

FIS. 43



**UNIVERSIDADE
EDUARDO MONDLANE**



FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

CURSO DE FÍSICA EDUCACIONAL

Trabalho de Licenciatura

**Explorando o Desenvolvimento Conceptual dos Estudantes Sobre a
Energia com o Auxílio do Mapa de Conceitos**

Candidata: Dinelsa António Machaieie

Maputo, Dezembro de 2007

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE FISICA

Física Educacional

Trabalho de Licenciatura

**Explorando o Desenvolvimento Conceptual dos Estudantes
Sobre a Energia com o Auxílio do Mapa de Conceitos**

Candidata: Dinelsa António Machaieie

Supervisor: Dr. Adriano Sacate

Maputo, Dezembro de 2007

Dedicatória

Dedico este trabalho aos professores que na sua luta, sempre incansáveis dão o seu máximo para que o ensino em Moçambique melhore a cada dia que passa e cuja responsabilidade, remete-o à formação integral do aluno, auxiliando-o na aquisição de conhecimentos, no desenvolvimento de atitudes e na consciencialização de valores para o desenvolvimento de competências.

Dedico-o também aos investigadores na área educacional, que buscam constantemente solucionar os problemas que se enfrentam nesta área.

Dedico-o também a todos que directa ou indirectamente se poderão beneficiar deste trabalho.

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar, a Deus que me acompanha sempre e aos meus pais que sempre incentivaram-me a seguir os meus estudos e abriram mão de suas vontades para sustentar as minhas e a minha educação.

Ao meu supervisor, Dr. Adriano Sacate, pela orientação e experiência transmitida durante a realização do trabalho obrigada do fundo do coração.

Agradeço ao dr. Félix Tomo que me acompanhou durante a realização do trabalho pois a turma com a qual trabalhei estava sob sua tutela e, também aos estudantes pois sem a sua participação activa não seria possível o avanço da pesquisa.

Vai o meu obrigada à dr^a Marina Kotchkareva e aos meus colegas, principalmente à Doroteia Isaías, que ajudaram-me incansavelmente nesta pesquisa com suas ideias e sugestões.

Agradeço também à toda minha família que sempre compreensível, acompanhou-me e apoiou-me incondicionalmente em todo o meu percurso académico.

Enfim, agradeço a todos que directa ou indirectamente ajudaram-me nesta pesquisa.

Declaração de honra

Declaro por minha honra que este trabalho é da minha autoria e que nunca foi publicado em nenhum momento para obtenção de um grau académico. Os seus resultados decorrem da análise da informação obtida ao longo da pesquisa e as fontes usadas estão devidamente mencionadas.

A candidata

Dinelsa António Machaieie

Dinelsa António Machaieie

Resumo

O presente trabalho insere-se na investigação sobre as estratégias de ensino-aprendizagem, na área de desenvolvimento conceptual e tem como objectivo: explorar o uso de mapas de conceitos como estratégia de ensino-aprendizagem em Física, especificamente para o conceito energia. O estudo focaliza-se na construção de mapas de conceitos sobre a "energia" pelos estudantes do primeiro ano do curso de Arquitectura e Planeamento Físico da UEM, com vista a verificar a sua organização conceptual. A metodologia usada foi a de estudo de caso em uma amostra de conveniência. Os estudantes desenharam mapas de conceitos em dois momentos: antes e depois da aprendizagem do conceito energia, seguindo a teoria de aprendizagem significativa. Nos mapas de conceitos desenhados pelos estudantes, foram analisados os seguintes pontos: o número de conceitos e as palavras de ligação inseridos no mapa, o conceito considerado mais geral, a hierarquização dos conceitos, o cruzamento ou não das linhas de ligação e os exemplos inseridos. Os mapas desenhados antes da aprendizagem permitiram a avaliação do conhecimento prévio e o diagnóstico das concepções alternativas. Comparando os mapas feitos antes e depois da aprendizagem, verificou-se uma evolução na forma como os estudantes interligam os conceitos relacionados com a energia. A construção dos mapas de conceitos ajudou os alunos a reorganizar as suas ideias numa forma mais integrada. Os resultados apontam para uma melhoria da aprendizagem dos alunos e apresentam indícios da utilização dos mapas de conceitos como teste diagnóstico e como técnica de estudo.

Lista de Figuras

Figura 1. Esquema de um mapa de conceitos.....	22
Figura 2. Mapa de conceitos sobre energia mecânica.....	28
Figura 3. Mapa de conceitos sobre ondas.....	29
Figura 4. Mapa de conceitos sobre electricidade e magnetismo.....	30
Figura 5. Mapa de conceitos sobre corrente eléctrica desenhado durante a aula com os estudantes para ilustrar o processo de construção de um mapa de conceitos.....	34
Figura 6. Mapa de conceitos desenhado pela estudante A antes da aprendizagem.....	44
Figura 7. Mapa de conceitos desenhado pela estudante A depois da aprendizagem.....	45
Figura 8. Mapa de conceitos desenhado pelo estudante B antes da aprendizagem.....	46
Figura 9. Mapa de conceitos desenhado pelo estudante B depois da aprendizagem.....	47
Figura 10. Mapa de conceitos desenhado pelo estudante C antes da aprendizagem.....	48
Figura 11. Mapa de conceitos desenhado pelo estudante C depois da aprendizagem.....	49
Figura 12. Mapa de conceitos desenhado pelo estudante D antes da aprendizagem.....	50
Figura 13. Mapa de conceitos desenhado pelo estudante D depois da aprendizagem.....	51
Figura 14. Mapa de conceitos desenhado pelo estudante E antes da aprendizagem.....	52
Figura 15. Mapa de conceitos desenhado pelo estudante E depois da aprendizagem.....	53

Índice

Dedicatória.....	i
Agradecimentos.....	ii
Declaração de honra.....	iii
Resumo.....	iv
Lista de figuras.....	v
Capítulo I: Introdução e Objectivos	2
1.1. Introdução.....	2
1.2. Contextualização	3
1.3. Problematização	3
1.4. Justificação do estudo.....	4
1.5. Importância do trabalho	5
1.6. Objectivos.....	5
1.6.1. Objectivo Geral	5
1.6.2. Objectivos Específicos	5
1.7. Perguntas de pesquisa.....	6
1.8. Estrutura do trabalho	6
Capítulo II: Revisão Bibliográfica	7
2.1. Inadequações no ensino da Física	7
2.2. O papel das concepções alternativas em Física.....	8
2.3. Concepções alternativas sobre o conceito 'energia'	9
2.4. Conceptualização da energia	10
2.5. A teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel	12
2.5.1. Condições para a ocorrência da aprendizagem significativa.....	14
2.5.2. Tipos de aprendizagem significativa.....	18
2.5.3. Organização do conteúdo segundo a teoria de Ausubel.....	19
2.6. Mapas de Conceitos	20
2.6.1. Explorando o uso de Mapas de Conceitos no ensino-aprendizagem	23
2.6.2. Sugestões para a construção de um mapa de conceitos.....	26
2.6.3. Vantagens do uso de mapas de conceitos no ensino e aprendizagem	27
2.6.4. Desvantagens do uso de mapas de conceitos no ensino e aprendizagem.....	28
2.7. Exemplos ilustrativos de mapas de conceitos	28
Capítulo III: Metodologia do Trabalho.....	31
3.1. Descrição da metodologia	31
3.2. População e Amostra.....	33
Capítulo IV: Resultados Obtidos e sua Discussão.....	35
4.1. Resultados Obtidos.....	35
4.2. Discussão dos resultados.....	35
4.3. Resultados das entrevistas.....	38
Capítulo V: Conclusões, Recomendações e Limitações do Trabalho.....	39
5.1. Conclusões	39
5.2. Recomendações.....	40
5.3. Limitações do trabalho	40
Referências Bibliográficas	41
Anexos.....	43

Capítulo I: Introdução e Objectivos

1.1. Introdução

O ensino das ciências naturais e exactas enfrenta no nosso país muitas dificuldades, causadas, ou pela falta de bases sólidas nos alunos, ou pela inadequação das estratégias usadas pelos professores que pouco levam em conta o conhecimento prévio dos alunos, o que faz com que os estes se tornem menos participativos e desinteressados nas aulas. Porém, é sabido que o que estimula o aluno na sala de aulas não é somente o assunto a ser tratado mas também as estratégias usadas pelo professor para atingir os seus objectivos.

A aprendizagem das ciências é um processo onde o que já se sabe é tão ou mais importante do que aquilo que é descoberto ou transmitido de novo e determina em grande parte no que prestaremos atenção, perceberemos, aprenderemos, lembraremos e esqueceremos (Woolfolk, 2000). Para que o aluno complexifique o seu conhecimento sobre um conceito, é preciso partir do que ele já sabe sobre o conceito em estudo.

Sendo assim, devem-se aplicar métodos diversificados e mais participativos que levem em conta o que os alunos sabem, visando uma aprendizagem significativa. O uso de estratégias diversificadas poderá facilitar a compreensão do conhecimento científico, ilustrando a forma como este é construído e realçando o seu carácter evolutivo.

Uma dessas estratégias é o uso de mapas de conceitos. Um mapa de conceitos é um esquema que representa relações significativas entre conceitos, ideias, etc. É uma ferramenta visual muito útil que pode ser usada em várias áreas do saber, para a organização e representação do conhecimento. O mapeamento de conceitos é uma técnica que consiste em organizar e hierarquizar os conceitos relacionados a um determinado assunto em um diagrama de fácil visualização, que permita a verificação da organização conceptual desse assunto.

1.2. Contextualização

É hoje largamente reconhecida por numerosos investigadores na área de didáctica das ciências a importância das representações que os alunos possuem ao se confrontarem com os mais diversos temas científicos. Estas representações são, por vezes, bem diferentes das ideias aceites cientificamente. Diversos pesquisadores da área educacional vêm-se dedicando incansavelmente à busca de estratégias instrucionais que levem em conta o que os estudantes pensam, como percebem e compreendem os fenómenos que vão ser estudados (Carvalho et al., 1992). O estudo centra-se na análise dos mapas de conceitos sobre a “energia” construídos pelos estudantes do primeiro ano do curso de Arquitectura e Planeamento Físico, com vista a verificar a sua organização conceptual. Os mapas foram desenhados em dois momentos: antes e depois da aprendizagem do conceito energia, seguindo a teoria de aprendizagem significativa. O trabalho insere-se na investigação sobre as estratégias de ensino-aprendizagem, na área de desenvolvimento conceptual. O desenvolvimento conceptual refere-se a ampliação da capacidade explanatória de uma rede conceptual. É mais frequentemente um aumento da informação que o aluno usa para discriminar os contextos em que é vantajoso usar uma ou outra forma de explicação (Mintzes et al., 2000).

1.3. Problematização

O distanciamento dos métodos de ensino comumente usados em Física (teórico-expositivo, memorísticos, passivos, acríticos, não criativos, etc.) com relação ao seu carácter observacional, investigativo e criativo, tem criado um certo desinteresse nos alunos, fazendo com que muitos achem uma disciplina difícil.

Fora isso, o ensino da Física nas escolas secundárias moçambicanas e não só, cinge-se principalmente na resolução de exercícios com o auxílio de fórmulas e suportes matemáticos, o que faz com que os alunos se empenhem muito pouco em compreender os conceitos abordados nesta disciplina, como relacioná-los entre eles e com os fenómenos que ocorrem no dia-a-dia e, capitalizem todos os seus esforços em decorar fórmulas que eles próprios poucas vezes entendem.

Os alunos são treinados também para responder de forma correcta a perguntas padronizadas, a decorar fórmulas para a resolução de determinado tipo de problemas. Porém, quando lhes é pedido para

resolver um tipo de problemas ligeiramente diferente daqueles que se podem encontrar nos livros, evidenciam grandes dificuldades em estabelecer relações conceptuais no contexto de fórmulas que decorram (Derry, 1990; Roth, 1990) citados em Canavarro (1999).

Segundo Nardi (2004), o método tradicional (teórico-expositivo) de ensino de Física que é acompanhado da resolução de exercícios, enfatiza um ensino colectivo a indivíduos diferentes, contraposto à diversidade de características sócio-económicas e níveis intelectuais dos estudantes.

“Energia” é um dos conceitos mais importantes em Física. É um conceito central em domínios de mecânica, termodinâmica, electricidade e em outras disciplinas como Química e Biologia. É também um termo muito usado na nossa vida diária. Embora o termo “energia” se use todos os dias, ele tem um significado bem preciso em Física, mas de acordo com Mutimucio (1998), os estudantes geralmente apresentam problemas conceptuais sobre o conceito, confundindo-o várias vezes com trabalho, força, etc. Solbes e Tarin (1998) citados por Tavares (2005) detectaram as principais dificuldades em relação à aprendizagem do conceito energia, das quais podem citar-se: como a energia pode ser gasta ou armazenada, como se pode compreender a sua transformação, conservação e degradação.

A dificuldade que a maioria dos alunos revela em lidar com conceitos, o seu baixo desenvolvimento conceptual demonstrado, tem levantado questões acerca de como se poderá estimular essa competência (Klausmeier, 1994 citado em Canavarro, 1999).

1.4. Justificação do estudo

Foi com base nas dificuldades observadas que a investigadora foi motivada a usar a estratégia de mapas de conceitos para a abordagem do conceito “energia”. Trata-se de um estudo de caso levado a cabo com os estudantes do primeiro ano do curso de Arquitectura e Planeamento Físico da UEM. Optou-se pelo uso de mapas de conceitos porque estes ajudam-nos a adquirir mais conhecimentos de forma significativa. A sua construção exige uma compreensão a cerca das ideias transmitidas pelos conceitos pois, são construídos determinando relações entre os mesmos. Permitem também aos professores explorar o que os alunos sabem sobre um dado tema, sobre as ligações e relações entre os conceitos envolvidos, podendo, com base nesse conhecimento, adequar o ensino à estrutura do conhecimento prévio dos alunos e avaliar o nível de compreensão do tópico abordado. Optou-se pelo mapeamento do

conceito “energia” por este ser familiar aos alunos desde classes do ensino primário, no seu dia-a-dia e também por ser um dos conceitos físicos mais relevante em vários domínios desta área de conhecimento.

1.5. Importância do trabalho

O tema é de extrema importância porque o estudo e aplicação das estratégias de ensino-aprendizagem tem como finalidade contribuir para um processo de ensino-aprendizagem mais efectivo e para uma melhor compreensão das ciências. Uma dessas estratégias é o uso de mapas de conceitos que promovem uma participação activa do aluno no processo de ensino-aprendizagem através de uma reconstrução contínua do seu próprio saber com base em desestruturações e reestruturações sucessivas do seu conhecimento, isto é, o aluno passa a desempenhar então um papel central neste processo, pois ele próprio orienta a aquisição de novas informações porque elas estarão directamente relacionadas com a estrutura do seu conhecimento prévio.

1.6. Objectivos

1.6.1. Objectivo Geral

- ❖ Explorar o uso de mapas de conceitos como estratégia de ensino-aprendizagem na disciplina de Física, particularmente sobre a energia.

1.6.2. Objectivos Específicos

- ❖ Ensinar a técnica de construção dos mapas de conceitos.
- ❖ Observar como os alunos relacionam e interpretam vários tópicos envolvidos na abordagem do conceito energia em um mapa de conceitos.
- ❖ Avaliar o nível de compreensão dos alunos sobre o conceito energia, comparando os mapas construídos antes e depois da aprendizagem.
- ❖ Avaliar a eficácia do uso de mapas conceptuais no processo de ensino-aprendizagem.

1.7. Perguntas de pesquisa

1. Como se pode explorar o conhecimento conceptual dos alunos com recurso a mapas de conceitos?
2. O que podem nos revelar os mapas sobre a compreensão do conceito energia?
3. Será que o uso de mapas de conceitos no processo de ensino-aprendizagem pode ajudar na compreensão do tópico mapeado?

1.8. Estrutura do trabalho

Este trabalho é composto por cinco (5) capítulos. O primeiro capítulo é composto pela introdução, justificação do estudo, importância do trabalho, contextualização, problematização, objectivos (gerais e específicos), perguntas de pesquisa e pela própria estrutura do trabalho. O segundo capítulo é composto pela fundamentação teórica. Neste capítulo abordam-se algumas concepções alternativas sobre a energia. Descreve-se resumidamente a teoria de aprendizagem significativa pois, ela é a base da construção dos mapas de conceitos que são o foco deste trabalho. Os mapas também são descritos neste capítulo. O capítulo 3 é constituído pela metodologia do trabalho. Neste capítulo encontra-se a descrição detalhada das actividades que foram levadas a cabo durante a recolha de dados e que posteriormente, foram apresentados e analisados. O capítulo 4 é composto pelos resultados obtidos e sua discussão. O quinto e último capítulo é constituído pelas conclusões, recomendações e limitações do trabalho.

Capítulo II: Revisão Bibliográfica

2.1. Inadequações no ensino da Física

A falha muito comum no ensino da Física é de apresentá-la como uma sucessão de um conjunto de fórmulas ou ainda na resolução de problemas meramente matemáticos. Os alunos têm demonstrado dificuldades na transferência de conhecimento teórico para a aplicação prática, ou seja, para a resolução de exercícios. Este facto deve-se a que o mesmo conhecimento teórico por si adquirido não está coeso nem sistematicamente organizado em sua estrutura cognitiva, de modo a ser usado para tal.

Os exercícios de aplicação são geralmente os mesmos ou com mesmo conteúdo, o que faz com que os alunos se limitem a decorar os passos da resolução dos mesmos e não se preocupem em perceber a “ciência” do próprio exercício ou seja, os alunos são treinados para responder de forma correcta a perguntas padronizadas, a decorar fórmulas para a resolução de um determinado tipo de problemas e quando lhes é pedido para resolver um tipo de problemas ligeiramente diferente daqueles que se podem encontrar nos manuais, evidenciam grandes dificuldades em estabelecer relações conceptuais no contexto de fórmulas que decorram (Canavarro, 1999).

Dentre tantas outras causas de dificuldades que se levantam no processo de ensino-aprendizagem de Física, destaca-se também a concepção do professor sobre o próprio processo, isto é, a incapacidade de incorporar processos pedagógicos menos centrados nele, em utilizar recursos promotores de maior participação dos alunos e ainda a questão que alguns professores fazem de apresentar a Física como uma ciência difícil, da qual poucos têm domínio (Rosa e Rosa, 2000).

Os programas excessivamente longos e o número reduzido de aulas de Física, o baixo nível intelectual dos alunos e a própria falta do hábito de leitura por parte dos alunos (os alunos apresentam uma forte dependência dos apontamentos que o professor leva para a sala de aulas) são outros factores que prejudicam o processo de ensino-aprendizagem em Física.

De todas as dificuldades que se verificam no processo educacional, a que mais se destaca é aquela em que não se tem em conta o que o aluno já sabe, pois ela é independente dos recursos instrucionais que

se usam. De acordo com Rosa e Rosa (2000), muitos professores ainda insistem em praticar uma metodologia que não leva em consideração a existência de um conhecimento anteriormente adquirido pelo aluno, trazendo dessa forma, dificuldades tanto para si que ensina assim como para o aluno que aprende.

Segundo Moreira (1983), a probabilidade de que o ensino seja inadequado é grande quando se supõe que o aluno já sabe determinado assunto e se ensina com base nessa suposição, sem se confirmar se realmente ele sabe.

2.2. O papel das concepções alternativas em Física

As concepções alternativas são o produto de um conjunto diverso de experiências pessoais que inclui a observação directa dos objectos e fenómenos naturais, a cultura dos amigos, a linguagem do dia-a-dia assim como a intervenção do ensino formal (Mintzes et al., 2000).

Ao entrar em contacto com a Física, os alunos já trazem consigo concepções sobre o mundo natural e sobre os fenómenos em estudo que são razoáveis e úteis a eles. Em alguns casos, essas concepções diferem significativamente dos conceitos e princípios físicos que se desejam ensinar, e actuam como “barreiras” a uma aprendizagem efectiva, pois são resistentes a mudança.

Partindo da visão construtivista de ensino, é importante que se conheçam as ideias prévias que os alunos trazem consigo, pois a construção do conhecimento está baseada no desenvolvimento das noções que os alunos vão apresentando, devendo estas, serem o ponto de partida e posteriormente, utilizadas para conduzir novas construções.

Giordan (1991) citado em Cool (2000), enfoca as concepções dos alunos como instrumentos imprescindíveis de diagnóstico na acção educativa. Ressaltando que os mesmos não são evidentes nem transparentes, mas para a sua inferência é necessária uma metodologia minuciosa na colecta e no tratamento da informação sobre as concepções através de diversos métodos como a observação e a discussão em classe, os questionários e entrevistas e os estudos de evolução das representações mediante a ajuda do pré e do pós-teste seguida de cuidadosa análise da informação colectada.

É preciso partir da explicação que o aluno é capaz de fornecer sobre algum fenómeno e que ideias ele associa para explicá-lo, justificá-lo. A partir da explicitação em aula das diferentes formas de pensar é que estes podem ser problematizadas e enriquecidas pela leitura, pela pesquisa ou pela explicação do professor. Frente à concepção tradicional e habitual da aprendizagem do aluno, de que ela depende directamente da influência do professor e da metodologia de ensino utilizada, põe-se em relevo a importância do conhecimento prévio do aluno.

O reconhecimento e a explicitação da divergência que possa existir entre os dois conhecimentos (o alternativo e o cientificamente aceite) deve ser parte fundamental da prática pedagógica em Física, assim como em outras disciplinas. A introdução de conceitos abstractos deve partir da análise de situações concretas, de preferência ligadas à experiência quotidiana dos alunos ou seja, deve-se tentar ao máximo adequar a Física à realidade do aluno.

Não querendo dizer com isto que todas as noções e conceitos que os alunos aprendem devem estar ligados a sua realidade imediata, quer se afirmar que os conteúdos veiculados na escola devem servir para desenvolver novas formas de compreender e interpretar a realidade, questionar, discordar, propôr soluções, ser um leitor reflexivo do mundo que o rodeia. Isto não apenas facilita a aprendizagem desses conceitos mas principalmente se estabelece uma ponte entre o mundo da teoria e aquele em que vivem os alunos.

2.3. Concepções alternativas sobre o conceito 'energia'

Todos nós temos uma ideia do que seja energia, sem conhecer a sua definição. Embora o termo "energia" se use todos os dias, ele tem um significado bem preciso em Física.

Uma das concepções alternativas mais vulgares é a seguinte: "**estou cheio de energia**". Com esta frase queremos dizer que nos sentimos em forma e capazes de fazer muitas coisas; se uma pessoa está sempre activa e ocupada dizemos que é uma pessoa enérgica; depois de um dia de trabalho duro ou mesmo de uma actividade física como, por exemplo, um jogo de futebol, dizemos que estamos "sem energia".

A seguir descrevem-se algumas concepções alternativas mais gerais sobre o conceito, citadas por Mutimucuo (1998).

- ❖ É comum associar-se o conceito de energia aos seres humanos, com frases do tipo ele tem muita energia ou perdeu energia ou ainda, está sem energia.
- ❖ A energia é uma propriedade dos corpos e pode ser gasta.
- ❖ Alguns objectos são vistos como tendo energia enquanto outros precisam de energia e a gastam quando a adquirem, ela é transferida em alguns processos e está envolvida em processos de movimento.
- ❖ A energia não se conserva pois não pode ser utilizada indefinidamente.
- ❖ A energia é um ingrediente latente nos objectos ou em situações que precisam de um impulso para manifestá-la, como exemplo cita-se a energia contida nos alimentos e que só se torna activa depois de os ingerirmos.

Mutimucuo (1998) citando alguns autores, considera que os alunos revelam concepções do tipo 'energia' e 'força' tem o mesmo significado e para alguns alunos, a "energia é um tipo de força".

2.4. Conceptualização da energia

Todos nós temos uma ideia do que seja energia, sem conhecer a sua definição. Embora o termo "energia" se use todos os dias, ele tem um significado bem preciso em Física. O termo "energia" designa um conceito chave em Física moderna, principalmente a partir dos meados do século XIX. Antes da descoberta deste conceito, vários processos que na prática estavam relacionados, eram tratados separadamente. Porém, a partir da descoberta deste conceito os processos foram unificados. Toma-se como exemplo, a termodinâmica e a mecânica.

A energia manifesta-se sob as mais diversas formas e por isso recebe diferentes nomes: luz (energia luminosa), som (energia sonora), calor (energia calorífica), movimento (energia cinética), etc. Manifesta-se também sob outras formas, que recebem o nome de energia química, energia eléctrica, energia térmica, energia radiante, energia muscular, energia atómica e nuclear. Não é fácil definir a energia de maneira simples e precisa, pois é um conceito que abrange fenómenos extremamente diferentes entre si.

Mutimucio (1998) cita alguns autores que definem a energia como sendo:

- ❖ capacidade de provocar mudanças;
- ❖ capacidade de realizar trabalho;
- ❖ capacidade de produzir calor;
- ❖ é um tipo de fluído;
- ❖ é uma substância quase material;
- ❖ é uma quantidade abstracta de balanceamento, entre outras.

Esta variedade de definições mostra que não há consenso em uma definição universal da energia. Tavares (2005), considera que algumas dificuldades na aprendizagem de conteúdos relativos à energia, devem-se à falta de precisão e unificação conceptual.

Em muitas fontes, a ideia de energia está intimamente ligada à de trabalho, com tanto que em muitas delas ela é definida como a “capacidade que um sistema tem de realizar trabalho”, porém, segundo (Tavares, 2005) esta definição só é coerente dentro da mecânica clássica, pois em disciplinas como termodinâmica esta definição tem utilidade questionada. Para ele, a energia é uma propriedade de determinado sistema físico.

O que mais importa não é a definição do conceito em si, mas sim compreender a sua natureza, as relações entre os vários tipos de energia e as ferramentas de cálculo fundamentais.

Para facilitar a compreensão científica deste conceito, o ensino do mesmo deve, segundo Duit (1986) citado em Mutimucio (1998), ser baseado nos seguintes aspectos fundamentais:

- ❖ Transferência de energia – a energia não pode ser mantida em um único sistema, ela pode ser transferida de um sistema para outro ou para o meio envolvente.
- ❖ Transformação de energia – a energia manifesta-se de diferentes formas e pode ser convertida de uma forma para outra. São exemplos de transformação de energia os seguintes processos: a transformação de energia cinética em potencial e vice-versa, a transformação de energia mecânica em calor, transformação de energia química em eléctrica, etc.
- ❖ Conservação de energia – a energia não pode ser criada nem destruída, ela só pode ser transformada de uma forma para outra. Quando a energia é transferida de um sistema para

outro, ou quando é convertida de uma forma para outra, em alguns casos, a quantidade total da mesma mantém-se constante.

- ❖ Dissipação e degradação de energia – perda de uma determinada quantidade de energia durante alguns processos. A energia inicial é transformada para um tipo de energia que não pode ser mais recuperada completamente. Exemplo: a transformação de energia mecânica em calor na presença de atrito.

2.5. A teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel

Esta teoria foi proposta por David Ausubel na década 60. A teoria de Ausubel é uma teoria cognitiva, e busca explicar teoricamente o processo de aprendizagem segundo a óptica do cognitivismo. Na perspectiva cognitiva, o “conhecimento enfatiza o entendimento de conceitos e teoremas em diferentes esferas de matérias e capacidades cognitivas gerais, tais como o raciocínio, o planeamento, a solução de problemas e a compreensão da linguagem” (Moreira, 1983).

Ausubel et al. (1978) citado por Moreira (1983), ao analisar a interacção entre o professor, o aluno e o conhecimento no contexto escolar, identificaram duas formas de aprendizagem: *a mecânica e a significativa*.

A aprendizagem significativa é um processo através do qual a nova informação se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não literal) a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Neste processo a nova informação interage com uma estrutura do conhecimento específica, a qual Ausubel chama de “subsunçor”.

O subsunçor é um conceito, uma ideia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva, capaz de servir de “ancoradouro” a uma nova informação de modo que ela adquira assim, significado para o indivíduo. As novas informações adquirem então, um significado para o indivíduo através da interacção com esses conceitos, contribuindo para a sua diferenciação, elaboração e estabilidade.

Em Física, se os conceitos de força e campo já existem na estrutura cognitiva do aluno, eles servirão de subsunçores para novas informações referentes a certos tipos de força e campo, como por exemplo, a força e o campo electromagnético.

Para Ausubel, novas ideias e informações podem ser aprendidas e retidas na medida em que conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e sirvam desta forma de ancoradouro a novas ideias e conceitos

A lei de Ohm que indica que num circuito a intensidade da corrente é directamente proporcional a voltagem, só fará sentido ou seja, só será aprendida significativamente se o aprendiz tiver adquirido previamente os conceitos de intensidade de corrente, voltagem, proporcionalidade directa e inversa e se estes estiverem suficientemente claros na sua estrutura cognitiva.

Durante a aprendizagem significativa ocorre um processo de interacção através do qual conceitos mais relevantes e inclusivos interagem com o novo material servindo de ancoradouro, incorporando-o e assimilando-o, porém, ao mesmo tempo modificando-se em função dessa ancoragem (Moreira, 1983).

Moreira (1983) citando Ausubel, considera que o resultado da interacção que ocorre, na aprendizagem significativa, entre o novo material a ser aprendido e a estrutura cognitiva existente é uma assimilação de antigos e novos significados que contribui para a diferenciação dessa estrutura. Devido a aquisição de novas informações, os elementos da estrutura cognitiva reorganizam-se e adquirem novos significados.

A modificação que se provoca nos inclusores, enriquecendo-os e modificando-os, aumenta a potencialidade da estrutura cognitiva para incorporar novas informações similares, isto é, para continuar a aprender e a usar o conhecimento adquirido em diversas situações pois, uma vez adquirido, esse conhecimento passa a ser o principal factor a influenciar a aquisição de novos conhecimentos na mesma área (Moreira e Buchweitz, 2000).

Novak em seus trabalhos concluiu que os estudantes com melhores resultados eram os que chegavam à aprendizagem com uma estrutura de conhecimento anterior bem estabelecida, ou seja, com o conhecimento de conceitos específicos relevantes na ciência.

Para que a estrutura cognitiva preexistente influencie e facilite a aprendizagem subsequente é preciso que o seu conteúdo tenha sido aprendido de forma significativa. Para se evitar a simulação da

aprendizagem significativa, devem-se formular questões e problemas de uma nova maneira e não familiar que requeira uma transferência do conhecimento adquirido.

2.5.1. Condições para a ocorrência da aprendizagem significativa

- O material a ser aprendido deve ser *potencialmente significativo* do ponto de vista lógico, isto é, deve ter uma organização e estrutura interna não arbitrária e deve ser relacionável com a estrutura cognitiva pré-existente.

Esta condição envolve dois factores principais, que são: a natureza do material em si e a natureza da estrutura cognitiva do aprendiz. Quanto ao primeiro factor, a informação nova também deve ser relevante para outros conhecimentos já existentes, ou seja, o conteúdo da aprendizagem deve ser potencialmente significativo do ponto de vista psicológico e quanto ao segundo, o aluno deve possuir conhecimentos prévios relevantes de modo que os possa relacionar de forma substancial com o novo que tem de aprender.

- O aluno deve desejar aprender de forma significativa. O aluno deve querer compreender, isto é, estabelecer relações substanciais entre os novos conteúdos de aprendizagem e os que já sabe (Cool et al., 2004).

Esta condição implica que independentemente de quão potencialmente significativo seja o material a ser aprendido, se a intenção do aprendiz for simplesmente, a de memorizá-lo arbitrária e literalmente, o processo de aprendizagem será mecânico.

De acordo com Sprinthall e Sprinthall (1993), as pessoas que formaram predisposições para a aprendizagem, adquirem e conseguem usar a nova informação de uma forma mais eficaz do que aqueles que não as formaram.

Quando um ou mais critérios não estão reunidos, ocorre a aprendizagem mecânica. Esta impõe limitações como uma má retenção e recuperação de novas ideias, interferências potenciais na aprendizagem futura de conceitos relacionados e incapacidade de usar o novo conhecimento para

resolver novos problemas. Em grande parte das situações escolares, a aprendizagem significativa é o resultado preferido (Mintzes et al., 2000).

No decorrer da aprendizagem significativa, o conhecimento vai sendo construído e implica a atribuição de significados pessoais. A atribuição de significados depende da presença e da activação de conhecimentos já presentes na estrutura cognitiva do aluno e requer também uma disposição e uma atitude propensa para aprender de maneira significativa.

Para que um conceito tenha significado, é necessário conhecer a sua natureza, as suas propriedades, os fenómenos que entram na sua especificação, as ferramentas de cálculo que lhe estão associadas e é necessário utilizá-los adequadamente, de acordo com o contexto.

Do lado oposto, encontra-se a aprendizagem mecânica ou repetitiva, na qual se estabelecem associações arbitrárias, literais e não substantivas entre os conceitos existentes na estrutura do conhecimento prévio do aluno e o novo conteúdo apresentado (Cool et al., 2004).

Aprendizagem mecânica é aquela em que novas informações são aprendidas praticamente sem interagir com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, sem se ligar a conceitos subsunçores específicos. A nova informação é armazenada de maneira arbitrária e literal, não interagindo com aquela já existente na estrutura cognitiva e pouco ou nada contribuindo para a sua elaboração e diferenciação.

Em Física bem como em outras disciplinas, a simples memorização de fórmulas, teorias, leis e conceitos pode ser tomada como exemplo típico de aprendizagem mecânica.

A aprendizagem mecânica ocorre quando o indivíduo não consegue relacionar, de forma arbitrária e não literal, o conteúdo a ser aprendido com aquilo que já sabe, não conseguindo, assim, generalizar e expressar esse conteúdo com suas próprias palavras. O indivíduo só consegue expressar as ideias repetindo as mesmas palavras, memorizadas de forma arbitrária e literal, sem ter, de facto, assimilado os conteúdos envolvidos. Os conhecimentos aprendidos mecanicamente só são aplicáveis a situações já conhecidas que não impliquem compreensão dos conteúdos.

A aprendizagem mecânica é sempre necessária quando um indivíduo adquire informação numa área de conhecimentos completamente nova para ele, isto é, a aprendizagem mecânica ocorre até que alguns elementos de conhecimento, relevantes a novas informações na mesma área, existam na estrutura cognitiva e possam servir de subsunçores, ainda que pouco elaborados (Moreira e Buchweitz, 2000).

À medida que a aprendizagem começa a ser significativa, esses subsunçores vão ficando cada vez mais elaborados e mais capazes de fixar ou servir de âncora a novas informações (Moreira e Buchweitz, 2000).

Há tarefas escolares nas quais o aluno recebe uma informação que só pode ser relacionada de maneira memorística com seus conhecimentos prévios (aprender tabuadas de multiplicar) mas também podem favorecer-se aprendizagens significativas por meio de uma exposição do professor na qual se destaquem as relações entre determinados conceitos ou princípios (Cool et al., 2004).

Esses dois tipos de aprendizagem, apesar de significados antagónicos, não devem ser interpretados de forma dicotómica. Uma não exclui a outra porque estão em extremidades opostas de um *continuum* com várias posições intermediárias.

Segundo Moreira e Buchweitz (2000), no caso de não existirem conhecimentos prévios relevantes para a matéria em causa, aconselha-se o uso de *organizadores prévios* que sirvam de âncora para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos subsunçores que facilitem a aprendizagem subsequente. É uma estratégia usada para manipular a estrutura cognitiva e facilitar a aprendizagem significativa.

Os organizadores prévios são conteúdos introdutórios de maior nível de generalidade, de abstracção e de inclusividade do que o novo material de aprendizagem que se pretende abordar, formulados em termos familiares para o aluno. Os organizadores prévios não são necessariamente textos escritos, englobam-se ainda as demonstrações, as discussões ou filmes, dependendo da situação de aprendizagem.

Sua função é a de “superar a distância” ou lançar pontes entre o conhecimento que se possui e o que se necessita saber para abordar com êxito o conteúdo que se pretende assimilar. Com sua apresentação, pretende-se activar ou criar um inclusor pertinente.

Os organizadores prévios podem servir a três propósitos:

- Dirigir a atenção ao que realmente é importante no material que chega;
- Ressaltar relações entre as ideias que serão apresentadas;
- Lembrar as informações relevantes que já temos.

Os organizadores prévios ajudam os alunos a aprender, principalmente quando o material a ser aprendido é bastante desconhecido, complexo ou difícil. Existem duas categorias de organizadores prévios: os *comparativos* e os *expositivos*.

Os comparativos activam os esquemas já existentes na estrutura cognitiva. Nos lembram o que sabemos e não percebemos que é importante. Geralmente ressaltam semelhanças e diferenças entre conceitos.

Os expositivos fornecem novo conhecimento que é necessário para entender a informação que irá chegar. Geralmente é uma declaração de um subordinador ou uma definição de um conceito geral ou ainda a declaração da importância do tema.

Os efeitos dos organizadores prévios dependem de como os alunos realmente os utilizam. Para um organizador ser efectivo, antes ele deve ser processado e entendido pelos alunos e, ele deve ser realmente um organizador, ele deve indicar relações entre os conceitos e termos básicos que serão usados (Woolfolk, 2000).

A eficácia dos organizadores prévios depende de duas condições:

- Que seja possível identificar os conhecimentos prévios existentes, relevantes e específicos;
- Que os novos conteúdos sejam sequenciados de tal modo que a capacidade do aluno para relacioná-los com o que já possui se incremente ao máximo.

Existe uma controvérsia sobre sua eficácia, pois a concepção destes depende sempre da natureza do material de aprendizagem, da idade do aprendiz e do grau de familiaridade que ele já tem com o assunto a ser aprendido ou seja, não se pode dizer, concretamente, se um determinado material é ou não um organizador prévio.

Segundo Cool et al. (2004), a dependência que têm os organizadores prévios do material específico e do conhecimento dos alunos, confere uma certa dificuldade à tarefa de seleccioná-los.

2.5.2. Tipos de aprendizagem significativa

De acordo com a relação hierárquica que há entre o conhecimento que já existe na estrutura cognitiva e a informação que é preciso aprender, Ausubel distingue três maneiras diferentes em que se pode realizar o processo de aprendizagem significativa: *aprendizagem super-ordenada*, *aprendizagem subordinada* e *aprendizagem combinatória* (Cool., 2000).

A aprendizagem super-ordenada é aquela na qual se aprende um conceito ou uma proposição inclusiva que abarca várias ideias já presentes na sua estrutura cognitiva (Cool et al., 2004) ou seja, o conhecimento prévio é mais específico que o novo material, estabelecendo-se este, como uma ideia ou conceito de posição superior e inclui como exemplos, casos ou extensões dos conceitos já existentes na estrutura cognitiva. Neste caso, o processo-chave é a *reconciliação integrativa ou integradora* (Cool, 2000).

A reconciliação integrativa é um processo de recombinação dos elementos previamente existentes na estrutura cognitiva. Na reconciliação integrativa, ocorrem comparações, onde se observam semelhanças e diferenças e se reorganizam os elementos da estrutura hierárquica de maneira que estes tomam outro significado, ou seja, é o reajustamento das relações entre os conceitos subordinados e os de posição superior.

Poderia ser a aprendizagem do princípio de conservação da energia, na medida em que ele fosse introduzido através de exemplos específicos em que a quantidade total de energia num sistema antes e depois de uma transformação é a mesma. Após encontros sucessivos com exemplos dessa natureza, envolvendo diferentes tipos de energia, inclusive transformações de um tipo em outro, o aluno poderá

chegar ao conceito de conservação de energia como um todo e encarar cada exemplo como um caso particular de algo mais geral.

Na aprendizagem subordinada, os conceitos inclusores são superiores na hierarquia da estrutura cognitiva em relação ao material que deve ser aprendido. Neste tipo de aprendizagem, o processo fundamental que se produz é a *diferenciação progressiva* dos conceitos.

Na diferenciação progressiva os conceitos da estrutura cognitiva do aluno se explicitam e se tornam mais específicos (Cool et al., 2004).

O mesmo exemplo poderia ser usado para ilustrar a aprendizagem subordinada, se o aprendiz já tivesse como subsunção o conceito de “conservação”. Nesse caso a conservação da energia, assim como a conservação de carga eléctrica e de outras grandezas físicas poderiam ser aprendidos por subordinação e contribuiriam para a elaboração ou diferenciação da ideia-âncora, a conservação

Segundo Cool et al. (2004), a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa são processos complementares e inseparáveis. A diferenciação progressiva está mais relacionada com a aprendizagem subordinada e a reconciliação integrativa está mais relacionada com a aprendizagem supra-ordenada, podendo ambas ocorrerem em uma mesma aprendizagem, ou seja, a aprendizagem que resultar em reconciliação integrativa resultará também em diferenciação progressiva adicional de conceitos.

Na aprendizagem combinatória, não há relação hierárquica entre os conhecimentos prévios e o novo material, ambos situam-se num nível similar dentro da hierarquia conceptual da estrutura cognitiva ou seja, aprendem-se conceitos que são do mesmo nível de hierarquia que os conhecimentos prévios (Cool et al., 2004). A aprendizagem da equivalência entre massa e energia, é citada por Ausubel como um exemplo de aprendizagem combinatória.

2.5.3. Organização do conteúdo segundo a teoria de Ausubel

Para se organizar o conteúdo de acordo com a teoria de Ausubel, a primeira e usualmente difícil tarefa é a de determinar ou “mapear” a estrutura conceptual do que vai ser ensinado. O mapeamento do conteúdo pode ser feito indirectamente, analisando, por exemplo, um texto sobre esse conteúdo. Com

base nessa estrutura passa-se à organização sequencial do conteúdo. O mapeamento do conteúdo certamente facilita a identificação dos subsunçores que o aprendiz deverá ter disponíveis de maneira clara, precisa e estável, em sua estrutura cognitiva, de modo a que possa aprendê-lo de forma significativa.

Uma vez identificados os subsunçores, torna-se necessário determinar o que o aluno “já sabe”, isto é, determinar dentre os subsunçores (identificados ao mapear o conteúdo), quais os que estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno e com que grau de clareza e estabilidade, ou seja, “mapear” sua estrutura cognitiva ou que o próprio aluno faça um mapa de conceitos.

A ideia é que dado um certo conjunto de conceitos, o aluno os disponha em um diagrama, de acordo com certas regras (hierarquia, linhas de ligação, etc.), de modo que a configuração obtida sugira como o aluno vê esses conceitos uns em relação aos outros. Os mapas de conceitos são muito eficazes para explorar as ligações que existem entre as ideias, tal como são entendidas pelos alunos.

Uma simples análise qualitativa de um mapa desenhado por um aluno pode dar ao professor informações valiosas sobre o tipo de relações que o aluno estabelece (ou não) entre certos conceitos. De posse de um mapa desse tipo, o professor pode também conversar com o aluno e perguntar-lhe por que traçou algumas linhas e deixou de traçar outras. As respostas do aluno poderão revelar o seu grau de compreensão sobre o conteúdo mapeado em termos de organização conceptual.

2.6. Mapas de Conceitos

Os mapas de conceitos foram desenvolvidos por Novak e Gowin, na década 70 e constituem uma aplicação prática da teoria de aprendizagem significativa ou seja, tem como base a teoria de aprendizagem significativa proposta por David Ausubel.

Um mapa de conceitos é um diagrama esquemático que representa relações entre conceitos relacionados de forma significativa. Tais conceitos, geralmente chamados de *substantivos*, são ligados entre si por meio de *linhas de ligação* e a sua relação é explicitada por *frases de ligação*. As frases de ligação têm funções estruturantes e exercem papel fundamental na representação de uma relação entre dois conceitos.

O conjunto de dois ou mais conceitos unidos entre si por um termo que manifesta a relação existente entre eles é chamado de *proposição* (Cool et al., 2004). As proposições são uma característica particular dos mapas conceptuais se comparados a outros tipos de representação como os mapas mentais.

Algumas características são imprescindíveis as frases num mapa conceptual, tais como:

- Sempre que há uma relação entre dois conceitos, ela deve estar expressa (e não apenas indicada por uma seta, como nos fluxogramas) através de uma frase de ligação.
- Outra característica importante é que as linhas de ligação devem sempre conter verbos conjugados de acordo com o sentido que se quer dar à proposição.

Geralmente, os mapas de conceitos obedecem a uma estrutura hierárquica. O conceito que se situa na parte superior do mapa é considerado o mais geral (conceito-chave) e é chamado de subordinador (Woolfolk, 2000), seguem então os conceitos menos gerais, os de carácter intermediário e na parte inferior do mapa localizam-se os específicos (Cool et al., 2004, Moreira e Buchweitz, 2000).

Exemplos, equações, teorias ou outros elementos podem acompanhar os conceitos representados num mapa, com vista ao seu aperfeiçoamento ou a facilitar a sua interpretação, não retirando completamente a necessidade de um mapa ser explicado por quem o fez, evidenciando-se assim a sua natureza idiossincrática.

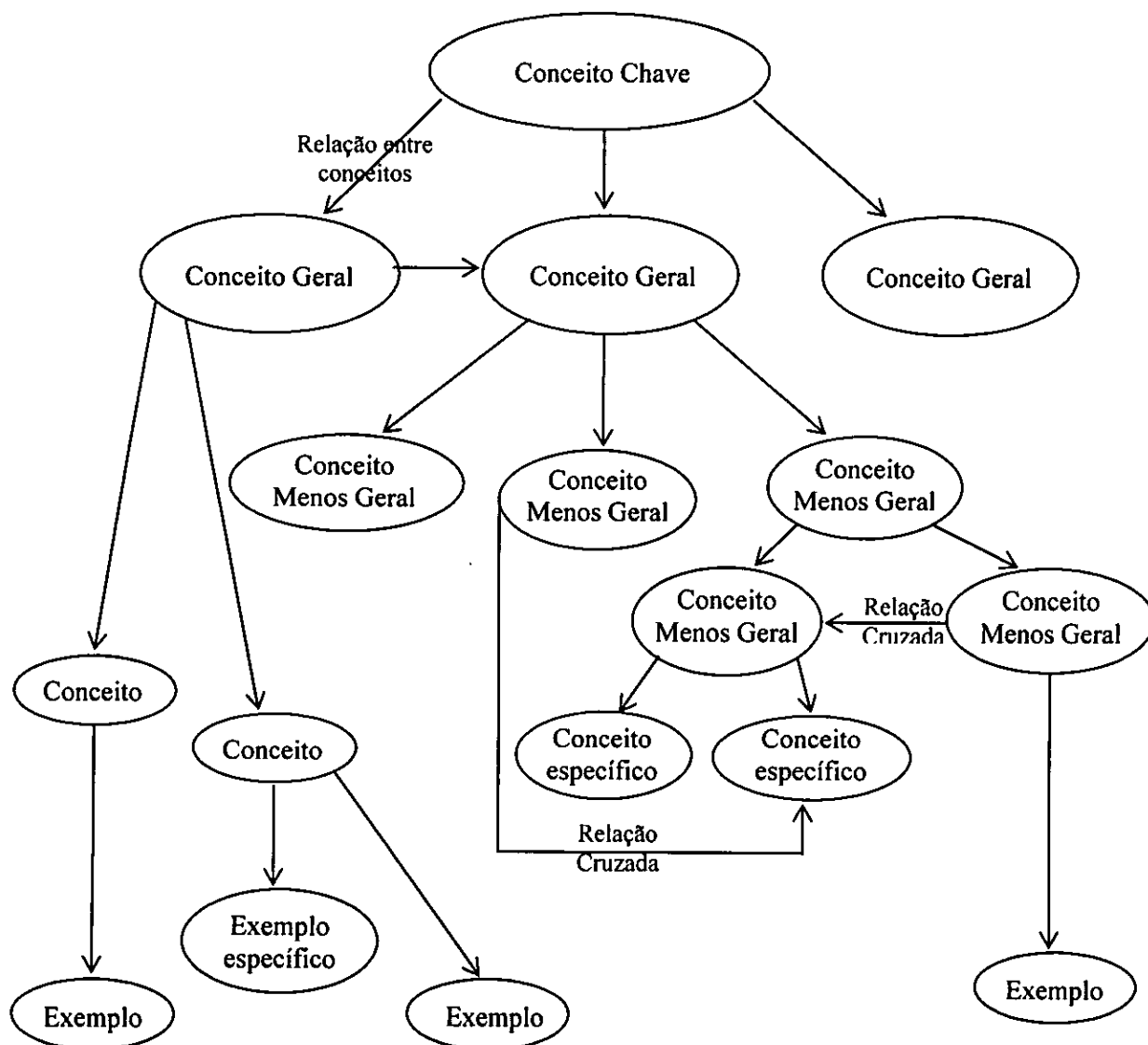


Figura 1. Esquema de um mapa de conceitos (Sansão et al., 2002.)

Mas este é apenas um modelo, mapas conceptuais não precisam ter este tipo de hierarquia, mas sempre deve ficar claro no mapa quais os conceitos contextualmente mais importantes e quais os secundários ou específicos.

Os mapas de conceitos estabelecem um número mínimo de conceitos e de ideias importantes relacionados de forma substancial e que permitem orientar o processo de ensino-aprendizagem ou seja, constituem um instrumento adequado para representar a estrutura conceptual de um corpo de conhecimentos (Cool, 2000; Lopes, 2002).

Segundo Amoretti (2000), na realização da aprendizagem significativa os mapas conceptuais demonstraram ser uma ferramenta adequada porque possibilitam ao aluno (e ao professor também) desenvolver um processo cognitivo de aprendizagem em que ele próprio orienta a aquisição de novas informações porque elas estarão directamente relacionadas com a estrutura do conhecimento prévio (aquela que o indivíduo já possui no momento da aprendizagem). Constituem também poderosos organizadores prévios e ajudam a projectar o ensino que se baseia nas estruturas do conhecimento do aluno.

Sendo uma técnica muito flexível, são empregues como instrumento de análise do currículo, técnica didáctica, recurso de aprendizagem, meio de avaliação (Tavares e Luna, 2003).

2.6.1. Explorando o uso de Mapas de Conceitos no ensino-aprendizagem

Para os professores, os mapas conceptuais podem constituir-se poderosos auxiliares em suas tarefas rotineiras, tais como:

- *ensinar um novo tópico*: o uso de mapas conceptuais pode auxiliar os professores a manterem-se mais atentos aos conceitos-chaves e relações entre eles. Os mapas podem auxiliá-lo a transferir uma imagem geral e clara dos tópicos e suas relações para seus estudantes. Desta forma torna-se mais fácil para o estudante não perder ou não entender qualquer conceito importante. Na construção de mapas conceptuais, os conceitos difíceis são clarificados e podem ser arranjados em uma ordem sistemática.
- *reforçar a compreensão*: o uso dos mapas conceptuais reforça a compreensão e aprendizagem por parte dos alunos. Ele permite a visualização dos conceitos chave e resume suas inter-relações.
- *verificar a aprendizagem e identificar conceitos mal compreendidos*: os mapas conceptuais também podem auxiliar os professores na avaliação do processo de ensino. Eles podem avaliar o alcance dos objectivos pelos alunos através da identificação dos conceitos mal entendidos e os que estão faltando.
- *avaliação*: a aprendizagem do aluno (alcance dos objetivos, compreensão dos conceitos e suas interligações, etc.) podem ser examinadas através da construção de mapas conceptuais.

Como recursos instrucionais, os mapas de conceitos podem ser usados para mostrar e clarificar as relações hierárquicas entre os conceitos que estão sendo ensinados. Eles são representações concisas das estruturas conceptuais que estão sendo ensinadas. Mostram relações de subordinação e superordenação e, como tal, provavelmente afetarão e facilitarão a aprendizagem dessas estruturas (Moreira, 1983).

Os mapas de conceitos são instrumentos que podem ajudar o professor a ajustar seu planeamento ao que o aluno já sabe e a indicar visualmente conceitos-chave, resumindo suas inter-relações e dando uma boa visão do assunto sem se perder em detalhes, porém, não dispensam explicações do professor.

A natureza idiossincrática de um mapa de conceitos, dada por quem o fez, torna necessário que o professor explique ou guie o aluno através do mapa quando utilizado como recurso instrucional. Os conceitos e as linhas que ligam conceitos em um mapa conceptual não terão significado para os alunos a menos que sejam explicados pelo professor e que os estudantes tenham alguma familiaridade com a matéria de ensino.

Apesar dos mapas poderem ser usados para dar uma visão prévia do que vai ser estudado, eles devem ser usados preferencialmente quando os alunos já têm uma certa familiaridade com o assunto, através de livros, explicação do professor ou outros recursos: internet, vídeos, etc. Nesse caso, eles podem ser usados para integrar e diferenciar relações entre conceitos e promover a diferenciação conceptual.

A diferenciação progressiva é o princípio segundo o qual o conteúdo a ser apresentado aos alunos deve ser programado de maneira que os conceitos mais gerais da disciplina ou conteúdo sejam apresentados em primeiro lugar, e, pouco a pouco, introduzidos os conceitos mais específicos, porém, deve-se ir “descendo” e “subindo” na hierarquia apresentada. O princípio da reconciliação integrativa postula que a programação do material a ser apresentado ao aluno deve ser feita de maneira que haja exploração de relações entre ideias, apontando semelhanças e diferenças entre conceitos relacionados.

Os mapas de conceitos são usados como recurso de aprendizagem quando empregues na análise de artigos, textos, capítulos de livros, etc. Ajudam o aluno a distinguir os conceitos-chave em determinado assunto, além de tornar claras as relações entre os novos conhecimentos adquiridos e aqueles que já possui. Neste caso, funcionam como uma ponte entre o que o aluno já sabe e a aprendizagem que está a

realizar. Representam o modo como o aluno trabalhou e incorporou no seu esquema mental os novos conceitos bem como as relações significativas entre eles (Sacate, 2004). Eles procuram elementos na memória e buscam realizar conscientemente o processo natural e espontâneo de categorização dos conceitos adquiridos durante a aprendizagem.

Eles são construídos determinando relações entre conceitos. O conjunto de palavras de ligação diz-nos muito sobre o significado dos conceitos na perspectiva do desenhador do mapa. Tendo um aspecto qualitativo, eles possibilitam a reflexão sobre as relações e a organização de conceitos e permitem avaliar a adequação da estruturação de uma determinada área de conhecimento. Pode-se inferir sobre a compreensão de um aluno, observando seus mapas e as descrições sobre as ligações entre conceitos.

Como instrumento de avaliação (qualitativa) da aprendizagem, os mapas podem ser usados para obter uma boa visualização da organização conceptual que o aluno atribui a um dado conhecimento, permitindo então, avaliar a adequação da estruturação dessa área de conhecimento. Neste caso, os mapas buscam informações sobre significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do aluno. O professor deve então, procurar interpretar a informação dada pelo aluno no mapa a fim de obter evidências da aprendizagem significativa. Explicações do aluno, orais ou escritas, em relação a seu mapa facilitam muito a tarefa do professor nesse sentido.

Pedindo ao aluno que construa “o melhor” mapa conceptual para um tema concreto, ele manifestará as ideias (válidas e as não válidas) sobre o tema em questão, o que faz com que o aluno perceba que possui certos conhecimentos relevantes sobre o tema, incrementando sua motivação para aprender de forma significativa. Através de um mapa de conceitos, o aluno torna-se capaz de sinalizar com mais exactidão o ponto onde reside sua dificuldade, o que permite ao professor actuar com maior eficácia.

A construção de um mapa de conceitos exige uma compreensão a cerca das ideias transmitidas pelos conceitos e promove a capacidade para usar os conceitos com base na linguagem científica. Quanto melhor os alunos compreenderem os conceitos e as suas relações, melhores mapas poderão traçar. Estudando e reflectindo acerca dos conceitos que eles pretendem incluir no mapa poderão conseguir fazer mapas mais ricos e sobretudo mais completos e precisos.

A construção de um mapa de conceitos “pobre” pode resultar da falta de conhecimentos de conceitos relevantes, da não interligação entre eles (aprendizagem significativa) ou ainda da dificuldade de verbalização de conhecimentos. Caso o professor verifique que o aluno construiu um mapa “pobre”, ele deve adoptar estratégias que ataquem os pontos fracos, facilitando a aprendizagem significativa (Amabis, 1996).

Os conceitos que não forem incluídos indicam ainda uma falha de conhecimentos pela parte do aluno. Do mesmo modo pode dizer-se que um mapa de conceitos que não está bem construído, omitindo muitos dos elementos padrão dos mapas, como a hierarquia, as palavras de ligação, as ligações cruzadas e exemplos, revela que o aluno pode não ter conhecimento suficientemente profundo sobre um determinado conceito para construir um mapa significativo.

Os mapas de conceitos permitem também o diagnóstico das concepções alternativas. Os aspectos de um mapa de conceitos que podem revelar concepções alternativas são: a presença de ligações incorrectas que formam proposições inválidas. A inclusão de conceitos que não estão relacionados com o conceito principal ou a inclusão de conceitos irrelevantes e a escolha do conceito-chave.

Os mapas de conceitos são um mecanismo muito sensível para examinar e avaliar as mudanças na estrutura de conhecimentos. Um conjunto sucessivo de mapas de conceitos, pode reflectir as mudanças na compreensão do conteúdo. Aconselha-se a comparação de sucessivos mapas para determinar a aquisição de conhecimento.

2.6.2. Sugestões para a construção de um mapa de conceitos

Não existem regras restritas para a construção de um mapa de conceitos, isto é, podem haver diversas formas de “mapear” o mesmo conceito, dependendo do enfoque do assunto. Mas em todo caso, deve ficar claro no mapa quais os conceitos mais importantes ou quais os secundários ou específicos.

De acordo com Moreira e Buchweitz (2000), nem sempre é fácil ordenar os conceitos ou estabelecer as relações entre os mesmos, em certos casos, essas decisões são difíceis de se tomar e até podem ser feitas de uma forma um pouco arbitrária. Portanto, o mapa final deve ser considerado apenas como uma representação apropriada da estrutura conceptual.

Eis as sugestões para a construção de um mapa de conceitos:

1. Ler bibliografia disponível sobre o tema que se pretende “mapear”.
2. Anotar os principais conceitos relacionados com o tema e que são imprescindíveis para a compreensão do mesmo.
3. Identificar os conceitos mais gerais, os intermediários e os específicos.
4. Começar a construção do mapa. O conceito-chave deve localizar-se no topo, seguindo os mais gerais, os conceitos intermediários por baixo dos mais gerais e os específicos por baixo dos intermediários. Podem acrescentar-se exemplos.
5. Traçar linhas de ligação entre os conceitos. As linhas de ligação são um ponto crucial num mapa, é a natureza das ligações tal como os alunos as entendem, que é a essência de um mapa de conceitos.
6. Indicar como tais conceitos estão relacionados entre si, escrevendo por cima das linhas de ligação que os une, palavras de ligação ou frases simples.
7. Fazer a revisão do mapa. É aqui que quem faz o mapa deve reflectir sobre a sua construção, ao analisar a validade científica destes em termos de ligações conceptuais, proposições sugeridas entre conceitos, hierarquia ou estabelecimento de prioridades entre conceitos. Podendo modificar o mapa se o achar necessário.

2.6.3. Vantagens do uso de mapas de conceitos no ensino e aprendizagem

- Promovem uma participação activa do aluno no processo de ensino-aprendizagem, desempenhando este um papel central no processo.
- Auxiliam professores a descobrir o conhecimento prévio do aluno, que representa a base da aprendizagem significativa.
- Promovem a aprendizagem significativa através da representação de relações substanciais entre conceitos.
- A sua construção exige um esforço cognitivo menor em relação ao que se exigiria na escrita de um texto e permite modificações que reflectem as constantes mudanças que ocorrem na estrutura cognitiva, devido a evolução do conhecimento.
- Facilitam a representação do conhecimento, pois muitas vezes é difícil representá-lo em forma de frases.

2.6.4. Desvantagens do uso de mapas de conceitos no ensino e aprendizagem

- Deve-se conhecer a técnica de construção dos mapas de conceitos.
- Requerem o conhecimento prévio do tópico a ser mapeado.

2.7. Exemplos ilustrativos de mapas de conceitos

A figura abaixo (figura 2) ilustra um mapa de conceitos, desenhado no campo conceptual da energia mecânica. Nele, encontram-se descritas as relações significativas entre os conceitos relacionados a energia mecânica. Os conceitos foram dispostos em uma ordem hierárquica dos mais abrangentes aos mais inclusivos.

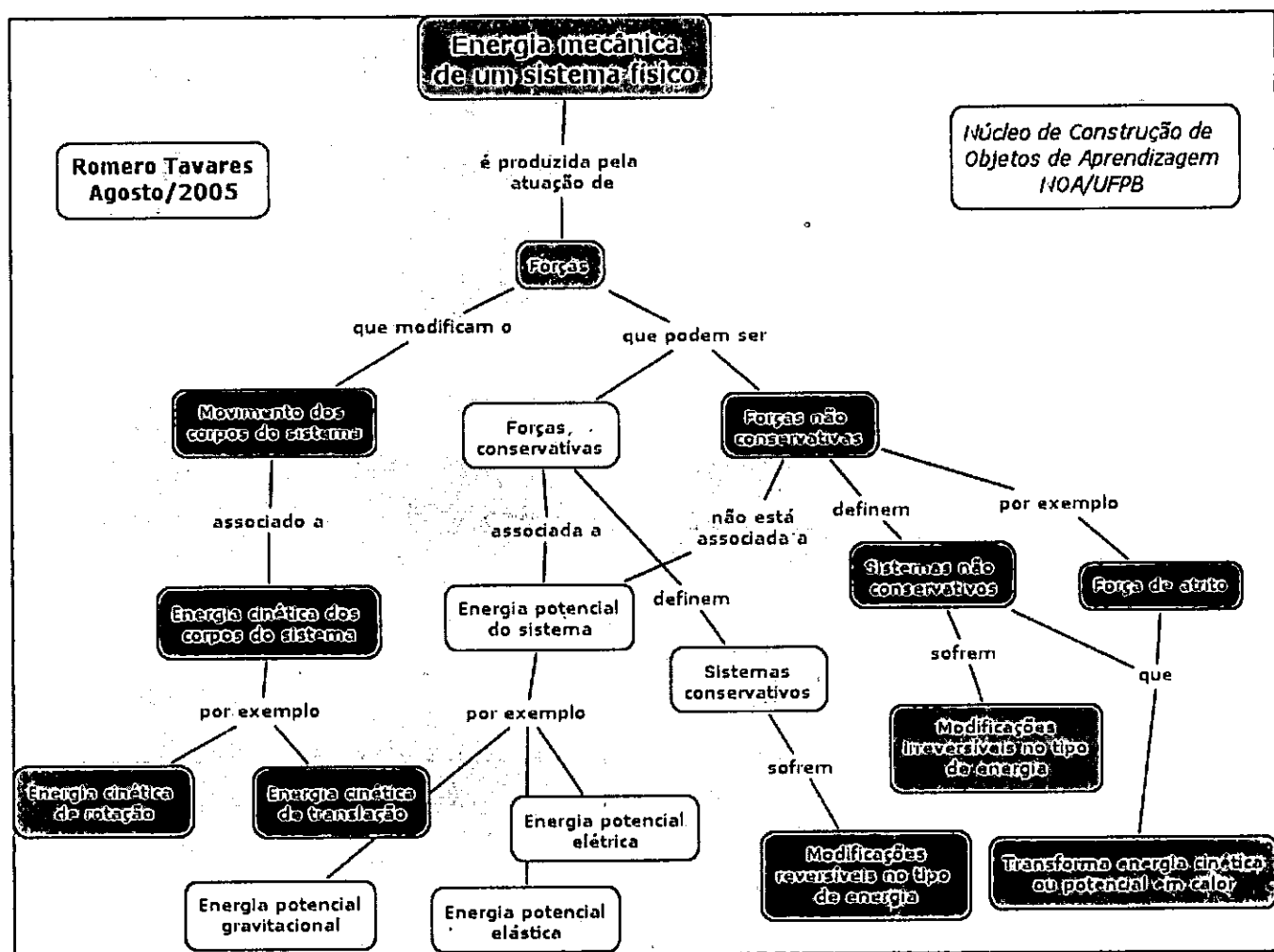


Figura 2. Mapa de conceitos sobre energia mecânica. (Tavares, 2005).

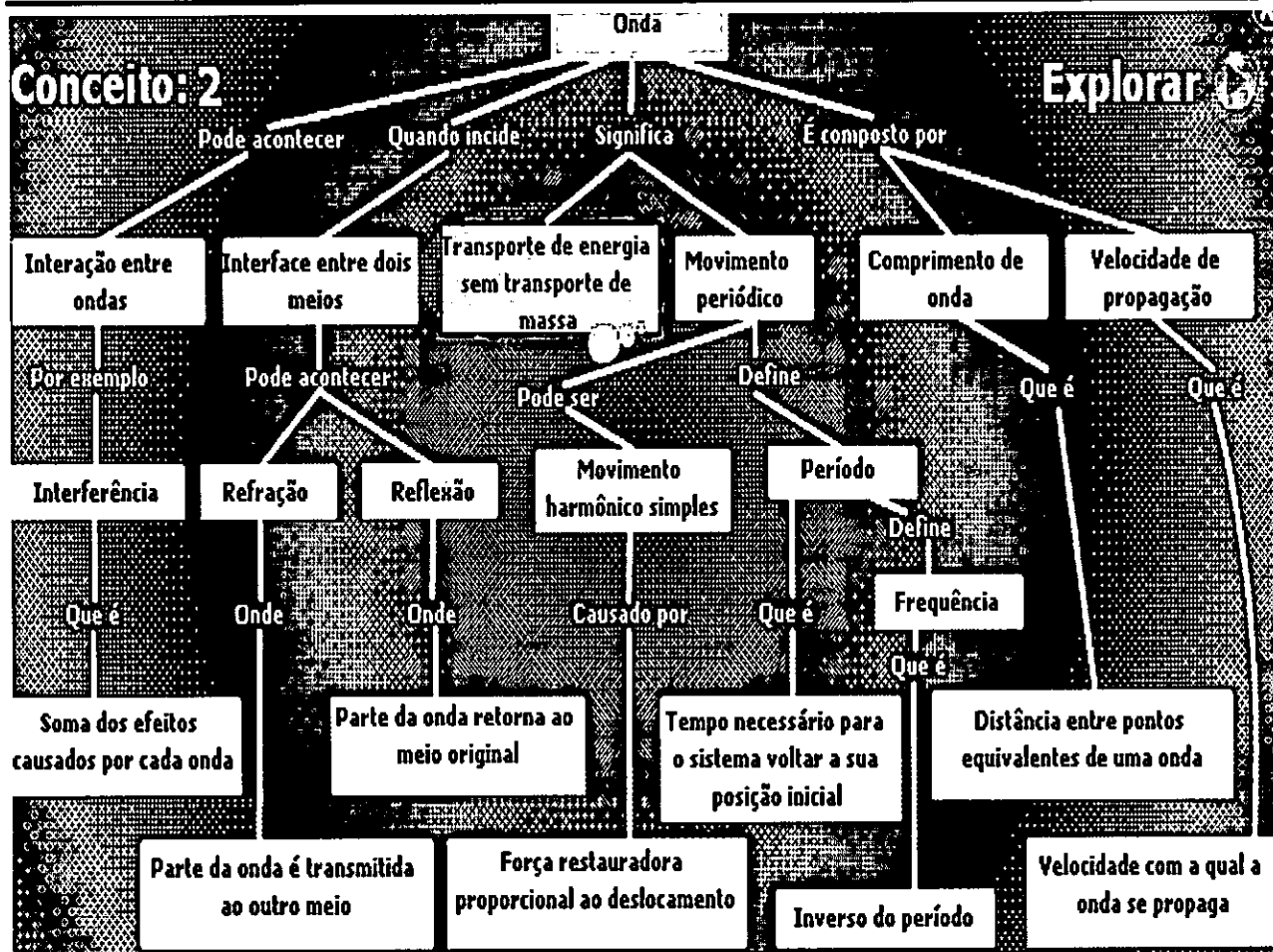


Figura 3. Mapa de conceitos sobre ondas (Tavares, 2005)

Nesta figura, os conceitos são apresentados através de uma rede hierárquica onde fica explícita a visualização da posição relativa de cada conceito dentro do elenco de conceitos que estabelece o tema que está sendo analisado e mapeado.

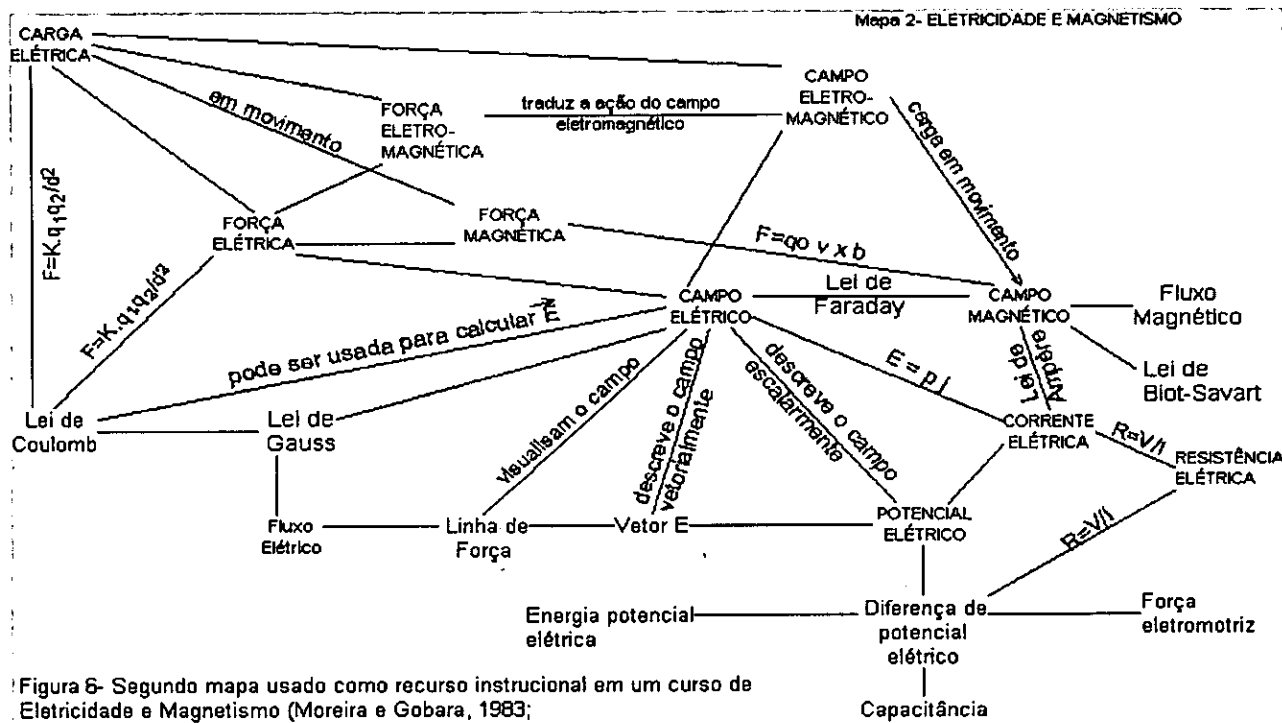


Figura 6- Segundo mapa usado como recurso instrucional em um curso de Eletricidade e Magnetismo (Moreira e Gobara, 1983; Moreira e Buchweitz, 1987).

Figura 4.- Mapa de Conceitos sobre Electricidade e agnetismo (Tavares, 2005)

A figura 6 mostra um exemplo de um mapa conceptual utilizado como recurso didático em uma disciplina de Física Geral em nível universitário básico. Trata-se de um mapa mais abrangente, incluindo conceitos da Eletricidade e do magnetismo. Observa-se que, neste mapa, sobre várias linhas que unem os conceitos, e que sugerem relações entre eles, está explicitado o tipo de relação existente entre os conceitos. Nota-se também que este mapa inclui algumas equações.

Capítulo III: Metodologia do Trabalho

3.1. Descrição da metodologia

O presente trabalho consiste de:

- ❖ Pesquisa bibliográfica,
- ❖ Trabalho de campo,
- ❖ Entrevistas a alguns estudantes envolvidos neste trabalho de pesquisa.

A metodologia usada é a de estudo de caso, de natureza qualitativa, com uma base empírica, focada na descrição e interpretação, pretendendo-se pesquisar alguns aspectos considerados importantes como:

- ❖ Modo como decorre a aprendizagem da unidade física “energia”, com a aplicação da estratégia de mapas de conceitos num contexto real de sala de aula e uma metodologia de trabalho individual.
- ❖ Dificuldades que os estudantes sentem na sua aplicação.
- ❖ Percepção que os estudantes têm acerca da evolução da aprendizagem baseada nesta estratégia.

O trabalho de campo consistiu no ensino da técnica de construção de mapas de conceitos e também de uma aula sobre o conceito energia seguindo a teoria de aprendizagem significativa. Para a construção dos mapas, os estudantes usaram papel branco (A₄) e esferográficas azuis.

Para ilustrar a natureza de um mapa de conceitos e o processo básico envolvido na sua construção, foi ensinada a técnica de construção de mapas de conceitos e mostrados aos estudantes vários mapas de conceitos retirados da literatura. Foi construído um mapa de conceitos sobre a corrente eléctrica. Para tal, foram propostos com a ajuda dos estudantes os seguintes conceitos: *corrente eléctrica, carga eléctrica, campo eléctrico, força eléctrica, voltagem, resistência, condutores, força electromotriz, fluxo eléctrico, condutância, fluxo de carga, intensidade, corrente contínua e corrente alternada.*

Mapeou-se então este conceito, escolhendo-se a corrente eléctrica como conceito mais geral (figura 5), porém, uma das estudantes opinou dizendo que preferia considerar a carga eléctrica como o conceito

mais geral, ilustrando dessa forma diferenças na organização e hierarquização dos conceitos entre os estudantes.

Foram fornecidos aos estudantes os seguintes conceitos: *energia, transformação, transferência, conservação, sistema isolado, sistema não isolado, energia interna, rendimento, potência, atrito, dissipação, calor, massa, velocidade, altura, trabalho, degradação, gravidade, força, deslocamento, energia cinética, energia potencial (elástica e gravitacional)*.

Seguidamente pediu-se aos estudantes que construíssem individualmente um mapa de conceitos sobre a energia. Aos estudantes, foi lhes dada a liberdade de acrescentar no mapa outros conceitos que os achassem importantes e relevantes para a compreensão do tema em questão. Foram aconselhados a juntar aos seus mapas alguns exemplos, fórmulas, teorias, com vista ao enriquecimento do mapa.

Ao fim desta etapa, seguiu-se uma aula de acordo com a teoria de aprendizagem significativa, com uma duração de cerca de 60 minutos, onde se teve em conta o conhecimento prévio dos estudantes. Primeiro foram as discussões sobre as concepções alternativas dos estudantes a cerca da energia (as discussões serviram como um organizador prévio). Seguindo a introdução dos conceitos físicos como os processos de transferência e transformação de energia. Terminando-se com a discussão das leis referentes a energia, tais como a degradação e conservação de energia.

Após a aula, pediu-se aos estudantes que construíssem individualmente, um outro mapa de conceitos sobre a energia. Os conceitos fornecidos foram os mesmos que os acima citados.

Foram seleccionados dez (10) mapas desenhados por cinco (5) estudantes individualmente (antes e depois da aprendizagem). A estes estudantes foram ministradas entrevistas com vista a esclarecerem as ligações feitas em seus mapas e a comparar os mapas feitos antes e depois da aprendizagem. Pretendeu-se também saber qual a sua percepção quanto a evolução da aprendizagem baseada nesta estratégia e o grau de dificuldade que os estudantes sentem na sua aplicação.

O presente trabalho focou-se na análise de:

- ❖ Mapas conceptuais desenhados antes do ensino-aprendizagem do conceito energia;

- ❖ Mapas conceptuais construídos depois do ensino-aprendizagem do conceito energia;
- ❖ Entrevistas individuais.

As questões das entrevistas eram simples e de carácter aberto, nas quais se analisava qualitativamente algumas propriedades dos conceitos e outras questões foram de acordo com o carácter das ligações estabelecidas entre os conceitos no mapa. Lhes foi pedido que comentassem as diferenças observadas nos mapas construídos antes e depois da aprendizagem, que dessem também explicação e justificação para as ligações estabelecidas bem como para as palavras de ligação atribuídas no mapa.

3.2. População e Amostra

Os dados foram colhidos na turma do primeiro ano do curso de Arquitectura e Planeamento Físico da Faculdade de Arquitectura da UEM. A amostra é de conveniência. A turma é constituída por vinte e um (21) estudantes de ambos sexos, dos quais quatro (4) são do sexo feminino e dezassete (17) do sexo masculino. Os dados foram colhidos no dia 01 de Novembro, no período da tarde, das 16-18 horas, durante as aulas de Física.

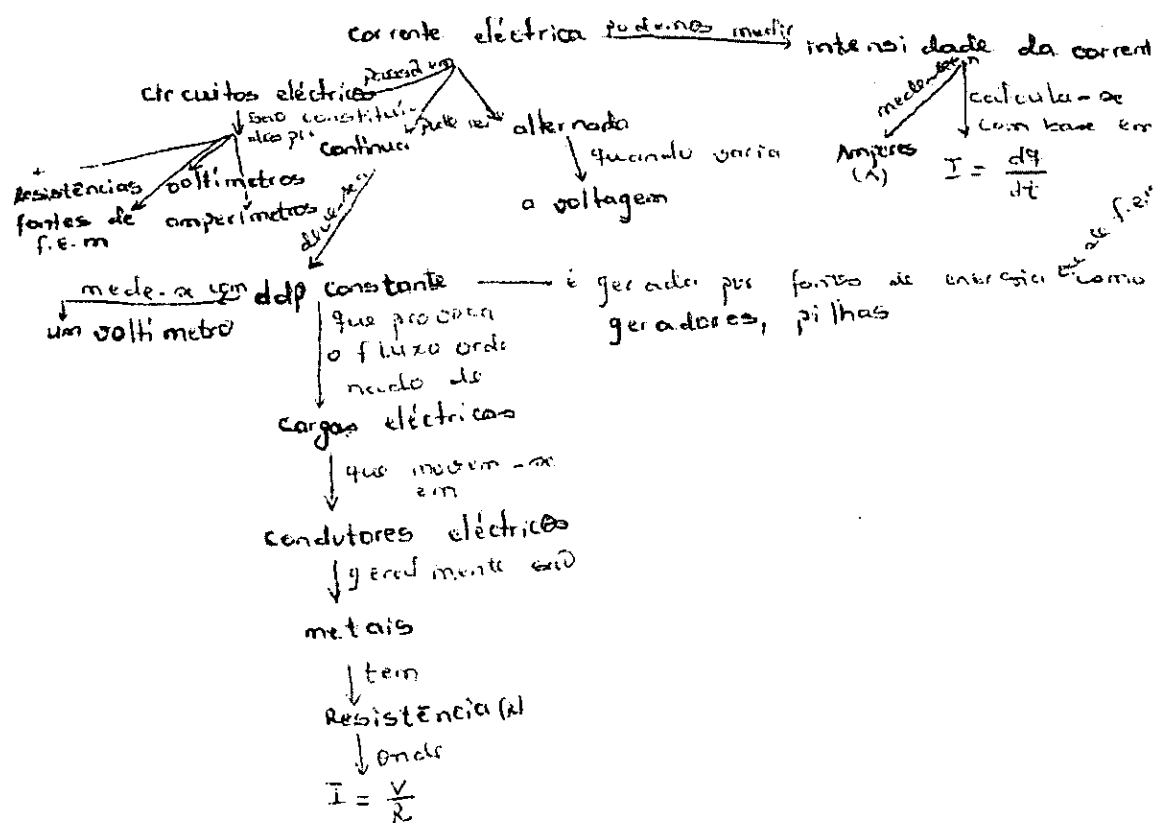


Figura 5. – Mapa de conceitos sobre corrente eléctrica desenhado durante a aula com os estudantes para ilustrar o processo de construção de um mapa de conceitos

Capítulo IV: Resultados Obtidos e sua Discussão

4.1. Resultados Obtidos

Os resultados obtidos estão ilustrados nos mapas de conceitos (em anexo) construídos pelos estudantes antes e depois da aprendizagem. Acrescentam-se as cópias dos mapas originais, pois os “scanados” apresentam-se não muito nítidos e de difícil leitura.

Nos mapas de conceitos foram analisados os seguintes pontos:

- ❖ O número de conceitos inseridos no mapa;
- ❖ O conceito considerado mais geral;
- ❖ A hierarquização dos conceitos;
- ❖ As ligações entre os conceitos e as palavras de ligação inseridas no mapa;
- ❖ O cruzamento ou não das linhas de ligação;
- ❖ Os exemplos usados.

4.2. Discussão dos resultados

No presente trabalho são ilustrados dez (10) mapas conceptuais (em anexo), desenhados por cinco (5) estudantes, dos quais quatro (4) são rapazes e um (1) é uma rapariga, nos seguintes momentos: antes da aprendizagem e depois da aprendizagem. Cada estudante foi designado pela letra A, B, C, D e E respectivamente.

Estudante A: Da leitura do mapa desenhado antes da aprendizagem (figura 6), verifica-se que a estudante estabeleceu uma organização hierárquica a partir do conceito considerado mais geral (energia), com ramificações espalhadas. Com as palavras de ligação por si usadas não é fácil perceber o significado que estabeleceu entre os conceitos, pois elas são ambíguas. Inseriu no mapa nove (9) conceitos retirados do grupo de conceitos inicialmente fornecidos.

Depois da aprendizagem, a mesma estudante desenhou outro mapa (figura 7), onde manteve o conceito que considerara mais geral, estabeleceu uma organização hierárquica com ramificações na vertical. Incluiu um maior número de conceitos que em parte estão relacionados entre si, inseriu palavras de

ligação adequadas, na maior parte dos casos. Considerou os processos fundamentais relacionados a energia. Inseriu oito (8) dos conceitos fornecidos.

Estudante B: Observando seu mapa desenhado antes da aprendizagem (figura 8), a energia é o seu conceito central. Inseriu seguidamente alguns tipos de energia. Deu mais ênfase a energia mecânica. Não estabeleceu nenhuma palavra de ligação entre os conceitos, porém, percebe-se pela observação do seu mapa que tem uma organização conceptual bem estabelecida principalmente sobre a energia mecânica. Estabeleceu uma hierarquização entre os conceitos de uma forma descendente. Inseriu nove (9) dos conceitos fornecidos.

Analizando o mapa desenhado depois da aprendizagem (figura 9), vê-se que é mais elaborado, verifica-se que estabeleceu uma organização hierárquica entre os conceitos, partindo do conceito que considerou mais geral. Introduziu palavras de ligação, utilizou setas e incluiu um maior número de conceitos que em parte estão relacionados entre si. Inseriu onze (11) dos conceitos fornecidos.

Estudante C: No mapa desenhado antes da aprendizagem (figura 10), considerou a energia mecânica como conceito central. Não estabeleceu nenhuma palavra de ligação entre os conceitos. No entanto, as ligações por si estabelecidas entre os conceitos são válidas. Usou sete (7) dos conceitos fornecidos. Inseriu fórmulas para o cálculo da energia cinética, energia potencial gravitacional e energia mecânica.

O mapa da figura 11, desenhado depois da aprendizagem não tem tanta diferença com o desenhado antes da aprendizagem. Manteve o conceito mais geral, apresenta praticamente as mesmas hierarquias e não inseriu palavras de ligação. Inseriu oito (8) dos conceitos fornecidos.

Estudante D : Observando o seu mapa desenhado antes da aprendizagem (figura 12) vê-se que tem uma estrutura conceptual relativa a energia mecânica pouco estruturada, isso verifica-se na hierarquia estabelecida entre os conceitos. A energia mecânica é o seu conceito central. Não distinguiu em que tipos de processos é válida a lei de conservação de energia mecânica. Estabeleceu a energia cinética e a energia potencial como tipos de energia mecânica, o que demonstra uma concepção alternativa. Escreveu incorrectamente a fórmula referente a lei de conservação de energia mecânica. Usou seis (6) dos conceitos acima fornecidos.

Da leitura do mapa desenhado depois da aprendizagem (figura 13), verifica-se que modificou o conceito considerado mais geral. Estabeleceu uma organização hierárquica com ramificações na vertical. Incluiu maior número de conceitos, que em parte estão relacionados entre si, introduziu mais palavras de ligação e inseriu alguns exemplos. Usou nove (9) dos conceitos fornecidos e acrescentou algumas fórmulas. Estabeleceu a fórmula referente a lei de conservação de energia mecânica erradamente.

Estudante E: Em seu mapa desenhado antes da aprendizagem (figura 14), escolheu como palavra-chave o conceito energia. Estabeleceu uma hierarquia vertical. Não inseriu nenhuma palavra de ligação entre os conceitos, isto é, a natureza das ligações não é explícita. Associou cada tipo de energia com as características a si relacionadas (exemplo, a energia cinética- velocidade e massa). Usou nove (9) dos conceitos acima fornecidos.

O mapa desenhado depois da aprendizagem (figura 15) mantém a hierarquia estabelecida no mapa desenhado antes da aprendizagem, porém, inseriu palavras de ligação significativas que denotam as relações entre os conceitos interligados. Usou oito (8) dos conceitos fornecidos.

Dos vários mapas analisados, verifica-se que antes da aprendizagem, alguns mapas são “pobres” pois, apresentam poucos conceitos interligados entre si, com poucas ou nenhuma palavras de ligação e revelam um lembrar “ténue” do conceito energia. Poucos estudantes escreveram em seus mapas os processos relacionados a energia, como a degradação, a dissipação, a conservação e a transferência. Em momento algum foram inseridos nos mapas os conceitos como sistema isolado ou não isolado. Talvez entendam com algumas dificuldades esses conceitos.

Quando se fala de energia, a primeira ideia a ela associada é a de energia mecânica. Muitos estudantes tem uma estrutura relacionada a energia mecânica bem estabelecida, embora tenham algumas dificuldades relativas a conservação da mesma pois descrevem muito pouco em que casos ela é válida ou em que tipo de processos ela se conserva.

Nos mapas desenhados depois da aprendizagem são apresentadas novas hierarquias, incluindo maior número de conceitos e palavras de ligação significativas entre eles e a inclusão de alguns exemplos.

Da análise global dos mapas de conceitos realizados por todos os estudantes, ressaltam diferenças nos mapas construídos antes e depois da aprendizagem, nos seguintes aspectos:

- Foram estabelecidas novas hierarquias,
- Aumentou-se o número de conceitos incluídos,
- Foram alteradas algumas relações estabelecidas entre os conceitos,
- As palavras de ligação são mais diversificadas, significativas e apropriadas.

Comparando os mapas desenhados por diferentes estudantes, verificam-se diferenças nos conhecimentos prévios dos estudantes. Essa diferença é explicitada pelas palavras de ligação usadas por cada um deles e pela hierarquização dos conceitos, revelando a possibilidade de serem usados como um recurso de avaliação (qualitativa) e como técnica de estudo.

4.3. Resultados das entrevistas

Alguns estudantes disseram nas entrevistas que não inseriram palavras de ligação entre os conceitos porque para eles, as vezes, é difícil verbalizar o conhecimento e, conseqüentemente, as relações entre os conceitos.

Conversando com os estudantes sobre a conservação da energia, principalmente sobre a conservação da energia mecânica, os estudantes têm dificuldades de associar o fenómeno de conservação com os processos conservativos.

Falando das ligações estabelecidas entre os conceitos inseridos no mapa, os estudantes referem que estabeleceram este ou aquele tipo de ligação, por acharem que é a mais correcta. Porém, em alguns mapas desenhados depois da aprendizagem estabeleceram novas ligações porque repensaram nos conceitos e se aperceberam de possíveis novas ligações entre os conceitos.

Quanto a não inserção de alguns conceitos, os estudantes alegam que não haviam se dado conta da importância desses conceitos ou, não os percebiam muito bem. Dizem ainda que haviam esquecido da relação entre alguns conceitos, por isso, optaram por não incluí-los.

Capítulo V: Conclusões, Recomendações e Limitações do Trabalho

5.1. Conclusões

Em alguns casos, os estudantes não incluem nenhuma palavra ou frase de ligação para indicar as relações entre os conceitos. Isto acontece, embora saibamos da importância de inserir palavras de ligação para denotar relações entre os conceitos de um mapa. A falta de inserção de palavras de ligação denota a falta de significatividade entre os conceitos relacionados ou a dificuldade de verbalização do conhecimento.

Nalguns mapas, de incorrecta hierarquização dos conceitos, infere-se que alguns estudantes desconheciam o significado dos mesmos. A fraca aquisição de conhecimentos é detectada pela ausência de palavras de ligação. Foi possível identificar concepções alternativas a partir da identificação incorrecta de termos e conceitos, de palavras de ligação mal atribuídas e de ligações incorrectas.

Os mapas de conceitos são o espelho da organização ou estruturação cognitiva, diferente para cada estudante e, no mesmo estudante, em diferentes momentos de aprendizagem. Existem variações nos conhecimentos prévios dos estudantes, explicitadas pelas diferenças nas palavras de ligação, revelando, assim, a possibilidade do mapa ser utilizado como teste diagnóstico e vir a ser usado como técnica de estudo.

A partir dos mapas de conceitos desenhados pelos estudantes em diferentes momentos da aprendizagem, é possível detectar se ocorreu uma aprendizagem significativa ou mecânica. Esta é evidenciada por mapas construídos de forma linear, com poucas palavras de ligação. Aquela é traduzida por proposições correctas, bem como pelos níveis de hierarquia estabelecidos e ligações válidas.

Após a aula sobre a energia, alguns estudantes desenharam melhores mapas conceptuais, demonstrando compreensão do conceito mapeado e das interligações entre outros conceitos relacionados com o mesmo. A construção dos mapas de conceitos ajudou os estudantes a reorganizar as suas ideias numa forma mais integrada e permitiram a representação mais provável da sua estrutura cognitiva.

Comparando os mapas feitos antes e depois da aprendizagem, verifica-se uma evolução na forma como os estudantes interligam os conceitos relacionados com a energia. Isto é, verifica-se uma progressão da aprendizagem dos estudantes e na estruturação do conceito mapeado.

De um modo mais abrangente, foi conclusiva a opinião favorável dos estudantes participantes relativamente a aplicação dos mapas de conceitos como estratégia de aprendizagem.

Crê-se que os resultados desta investigação possam ter impacto na prática educativa, apontando para a utilização de mapas de conceitos como estratégia centrada no aluno e cuja aplicação se reflectirá de forma positiva na sua aprendizagem.

5.2. Recomendações

Que se aplique a estratégia de construção de mapas de conceitos para outros tópicos de Física e com mais tempo, de modo a se permitir uma melhor reciclagem dos mesmos. A verificação da evolução na aprendizagem com recurso aos mapas pode ser mais eficiente se se analisarem vários mapas desenhados em vários momentos da aprendizagem.

Deve-se promover um ensino de Física que enfatize a compreensão qualitativa de conceitos e a respectiva aplicação em situações concretas e não a memorização de fórmulas e sua utilização na realização repetitiva de exercícios pouco relevantes. Com o conhecimento dos princípios físicos, a resolução de problemas é uma consequência.

O ensino de Física deve ser planeado de forma que o conhecimento dos alunos possa crescer de forma lógica e ordenada, tornando-se mais profundo, e não apenas mais extenso a cada passo e sensibilizar os alunos para a relação entre o saber teórico e a actividade prática.

5.3. Limitações do trabalho

O tempo para a recolha de dados foi curto. Acredito que se tivessem mais tempo, os estudantes teriam construídos mapas mais ricos e a análise dos mesmos, pela investigadora, teria sido mais exaustiva. As entrevistas se fossem longas teriam permitido entender com profundidade as ideias dos estudantes.

Referências Bibliográficas

- Amabis, J. M. e Martho, G. R. (1996). *Navegando em mapas de conceitos*. Recuperado em 12 de Dezembro de 2006. URL.
- Amoretti, M. S. M. (2001). *Protótipos e Estereótipos: Aprendizagem de conceito. Mapas conceituais: Experiência em Educação à distância*. Recuperado em 21 de Dezembro de 2006. Disponível em <http://www.pgie.ufrgs.br/~suzana>.
- Canavarro, J. M. (1999). *Ciência e Sociedade*. Quarteto Editora. Coimbra-Portugal.
- Carvalho, A. D. (Ed.). (1992). *Novas metodologias em educação*. Porto Editora. Porto.
- Cool, C.; Marchesi, A. e Palacios, J. (2004). *Desenvolvimento Psicológico e Educação: Psicologia da Educação Escolar*. Vol. 2. 2ª Ed. Artmed. Porto Alegre.
- Cool, C. (2000). *Aprendizagem escolar e construção do conhecimento*. Artmed editora. Porto Alegre.
- Lopes, J. B. (2002). *Processos e entidades envolvidos na aprendizagem de Física*. Universidade de Aveiro. Portugal.
- Mintzes, j. j.; Wandersee, J. H. e Novak, J. D. (2000). *Ensinando ciência para a compreensão: uma visão construtivista*. 1ª Ed. Plátano Edições Técnicas. Lisboa.
- Moreira, M. A. e Buchweitz, B. (2000). *Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceptuais e o Vê epistemológico*. 2ª Ed. Plátano Edições Técnicas. Lisboa.
- Moreira, M. A. (1983). *Uma abordagem cognitivista ao ensino da Física: a teoria de aprendizagem de David Ausubel como sistema de referência para a organização do ensino das ciências*. Editora da Universidade, UFRGS. Porto Alegre.

- Mutimucuo, I. V. (1998). *Improving Students' Understanding of Energy: A Study of the Conceptual Development of Mozambican First-Year University Students*. Vu Huisdrukkerij. Amsterdam.
- Nardi, R. (org.). (2004). *Pesquisa em ensino de Física*. 3ª ed. Escrituras. São Paulo.
- Rosa, C. T. W da e Rosa, A. B. da. (2000). *A teoria histórico-cultural e o ensino da Física*. Revista Iberoamericana de Educación. Recuperado em 13 de Abril de 2007. URL.
- Sacate, A. R. (2004). *Uma exploração da contribuição de algumas estratégias para promover o desenvolvimento conceptual no domínio da electricidade*. Tese de mestrado em Educação em Ciências Naturais e Matemática. Faculdade de Educação- Universidade Eduardo Mondlane, Maputo, 80 pp.
- Sansão, M. O.; Castro, M. L. e Pereira, M. P. (2002). *Mapa de conceito e aprendizagem dos alunos*. Recuperado em 12 de Dezembro de 2006. Disponível em <http://www.iie.min-edu.pt>.
- Sprinthall, N. A. e Sprinthall, R. (1993). *Psicologia Educacional: Uma abordagem desenvolvimentista*. McGraw-Hill. Portugal.
- Tavares, R. e Luna, G. (2003). *Mapas conceituais: Uma ferramenta pedagógica na consecução do currículo*. Recuperado em 21 de Dezembro de 2006. URL.
- Tavares, R. (2005). *Uma discussão sobre a energia*. Recuperado em 31 de Outubro de 2007. Disponível em <http://www.fisica.ufpb.br/~romero>.
- Woolfolk, A. E. (2000). *Psicologia da educação*. 7ª Ed. Artmed. Porto Alegre. Brasil.

Anexos

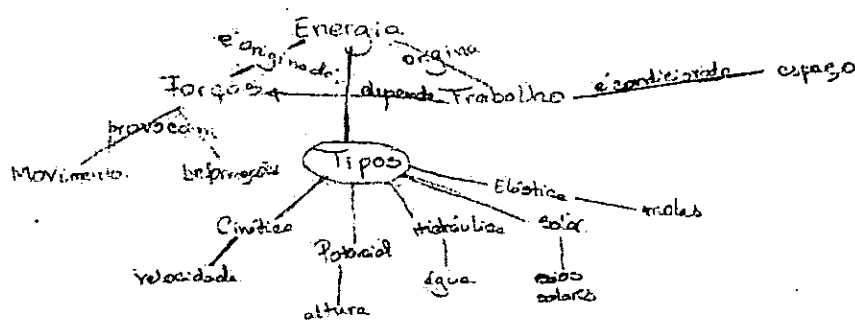
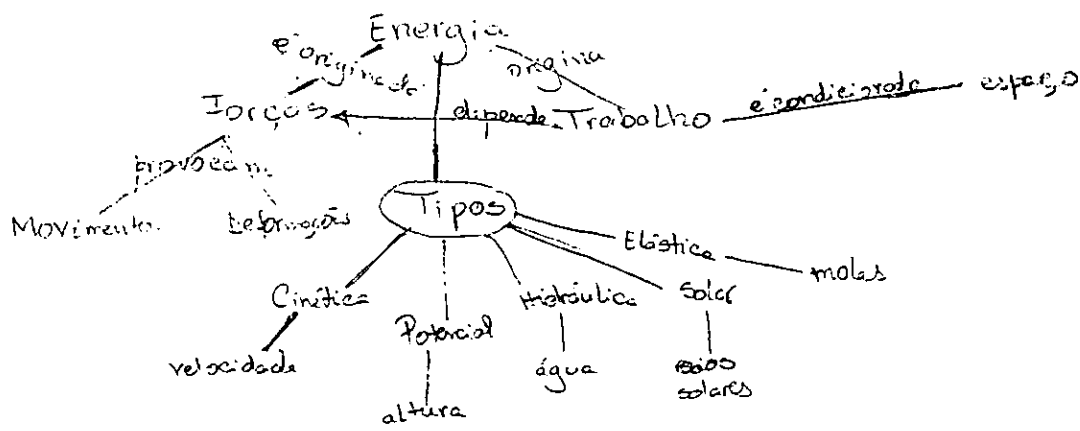


Figura 6. -Mapa de conceitos desenhado pela estudante A antes da aprendizagem

Energia - Forças, Trabalho, Movimento, Deformações, Potência, Tempo, Espaço, Velocidade



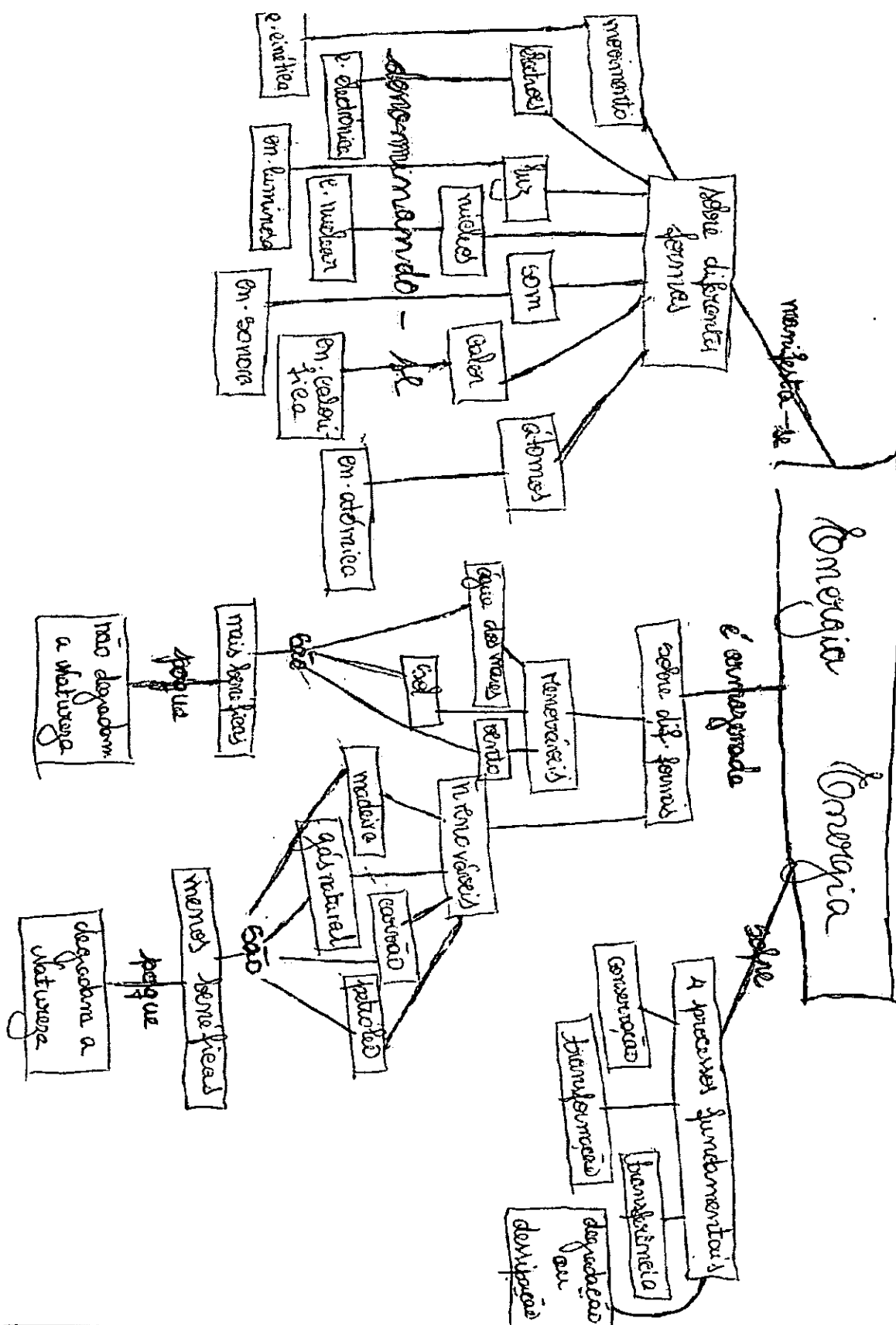


Figura 7.- Mapa de conceitos desenhado pela estudante A depois da aprendizagem

manifesta-se

Energia Energia

é armazenada

em

Atôres diferentes

em forma dif. fontes

A processos fundamentais

conservação
transformação
degradação ou dissipação

degradação ou dissipação

transformação

conservação

energia dos meios

renováveis

vento

n. renováveis

moderação

gas natural

carvão

petróleo

mas sem fins

mas sem fins

poqna

poqna

nao degradam a natureza

degradam a natureza

movimento

elétrico

densidade máxima

v. elétrica

v. mecânica

luz

núcleos

e. nuclear

em luminosa

calor

em calorífica

em sonora

átomos

em atômica

poqna

poqna

nao degradam a natureza

degradam a natureza

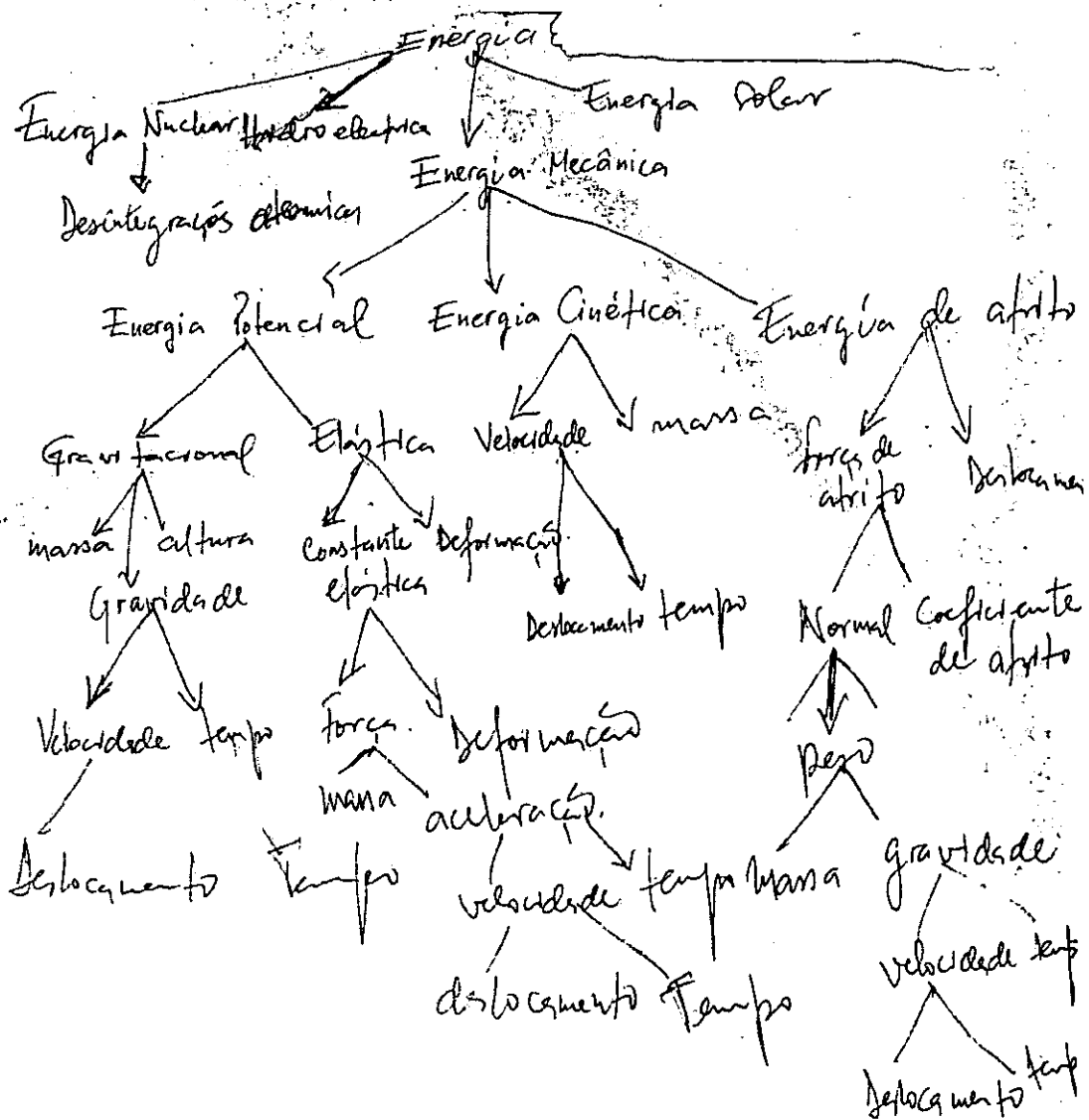
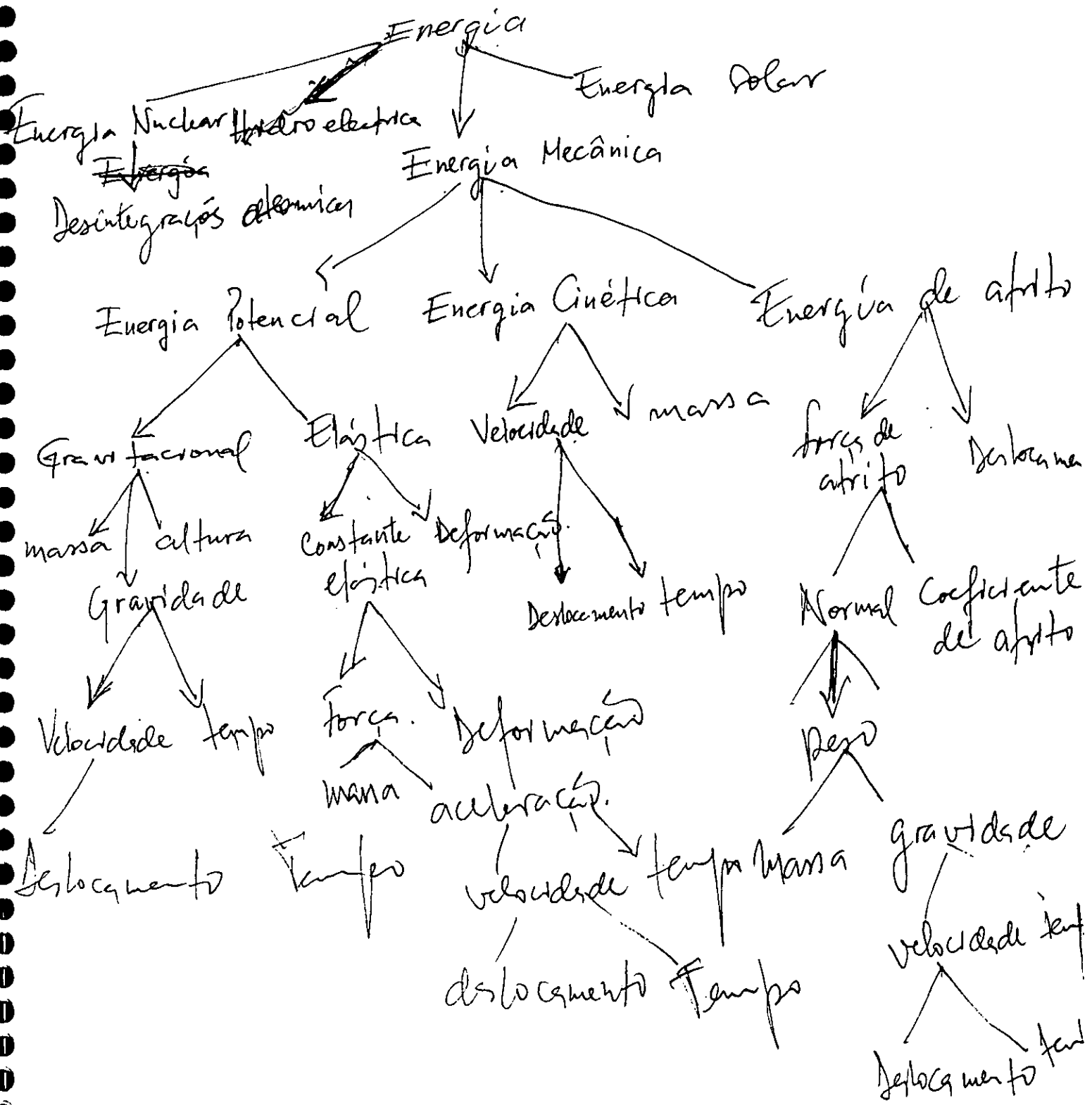


Figura 8. –Mapa de conceitos desenhado pelo estudante B antes da aprendizagem

MAPA DE CONCEITO DE ENERGIA.

Coimbra



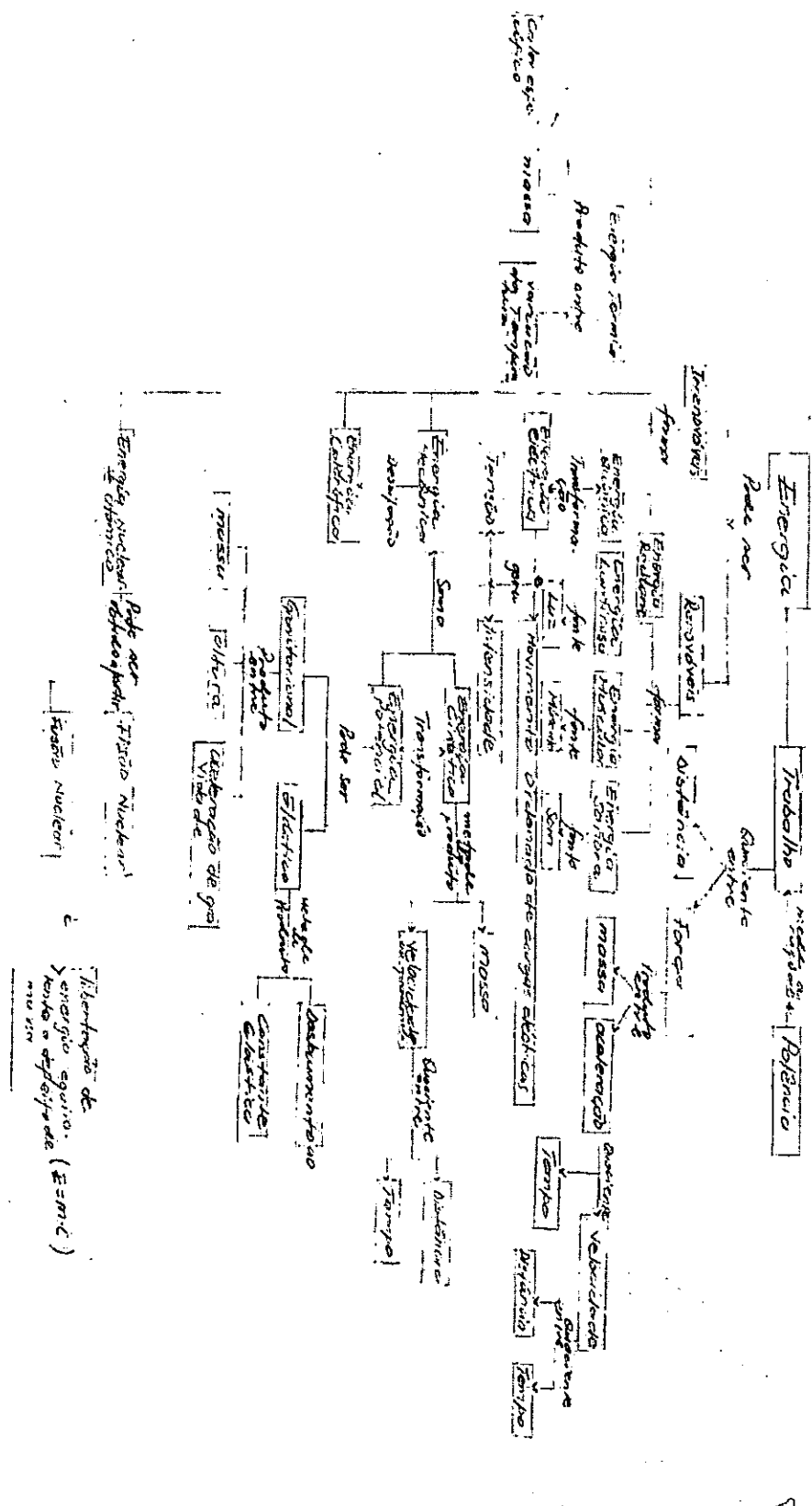


Figura 9.- Mapa de conceitos desenhado pelo estudante A depois da aprendizagem

Energia

Trabalho = $m \cdot v^2$ ou $m \cdot g \cdot h$ | Potência

Pode ser

Renovável

Renováveis

forma

distância

Força

Energia Potencial

forma

trabalho

Energia Térmica

Energia Química

Energia Mecânica

massa | aceleração

Gravidade | velocidade

Produto entre

Transformação

fonte

fonte

massa

aceleração

Tempo

velocidade

superfície

Calor específico | massa | variação de temperatura

Energia Elétrica

potência

potência

potência

potência

potência

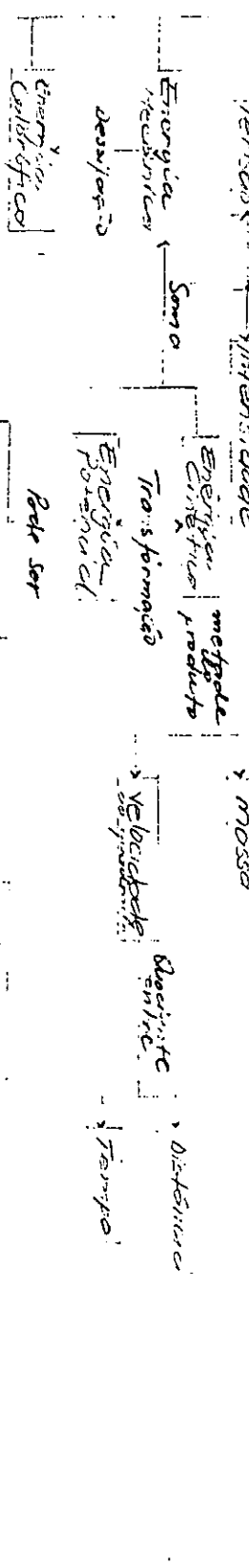
potência

potência

potência

potência

potência



Energia Nuclear | Pode ser fissão nuclear | Fissão Nuclear

Fusão Nuclear

libertação de energia químico. (E=mc²)
 lento o depósito de massa

Coimbra

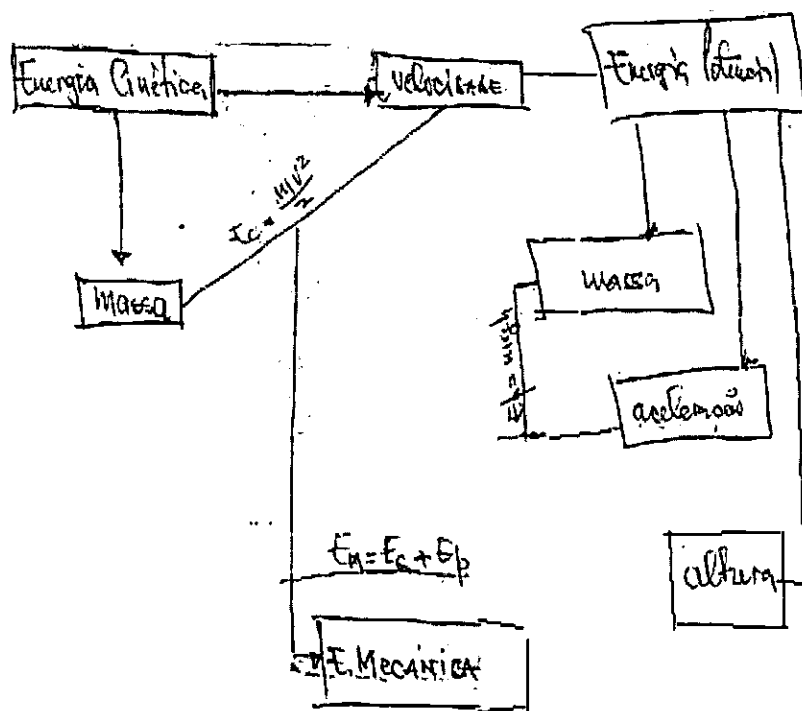
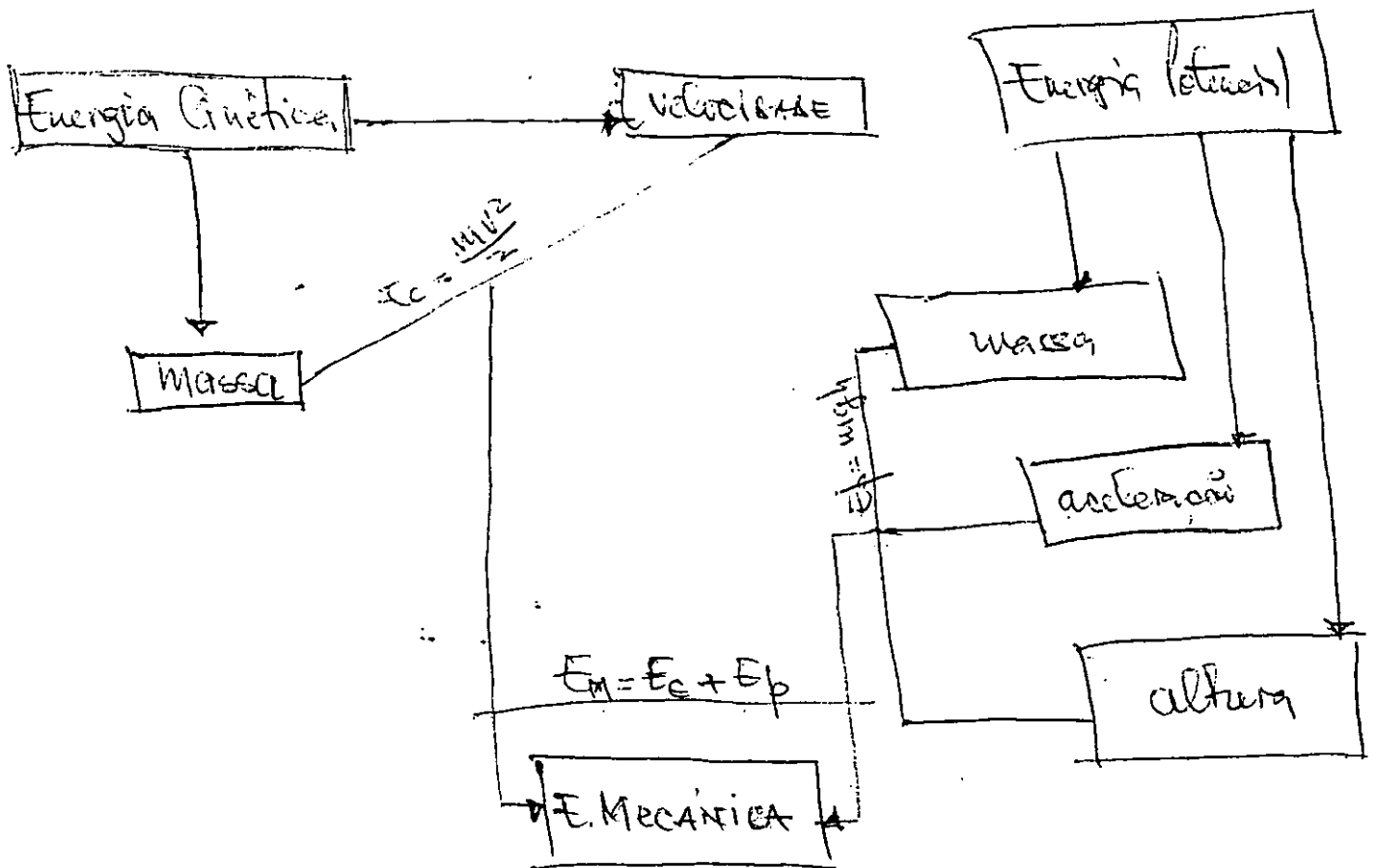


Figura 10- Mapa de conceitos desenhado pelo estudante C antes da aprendizagem

Energia Mecânica

Energia cinética, energia potencial; força; velocidade, distância;
massa; aceleração; tempo



MATHEUS, Guido Lourenço

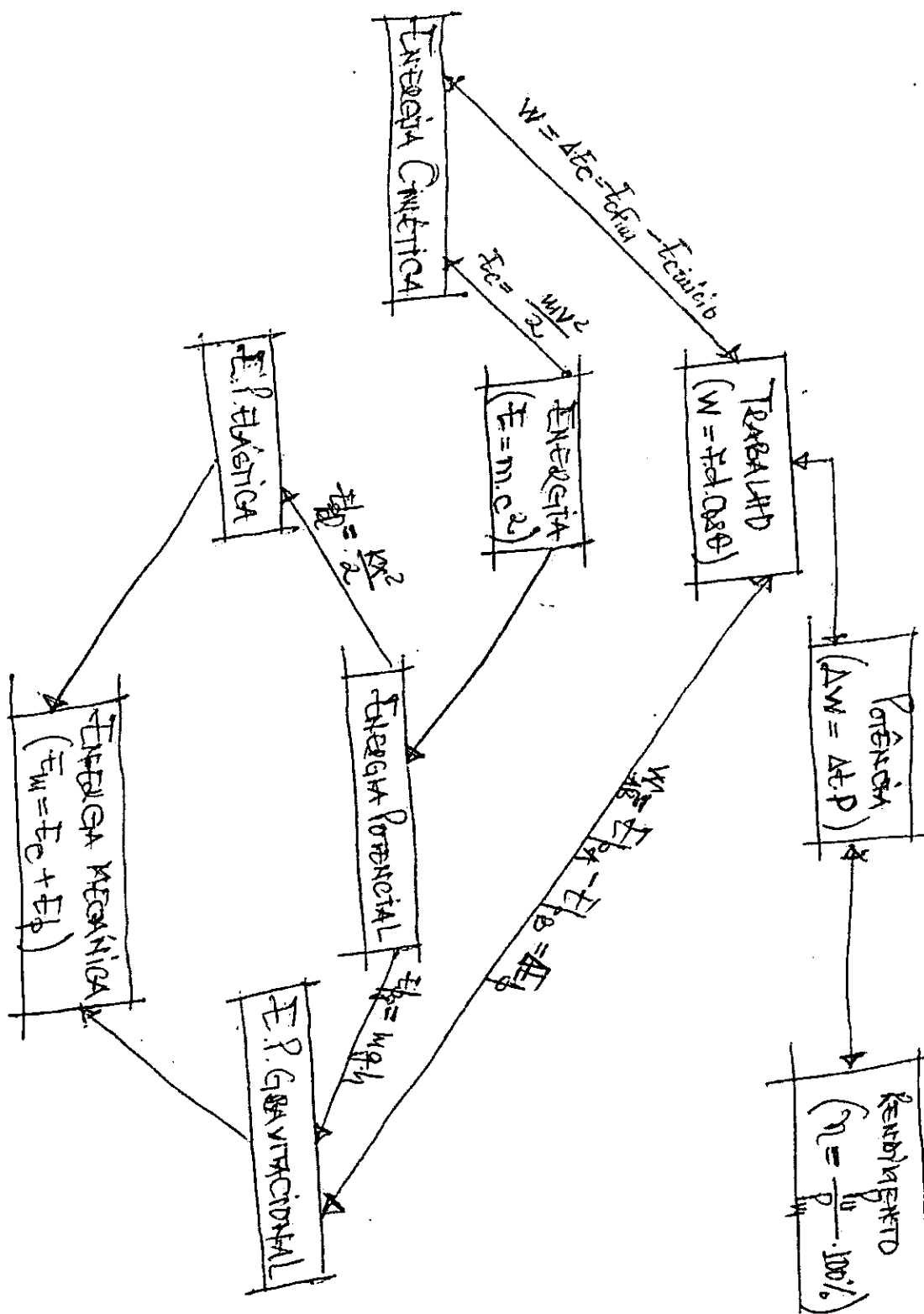
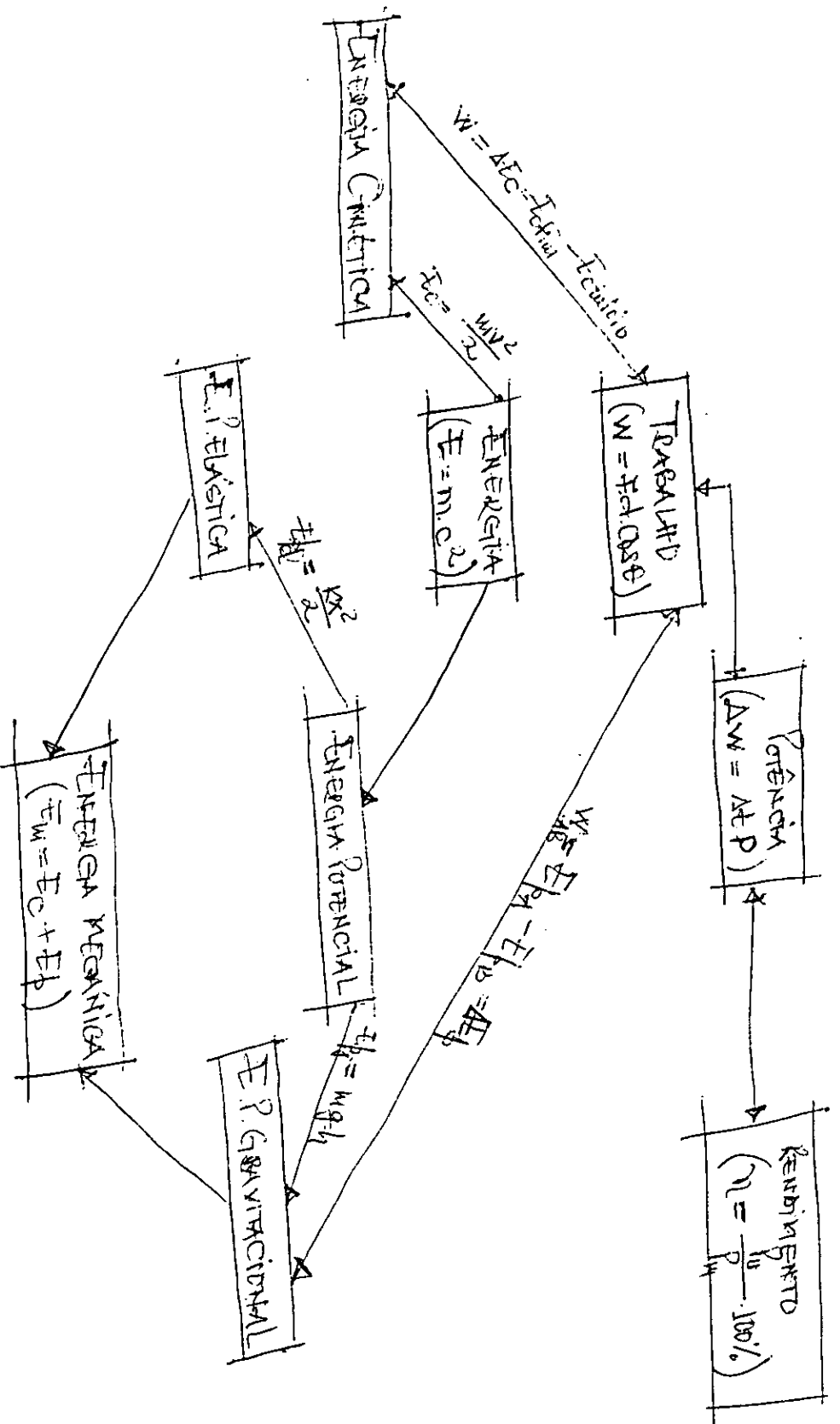


Figura 11.- Mapa de conceitos desenhado pelo estudante C depois da aprendizagem



* MAPA DE CONHECIMENTO SOBRE ENERGIA

MATRIKHE, GERARDO

2007

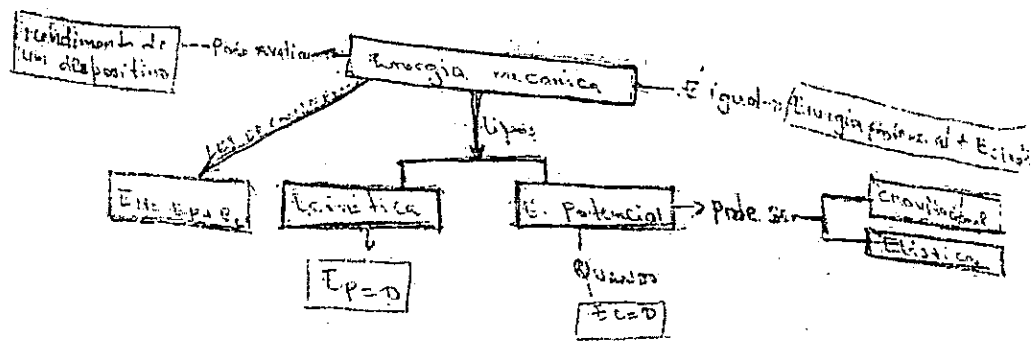
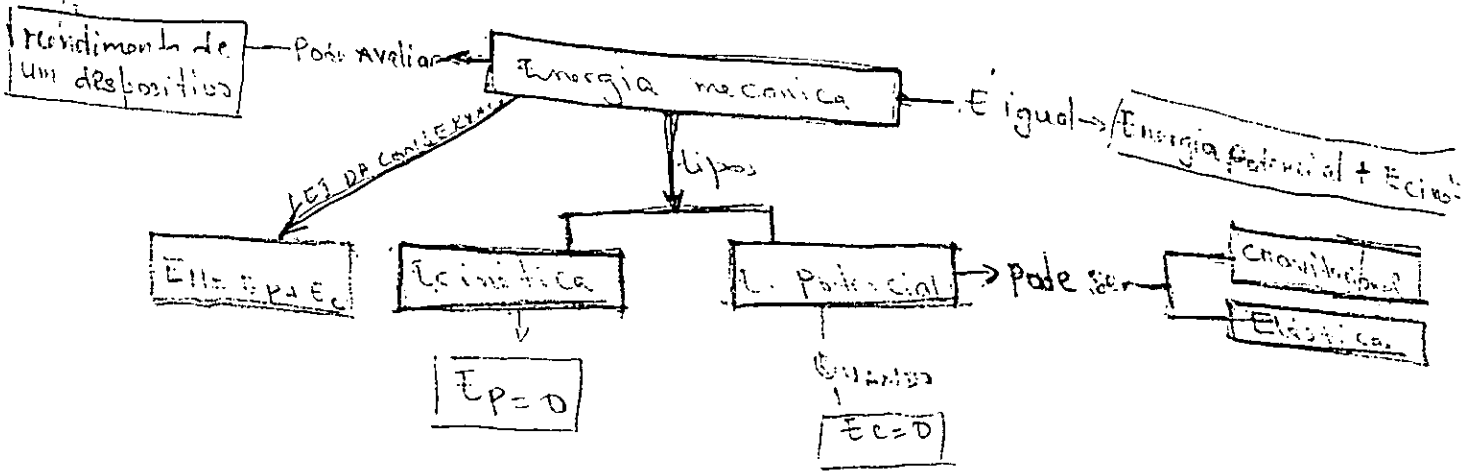


Figura 12.- Mapa de conceitos desenhado pelo estudante D antes da aprendizagem



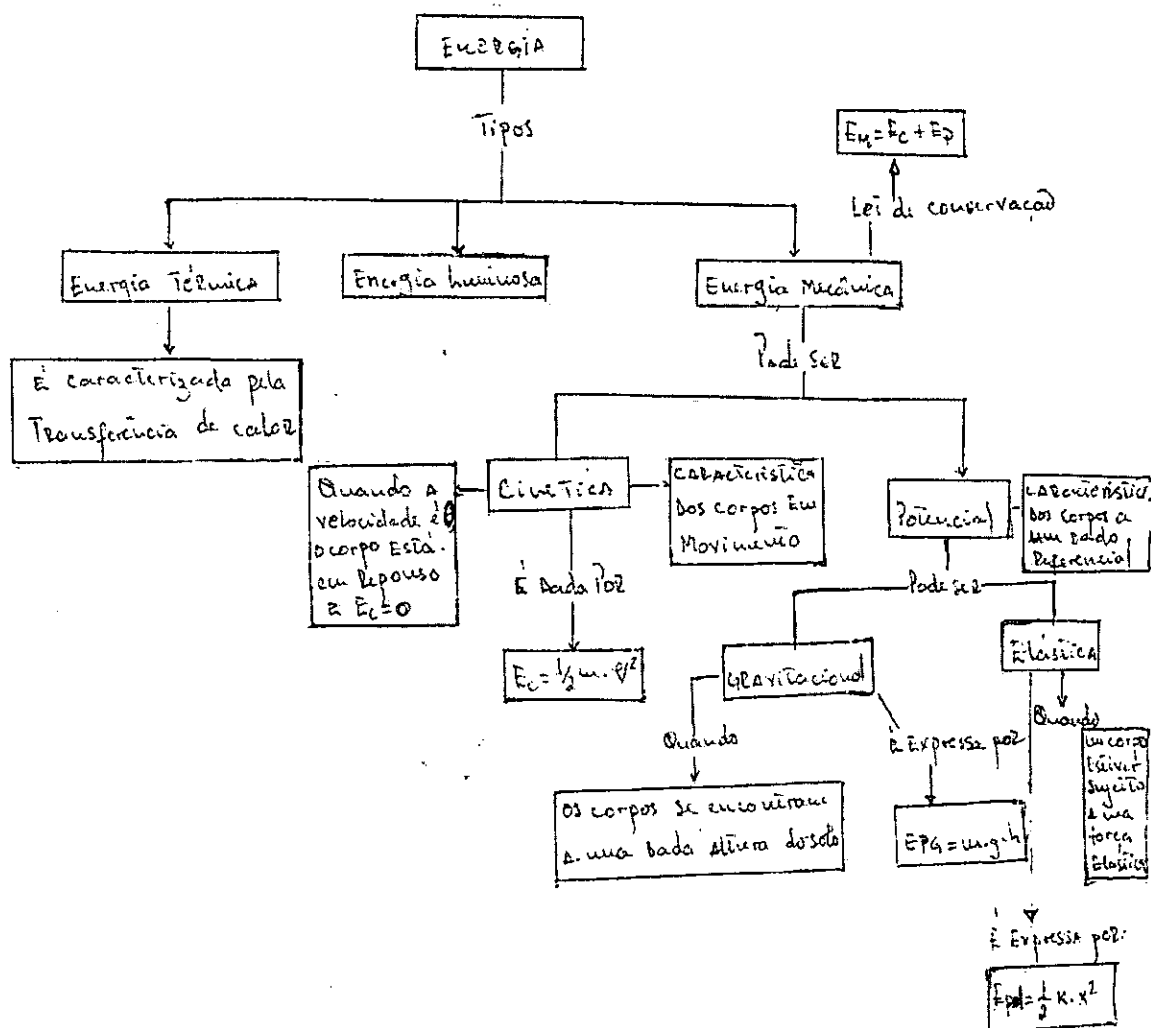


Figura 13. – Mapa de conceitos desenhado pelo estudante D depois da aprendizagem

Energia

Tipos

Energia Térmica

É caracterizada pela
Transparência da cor

Energia luminosa

Energia Mecânica

$$E_M = E_C + E_P$$

Lei da conservação

Pode ser

Quando a
velocidade é 0
o corpo está
em repouso
e $E_C = 0$

Cinética

Características
dos corpos em
movimento

Potencial

Características
dos corpos a
partir do
deslocamento

É dada por

$$E_C = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

GRAVITACIONAL

Quando

os corpos se en-
contra a
altura dos
corpos

Pode ser

Elasticidade

Quando
um corpo
estiver
sujeito
a uma
força
elástica

É expressa por

$$E_P = m \cdot g \cdot h$$

É expressa por:

$$E_{el} = \frac{1}{2} k \cdot x^2$$

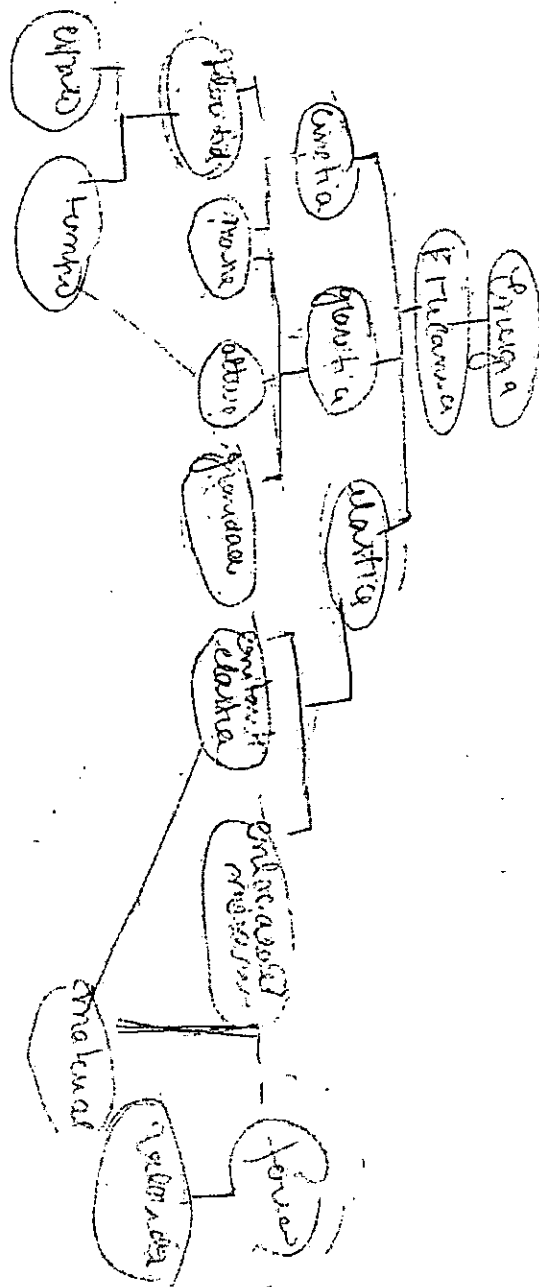
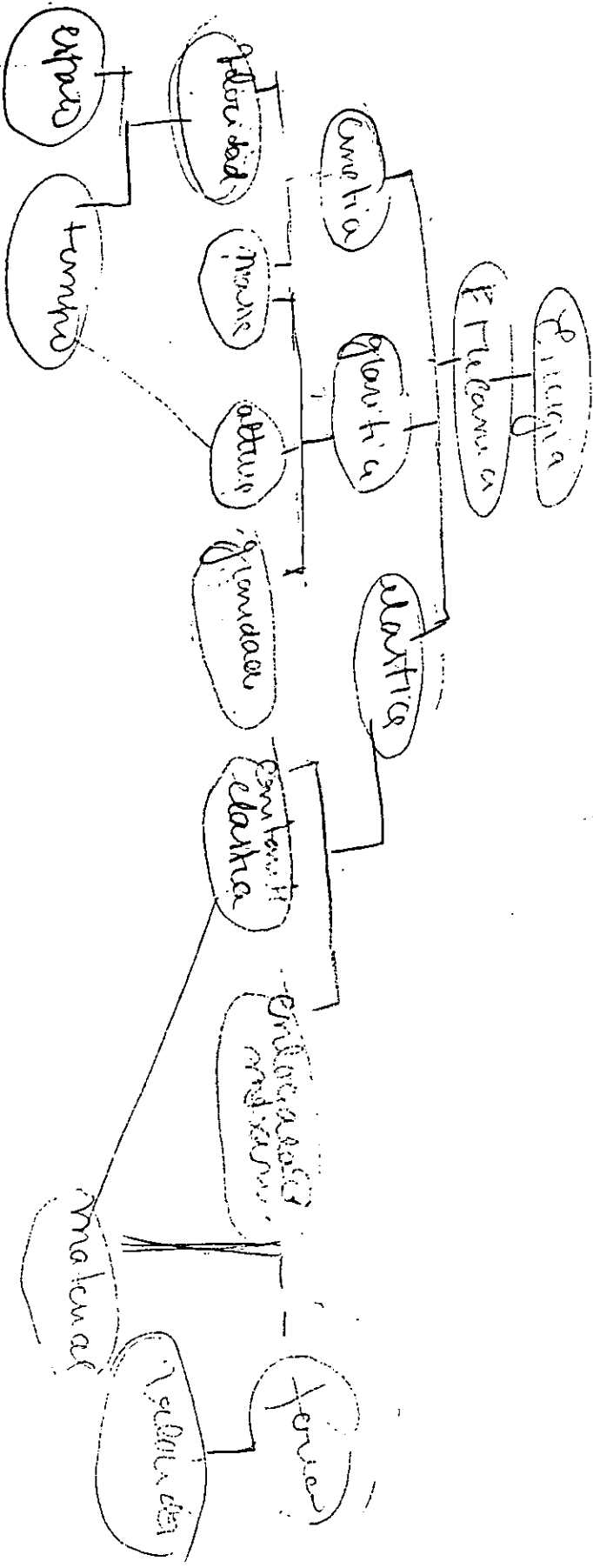


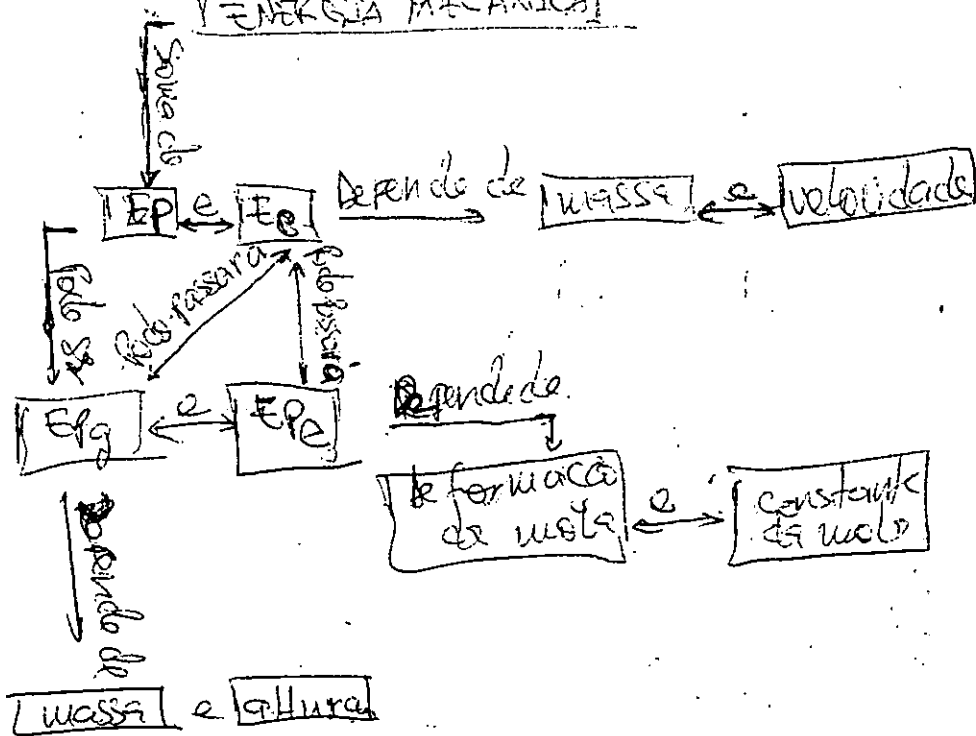
Figura 14. – Mapa de conceitos desenhado pelo estudante E antes da aprendizagem

Enigma, E. Plecomor, E. canities, E. Dactyla, E. q. uo. Visceral, foras su (E. varians, v. loricata),
 media, timphus, endopogon, Composita, aborigines;



Energia!

ENERGIA MECÂNICA



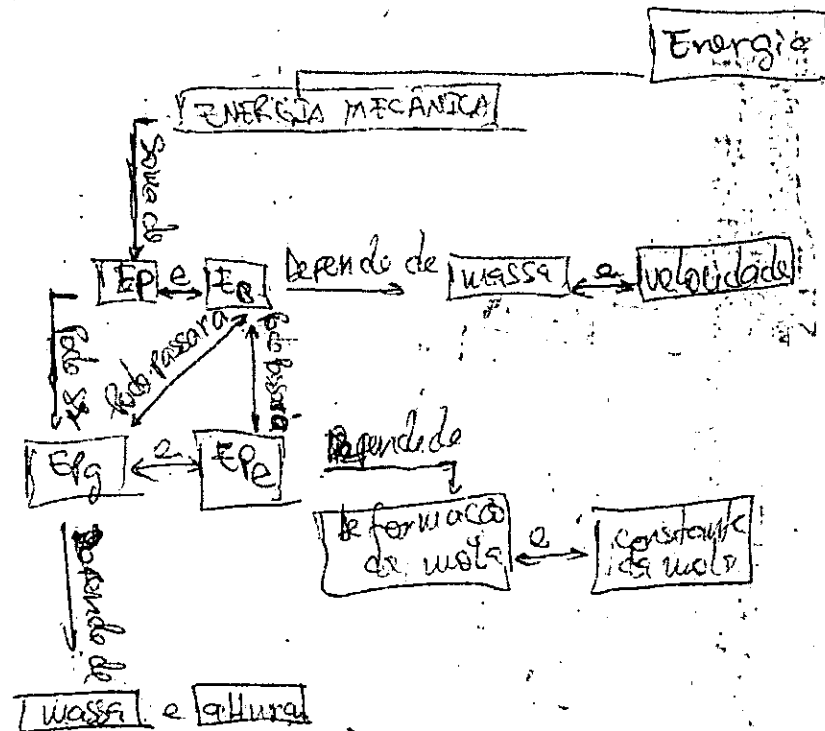


Figura 15.- Mapa de conceitos desenhado pelo estudante E depois da aprendizagem