva. Ela faz parte do processo de aprendizagem e tem grande importância no mesmo. Como afirma DIAS SOBRINHO, 2008, p. 196: “Se educar é formar para a vida social, essa deve ser a matéria principal da avaliação.”

No cotidiano escolar, a avaliação é baseada no “sabe ou não sabe”, conforme o pedido do contexto escolar (administradores escolares, pais, advogados, a sociedade em geral), que exige “provas” do conhecimento do aluno. Este tipo de avaliação é comportamentalista e, em geral, promove a aprendizagem mecânica, onde o aluno se prepara para prova nas vésperas, decorando os conceitos. Após a realização da mesma, seu “estudo” já não tem mais significado nem importância. (MOREIRA, 2011).

Já a avaliação na aprendizagem significativa tem outras proporções, por que avalia a compreensão do aluno, a captação dos significados, a capacidade de transferência do conhecimento. Se o aluno sabe resolver o problema, sabe definir algo, sabe listar propriedades de um sistema. A avaliação da aprendizagem significativa deve ser predominantemente formativa e recursiva. Um excelente exemplo desse tipo de avaliação é a utilização de mapas conceituais. (MOREIRA, 2011).

Mapas Conceituais são diagramas indicando a relação entre conceitos, ou entre palavras que utilizamos para representar conceitos, são diagramas de significados, de relações significativas e de hierarquias conceituais. São utilizados para mostrar relações significativas entre os conceitos ensinados, sendo também representações concisas das estruturas conceituais que estão sendo ensinadas e,

nessa qualidade, facilitam a aprendizagem dessas estruturas. Visivelmente simples e confundidos com esquemas ou diagramas organizacionais, os mapas conceituais podem levar a profundas modificações na maneira de ensinar, de avaliar e de aprender. (MOREIRA, 2011).

É possível traçar um mapa conceitual para uma única aula, para uma unidade de estudo, para um curso inteiro ou, até mesmo, para um programa educacional completo. A diferença está no grau de generalidade e inclusividade dos conceitos colocados no mapa. Um mapa contendo apenas conceitos gerais, inclusivos e organizacionais pode ser utilizado 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. A técnica do mapeamento conceitual foi criada por Novak como uma forma de aplicação da teoria de aprendizagem Ausubeliana. (MOREIRA e ALMEIDA, 2008).

Nos mapas conceituais são utilizadas figuras geométricas – círculos, quadrados, retângulos etc - na confecção dos mapas, porém, em princípio essas figuras são irrelevantes. É possível existirem regras, como por exemplo, os conceitos mais importantes estarem dentro de elipses e os menos em círculos, mas não significa que exista uma regra geral para a manipulação dos mapas. Outra curiosidade é a questão das linhas que ligam os conceitos. Elas significam que seu autor entende haver uma relação entre os conceitos interligados, porém, o tamanho e o formato do traço ficam a cargo de quem produz, sendo ambos arbitrários. Essas linhas que unem os conceitos podem ter uma ou duas palavras-chaves que expliquem a relação entre as duas. Às palavras-chaves somadas aos dois conceitos 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 estimulado na confecção de mapas conceituais, mas esse recurso não os torna auto-explicativos. Os mapas conceituais devem ser acompanhados de no mínimo um texto explicativo, porém também devem ser explicados por quem os faz. Reside aí o maior valor de um mapa conceitual, que é a externalização de significados. É claro que essa externalização pode ser obtida de

outras maneiras, porém mapas conceituais são particularmente adequados para essa finalidade. (MOREIRA, 2011).

O que deve ficar claro em um mapa conceitual é quais são 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. O mapeamento conceitual é uma técnica muito flexível e em razão disso pode ser usado em diversas situações, para diferentes finalidades como: técnica didática, recurso de aprendizagem, instrumento de análise do currículo e meio de avaliação. Como instrumento avaliador 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. Essa técnica é mais apropriada para uma avaliação qualitativa e formativa da aprendizagem, onde o professor tem condições de avaliar até que ponto o aluno entendeu o que lhe foi exposto, que relação ele criou entre a matéria e qual ponto ele não teve o desenvolvimento planejado, isso individualmente e coletivamente. Mapas de conceitos podem ser valiosos no conseguimento dos objetivos e podem fornecer informações sobre como está sendo alcançado. (MOREIRA, 2011)

É importante saber que não existe um mapa conceitual “correto”. Um professor nunca deve apresentar aos alunos o mapa conceitual de 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. Todavia, mapas conceituais – tanto do aluno como do professor – têm significados pessoais. (MOREIRA, 2011)

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. (MOREIRA, 2011)

Os mapas conceituais foram desenvolvidos para promover a aprendizagem significativa. Na medida em que os alunos os utilizarem 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. Os mapas são dinâmicos, estão constantemente mudando no curso da aprendizagem significativa. Se a aprendizagem é significativa, a estrutura cognitiva está constantemente se reorganizando e, em consequência, mapas traçados hoje serão diferentes amanhã. (MOREIRA, 2011).

Observe a Figura (1) um mapa conceitual de MOREIRA, 2011 para a poesia de Walt Whitman “Uma aranha paciente e silenciosa”, e logo após, o poema na íntegra.

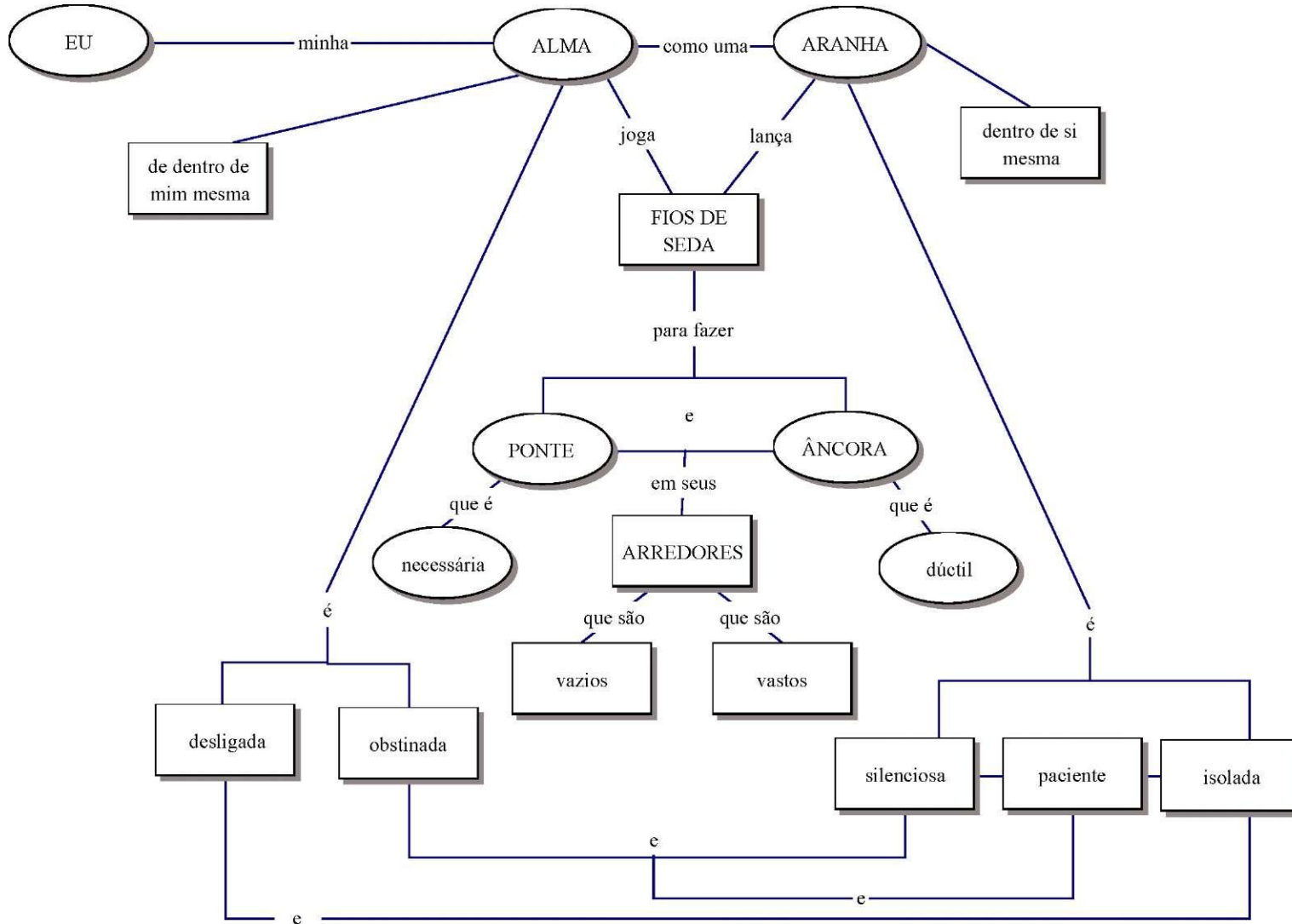


Figura 1 – Um Mapa Conceitual para o poema *Uma aranha silenciosa e paciente*

Fonte: Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares. Marco Antonio Moreira, 2011.

Uma aranha paciente e silenciosa

Uma aranha paciente e silenciosa,
Registrei o lugar de um pequeno promontório em que ela estava isolada,
Registrei o modo como, para explorar as vastas redondezas vazias,
Ela lançou adiante filamentos, filamentos, filamentos que saíram de dentro dela,
Sempre os desenrolando, sempre os acelerando incansavelmente.

E tu, ó minha alma, no lugar em que estás,
Cercada, destacada, em imensuráveis oceanos de espaço,
Meditando incessantemente, aventurando-se, lançando-se, procurando as esferas
para conectá-las,
Até a ponte que terá de ser formada para ti, até o cabo flexível da âncora,
Até que a fibra fina que atiras prenda-se em alguma parte, ó minha alma.

Fonte: Whitman, W. 2008. Blogspot poesia contra a guerra.

4.4 PROPOSTA DE CONSTRUÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS COM O TEMA CALORIMETRIA.

Nesse tópico é apresentado, passo a passo, a construção de um mapa conceitual.

- a) Primeiramente deve-se explanar um conteúdo ao aluno, por meio de um texto, slide, experiência ou qualquer outro método.
- b) O aluno deve identificar os conceitos-chave do conteúdo, e formar uma lista.
- c) Ordenar os conceitos em uma folha de papel, ou em um documento eletrônico, colocando no topo do mapa os conceitos mais gerais e inclusivos, e gradualmente, vá agregando os outros conceitos, de forma que tenha conexão entre os mesmos. Às vezes o aluno demonstra dificuldade em encontrar os conceitos mais gerais, sendo assim, o material deve ser reavaliado no contexto que se pede.
- d) O número de conceitos se limita a medida do material estudado, por exemplo, se o aluno está analisando um parágrafo de um texto, o número de conceitos se limita ao próprio parágrafo. Já se no mapa pode ser explanado também o

conhecimento que se tem do assunto, os conceitos do mapa tomam uma proporção superior.

e) Deve se conectar os conceitos entre si com linhas, sendo estas rotuladas com uma ou mais palavras-chave que expliquem a relação entre os conceitos. Os conceitos somados as palavras-chave devem expressar o significado da relação.

f) Devem-se evitar palavras que apenas indiquem relações triviais entre os conceitos. Busque relações horizontais e cruzadas.

g) Podem ser agregados exemplos ao mapa, eles em geral ficam na parte inferior do mapa em baixo dos conceitos correspondentes.

h) Geralmente, a primeira construção do mapa tem simetria pobre e alguns conceitos mal situados. Neste caso, deve-se reconstruir o mapa.

i) Na reconstrução é provável que o aluno já comece a imaginar diversas maneiras de reconstrução, novos conceitos e relações que apareçam no mapa. À medida que a compreensão do aluno muda com relação a matéria, o mapa também sofre modificações. Deve ficar claro que não existe um único modo de traçar um mapa conceitual

j) O aluno pode compartilhar seu mapa com os colegas e examinar os mapas deles. Ele vai verificar que os mapas são diferentes, contém conceitos diferentes, porém, as relações devem ser parecidas para que o objetivo seja alcançado de maneira uniforme, ou seja, todos os mapas expliquem claramente a matéria.

Neste capítulo serão demonstradas três experiências, as quais foram retiradas de sites da internet, sendo modificadas conforme a necessidade, e os respectivos mapas conceituais produzidos para cada experiência como exemplos de avaliação. Após a apresentação gráfica será feita uma explicação dos mapas, no sentido de sua estruturação e não do conteúdo em questão.

Materiais utilizados nas experiências:

- 1 lata de refrigerante, ou de cerveja, vazia;
- 2 portas-lata de isopor usado para latas de refrigerante ou cerveja;
- 1 termômetro químico ou industrial;
- 1 abridor de latas;
- 1 estilete;

- 1 vasilha medidora de volume (em ml) de vidro, ou becker de 300 ml;
- 1 panela para ferver água;
- Pedacos de ferro, cobre alumínio, etc, de massas conhecidas (ou medidas com balança).
- 1 Hastes de metal (com aproximadamente 20 cm de comprimento);
- 1 Cubo de isopor (com aproximadamente 3 cm de lado);
- 1 Parafina
- 1 lamparina; e
- 1 Caixa de fósforos.

4.4.1 Construindo um calorímetro de Baixo Custo

Objetivos: Interpretar a lei zero da Termodinâmica, desenvolver o entendimento de capacidade térmica e entender a diferença que existe entre as propriedades dos materiais (calor específico).

Metodologia:

- 1- Com o abridor, retire a parte superior da lata.
- 2- Corte, com o estilete, uma faixa de 2 cm, a partir do nível da boca (parte aberta) de um dos portas-lata, e corte uma faixa de 5 cm a partir do fundo (parte fechada) do outro porta-lata (o porta-lata aqui considerado tem altura de 11,5 cm. Se o seu tiver altura menor, faça os cortes de forma que as partes encaixadas, boca a boca, envolvam a latinha perfeitamente). Os portas-lata de isopor deverá envolver a lata, formando o calorímetro.(Procure fazer os cortes bem alinhados, para que o encaixe das partes de isopor vede de forma justa quando o calorímetro for fechado). Veja a figura abaixo (2).
- 3- Com o termômetro químico, faça um furo na parte superior, enfiando-o para dentro da latinha. Pronto! O seu calorímetro já pode ser usado.
- 4- Faça a leitura da temperatura ambiente com o uso do termômetro (que deverá estar em equilíbrio com o ambiente). Anote a temperatura ambiente (t_{0c}), em graus Celsius.

Retire a parte de cima do calorímetro (tampa), e deixe o calorímetro ficar sob a temperatura ambiente.

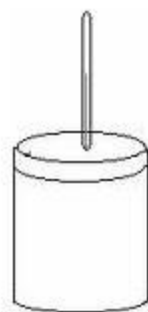


Figura 2 – Um Calorímetro

5- Coloque água para ferver (meio litro é suficiente). Quando estiver fervendo, coloque a água fervente na vasilha medidora de volume até atingir 300 ml, que corresponde a uma massa de 300 gramas (m_a).

6- Com o termômetro meça a temperatura da água e anote-a (t_{0a}). Coloque imediatamente a água dentro do calorímetro, fechando a tampa e colocando o termômetro no orifício, de forma que fique mergulhado na água, a fim de observar a redução da temperatura.

7- Espere alguns segundos (a redução será baixa, em torno de 3 a 4 graus, dependendo da temperatura ambiente) até atingir a temperatura de equilíbrio (t_{eq}).

Cálculo da capacidade térmica do calorímetro:

Como este calorímetro não tem capacidade térmica desprezível, ele troca calor com a água. Assim, conhecendo-se o princípio da igualdade das trocas de calor, e desprezando-se a troca de calor com o meio, podemos afirmar que a soma algébrica das quantidades de calor do calorímetro e da água é igual a zero, daí:

$$Q_c + Q_a = 0 \quad (1)$$

$$C_c \cdot \Delta t + m_a \cdot c_a \Delta t = 0$$

$$C_c \cdot (t_{eq} - t_{oc}) + m_a \cdot c_a \cdot (t_{eq} - t_{0a}) = 0$$

$$C_c = \frac{m_a \cdot c_a \cdot (t_{0a} - t_{eq})}{t_{eq} - t_{0c}} \quad (2)$$

onde: $c_a = 1 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$, $m_a = 300 \text{ g}$.

8- Se possível, refaça mais duas ou três vezes o experimento, despreze algum resultado muito discrepante dos demais e tire a média aritmética dos valores das capacidades térmicas do calorímetro (C_c).

9- Este valor final deverá ser considerado como a capacidade térmica do calorímetro que você construiu.

Obs.: a capacidade térmica do calorímetro deverá girar em torno de 10 a 18 $\text{cal}/^\circ\text{C}$. Esta capacidade térmica tem valor numérico igual ao equivalente em água do calorímetro, por exemplo, se a capacidade térmica do calorímetro for 11 $\text{cal}/^\circ\text{C}$, seu equivalente em água será 11 g, o que significaria que o calorímetro teria capacidade térmica igual à capacidade térmica de 11 gramas de água.

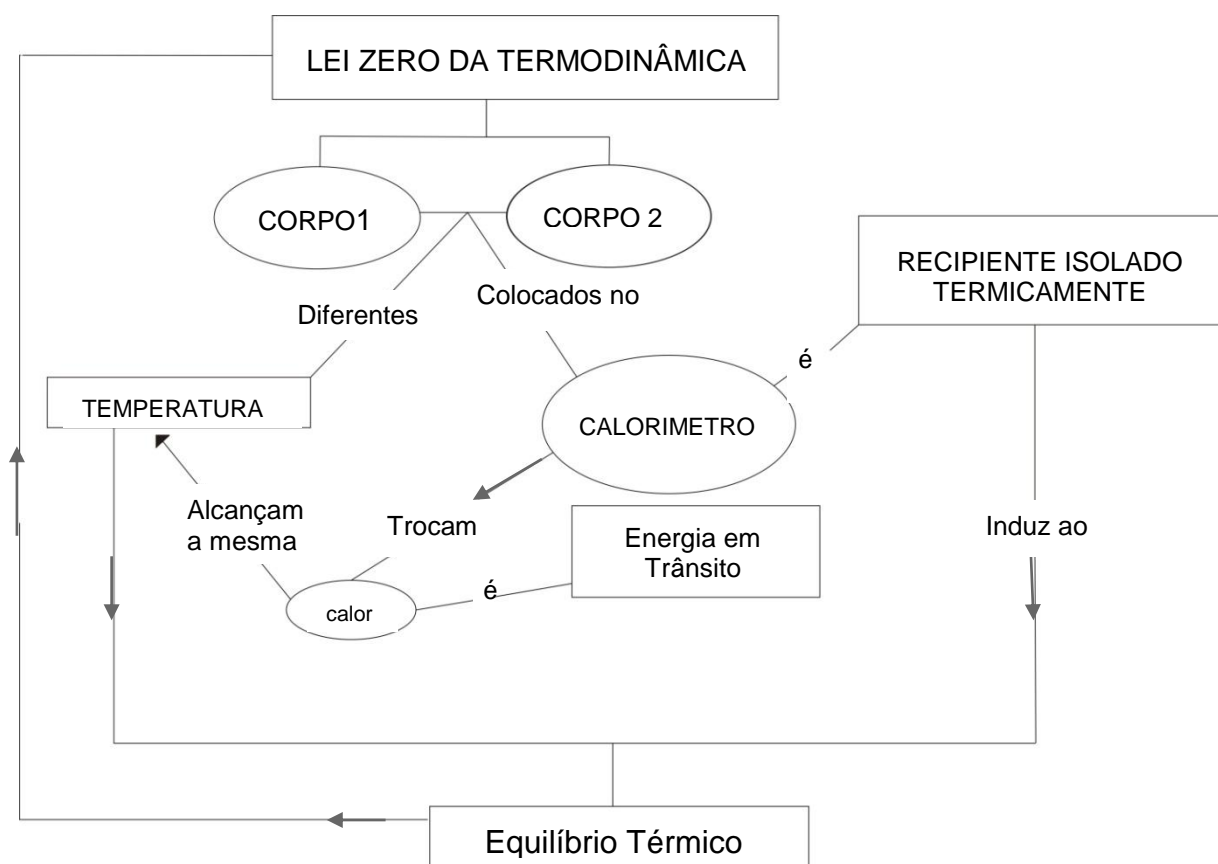


Figura 3- Um Mapa Conceitual de Equilíbrio Térmico

Este mapa conceitual tem uma estrutura simples, fixada apenas aos conceitos apresentados na experiência. O importante não é a explicação de como ocorreu a experiência, e sim o quais conceitos o aluno interpretou e entendeu, este mapa leva em consideração que o aluno tenha pesquisado após o experimento os conceitos-chave que ele apresentou.

Conceitos-chave:

- Lei zero da Termodinâmica;
- Equilíbrio Térmico;
- Corpos com temperaturas diferentes;
- Trocas de calor;
- Temperatura;
- Calor;
- Energia em trânsito;
- Calorímetro.

Sendo estes conceitos utilizados na construção do mapa da figura 3, conforme as instruções.

4.4.2 Calor específico

Objetivos: Entender a diferença que existe entre as propriedades dos materiais (calor específico) e sua relação com a capacidade térmica.

1- Utilizando o calorímetro da experiência anterior, com o valor da capacidade térmica conhecida, vamos determinar o calor específico de outros materiais.

2- Coloque 250g de água em temperatura ambiente dentro do calorímetro.

3- Coloque um pedaço de metal de massa entre 50g a 100g para ferver junto com a água da panela. Após a água ferver, coloque o pedaço de metal dentro do calorímetro e espere até atingir a temperatura de equilíbrio. Considere que a

soma algébrica das quantidades de calor do calorímetro, da água do calorímetro e do pedaço de metal totalizam zero. Depois calcule o calor específico deste metal e, usando uma tabela de calores específicos, verifique se o valor está próximo do esperado. Utilizando a fórmula a seguir:

$$C_c \cdot (t_{eq} - t_{oc}) + m_a \cdot c_a \cdot (t_{eq} - t_{0a}) = 0 \quad (3)$$

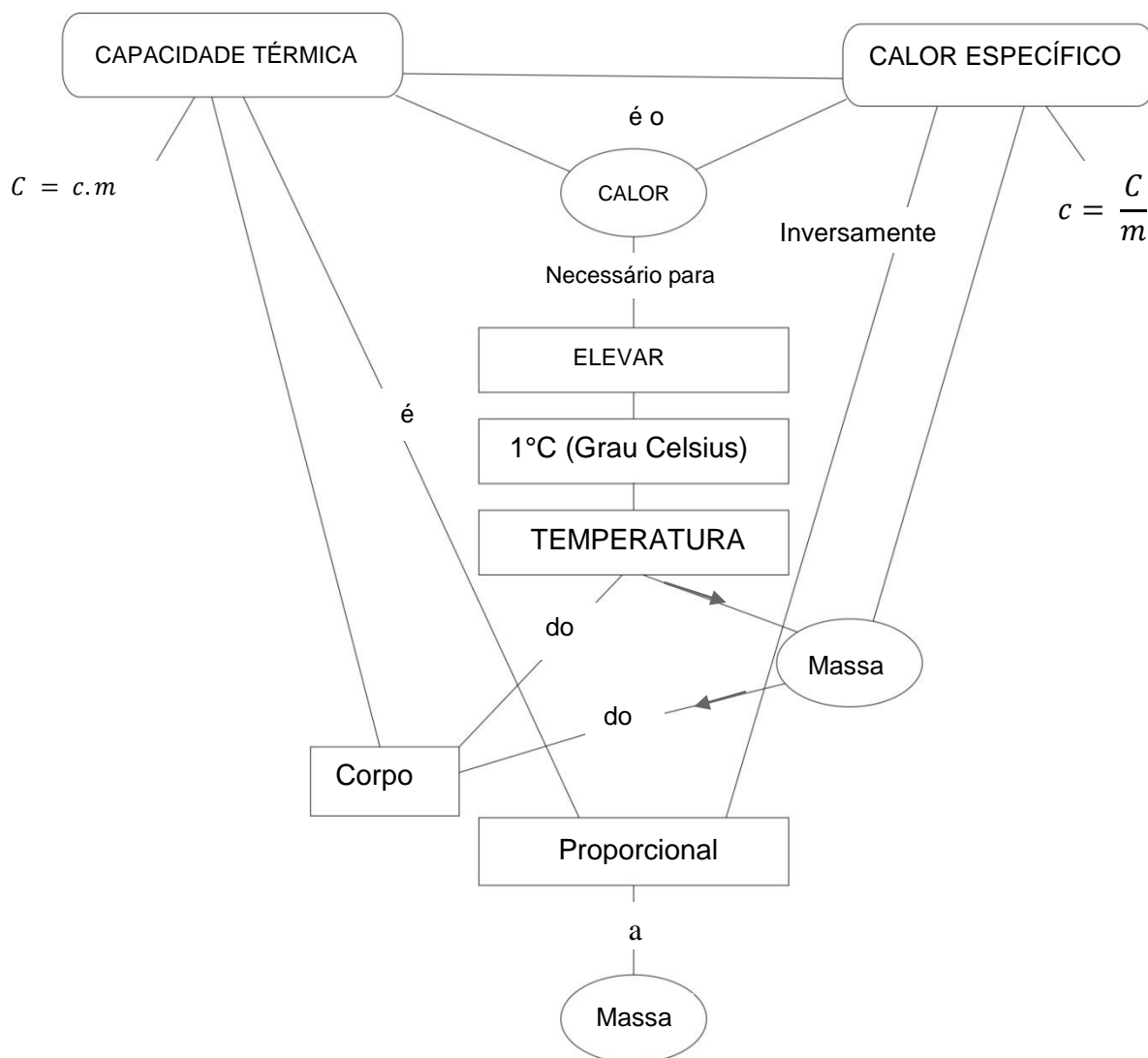


Figura 4 - Calor Específico e Capacidade Térmica

Como no anterior, neste mapa os conceitos são apenas os existentes no experimento, sendo assim, entende-se que quem fez utilizou apenas o conhecimento adquirido da experiência.

A relação existente entre os conceitos é obtida por meio das linhas que os unem e são determinadas por quem os faz, ou seja, o aluno quem determina como será a organização dos conceitos.

Conceitos-chave:

- Capacidade Térmica;
- Calor Específico;
- Calor;
- Elevação de temperatura;
- Massa;
- Corpo; e
- Proporcionalidade a massa.

4.4.3 Condução de Calor

Objetivos: Possibilitar o reconhecimento do calor como forma de energia em transição, bem como os materiais condutores e isolantes.

Metodologia

- 1- Transpasse o cubo de isopor com a haste de metal.
- 2- Coloque em uma das pontas um pedaço transpassado também de Parafina.
- 3- Do outro lado acenda a fonte de calor.
- 4- Comente o que ocorreu.
- 5- Agora tire o isopor e verifique o que acontece.

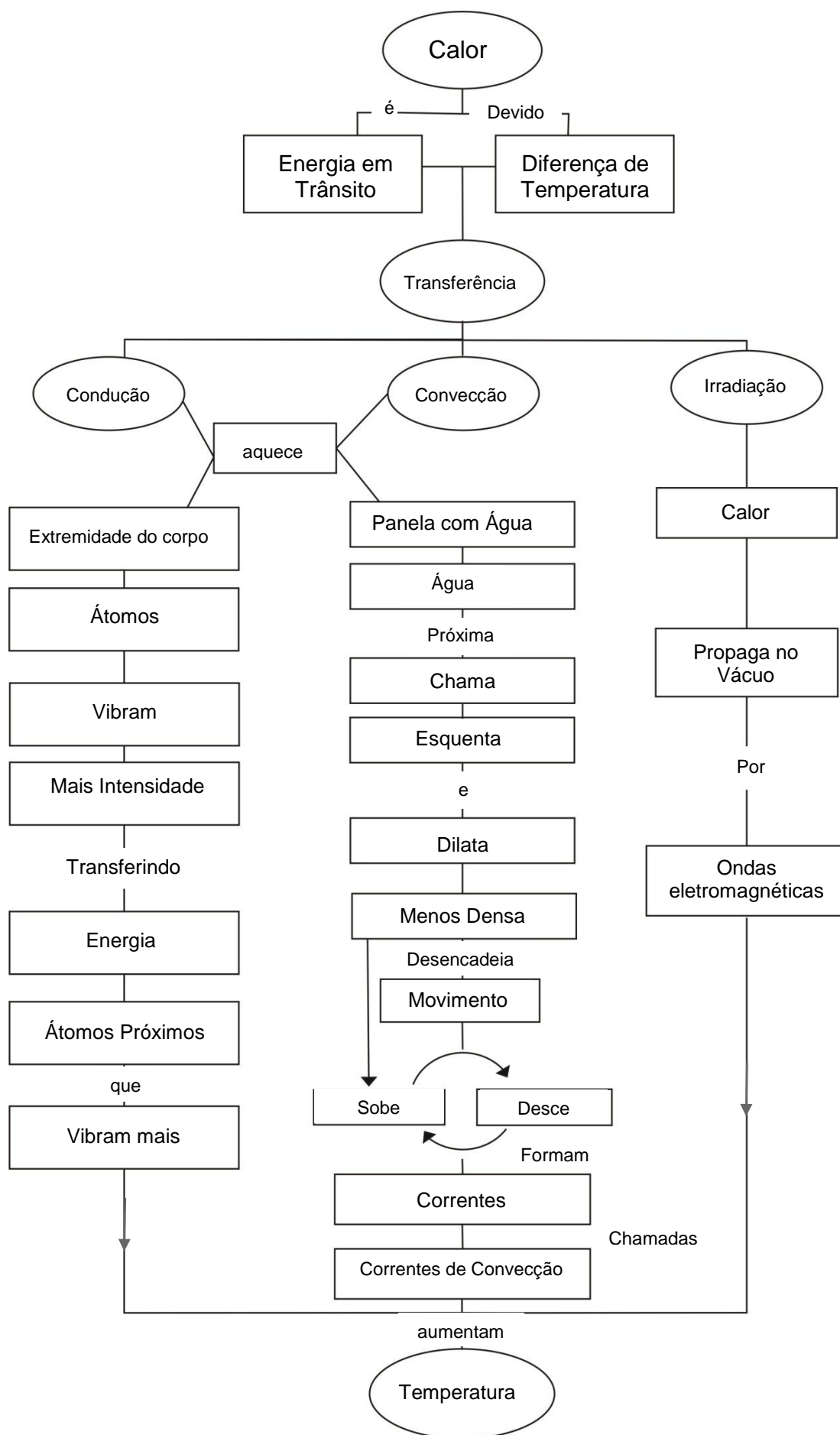


Figura 5 - Transferência de Calor

Já este mapa conceitual tem conceitos-chave que vão além da experiência, sendo os conceitos da experiência mais específicos do mapa, ou seja, os conceitos mais relevantes e gerais não constam na experiência.

Neste mapa o aluno reproduz uma visão geral do conteúdo (digamos um capítulo inteiro do livro), enquanto a experiência representa um tópico (um subtítulo do capítulo).

Conceitos-Chave:

- Calor;
- Energia;
- Dois corpos;
- Diferença de Temperatura;
- Transferência de calor;
- Condução.
- Aquecer metal os átomos;
- Vibrar com mais intensidade;
- Transmissão aos átomos próximos;
- Convecção;
- Aquecer panela com água;
- Movimento sobe e desce;
- A água mais próxima da chama se esquentava e dilata;
- Menos Densa;
- Correntes de Convecção;
- Irradiação;
- Não precisa de meio material;
- O calor propaga no vácuo; e
- Ondas eletromagnéticas;

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A problemática do processo ensino-aprendizagem de física pode ser caracterizada, entre muitas outras, pelas dificuldades na assimilação significativa de novas informações, possivelmente relacionada à falta de conhecimento prévio adequado do aluno, somada à uma grande desvalorização do ensino de ciências, com ausência de políticas públicas de incentivo para a ocorrência de efetiva alfabetização científica. A situação de trabalho dos docentes também não é animadora: desprestígio profissional, falta de conhecimentos específicos e pedagógicos; formação em área diferente da qual leciona; ensino focado na memorização de conceitos associados apenas a matemática; abordagem de conteúdos distanciados da realidade do aluno. Tudo isso acarreta em aulas sem contextualização, criando nos alunos uma aversão à disciplina de física.

No sentido de mudar esse cenário, o objetivo deste trabalho foi o de buscar metodologias alternativas, facilitadoras do aprendizado significativo, propondo a utilização da experimentação e de mapas conceituais como instrumentos potencialmente facilitadores da aprendizagem significativa.

Os experimentos foram apresentados como tendo a função de organizadores prévios, sendo apresentados antes da matéria em si, como uma introdução. Tais experiências podem ser reproduzidas com facilidade, a partir de materiais de fácil aquisição e de baixo custo.

Os mapas conceituais foram apresentados como instrumento avaliador do conhecimento do aluno após a experimentação, que pode ser usado também como avaliação final de todo o conteúdo, por ser um método de que traz consideráveis transformações não apenas no sistema de ensino, mas também na mente do aluno.

Como perspectiva futura pretende-se aplicar essa metodologia em sala de aula, e analisar qualitativamente e quantitativamente os resultados obtidos.

REFERENCIAS

ALMEIDA, Voltaire de O.; MOREIRA, Marco A.. Mapas Conceituais no auxílio à Aprendizagem Significativa de Conceitos da Óptica Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, v.30, n. 4, p. 4403.1- 4403.7, out./dec. 2008. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v30n4/v30n4a09.pdf>> Acesso em 15 de setembro de 2012.

ARAUJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 25, n.2, p. 176-194, jun. 2003.

AZEVEDO, Roberto Luiz de. **Utilização de Organizadores Prévios Para Aprendizagem Significativa do Magnetismo e do Eletromagnetismo**. 157 f. Dissertação (Mestrado em Física) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Minas Gerais. 2010. Disponível em <http://www.mch.ifsuldeminas.edu.br/~biblioteca/biblioteca_digital/Documentos/Mestrado%20Roberto%20Luiz.pdf> Acesso em 01 de Setembro de 2012.

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias*. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12125:uff-quer-incentivar-formacao-em-fisica&catid=211> acessado em 19 de junho de 2012.

CABRITO, Belmiro Gil. Avaliar a qualidade em educação: avaliar o quê? Avaliar como? Avaliar para quê? . **Cad. CEDES**, v. 29, n.78, p. 178-200, maio/ago. 2009. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/ccedes/v29n78/v29n78a03.pdf>> Acessado em 01 de novembro de 2012.

DIAS SOBRINHO, José. Avaliação educativa: produção de sentidos com valor de formação. **Avaliação**. Sorocaba, v.13, n.1, p. 193-207, mar. 2008. Disponível em

<<http://www.scielo.br/pdf/aval/v13n1/a11v13n1.pdf>> Acessado em 01 de novembro de 2012.

GADÉA, Sirlley Jackelline Silva; DORN, Rejane Cristina. Alfabetização Científica: Pensando na Aprendizagem de Ciências nas Séries Iniciais Através de Atividades Experimentais. **Experiências em Ensino de Ciências**, Mato Grosso, v 6, n. 1, p. 113-131, Mar. 2011. Disponível em <<http://if.ufmt.br/eenci/?go=artigos&idEdicao=27>>. Acesso em 15 de maio de 2012.

GALIAZZI, Maria do Carmo; GONÇALVES, Fábio Peres. A Natureza Pedagógica da Experimentação: Uma Proposta na Licenciatura em Química. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004.

JESUS, Marcos Antonio Santos de. A Teoria de David Ausubel: O uso dos Organizadores Prévios no Ensino Contextualizado de Funções. **VII ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**. Recife. jul, 2004. Disponível em <<http://www.sbem.com.br/files/viii/pdf/03/MC05002402801.pdf>> Acesso em 01 de setembro de 2012.

LIMA, Valderéz Marina do Rosário. Apresentação e Avaliação de Material de Sustentação e Experimentação em Ensino de Física. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v. 4, n. 1, p.7-22, mar. 2009. Disponível em <http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID69/v4_n1_a2009.pdf> Acesso em 29 de Junho 2012.

MONTEIRO, Marco Aurélio Alvarenga. et al. Proposta de Atividade Para a Abordagem do Conceito de Entropia. **Caderno Brasileiro Ensino de Física**, [S. I.] , v. 6, n. 2: p. 367-378, ago. 2009. Disponível em <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2009v26n2p367/12753>> Acesso em 05 de novembro de 2012.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem Significativa**: a teoria e textos complementares. 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, Marco Antônio. Negociação de Significados e Aprendizagem Significativa. **Ensino, Saúde e Ambiente**. v. 1, n. 2, p. 2-13, dez, 2008b. Disponível em

<<http://www.ensinosaudeambiente.com.br/edicoes/volume%201/Texto%201%20Marco%20Antonio.pdf>> Acesso em 06 de novembro de 2012.

MOREIRA, Marco Antônio. Organizadores previos y aprendizaje significativo.

Revista Chilena de Educación Científica. v. 7, n. 2, p. 23-30, 2008a. Disponível em <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/ORGANIZADORESport.pdf>> Acessado em 06 de novembro de 2012.

OSTI, Andreia. Concepções Sobre Desenvolvimento e Aprendizagem Segundo a Psicogênese Piagetiana. **Revista de Educação**. v. 12, n. 13, p. 109-118, out. 2009.

Disponível em: <<http://sare.unianhanguera.edu.br/index.php/reduc/article/view/976/>> Acesso em 08 de novembro de 2012.

PONTES, Idalina Amélia Mota. Atuação Psicopedagógica no contexto Escolar: Manipulação, Não; Contribuição, Sim. **Rev. Psicopedagogia**, Fortaleza, v 27, n 84, p. 417- 427. nov. 2010. Disponível em <<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/psicoped/v27n84/v27n84a11.pdf>> Acesso em 06 de novembro de 2012.

SILVA, Osmar Henrique Moura da; NARDI, Roberto; LABURU, Carlos Eduardo. Um estudo dos avanços conceituais dos estudantes sobre calor e temperatura decorrentes da aplicação de uma estratégia de ensino inspirada na teoria de Lakatos.[S.l.] **Rev. electrón. investig. educ. cienc.**v. 5 n.1, p. 1-18, jul. 2010. Disponível em <<http://www.scielo.org.ar/pdf/reiec/v5n1/v5n1a01.pdf>> Acesso em 29 de junho de 2012.

<http://www.adorofisica.com.br/comprove/termologia/termo_calorimetro.html> Acesso em 10 de Novembro de 2012.

<http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=epc&cod=_conducaodecalor> Acesso em 10 de Novembro de 2012.

<<http://poesiacontraaguerra.blogspot.com.br/2008/03/uma-aranha-paciente-e-silenciosa.html>> Acesso em 21 de novembro de 2012.