

$$\oint \frac{dQ}{T} \leq 0$$

$$dE_{\text{int}} = dQ - dW$$

$$W = \int_{V_1}^{V_2} p dV$$

$$\int_{i(R)}^f \frac{dQ}{T} \equiv S_f - S_i$$

$$dE_{\text{int}} = dQ - dW$$

$$Q = m \int c(T) dT$$

$$W = Q_1 - |Q_2|$$

MAPA CONCEITUAL COMO FERRAMENTA DE ENSINO

das Leis da Termodinâmica

$$\Delta Q = cm\Delta T$$

$$\Delta Q = \Delta W$$

$$\eta = 1 - \frac{|Q_2|}{|Q_1|}$$

Física

$$\Delta Q = \Delta W$$

$$Q = Lm$$

$$\Delta Q = C\Delta T = c(T_f - T_i)$$

$$dE_{\text{int}} > 0$$

$$dE_{\text{int}} < 0$$

BENEDITO CARLOS DE JESUS

CARLOS RINALDI

CUIABÁ - JULHO/2015



$$\Delta W_{\text{total}} = 0$$

$$dQ = c_v dT$$

$$dQ = c_p dT$$

$$F = pA$$

$$dW = pAdx$$

$$\eta_R = 1 - \frac{|Q_2|}{|Q_1|} = \frac{|W|}{|Q_1|}$$

$$\Delta S = \int^f \frac{dQ}{T}$$

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO DE CIÊNCIAS – MESTRADO PROFISSIONAL

Benedito Carlos de Jesus
Carlos Rinaldi

MAPA CONCEITUAL COMO FERRAMENTA PARA O
ENSINO DAS LEIS DA TERMODINÂMICA

CUIABÁ – MT

Sumário

1 – INTRODUÇÃO	03
2 – A TEORIA DE APRENDIZAGEM	05
3 – MAPA CONCEITUAL COMO FERRAMENTA DE ENSINO.....	08
4 – PROCEDIMENTOS DE ELABORAÇÃO E AS REGRAS DE CONSTRUÇÃO DE MAPA CONCEITUAL.....	10
5 – SUGESTÕES PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM	14
6 – A UTILIZAÇÃO DOS MAPAS CONCEITUAIS PARA A AVALIAÇÃO	18
7 – UM MAPA CONCEITUAL PARA O ENSINO DAS LEIS DA TERMODINÂMICA.....	20
8 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
9 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

1 - INTRODUÇÃO

O ensino de física tem exigido, cada vez mais, mudanças significativas. Mudanças essas que exigem ações que envolvam estratégias diferenciadas para um ensino mais eficaz. O presente material foi elaborado pensando na potencialidade do mapa conceitual para o ensino das leis da termodinâmica no ensino superior para acadêmicos de licenciatura e bacharelado em biologia, como parte (resultado/contribuição/produto) do Mestrado Profissional do programa de Mestrado em Ensino de Ciências da Universidade Federal de Mato Grosso como contribuição à comunidade acadêmica. Esse instrumento atende também a tríade: ato de ensinar, contexto de sala de aula e avaliação, potencializando a aprendizagem significativa.

Portanto, o foco é utilizar mapas conceituais para ensinar conceitos de termodinâmica, especialmente entropia, na perspectiva da aprendizagem significativa. Na construção desse instrumento traçamos os seguintes objetivos:

- Orientar os procedimentos da construção de mapas conceituais;
- Aplicar a ferramenta de ensino na percepção e nas regularidades dos fenômenos físicos estudados na termodinâmica;
- Interpretar, nos mapas, as relações dos conceitos estudados na termodinâmica com a entropia;
- Instrumentalizar professores na utilização de mapas conceituais tanto para o ensino quanto para avaliação.

A escolha dessa ferramenta de ensino, para aulas de Física aplicada às Ciências Biológicas, com objetivo de proporcionar ao estudante a construção conceitual das Leis da Termodinâmica, bem como à avaliação da aprendizagem dos estudantes. Essa ferramenta também tem potencial para motivação e estímulo, oferecendo apoio no estudo deste conceito, mas também consiste em um recurso didático ao professor facilitando à prática pedagógica.

A motivação para construção desta ferramenta de ensino deveu-se, em primeiro lugar, ao desafio de ao longo da minha carreira profissional não ter ministrado, de modo completo, o estudo da Termodinâmica, em especial

entropia, no curso superior. Portanto, foi um desafio ensinar e aprender com os estudantes a construção dos conceitos, portanto, assim esta ferramenta de ensino irá desafiar àqueles que tiveram a mesma experiência, e para aqueles que a conhecem, pode ser mais um material de apoio didático para auxiliar seu planejamento. Para o planejamento, Pádua (2009), destaca que há quatro enfoques, que podem ser considerados ao estudar termodinâmica: científico, econômico-político-social, tecnológico e didático-pedagógico. A abordagem aqui será sob os aspectos científicos e didático-pedagógicos.

A segunda refere-se à necessidade de aprimorar a prática docente, na busca de melhorar a qualidade do ensino de física. Diante desta possibilidade, e contando com o mapa conceitual como ferramenta de ensino que busca trazer clareza, estabilidade e organização dos conhecimentos assimilados, possibilitar aos acadêmicos construir mapas conceituais com coerência e lógica potencializando a aprendizagem significativa.

Pretendemos desta forma, nesta ferramenta de ensino, apresentar uma estratégia alternativa para ensinar as Leis da Termodinâmica, descrevendo os procedimentos para sua construção no ensino e algumas sugestões de atividades de aprendizagem.

Esta ferramenta de ensino foi utilizada para o ensino das Leis da Termodinâmica no curso de biologia na disciplina Física Aplicada às Ciências Biológicas com a finalidade de promover a aprendizagem significativa dos conceitos de termodinâmica (entropia).

No próximo item apresentamos, resumidamente, uma fundamentação teórica, com links e bibliografias que podem ser consultados a fim de aprofundamento. Apresentamos também, a importância do mapa como ferramenta de ensino, seus procedimentos de elaboração, regra de construção, aplicações ao ensino, utilização para avaliação do conceito de entropia e por fim, buscamos trazer uma sugestão de proposta que possa subsidiar o trabalho do professor e as ações dos estudantes na compreensão deste conceito considerado difícil, a entropia.

A TEORIA DE APRENDIZAGEM

A ferramenta elaborada neste trabalho está pautada na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel que focaliza principalmente a aprendizagem cognitiva e, propõe uma explicação teórica do processo de aprendizagem. Embora reconheça a importância da experiência afetiva, não foi seu foco. Para ele, a aprendizagem significativa está relacionada com a organização e integração do material didático (conceitos) na estrutura cognitiva do indivíduo. (MOREIRA, 1999, p.150)

A atenção de Ausubel está relacionada à aprendizagem que ocorre no dia-a-dia da sala de aula e esta aproximação, possibilita a utilização de mapas conceituais como estratégia de ensino para sala de aula, uma vez que potencializam a aprendizagem significativa. Os mapas possibilitam analisar os conhecimentos prévios dos acadêmicos, interpretação dos equívocos conceituais e a interligação com as leis da termodinâmica, bem como a utilização dos mesmos na construção em outros conteúdos a serem trabalhados pelos professores em outras áreas da Física. As dúvidas referentes às regras de construção dos referidos mapas pelos acadêmicos, em nossa pesquisa, permitiram avaliar como esta ferramenta potencializa a negociação de significados em determinado conteúdo, e também a análise da evolução conceitual, no processo de construção dos mapas, a partir de categorias estabelecidas para essa análise. Ressaltamos que a experiência vivenciada pelo pesquisador durante essa construção foi gratificante, uma vez que possibilitou analisar a interpretação dos fenômenos físicos dos conceitos da referida matéria. Para completar o ciclo de aprendizagem os mapas permitem observar a hierarquização conceitual, ou seja, conceitos mais inclusivos dão origem a conceitos menos inclusivos, até os exemplos. Possibilita também a diferenciação progressiva dos conceitos, passo importante para estabelecer uma hierarquia de conceitos. Consiste em diferenciar os conceitos principais (mais inclusivos) dos secundários (menos inclusivos) e procurar integrá-los novamente em torno do conceito mais inclusivo reconciliação integradora.

Com os movimentos que a TAS sugere (diferenciação progressiva e reconciliação integradora) é possível a compreensão dos mecanismos mais íntimos do fenômeno que denominamos aprendizagem.

Como nosso objetivo é a aprendizagem de conceitos físicos, no viés entre a física e biologia, ensinar as Leis da Termodinâmica (entropia) com mapas conceituais foi um desafio somado a possibilitar a aprendizagem significativa desse conceito. Assim pode-se observar a aprendizagem significativa se nos mapas construídos pelos estudantes eles sejam capazes de:

- Hierarquizam a construção dos conceitos da entropia;
- Diferenciam os conceitos principais dos secundários - diferenciação progressiva.
- Relacionam o conceito de entropia com outros conceitos da termodinâmica;
- Integram os conceitos de entropia - reconciliação integradora.

Para aprofundamento e saber mais sobre aprendizagem significativa, segue alguns links e bibliografias:

LINKS

Aprendizagem Significativa no ensino de engenharia. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-65132001000100006&script=sci_arttext> Acesso em: 02/08/2015

Metodologia de desenvolvimento de objetos de aprendizagem com foco na aprendizagem significativa. Disponível em: <http://www.researchgate.net/profile/Thiago_Gouveia/publication/228666135_Metodologia_de_desenvolvimento_de_objetos_de_aprendizagem_com_foco_na_aprendizagem_significativa/link/s/0deec5231db87af174000000.pdf> Acesso em: 02/08/2015

MOREIRA, M.A., Aprendizagem significativa crítica. Disponível em: <http://vicenterisi.googlepages.com/aprend_signif-PostWeingartner.pdf> Acesso em: 02/08/2015

MORAES, Ronny M., A Aprendizagem significativa de conteúdos de biologia no ensino médio mediante o uso de organizadores prévio e mapas conceituais (Dissertação de Mestrado). Disponível em: <<http://site.ucdb.br/public/md-dissertacoes/7796-a-aprendizagem-significativa-de-conteudos-de-biologia-no-ensino-medio-mediante-o-uso-de-organizadores-previos-e-mapas-conceituais-com-apoio-de-um-software-especifico.pdf>> Acesso em: 02/08/2015

BIBLIOGRAFIA

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. Cadernos de Aplicação, Porto Alegre, 11, n. 2, 143 – 156, 1998.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.

MOREIRA, Marco Antonio. Teorias de Aprendizagem. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, M.A. Aprendizagem Significativa Subversiva. Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Peniche, Portugal. 2000.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

NOVAK, J.D., GOWIN, D.B., Aprender a aprender. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

PAULO, I. J. C. A Aprendizagem Significativa Crítica de Conceitos da Mecânica Quântica Segundo a Interpretação de Copenhague e o Problema da Diversidade de Propostas de Inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. 2006, 235f, Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Departamento de Didáticas Específicas, UNIVERSIDADE DE BURGOS, Burgos, 2006.

3 – MAPA CONCEITUAL COMO FERRAMENTA DE ENSINO

Nessa proposta destacamos as aulas de termodinâmica, com o objetivo de contextualizar o processo histórico, as leis da termodinâmica, entropia e a construção dos mapas conceituais (ferramenta de ensino), para identificar de que modo os acadêmicos fazem essa construção, utilizando-se dos conceitos-chaves e palavras de ligação de modo adequado e se relacionam esse processo com as aplicações das leis da termodinâmica com a biologia, bem como na sua vida profissional.

Durante as etapas da construção dos mapas conceituais (em três momentos das atividades: início – MC1, meio – MC2 e final – MC3), foram propostas o uso da ferramenta de ensino para ensinar os conceitos envolvidos em cada etapa, isso significa que os mapas devem estar vinculados aos objetivos de cada aula, da estratégia de ensino, das competências e habilidades da física e a avaliação da referida aula.

Esta proposta visa incentivar professores e alunos a utilizarem esta ferramenta de ensino e, ao fazerem, sejam capazes de reorganizar a sua forma de ensinar e estudar física. Possa também estimular um ensino contextualizado, de modo que conceitos, leis e fórmulas, estejam articulados, próximos do mundo vivido pelos acadêmicos, com valor educacional e profissional.

Destacamos também, que esta ferramenta de ensino é uma de muitas outras ferramentas utilizadas pelos professores para ensinar, mas conforme pesquisa com acadêmicos de biologia foram identificadas a inexistência da sua aplicação pelos professores, bem como sua utilização potencializadora da aprendizagem significativa.

Os mapas como estratégia de ensino, podem ser utilizados para: ensinar, avaliar e analisar conteúdos, porém utilizamos apenas na área de ensino e de avaliação.

Também é prudente ao utilizar os mapas para ensinar procurar desenvolver com os estudantes:

- Independência de pensamento e confiança em si mesmo;
- Perseverança para enfrentar as dificuldades;

- Curiosidade intelectual;
- Capacidade de autocrítica: saber criticar o trabalho dos outros e aceitar a crítica dos seus;
- Abertura de pensamento, possibilitando ao aluno rever e modificar seus pontos de vista e opiniões sobre diferentes fenômenos;
- Honestidade e integridade para realizar um trabalho experimental e descrever informações sobre este;
- Cooperação com os colegas, sendo capaz de realizar tarefas em grupo, desejando compartilhar dados e ideias; Entusiasmo, ou, ao menos, interesse e curiosidade pela ciência. (BONJORNO, et. al. 2001, p.11)

4 – PROCEDIMENTOS DE ELABORAÇÃO E AS REGRAS DE CONSTRUÇÃO DE MAPA CONCEITUAL

Como sucede com qualquer outro ato de ensino, não há nenhum modo ótimo de introduzir os mapas conceituais, portanto buscamos em Novak (1984, p.10), quando nos esclarece que a memorização (aprendizagem mecânica) permanece a forma dominante de aprendizagem em muitas salas de aula, mas que há um reconhecimento crescente de que a finalidade central da educação deve ser valorizar as pessoas, no sentido de se encarregarem elas próprias da construção de significados das experiências que vivem.

O referido autor reforça a imperiosidade que cada sujeito aprenda a aprender significativamente, e uma das maneiras para que ocorra isso é o uso da ferramenta de ensino apresentada para ensinar as Leis da Termodinâmica.

Para Novak (1984) um mapa conceptual é um recurso esquemático para representar um conjunto de significados conceptuais incluídos numa estrutura de proposições. Os mapas conceptuais servem para tornar claro, tanto aos professores como aos alunos, o pequeno número de ideias chave em que eles se devem focar para uma tarefa de aprendizagem específica. Depois de determinada tarefa de aprendizagem, os mapas conceptuais mostram um resumo esquemático do que foi aprendido. (NOVAK, 1984, p. 31)

Segundo Novak (1984) os processos para introdução de mapas conceituais devem ser iniciados com a ideia do que seja conceito. A ideia pode também ser introduzida mais simplesmente pela definição direta de conceitos, objetos, acontecimentos e regularidades. As orientações das etapas para construção e utilização de mapas são adaptações das sugestões de Novak (1984), o que mostra o grau de abrangência da utilização dos mesmos.

1ª Etapa: Algumas sugestões ao Professor

O Professor deverá fazer um diagnóstico na hora de construir seu plano de aula respondendo a quatro perguntas:

- 1) Por que desenvolver a estratégia de construção de mapa conceitual na aula de Física?

- 2) Para qual finalidade terá a execução de construir mapa conceitual com um conteúdo específico da Física?
- 3) Quem serão os alunos para desenvolver as regras de construção do mapa conceitual?
- 4) Quando treinar e desenvolver a atividade proposta?

2ª Etapa: O Planejamento

O Professor que optar por esta ferramenta de ensino e avaliação deverá fazer um plano de aula que tenha em sua metodologia esta estratégia de ensino, devendo analisar qual a melhor forma para treinar, desenvolver e ensinar os alunos para terem uma aprendizagem significativa. Mediante isso, seguem as orientações básicas de como desenvolver esta atividade numa aula de Física:

I – “o que” desenvolver na atividade

Adaptadas do quadro de Novak (1984) de como introduzir mapas conceituais, temos duas atividades:

1ª atividade: atividades prévias para preparar a elaboração de mapas conceituais;

2ª atividade: atividades de elaboração dos mapas conceituais

II – “como” desenvolver essas atividades

Para desenvolver essas atividades prévias temos as seguintes ações:

1º) prepare duas listas de palavras conhecidas pelos alunos, são elas:

Lista A – Nome de Objetos – exemplos: carro, cadeira, árvore, etc.

Lista B – Designações de Acontecimentos – exemplos: chuva, brincadeira, trovão, lavagem, etc.

2º) Peça a cada aluno que descreva a interpretação do seu pensamento e faça a análise e discussão de cada conceito da lista A.

3º) Repita o processo anterior com a lista B.

4º) Construir uma terceira lista, lista C – Palavras de Ligação – que são listas de palavras que não expressam conceitos. Exemplos: o, é, então, com, etc.

5º) Peça aos alunos que descrevam em seu caderno frases curtas utilizando dois conceitos e duas ou mais palavras de ligação com as três listas anteriores.

6º) Escreva no quadro as frases curtas do item anterior e discuta com a turma essa construção analisando com os alunos as suas interpretações.

7º) Faça com que os alunos faça o item 5º com frases de sua autoria.

8º) Termina esta primeira atividade com a escolha do livro texto adotado na ementa (bibliografia básica) um capítulo ou uma seção do mesmo para que os alunos leiam e identifiquem os conceitos chaves, as palavras de ligação para construir frases que expliquem o princípio ou leis daquele capítulo.

3ª Etapa: Construção de mapas conceituais

Esta etapa é o desenvolvimento da segunda atividade da etapa anterior, ao qual temos as seguintes orientações:

1 – Orientação ao professor

2 – Orientações para ações com os alunos

Vamos a descrição de cada uma delas:

1 – Orientação ao professor

- Conteúdo da aula

Como exemplo, temos o estudo da primeira lei da termodinâmica.

- Objetivo(s) da aula

- a) Identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicitar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem das leis da termodinâmica;
- b) Dar uma visão geral da Termodinâmica, salientando fatos históricos, aplicações e desenvolvimento de conceitos;
- c) Prover elementos de organização inclusiva (conceitos mais inclusivos) que auxiliem na assimilação das leis da termodinâmica;
- d) Identificar a representação da transferência de calor e do trabalho em processo termodinâmico;
- e) Entender o que significa caminhos termodinâmicos;
- f) Compreender o uso da 1ª Lei da Termodinâmica para relacionar transferência de calor, trabalho realizado e a variação da energia interna;
- g) Assimilar as diferenças entre os processos termodinâmicos.

- Palavras chaves da aula

Caminho – energia interna – primeira lei da termodinâmica – processo adiabático – processo isocórico – processo isotérmico – processo termodinâmico – sistema termodinâmico.

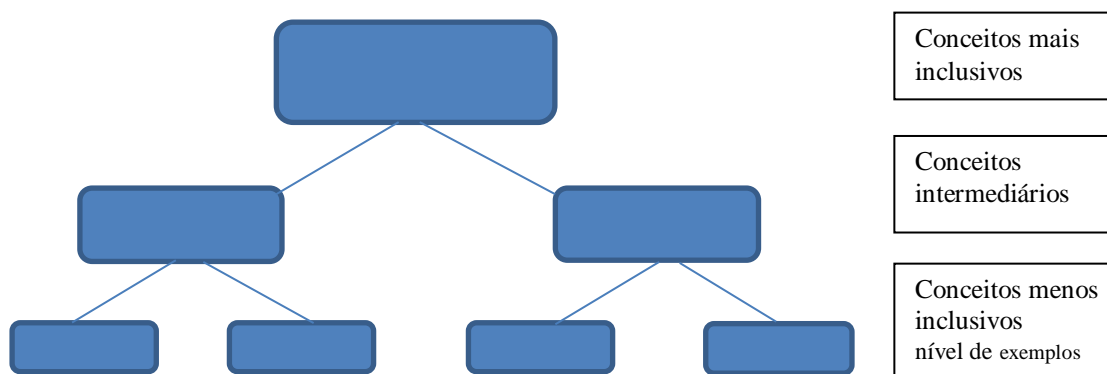
- Duração da aula

Uma aula dupla

- Estratégia de ensino e avaliação

Construção de um Mapa Conceitual

- Exemplo de construção de um Mapa Conceitual



2 – sugestões para ações com os alunos

- I. Selecionar do conteúdo da aula os conceitos, as fórmulas, os princípios, a parte da história da física e aplicações.
- II. Ler o conteúdo da aula que será feita a construção do mapa conceitual.
- III. Construir duas listas: a primeira com os conceitos chaves e a segunda com as palavras de ligação da referida aula.
- IV. Analisar e discutir os conceitos mais inclusivos, intermediários e menos inclusivos da lista dos conceitos chaves.
- V. Peçam os alunos que façam retângulos conforme o exemplo de um mapa conceitual e escrevam dentro deles os conceitos chaves de acordo com a hierarquia feita pelos alunos.
- VI. Analise com a classe a ordenação dos conceitos da aula e observe as diferenças e simetrias de construções, incentivando-os na elaboração dos seus mapas conceituais.
- VII. Estimule os alunos ou grupo de alunos a explicar os conceitos e a construção dos mapas para negociar significados desta aula.

5 – SUGESTÕES DE ATIVIDADES DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Para fazer sugestões de atividades de ensino e aprendizagem com a construção de mapas conceituais é salutar considerar cinco pontos (adaptados de Novak, 1984). Os referidos pontos levam em conta que o material a ser trabalhado deve ser potencialmente significativo, que se leve em conta os subsunçores e o contexto dos estudantes, que os conteúdos trabalhados tenham funcionalidade no contexto do aprendiz, deve despertar a criatividade e curiosidade, bem como a autonomia e independência para aprender:

1. Conhecimentos prévios (subsunçores) dos alunos;
2. Funcionalidade dos conteúdos;
3. Atitude e participação dos alunos;
4. Despertar a criatividade e curiosidade dos alunos;
5. Aprender a aprender.

Conhecer conhecimentos prévios (subsunçores) dos alunos a respeito do conteúdo a ser ensinado são essenciais para providenciar no sentido de trabalhar possíveis lacunas entre o conhecimento do estudante e o que será ensinado. A seguir, o professor identifica na seleção dos conteúdos, uma *funcionalidade que tem o referido conteúdo*, isto significa, onde ele é aplicado, sua relação com outras áreas de conhecimento e sua importância dentro de uma carreira profissional.

Quanto a atitude e participação dos alunos, é pré-requisito para o uso de qualquer ferramenta de ensino, pois sem atitude e participação não podemos promover nenhuma aprendizagem.

O quarto ponto, despertar a criatividade e curiosidade dos alunos, é mostrar que a ferramenta promove um trabalho dinâmico ao professor, que ao usá-la no ensino de um conteúdo de física, que no nosso caso, o ensino da entropia, permite que os alunos ao construírem mapas conceituais, despertem a sua criatividade em verificar a sua assimilação do conteúdo, suas dúvidas e também sua curiosidade sobre a aplicação do conceito físico e da ferramenta

de ensino para que possam aflorar suas ideias na construção dos referidos mapas.

O quinto ponto, é o uso da ferramenta de ensino, pelo professor, para ajudar os alunos a pensar sobre a matéria de ensino, a refletir sobre suas ideias e interpretações dos conceitos da disciplina para que possam aprender a aprender.

A seguir apresentamos sugestões de conteúdos que envolvem o estudo da entropia e suas relações com as leis da termodinâmica. Esta sequência foi utilizada, portanto testada em sala de aula do curso de Biologia, no trabalho de mestrado do autor.

I – Calor e a 1ª Lei da Termodinâmica

- Temperatura e Equilíbrio Térmico
- Lei Zero da Termodinâmica
- Definição de Calor
- Sistemas Termodinâmica
- Expansão Térmica
- Quantidade de Calor
- Energia Interna e a 1ª Lei da Termodinâmica – aplicações

II – Entropia e a 2ª Lei da Termodinâmica

- Sentido de um processo termodinâmico
- Máquina Térmica
- Refrigeradores
- Segunda Lei da Termodinâmica
- O Ciclo de Carnot
- Entropia

Esses conteúdos, sequência e profundidade, devem seguir de acordo com os objetivos específicos de cada aula, de cada professor, das aplicações e competências, adaptadas para o uso da ferramenta de ensino com seus respectivos processos levando-se em conta o contexto a ser trabalhado. Assim da experiência vivenciada em sala de aula sugerimos:

- Ao usar a ferramenta de ensino e a sequência de conteúdos acima sugerida, o professor deve adequá-la ao seu planejamento de curso e de aula e ao contexto dos estudantes.

- Sugere-se adequar à realidade de cada contexto e ao cronograma das aulas, bem como a realização das etapas da execução da ferramenta de ensino. No trabalho, produto da dissertação do autor, utilizou-se do cronograma a saber:

Encontros	Mês (exemplo – setembro)
1º dia	1ª Lei da Termodinâmica
2 horas	Sistemas Termodinâmicos.
	Trabalho realizado durante a variação de volume.
2º dia	1ª Lei da Termodinâmica
2 horas	Caminhos ente Estados Termodinâmicos.
	Energia Interna. Primeira Lei da termodinâmica.
3º dia	2ª Lei da Termodinâmica
2 horas	Sentido de um Processo Termodinâmico.
	Máquinas Térmicas.
4º dia	2ª Lei da Termodinâmica
2 horas	Refrigeradores
	Segunda Lei da Termodinâmica.
5º dia	2ª Lei da Termodinâmica
2 horas	O Ciclo de Carnot.
	Entropia.
6º dia	Leis da Termodinâmica
2 horas	Construção de mapa conceitual
	Construção de mapa conceitual

Quadro 1 – Sugestão de cronograma de atividades

Sistematicamente podemos representar esses conteúdos e suas interações conforme figura 1:



Figura 1 – Relações dos conceitos com o estudo da entropia.

- Na estratégia de ensino para o uso da ferramenta: as aulas poderão ser dialogadas, acrescidas sempre que possível, de períodos para debate sobre os temas apresentados nas aulas. As atividades de ensino poderão ser executadas pelos graduandos a fim de exercitá-los didaticamente.
- Na avaliação preparar problemas versados de forma diversa das apresentadas nas aulas e nos livros sobre os conteúdos, no processo avaliativo elaborar, no mínimo, duas avaliações: uma com prova escrita e outra com mapa conceitual.

De maneira geral, para trabalharmos qualquer conteúdo, em especial entropia, sugerimos também o uso de artigos e outros materiais, que tratam do referido conceito a fim de auxiliar no trabalho do professor, assim compartilhamos com outros pesquisadores as dificuldades ao ensinar entropia, bem como outros materiais de divulgação científica que possam enriquecer o trabalho com mapas conceituais.

6 – A UTILIZAÇÃO DOS MAPAS CONCEITUAIS PARA A AVALIAÇÃO

Neste ponto, recorreremos a Correia et al (2010), que nos esclarecem sobre a utilização dos mapas conceituais como ferramenta de avaliação e aprendizagem na disciplina Ciências da Natureza, oferecida aos alunos ingressantes da Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH) é mais significativo que testes de múltipla escolha ou questões dissertativas devido a riqueza e as diversidades das estruturas proposicionais elaboradas pelos alunos na construção dos mapas.

Os mapas conceituais, de acordo com os autores, são indicados para identificar os conhecimentos prévios (subsunçores) dos alunos, para acompanhar o processo de reconstrução conceitual ao longo das aulas, para verificar a organização dos conceitos numa disciplina e avaliar grades curriculares. Podem ser utilizados também para auxiliar no processo de arquivamento e compartilhamento de informações obtidas a partir de especialistas, bem como mediar processos colaborativos estimulando a interação social por meio da linguagem.

Sendo assim, estratégias metodológicas sofisticadas, como uso de mapas conceituais, exigem do professor mais do que experiência profissional, é preciso reconhecer as opções metodológicas para que se tenha uma aplicação bem sucedida, considerar a sala de aula um ambiente complexo onde ocorrem várias interações sociais dentro de uma dinâmica de trabalho que envolve professor e aluno.

Mediante tais considerações, a utilização de mapas como avaliação é fundamental, pois possibilita aos alunos perceber os benefícios que podem ser obtidos com esta técnica, porém para isso, o professor é desafiado frente a uma tarefa pouco usual – avaliar os alunos de uma forma diferente – por meio de um instrumento subjetivo que não apresenta um gabarito fechado para auxiliá-lo no processo de sua correção.

É importante observar, ainda que os erros conceituais possam ser evidenciados nos mapas conceituais, visto que a aprendizagem significativa não implica necessariamente no estabelecimento de relações conceituais corretas apesar de significativa, a aprendizagem pode apresentar incorreções passíveis de revisão.

Como pode-se ver não há gabaritos fechados para a avaliação dos mapas conceituais, eles serão avaliados segundo os critérios estabelecidos pelo professor da disciplina. Nesta ferramenta foi construído mapas referenciais que o professor pode utilizar para analisar e definir os seus critérios de avaliação dos mapas dos seus alunos, sempre observando que os critérios dependem de variáveis que estão relacionadas com o curso, os alunos, o planejamento e os conteúdos.

Como sugestão, os mapas conceituais de que estamos falando foram analisados a partir dos critérios adaptados de Almeida e Moreira (2008). Eles apresentam três níveis de mapas, sendo o nível mais elevado ou completo (com duas subcategorias), médios e fracos. Abaixo os critérios estabelecidos com a respectiva adaptação:

C – Mapas conceituais completos – são mapas que apresentam várias relações de significados e conectores identificados. Dentro desta categoria temos duas subcategorias.

C1 – Subcategoria do completo – mapas conceituais que apresentam todos os conectores identificados, indicando as relações entre os conceitos;

C2 – Subcategoria do completo – mapas conceituais que somente apresentam alguns conectores identificados, mas sem relações entre conceitos;

M – Mapas conceituais médios – mapas que apresentam boa estrutura conceitual, mas sem identificação de conectores;

F – Mapas conceituais fracos – são mapas conceituais superficiais, pouco elaborados, de estrutura muito simples.

7 – MAPAS CONCEITUAIS PARA O ENSINO DAS LEIS DA TERMODINÂMICA

Lembramos que o uso da aula dialogada acrescido de debates sobre o tema da aula, a fim de verificar durante a execução e construção do mapa conceitual e as componentes que os caracteriza dá lugar a interlocução entre professor e aluno, aluno-aluno o que enriquece a construção conceitual da turma como um todo. Na sequência apresentamos alguns mapas, como exemplos, que poderão ser úteis na orientação e talvez de parâmetros ao professor para avaliar os mapas dos alunos. Mas, apenas como sugestão, pois em nenhum momento pretendemos ditar regras, dessa forma solicitamos que cada professor desenvolva o seu mapa conceitual, até mesmo para familiarização com tal ferramenta.

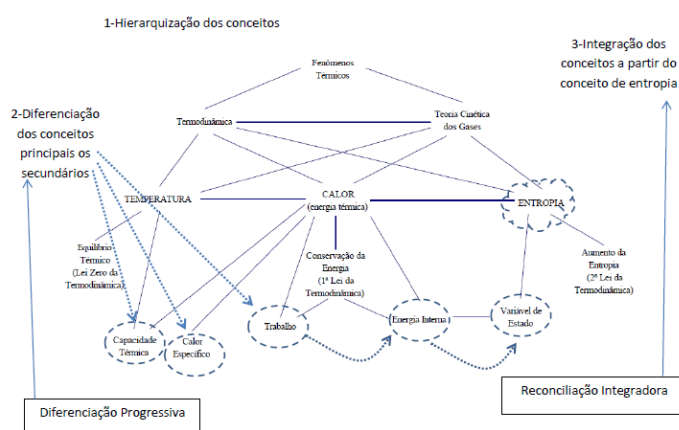


Figura 2 – Mapeamento do conteúdo referente a fenômenos térmicos (Moreira, 2006, p.27)

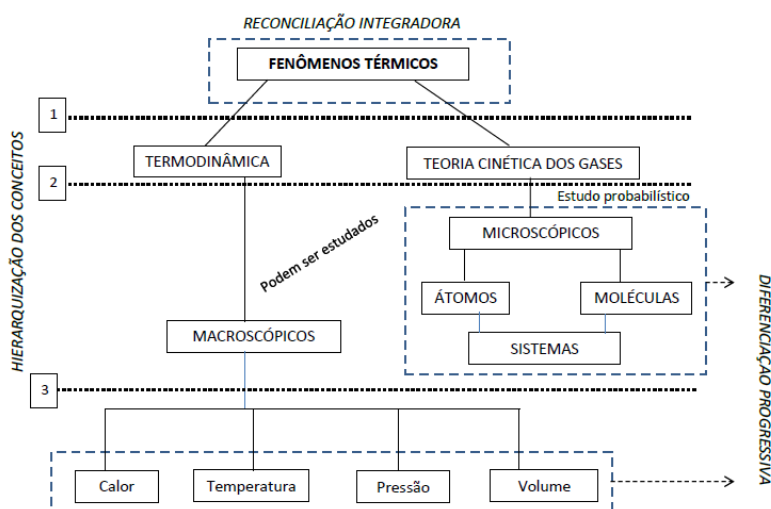


Figura 3 - Estrutura organizacional da Física Térmica (fonte: o autor)

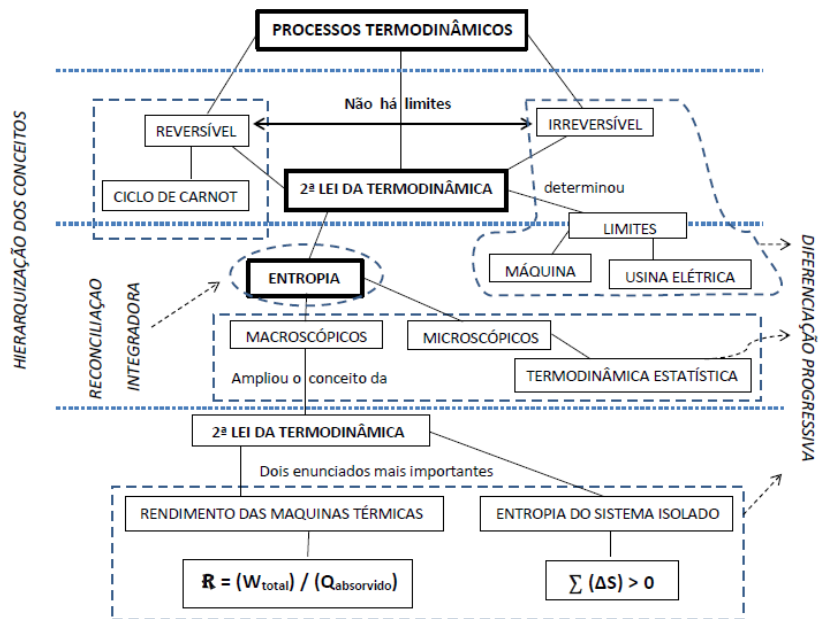


Figura 4 - Estrutura organizacional dos Processos Termodinâmicos – 2ª Lei da Termodinâmica (fonte: o autor)

8 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Utilizando-se esta ferramenta os graduandos aprenderam a produzir mapas conceituais, processo que foi vivenciado na prática, elaborando os mapas (MC1, MC2 e MC3) qualificando o ato de ensinar. Assim, os mapas conceituais enquanto ferramenta, podem ser utilizados ao mesmo tempo, para ensino e para avaliar o resultado da aprendizagem e, ao mesmo tempo, oferecer ao docente a organização hierárquica dos conceitos.

Os dados levantados na pesquisa, parte da dissertação de mestrado, do qual essa ferramenta é seu produto, mostram a adequação da utilização de mapas conceituais para o ensino de física. Também apontam que os mapas conceituais revelam a objetividade do ato de ensinar, pois, para hierarquizar e diferenciar conceitos, reintegrando-os em uma totalidade, deve-se ter assimilado os conceitos trabalhados, sabendo de antemão que a aprendizagem é um ato individual, de internalização conceitual por parte do aluno e conseqüentemente depende de sua formação histórico-cultural.

Somos de opinião, e os resultados da pesquisa mostraram que vale a pena utilizar os mapas conceituais como instrumento de ensino.

Mesmo sendo um instrumento que se mostra eficiente para o ensino de ciências, os resultados alcançados dependem de uma gama de variáveis, como por exemplo, o nível da turma, seus subsunçores, os conteúdos a serem trabalhados, entre outras possibilidades.

Contudo, um alerta ao professor! De acordo com alguns autores há armadilhas na utilização dos mapas conceituais, devido uma série de eventos que não contribui para o uso prolongado dos mapas, pois o professor na sua intensa rotina de trabalho pode utilizar os mapas de forma equivocada ou não adequada, portanto devemos evitar:

1 – o uso do mapa conceitual apenas para mudar a dinâmica tradicional das aulas expositivas;

2 – que os alunos produzam vários mapas em um curto tempo, devido a empolgação que eles têm frente a mais uma “novidade”;

3 – a construção de grandes volumes de mapas se o professor tem dificuldades de avaliá-los sobrecarregando sua rotina, visto que o livro didático não apresenta um gabarito para corrigi-los;

4 – se for para não apresentar, imediatamente, feedback adequado aos alunos e a avaliação restringe-se à contabilidade burocrática dos alunos que cumpriram essa tarefa, e

5 – seu uso se o professor não encontra na sua prática docente os benefícios prometidos pelo mapeamento conceitual, levando-o a não utilizar mais essa técnica em sala de aula.

Essa sequência indesejável de eventos surge devido a falta de aderência entre o domínio teórico e prático, necessário para viabilizar a utilização adequada, intencional e prolongada do mapeamento conceitual em sala de aula, como instrumento de ensino.

9 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEDO, P.H. e JÚNIOR, N.F.F. Concepções de alunos do ensino médio sobre respiração humana. In: XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Curitiba, 2008.

ALMEIDA, Voltaire de O; MOREIRA, Marco A. Mapas conceituais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos da óptica física. RBEF, v.30, n. 4, 4403, 2008.

AUSUBEL, D. P. A Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel. São Paulo, 1982.

BONJORNO, R. A. et al. Física Completa. 2ª ed. São Paulo: FTD, 2001.

CORREIA, P. R. M; SILVA, A. C; JUNIOR, J. G. R. Mapas conceituais como ferramenta de avaliação na sala de aula. RBEF, v.32, n. 4, 4402, 2010.

MOREIRA M.A., Aprendizagem Significativa (Editora da Unb, Brasília, 1999).

NOVAK, J. D; GOWIN, D. B. Aprender a Aprender. Plátano Edições Técnicas: Lisboa, 1984.

PÁDUA, A. B. de; PÁDUA, C. G. de; SILVA, J. L. C. A História da Termodinâmica Clássica: uma ciência fundamental. Londrina: EDUEL, 2009.