

Gláucia Elaine Bosquilha, Isaura Maria Gonçalves Vidotti, Luiz Roberto de Moraes Pitombo, Maria Eunice Ribeiro Marcondes, Maria Helena Roxo Beltran e Yvone Mussa Esperidião
GEPEQ - Grupo de Pesquisa em Educação Química - Departamento de Química Fundamental - Disciplina Instrumentação para Ensino - Instituto de Química - USP - Cx.P. 20780 - 01498 - São Paulo - SP

Recebido em 24/7/91; cópia revisada em 30/3/92

This paper presents an alternative proposal for teaching Chemistry in the high-school. The cognitivist proposal adopted follows an experimental approach, and tries to correlate the learning of Chemistry to facts and process occurring in everyday life, in the environment and in the productive systems.

Keywords: chemistry teaching, cognitivist proposal, chemistry in everyday lifes, experimental approach

INTRODUÇÃO

É fato, amplamente conhecido, que os fenômenos químicos percebidos e verificados macroscopicamente requerem, em dado momento, interpretação a nível microscópico através do comportamento e propriedades atribuídas às moléculas e aos átomos. Consequentemente, grande número, senão a maioria, dos conceitos e princípios químicos não apresentam exemplos perceptíveis com atributos perceptíveis, sendo necessária grande capacidade de abstração para sua real cognição^{1,2}. Assim, Novick e Menis³, em trabalho sobre a cognição do conceito de mol, para uma população alvo composta por estudantes de aproximadamente quinze anos de uma escola secundária de Israel, verificaram que este era conceito mal assimilado pela maioria deles e sugeriram como explicação para tal fato a possibilidade de os alunos não terem atingido o nível cognitivo requerido para a aquisição daquele conceito. Em estudo independente, Ingle e Shayer⁴, numa análise do nível de exigência conceitual envolvido no projeto Nuffield Chemistry, também observaram que a aprendizagem do conceito de mol e suas aplicações podem apresentar dificuldade para a média dos estudantes na faixa dos quinze anos que, em geral, não atingiram o nível formal de raciocínio.

Devido à característica intrínseca da Química, que envolve a utilização de modelos abstratos, existe grande dificuldade na elaboração tanto da estrutura conceitual do conhecimento químico como das inter-relações entre os conceitos e, também, na seleção e hierarquização dos mesmos. A dificuldade é ainda maior quando o objetivo precípua é o de adequar a elaboração e o inter-relacionamento entre os conceitos, bem como sua ordenação e seleção, ao nível intelectual, ou seja, à maturidade do educando⁵.

Em muitos países, tem sido marcante, nas últimas décadas, a tendência de se associar o desenvolvimento cognitivo do estudante ao ensino em geral. Nesse sentido, o aprendizado das ciências naturais pode ser encarado como um instrumento que propicia tal desenvolvimento⁶⁻¹⁰.

Quanto à situação do ensino de Química no Brasil, verificou-se em revisão das publicações constantes de nove fontes bibliográficas¹¹, que as principais características desse ensino são: (i) aprendizagem nula ou restrita a baixos níveis cognitivos; (ii) ausência de experimentação e aulas essencialmente expositivas; (iii) inexistência de relacionamento entre o conteúdo e a vida cotidiana; (iv) desinteresse dos alunos ou, então, interesse direcionado primordialmente para o conteúdo dos exames vestibulares; e (v) organização e seleção do conteúdo apresentadas no livro didático como determinante do processo ensino-aprendizagem.

Várias dessas características podem estar relacionadas à inadequação do ensino de Química ao nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos, não tendo sido também encontrada referência explícita a projetos nacionais que tenham como ponto de partida para sua elaboração, vínculos entre o ensino desta ciência, o desenvolvimento psicológico do educando, e uma proposta explícita de determinada corrente da Psicologia Educacional.

Através da análise dos livros didáticos nacionais¹² utilizados amplamente pelos professores de Química, verificou-se que a característica predominante, na maioria deles, é a ênfase na transmissão de informações memorizáveis, através de uma coletânea de definições, regras e fórmulas, de forma estanque, sem inter-relacionamento. E, ainda, inexistem atividades experimentais ou a preocupação precípua de relacionar o conhecimento químico a aspectos do cotidiano.

Evidentemente, a qualidade do livro texto, mesmo levando-se em conta sua ampla margem de circulação, não pode ser responsabilizada, isoladamente, pela situação atual do ensino de Química no país. Entretanto, não se pode desconsiderar a abordagem do conhecimento químico que apresentam uma vez que são, na prática, o instrumento fundamental para o professor que, dado o tempo limitado de que dispõe para o preparo de suas aulas, não tem condições para suplementar o conhecimento neles veiculado.

Frente a essa situação e tendo identificado, ainda que informalmente, a manifestação desses fatores em situações diárias de sala de aula e, relacionando esses fatos à desmotivação e ao baixo nível de aprendizagem dos alunos, um grupo de professores de 2º e 3º graus resolveu aprofundar a análise da prática docente de cada um e propor algumas alternativas que pudessem contribuir para a melhoria do ensino de química a nível mais amplo.

O presente artigo apresenta o projeto: "Interações e Transformações - Química para o 2º Grau", descrevendo parte do material instrucional elaborado por aquele grupo, bem como relatando resultados preliminares da sua aplicação em sala de aula.

CARACTERÍSTICAS DO PROJETO

O ponto de partida para a elaboração do projeto de ensino, foi a concepção de que o ser humano é a resultante da interação do herdado com o ambiente, sendo o conhecimento, portanto, uma constante construção e reconstrução. Consequentemente, o processo de aprendizagem seria caracterizado pelo aumento do conhecimento tendo como agente o educando que, baseando-se na experiência vivida, elabora, constrói e organiza o objeto desse conhecimento. O professor e o am-

biente educacional atuam como elementos provocadores da construção e reconstrução. Sendo a aprendizagem um processo ativo, este deve priorizar a atividade intelectual com base em experiências reais.

O aprendizado da Química, nesse contexto, deve participar do constante construir e reconstruir. Assim, o ensino dessa disciplina deve se associar à experiência vivida no dia a dia pelo educando, sendo que o professor e os materiais instrucionais auxiliariam o desenvolvimento desse processo educativo.

Outro aspecto considerado na elaboração do projeto foi a adequação do material instrucional à realidade atual do ensino. Considerou-se, assim, a carga horária de química no 2º grau, a qualidade e facilidade de uso dos recursos laboratoriais disponíveis nas escolas, mobilidade e evasão dos alunos.

Com base nessas considerações, optou-se por material de estrutura modular, onde se pudesse dar ao aluno de 1ª série, uma noção mais ou menos geral da Química. A estrutura modular proposta apresenta flexibilidade, de maneira a respeitar certas particularidades dos grupos que utilizam o material.

Uma questão crucial, que muito contribuiu na tomada de algumas decisões a respeito do material instrucional, foi a de que os professores, muitas vezes, apresentam idéias firmes sobre o que e como ensinar, mesmo quando os resultados do processo de ensino deixam a desejar. Assim, elaborou-se o guia do professor para cada módulo tal que pudesse de fato auxiliar o professor no seu próprio processo de reconstrução das idéias sobre ensino de Química. O guia, longe de ser "receituário" ou manual de respostas, apresenta-se como um elemento facilitador para análise, reflexão e aplicação da proposta pedagógica elaborada.

IDÉIAS FUNDAMENTAIS E ESTRUTURA DO MATERIAL INSTRUCIONAL

O Projeto "Interações e Transformações - Química para o 2º Grau" visa dar alternativa a professores e alunos interessados em um ensino onde os conteúdos químicos estejam relacionados com o contexto social e onde esses conteúdos sejam significativamente aprendidos e não só memorizados.

Segundo Ausubel¹³, a aprendizagem significativa ocorre quando novas informações e conceitos interagem com conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aluno transformando-os em novos conceitos. Assim, professor e material instrucional podem favorecer a ocorrência de aprendizagem significativa ao propiciarem o relacionamento entre aquilo que o aluno já sabe e a nova idéia a ser aprendida. No pólo oposto à aprendizagem significativa, está a aprendizagem mecânica na qual a ausência de relacionamento e de interação efetiva entre a nova idéia e os conceitos já conhecidos do aluno, leva à simples memorização.

O termo estrutura cognitiva refere-se à organização de idéias na mente de um indivíduo que, para Ausubel, é hierarquizada podendo ser representada pela forma de pirâmide em que as idéias mais gerais, amplas e inclusivas ocupam o topo e as idéias menos gerais e as informações específicas formam a base.

Assim, a ocorrência de aprendizagem significativa pode ser favorecida quando se empregam os princípios de diferenciação progressiva e de reconciliação integrativa¹³⁻¹⁵. No primeiro caso, as idéias relevantes, de caráter geral, amplo e inclusivo existentes na estrutura cognitiva do aluno são diferenciadas progressivamente, ou seja, são modificadas de maneira a chegar a idéias mais específicas através da interação entre a idéia já existente e as novas informações. No segundo caso, idéias menos inclusivas estabelecidas na estrutura cognitiva do aprendiz podem ser explicitamente relacionadas, procurando-se semelhanças e diferenças entre as mesmas e reconciliando inconsistências reais ou aparentes. Dessa forma, aquelas idéias existentes na estrutura cognitiva podem reorganizar-se e adquirir novos significados mais inclusivos.

Partindo dessas considerações, o Projeto "Interações e Transformações - Química para o 2º Grau" é estruturado em módulos com as seguintes características:

- Os quatro primeiros módulos são sequenciais e apresentam os conceitos químicos de forma abrangente e inclusiva.
- Os módulos seguintes são intercambiáveis, ou seja, podem ser ministrados em qualquer seqüência, permitindo ao professor estruturar os cursos da forma mais adequada às características e interesses de seus alunos. Nesses módulos, os conceitos químicos que já foram estudados nos primeiros módulos são abordados de maneira mais profunda e específica.

Desta forma, os conceitos trabalhados nos quatro primeiros módulos sequenciais servem como idéias amplas e inclusivas - subsunções, na linguagem de Ausubel - aos quais serão relacionados - ancorados - conceitos mais específicos.

Foram escolhidos para esses módulos temas de relevância para o conhecimento e vivência do educando. O conhecimento químico específico será introduzido quando a necessidade do entendimento dos problemas o tornem indispensável.

Do guia do professor, que acompanha cada módulo, constam a fundamentação teórica do projeto, justificativas sobre os itens que compõem cada módulo, diferentes sugestões de formas de desenvolvê-los e comentários sobre como trabalhar as questões levantadas. Convém ressaltar que, no desenvolvimento dos itens, o professor terá oportunidade de verificar aplicações da fundamentação teórica, o que pode levá-lo a aprofundar seus conhecimentos sobre as teorias de aprendizagem e de desenvolvimento consideradas.

Os conceitos abordados nos quatro primeiros módulos também são elaborados a partir das idéias gerais que os alunos já têm e que foram construídas a partir de dados de sua vivência e escolaridade anterior.

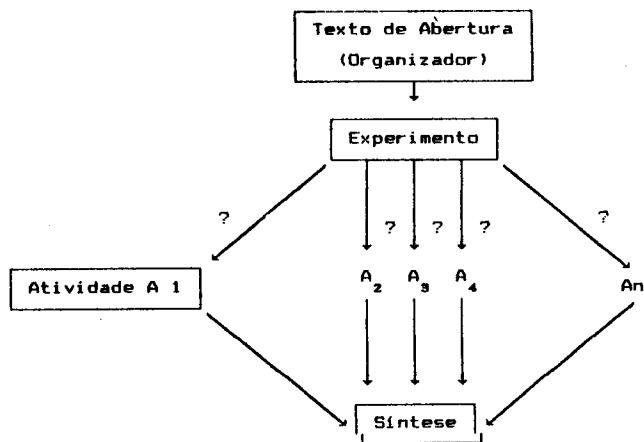
No entanto, numa sala de aula, com cerca de quarenta alunos, é possível ao professor ter um quadro geral das idéias que os alunos já têm, mas é muito difícil detectar quais as idéias abrangentes que cada aluno tem em sua estrutura cognitiva que poderiam ser usadas como subsunções, ou seja, à qual seria possível relacionar determinado conceito a ser estudado.

Levando isso em conta, fez-se uso de organizadores. Um organizador pode ser um texto, uma figura, um experimento, uma frase. Sua função é similar à de uma ponte entre as idéias que estão na estrutura cognitiva do aluno e aquilo que ele precisa conhecer, facilitando assim, a ocorrência de aprendizagem significativa. Os organizadores propiciam a identificação de uma idéia geral e relevante, possivelmente existente na estrutura cognitiva do aluno, pois a ela se relaciona. Além disso, exprimem a relevância dessa idéia para o novo conceito a ser aprendido.

Assim, cada módulo é iniciado por um texto (texto de abertura) que tem a função de organizador, pois identifica a idéia geral, que o aluno já deve ter, à qual serão relacionados os novos conceitos. Essa idéia geral começa em seguida a ser diferenciada (diferenciação progressiva) a partir de experimentos ou textos que tratam dados experimentais, sobre os quais são levantadas questões. Essas questões conduzem a atividades onde conceitos específicos serão construídos.

As experiências propostas envolvem duas fases. A primeira fase é a de construção de conceitos, onde o aluno é levado, através de questões sobre os dados experimentais, a formular generalizações. A segunda fase é a de levantamento de novas questões a partir das observações experimentais, gerando-se assim discussão, a qual levanta a necessidade de aquisição de um novo conceito químico, o que deverá ser feito através da realização de uma atividade específica. Assim, a realização de um experimento gera atividades, que podem ser não-experimentais.

Na introdução das atividades já são colocadas para o aluno, como exemplos do conceito em estudo, um ou dois fatos com os quais ele esteja familiarizado quer pela realização de experimento, quer por observações feitas na sua vida diária. Em seguida, o aluno é solicitado a classificar, através de tabelas ou de



questões, um grande número de exemplos e não-exemplos do conceito para que possa chegar à generalização pretendida. Por fim, o aluno é levado, através de questões, a expressar, por escrito, a generalização a que chegou. No caso de alguns conceitos, também são propostos exercícios de fixação.

A elaboração de generalizações permite ao aluno relacionar fatos específicos a um conceito geral seja ele a idéia da qual se partiu ou conceitos intermediários construídos anteriormente por diferenciação progressiva. Assim as atividades propostas levam em conta, também, o princípio da reconciliação integrativa.

Cada módulo é finalizado com uma síntese onde é colocada a relevância dos conceitos adquiridos pelo aluno para a compreensão dos problemas analisados no módulo. Esta síntese também tem a função de reconciliar esses conceitos específicos à idéia geral.

O conteúdo apresentado em cada módulo foi organizado, também, de maneira a considerar o desenvolvimento cognitivo dos alunos, tomando como referência algumas elementos da teoria do desenvolvimento cognitivo de Piaget.

Segundo Piaget^{16,17}, o desenvolvimento cognitivo do homem se dá numa sequência invariável de estágios, cada um dos quais representando nível singular de organização interna, ou seja, estrutura que possibilita e determina tipos de análise de informações e eventos externos que o sujeito pode realizar.

Assim os indivíduos ao interagirem com o ambiente através de experiência, analisam o ocorrido de acordo com o estágio de desenvolvimento cognitivo em que se encontram.

A Tabela 1 mostra os estágios de desenvolvimento cognitivo propostos por Piaget, suas principais características e algumas ações ou alguns comportamentos possíveis.

Segundo a teoria clássica piagetiana, haveria uma tendência de sujeitos em níveis não operatórios efetivarem julgamento dos objetos por sua aparência, isto é, são incapazes de admitir a invariabilidade (conservação) das propriedades quando mudam de situação. Por outro lado, o sujeito operacional é dotado de certa lógica que lhe permite registrar os atributos observáveis em termos de suas propriedades e de diferenciá-los, classificá-los e relacioná-los em sistemas complexos.

Shayer e Adley⁽⁹⁾ analisando as relações entre as habilidades cognitivas e necessidades curriculares, mostram que a todo momento, nos laboratórios escolares e nas salas de aula certas habilidades cognitivas, como classificar eventos, ordená-los, estimar diferentes possibilidades, controlar variáveis, constituem-se em requisitos indispensáveis ao ensino de ciências naturais.

Essas ciências, por sua vez, tem sido encaradas como instrumento capaz de contribuir para o desenvolvimento cognitivo do educando, através do emprego de estratégias de ensino que procuram associar o conteúdo acadêmico ao referido desenvolvimento^{2,5-7,9,10,18,19}.

Tabela 1. Estágios de desenvolvimento cognitivo

Estágio de Desenvolvimento Cognitivo	Características	Ação ou Comportamento	
Sensório-Motor 1-2 anos	Egocentrismo total. Comportamento do tipo reflexo. Imitação	Choro, sucção, atividade corporal indiferenciada.	
Pré-Operatório 2-6 anos	Pensamento mais organizado - Egocêntrico	Usa símbolos e imagens mentais. Não forma classes, não vê interligações. Não estabelece continuidade temporal (ontem, hoje amanhã)	
O P E R A C I O N A L	Lógico Empírico (Concreto) 7-12 anos	Deixa o egocentrismo. Pensamento mais organizado: dos fatos vivenciados estabelece relações imediatas.	Organiza e estrutura ações através do presente imediato (classificação, seriação e correspondência). Trabalha preferencialmente com duas variáveis. Não pensa em outras possibilidades.
	Lógico-Formal (Formal) 13-15 anos	Pensamento mais organizado e reflexivo: hipotético dedutivo. Raciocínio em termos de conceitos, teoria ou modelos abstratos (hipótese)	Não necessita do presente imediato, pensa em termos de outras possibilidades. Trabalha com muitas variáveis, sabendo como as controlar. ("fazendo todas as coisas iguais")

Partindo-se desses pressupostos e ainda considerando que a maioria dos estudantes de 2º grau está no nível lógico empírico, e que o ensino do conteúdo do conhecimento químico requer muito do nível lógico formal^{8,18}, procurou-se nos quatro módulos sempre iniciar com operações lógico-empíricas, caminhando para operações lógico-formais.

Assim, partiu-se sempre de fatos vivenciados pelo educando no dia a dia ou no laboratório, procurando desenvolver operações de classificação, seriação e correspondência.

Outra preocupação presente foi a de sempre que possível, iniciar qualquer trabalho usando somente duas variáveis e quando surgir necessidade da utilização de número maior de variáveis procurar reduzi-las, estudando uma e fazendo as outras constantes.

Ponto de relevância foi a preocupação que se teve com desenvolvimento do raciocínio proporcional. Segundo Piaget¹⁷ o esquema de proporções apresenta dois aspectos, um lógico e outro matemático. A proporcionalidade qualitativa (lógica) baseia-se na idéia que dois fatores que atuam em conjunto equivalem a ação de dois outros fatores reunidos. Posterior a isto descobre-se as proporções métricas. Exemplificando: numa relação onde estão presentes duas variáveis dependentes, se é proporcionalidade direta, o aprendiz descobre que o aumento de uma implica no aumento de outra, e se é inversa o aumento de uma é compensado pela diminuição da outra. Segue-se a manipulação numérica ou métrica das razões e proporções:

$$A/B = A'/B'$$

$$AB' = A'B$$

Modificações em A devem ser compensadas por modificações de pelo menos um dos termos do produto A'B para manutenção da igualdade.

Considerou-se ainda a relevância do desenvolvimento de trabalho coletivo facilitando o diálogo entre o educando e o ambiente social (sala de aula), pois a compreensão de novos conceitos, novas idéias, sempre tem que ser construída e reconstruída pelos participantes das discussões.

Além de proporcionar o desenvolvimento das operações lógico-empíricas de classificação, seriação e correspondência, o Projeto "Interações e Transformações - Química para o 2º Grau" visa proporcionar ao aluno uma passagem gradativa do nível qualitativo para o nível quantitativo dos conceitos que já envolve certo formalismo matemático.

Finalizando, cabe ressaltar que as interpretações dos fenômenos a nível microscópico, ou seja, a nível de comportamento de átomos e moléculas, que necessitam abstração, são precedidas de observações e análises de fenômenos a nível macroscópico, o que possibilita ao aluno o relacionamento entre fatos e teorias.

MAPAS CONCEITUAIS, PAPEL DOS MÓDULOS E CONCEITOS

Para melhor entendimento do material instrucional do Projeto "Interações e Transformações - Química para o 2º Grau", serão descritos os quatro módulos sequenciais. Para isso apresentam-se o papel de cada módulo, seu mapa conceitual e os respectivos conceitos a serem construídos e reconstruídos.

Chamam-se Mapas Conceituais^{14,20} os diagramas que indicam as relações entre conceitos, partindo-se de idéias ou conceitos mais gerais (conceitos superordenados), diferenciando-os em outros menos gerais (conceitos subordinados) até chegar aos mais específicos (conceitos pouco inclusivos).

MÓDULO I - INTERAÇÕES E TRANSFORMAÇÕES NO AMBIENTE.

PAPEL DO MÓDULO

O conceito geral desenvolvido neste módulo é o de *Interação*. Assim, o texto de abertura, que trata da origem da chuva ácida e dos problemas que ela provoca no meio ambiente, coloca idéias e características de interações entre homem e ambiente, chuva ácida e ambiente, etc. Através da leitura e discussão desse texto fica indicada a relevância da idéia geral de interação.

Este texto de abertura tem a característica de um organizador prévio. Nesse sentido, espera-se que o trabalho com o texto possa colocar em evidência idéias sobre interações e transformações que o aluno já tenha e que são relevantes para o aprendizado que se seguirá. Não é importante, neste momento, que o aluno dê significados científicos aos conceitos químicos abordados. Assim, o conceito de chuva ácida pode inicialmente ser incorporado mecanicamente¹³ à estrutura cognitiva do aluno para, num segundo momento, ir se tornando significativo, à medida em que vão se desenvolvendo as próximas atividades.

No primeiro experimento inicia-se a diferenciação do conceito de interação particularizando-o para interações entre materiais e entre materiais e energia. A partir dos fatos observados neste experimento, são levantadas questões que conduzem à realização de atividades onde serão analisados aspectos das interações, o que leva a diferenciar ainda mais a idéia geral inicial (vide mapa conceitual).

Na atividade "As Interações estão Sempre Acompanhadas de Sinais Característicos?" (atividade VIII, vide relação a seguir) fica especificado o conceito de transformação como um tipo de interação em que são observadas mudanças. Já no texto "Transformações Químicas" (atividade IX), o conceito de transformação química é apresentado como um tipo de transformação em que ocorre a formação de novos materiais.

Até essa etapa, os conceitos foram tratados a nível qualitativo. Mas, nas atividades seguintes, a variável tempo será estudada quantitativamente e será especificado o conceito de rapidez de transformação química. Também, a conservação da massa nas transformações químicas será analisada do ponto de vista quantitativo.

Finalmente, um texto faz a síntese dos conceitos abordados no módulo e leva o aluno a refletir e comparar suas idéias iniciais sobre o problema da chuva ácida com as idéias que ele tem agora, após o trabalho realizado no módulo.

Os conceitos abordados a nível geral, macroscópico e qualitativo nesse módulo, serão retomados e reconstruídos nos módulos seguintes, aumentando gradativamente sua especificidade.

Do ponto de vista das operações mentais, neste módulo o aluno executa operações de classificação, correspondência um a um, raciocínio proporcional e controle de uma variável.

Conceitos abordados em cada item - Módulo I

Itens	Conceitos novos	Conceitos Retomados
I. A chuva Ácida		
II. Investigando a produção da chuva ácida.	Interação - materiais diferentes interagem com outros materiais ou com energia de modo diferente.	
III. Há outros materiais que modificam a cor do papel tomassol?	Ácidos - materiais que, em contato com a água, são capazes de mudar a cor do papel de tomassol azul para vermelho e produzirem efervescência ao interagirem com carbonato de cálcio. Bases - materiais que interagindo com a água, são capazes de mudar a cor do papel de tomassol vermelho para azul. Neutros - materiais que não modificam as propriedades da água face aos testes considerados.	Interação
IV. Como analisar o tempo envolvido nas interações?	Interação instantânea é aquela que apresenta mudança perceptível após 1 segundo decorrido entre a interação e o aparecimento do sinal (critério pode variar). Interação não instantânea é aquela em que o tempo é maior que o estabelecimento para a instantânea.	Interação
V. Do que depende a dissolução dos materiais?	Dissolução: interação entre sólido e um líquido, gases e líquidos e finalmente entre líquidos. Solvente - agente da dissolução. Soluta - material em menor quantidade no meio. Fatores que influem na solubilidade (capacidade de se dissolver) de um material: massa de soluto, volume de solvente, temperatura, estado de agregação.	Interação
VI. A toda interação se associa uma forma de energia?	Interação Endoergônica - interação entre material (ou materiais) e energia (absorção). Interação Exoergônica - interação entre materiais energia (liberação). Interação Endotérmica - interação entre material (ou materiais) e calor (absorção). Interação Exotérmica - interação entre materiais e calor (liberação).	Interação

Conceitos abordados em cada item - Módulo I

Itens	Conceitos Novos	Conceitos Retomados
VII. As interações pode ser revertidas?	Revertibilidade - reconstituição dos materiais iniciais: Distingui-se interações reversíveis de irreversíveis considerando a quantidade de energia envolvida.	Interação
VIII. As interações estão sempre acompanhadas de sinais característicos?	Transformação - tipo de interação em que se observam sinais de mudança. Evidências de transformação - sinais de mudança (cor, odor, liberação de energia, liberação de gás).	Interação
IX. Transformação Química.	Estado inicial - caracterizado por atributos no início do estudo. Estado final - caracterizado por atributos no fim do estudo. Transformação química - Transformação em que novos materiais são formados. Os conceitos de tempo, energia e evidências estudados para interações são particularizados considerando-se a transformação química como tipo de interação. Reagentes - materiais que compõem o estado inicial do sistema. Produtos - materiais que compõem o estado final do sistema.	Interação. Energia nas interações. Tempo nas interações. Transformação. Evidências.
X. Transformação química - iniciando o estudo quantitativo.	Rapidez - Transformações mais rápidas envolvem tempo menor. Influência do estado de agregação de reagentes na rapidez da transformação química.	Transformação química Evidências. Tempo nas transformações químicas. Sistema. Estado inicial e final. Reagente. Produto.
XI. Como interpretar dados quantitativos?	Sensibilidade - capacidade de medir na balança.	Transformação química. Sistema. Reagente. Produto. Solubilidade.
XII. A massa se conserva sempre?	Lei da conservação da massa.	Transformação. Sistema. Reagente. Produto.
XIII. Existem outros fatores que influenciam a rapidez de uma transformação?	Influência da diluição de reagentes e da temperatura, na rapidez da transformação.	Transformação química. Reagente. Produto. Tempo nas transformações químicas. Dissolução. Evidências.
XIV. Síntese	Os conceitos estudados no módulo e suas inter-relações são retomados e relacionados ao processo ensino-aprendizagem - um tipo de transformação e outras transformações que o aluno observa em sua vida.	

MÓDULO II - EM BUSCA DE EXPLICAÇÕES PARA AS TRANSFORMAÇÕES

PAPEL DO MÓDULO

Neste módulo dá-se continuidade ao estudo do tema geral do projeto: Interações e Transformações.

O aluno, após ter analisado no módulo I aspectos qualitativos e quantitativos das transformações químicas a nível macroscópico, é levado a relacionar os fatos observados com explicações propostas a nível microscópico.

O texto de abertura relaciona as observações feitas em combustões com diferentes explicações, sugerindo desde já que os mesmos fatos observados podem ser explicados de formas diferentes.

Assim, o texto de abertura enfatiza a relevância do conceito de explicação que é a idéia central do módulo.

No relato da experiência sobre a formação da água (atividade II - vide mapa conceitual) inicia-se a diferenciação progressiva do conceito de explicação através da apresentação da concepção de Lavoisier de "elementos ou princípios" como constituintes da matéria^{21,22}, uma das diferentes explicações existentes na época.

Nas atividades seguintes as idéias de Lavoisier são utilizadas para explicar aspectos da experiência levantados através das questões, o que permite enfatizar a relação entre explicações e fatos.

É também a partir da análise da coerência entre explicações e fatos que são apresentadas as idéias de Dalton como outra forma de explicação.

Além disso, os símbolos e fórmulas são apresentados como formas de representação das idéias utilizadas na explicação dos fatos. Assim, a linguagem representacional aparece indissoluvelmente associada às concepções sobre a constituição e transformação da matéria. Isto é particularmente importante numa ciência como a química que usa toda uma simbologia diferenciada.

Nas atividades finais é verificado todo o poder explanatório das idéias de Dalton, aplica-se a linguagem representacional, em nível adequado, aos fatos que os alunos já conhecem e usa-se esta linguagem para representar e balancear as equações, além de se desenvolver o conceito de massa atômica relativa.

Embora não se trate explicitamente de definições como Lei, Hipóteses, Postulados, Teoria, Modelo, todo esse módulo é perpassado por estes conceitos.

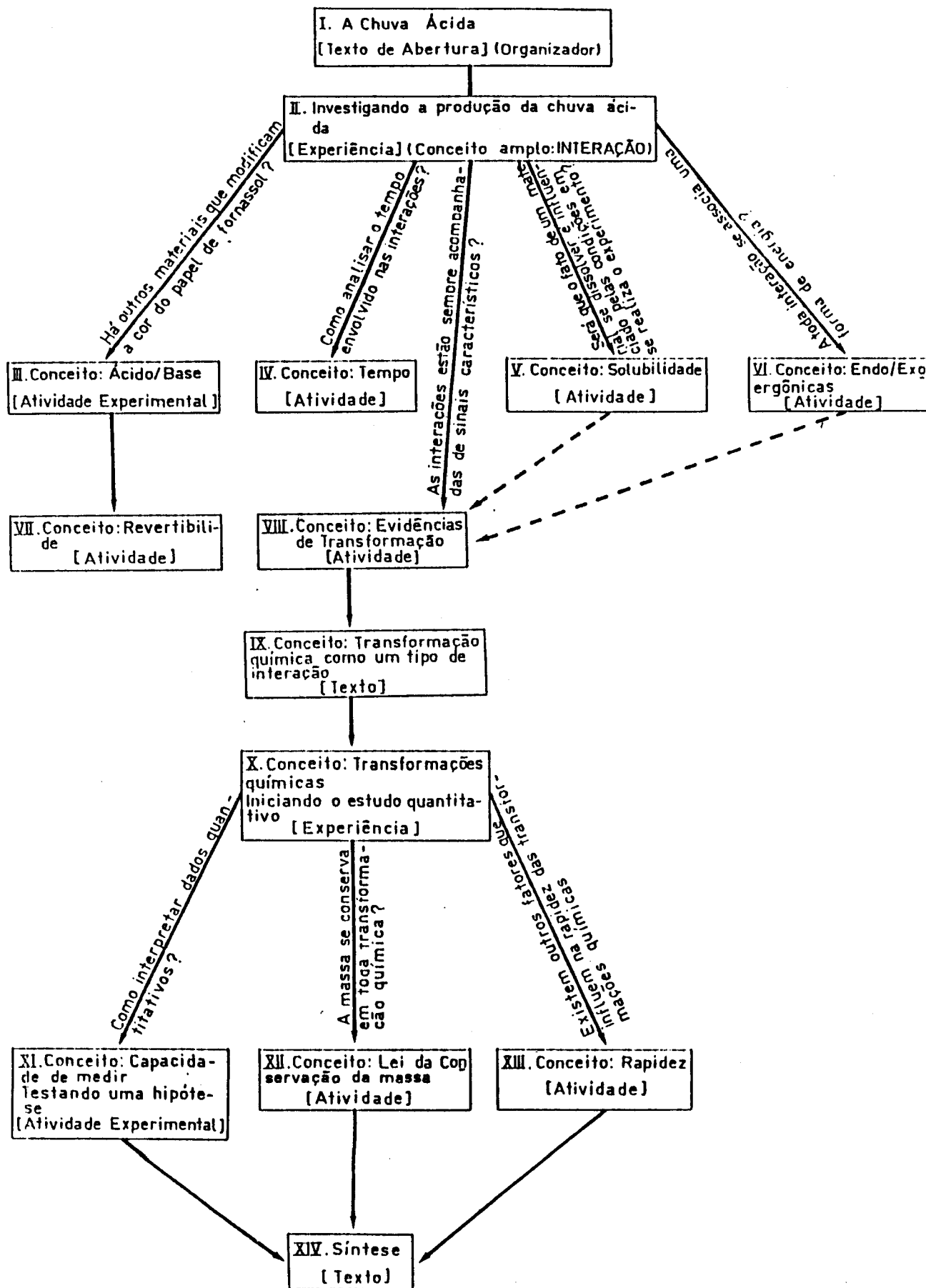
Considerando as operações mentais, o aluno no módulo II, classifica, utiliza raciocínio proporcional e pensa em possibilidades, caminhando do nível lógico empírico para o lógico formal.

O texto síntese procura levar o aluno a refletir sobre o tema das transformações das idéias sem deixar de considerar que tal transformação se dá na interação social.

Conceitos abordados em cada item - Módulo II

Itens	Conceitos Novos	Conceitos Retomados
I. A busca de explicações		Combustão Transformação em que um dos reagentes é o gás oxigênio.
II. Formação da água	Interação entre fatos observados e idéias de Lavoisier. Medidas de quantidade de calor-calorímetro. Idéias de Lavoisier - A matéria é constituída por elementos ou princípios.	Conservação de massa combustão.

MÓDULO I - MAPA CONCEITUAL



Conceitos abordados em cada item - Módulo II

Itens	Conceitos Novos	Conceitos Retomados
III. Que critérios são utilizados para identificar um material?	Ponto de ebulição - temperatura na qual um material passa do estado líquido para o gasoso, durante a ebulição. Significado de gráficos. Substâncias-materiais cujo ponto de ebulição independe da quantidade ou da procedência de amostra. Misturas - matérias cujo ponto de ebulição depende da composição da amostra.	Sensibilidade de aparelhos de medida (termômetro)
IV. Quais as diferenças entre as substâncias simples e as compostas?	Definições operacionais: Substâncias compostas - aquelas possíveis de decompor. Substâncias simples - aquelas que não se decompõem pelos processos conhecidos. Definições conceituais: Substâncias compostas - constituídas por mais de um princípio. Substâncias simples - constituídas por um só princípio, além do calórico.	Transformação química Formação de novos materiais Evidências de transformação química Interação entre fatos e idéias
V. Será que as transformações químicas ocorrem mantendo relações proporcionais em massa?	Lei das proporções definidas (Lei de Proust).	Interação entre fatos e idéias Conservação da massa
VI. Como é possível avaliar e comparar o calor envolvido nas transformações químicas?	Relação quantidade de calor/massa para diferentes substâncias. Proporcionalidade entre massa de reagente e quantidade de calor.	Transformações que absorvem (endoergônicas) e liberam (exoergônicas) energia Combustão - transformação em que um dos reagentes é o gás oxigênio
VII. Transformação das idéias.	Concepção atômica de Dalton em termos de seus postulados. Massa atômica - massa do átomo de um elemento. Elemento - conjunto de átomos de mesma massa. Transformação química - rearranjo de átomos. Representações de Dalton. Interações entre idéias e representações.	Lei da conservação da massa. Lei das proporções definidas. Interação entre fatos de idéias.
VIII. Propondo explicações		Interação entre fatos e idéias. Concepção atômica de Dalton Ácido Transformação química
IX. As representações também se transformam.	Significado atômico dos símbolos. Significado de massa nos símbolos. Significado de fórmulas.	Interação entre idéias e representações massa atômica.

Conceitos abordados em cada item - Módulo II

Itens	Conceitos Novos	Conceitos Retomados
X. Representando o rearranjo dos átomos nas transformações químicas	Equação química. Balanceamento. Interpretação da equação química em termos de número de partículas envolvido.	Transformação química como rearranjo de átomos Interação entre idéias e representações
XI. Síntese	O tema do módulo - explicações e coloca-se a questão da transformação das explicações na interação homem-natureza dentro de um contexto social.	

MÓDULO III - TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS NA PRODUÇÃO INDUSTRIAL.

PAPEL DO MÓDULO

O estudo de interações e transformações é, neste módulo, centralizado no processo industrial de produção do ferro.

Aqui, aspectos qualitativos e quantitativos, macroscópicos e microscópicos, observações e explicações, são relacionados.

O texto de abertura, partindo da questão da utilização de ferro nas sociedades industrializadas e do problema da exploração de minérios em Carajás, situa o estudo das transformações químicas envolvidas no processamento do minério de ferro como aspecto integrante desse contexto.

A partir das idéias gerais salientadas no texto de abertura, inicia-se no item II - "Conhecendo um Usina Siderúrgica" (descrição de uma visita) - o processo de diferenciação progressiva, pois as transformações químicas são consideradas como meios de obtenção industrial de materiais e, assim, são salientados os aspectos de previsão da produção, perda e reciclagem de materiais e a necessidade de conhecer mais profundamente as transformações químicas envolvidas no processo, com o fim de controlá-las. Considerou-se aquela visita como experimento demonstrativo.

Nas atividades seguintes são elaborados ou reelaborados conceitos que permitem responder questões colocadas a partir dos fatos levantados no "relato da visita".

A questão da previsão sobre quantidades de reagentes e produtos leva à introdução dos conceitos de massa molar e de quantidade de matéria, bem como da unidade que a expressa - o mol.

Ao final é retomado o estudo da quantidade de calor envolvida nas transformações químicas, o que conduz à questão que liga este ao módulo seguinte, ou seja, como explicar a mobilização de calor observada e medida?

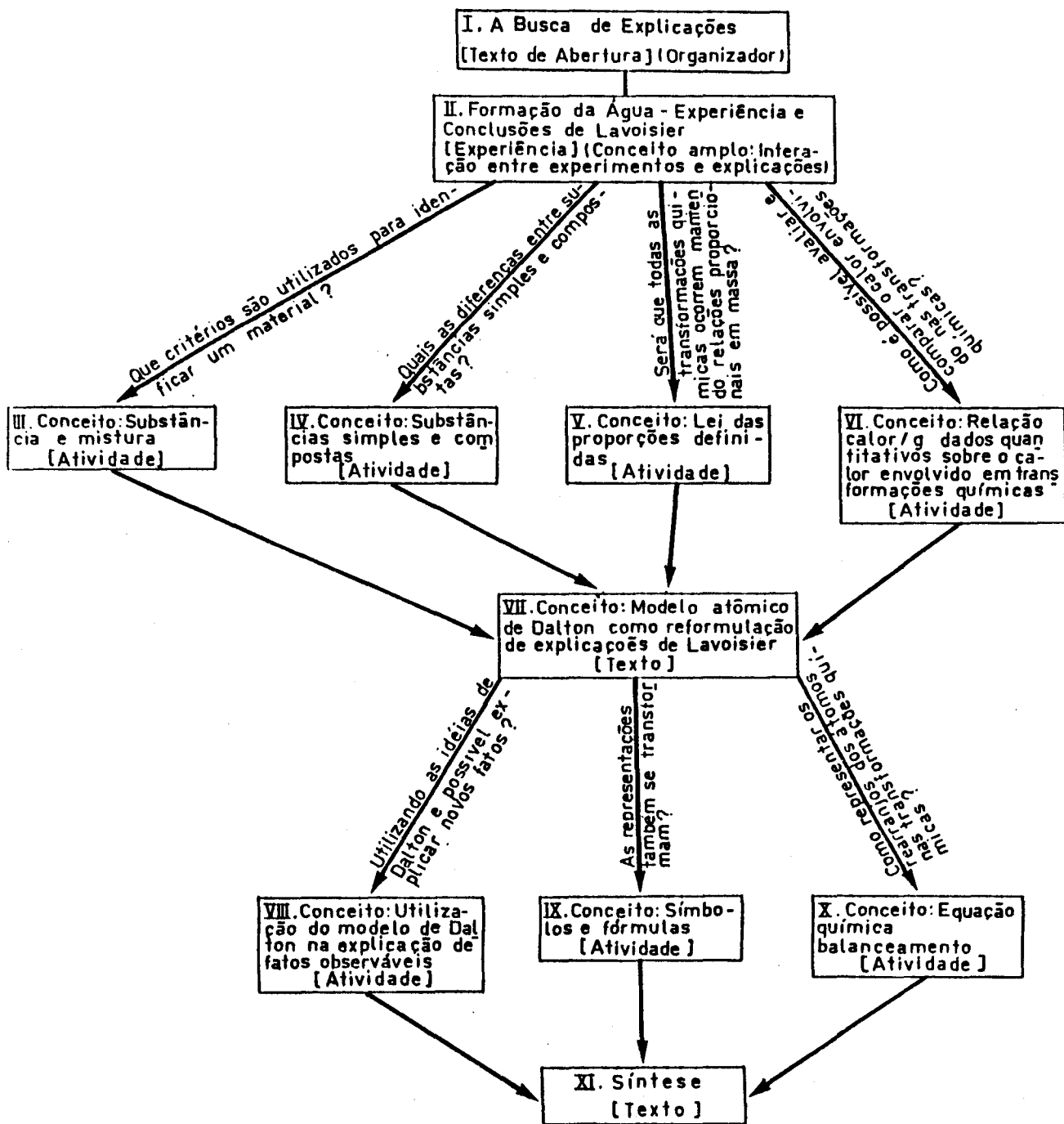
Em termos das operações mentais, o aluno classifica, faz seriação, usa raciocínio proporcional intensamente, faz correspondência, controla variáveis e pensa em possibilidades diferentes.

No texto final, o estudo dos aspectos químicos realizado durante o desenvolvimento do módulo, volta a ser relacionado com a questão mais ampla da exploração e do processamento do ferro.

Conceitos abordados em cada item - Módulo III

Itens	Conceitos Novos	Conceitos Retomados
I. Alguns aspectos da exploração e processamento de minérios	Extração do metal ferro a partir do seu minério	

MÓDULO II - MAPA CONCEITUAL



Conceitos abordados em cada item - Módulo III

Itens	Conceitos Novos	Conceitos Retomados
II. Conhecendo uma usina siderúrgica	Controle das transformações químicas (condições favoráveis à realização das transformações).	A partir de fatos observados na obtenção do ferro gusa é retomado o conceito de transformação química e conceito de energia a elas associado
III. Que transformações ocorrem no alto forno?	Transformações químicas em etapas. Representação das transformações por meio da equação global. Balanço de energia	Transformação química Transformação exotérmica e endotérmica
IV. De que depende o enferrujamento? Existem meios de evitá-lo?	Corrosão do ferro - uma transformação química que pode ser controlada a ponto de ser retardada. Reatividade dos metais.	Interação com os agentes de corrosão (oxigênio e água)
V. Como é possível prever a quantidade de produtos que será obtida numa transformação?		Aspectos quantitativos das transformações químicas. Proporcionalidade entre reagentes e produtos em termos de massas não estequiométricas e número de partículas
VI. Massa e quantidade de matéria.	Quantidade de matéria e sua unidade mol, Fixação de 0,012 kg de C como padrão para quantificar o número de partículas de um mol. Massa molar. Interpretação das equações químicas usando quantidade de matéria, número de partículas e massas, mostrando os diferentes significados de maneira mais ampla.	Proporcionalidade entre reagentes e produtos
VII. Relações ponderais entre reagentes e produtos. Previsões.	Previsões estequiométricas (com base nas informações obtidas através da leitura das equações) como condições ideais de realização das transformações.	Utilização dos conceitos de massa, quantidade de matéria e número de partículas Cálculos proporcionais Significação das fórmulas Massa molar
VIII. Química real: o rendimento e os fatores que nele influem.	Da comparação entre quantidade real obtida e a quantidade prevista com base na equação química deriva o conceito de rendimento associado ao conceito de pureza da matéria-prima, estando implícito o planejamento do processo da produção em termos econômicos.	Cálculos proporcionais

Conceitos abordados em cada item - Módulo III

Itens	Conceitos Novos	Conceitos Retomados
IX. Energia e quantidade de matéria	Medida do calor envolvido numa transformação química. Relação entre grandezas quantidade de calor e quantidade de matéria. Significado do sinal da energia incluída na equação. Atividade dos calores das transformações.	Transformações
X. Síntese	Transformações químicas na produção industrial, tema estudado nesse módulo, forneceu subsídios para entender a química da produção de ferro. Nesse contexto, o entendimento da energia associada às transformações e aplicação do modelo Mineral Brasileiro da época, impõe mudanças das idéias.	

MÓDULO IV - INTERAÇÕES E TRANSFORMAÇÕES - NOVAS IDÉIAS.

PAPEL DO MÓDULO

As relações entre interações, transformações e energia são o fio condutor deste último módulo seqüencial que, a nível conceitual, culmina com a reformulação das idéias sobre o átomo nuclear (Rutherford).

O texto de abertura apresenta dados históricos acerca das fontes de energia utilizadas em diferentes organizações sociais, bem como sobre sua demanda. As questões atuais referentes à produção de energia elétrica em hidrelétricas e, particularmente, em termoelétricas e usinas nucleares conduzem à relação entre transformações de materiais e energia.

Assim, partindo do fenômeno da combustão, dos requisitos e propriedades dos combustíveis, da produção, condutividade e consumo de energia elétrica nas transformações químicas e, finalmente, dos fenômenos relativos à radioatividade natural, apresenta-se a necessidade de se reformular as idéias de Dalton.

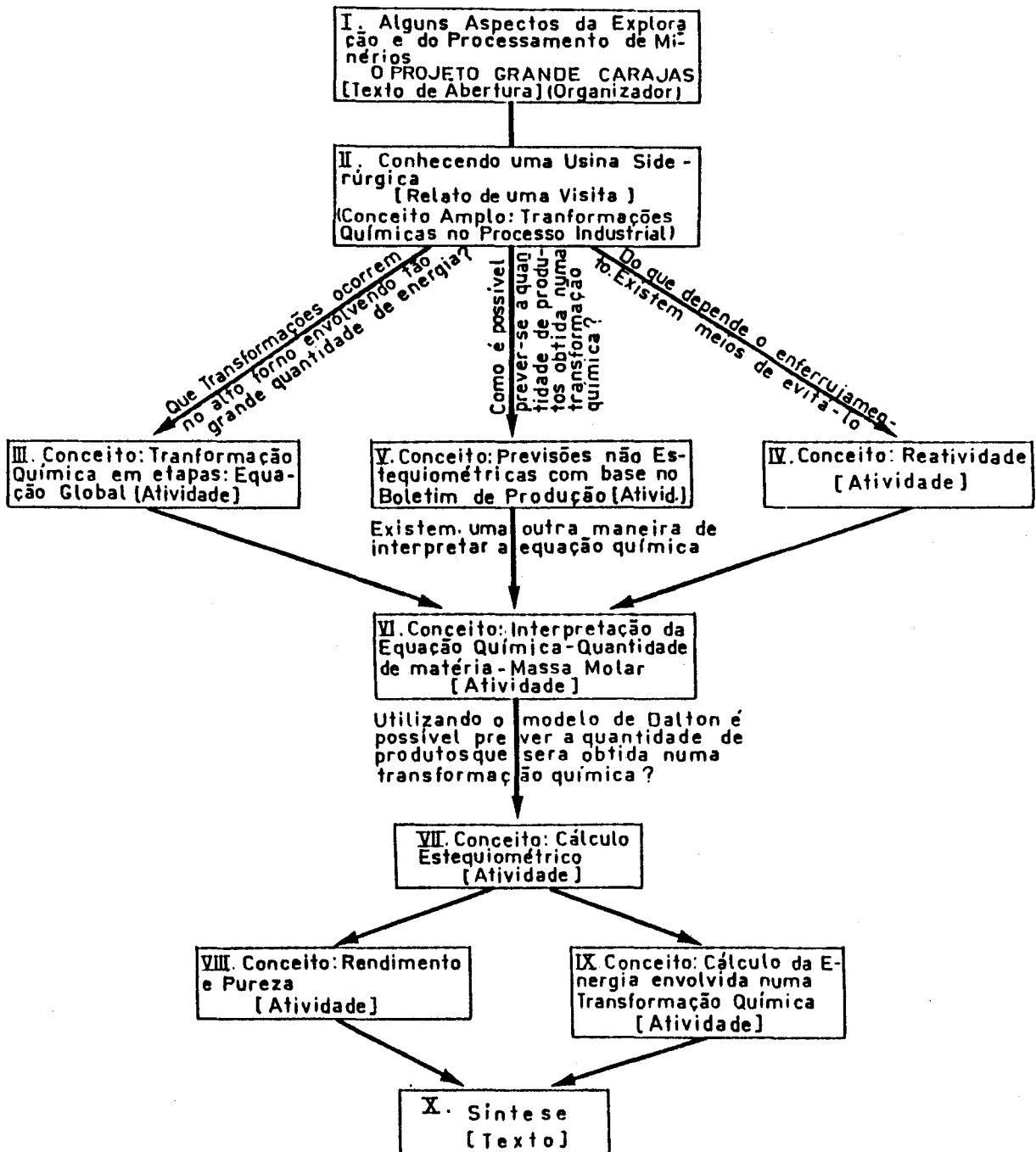
Na busca de explicação para esses eventos evidenciou-se que tamanho, movimento e estrutura das partículas (átomos e moléculas) assumem importância fundamental.

Além disso, apresentou-se a relação entre o desenvolvimento do estudo de fenômenos elétricos e radioativos na elaboração do modelo atômico nuclear. Desta forma, viu-se que, admitindo-se a idéia de serem os átomos formados por núcleo e eletrosfera constituídos de partículas carregadas, muitas das transformações e propriedades das substâncias poderiam ser explicadas. Assim, a idéia de que a matéria fosse constituída por partículas carregadas, possibilitou considerar transformações de materiais em termos de interações entre essas partículas. A combustão e os eventos elétricos caracterizaram interações com participação da eletrosfera e os eventos radiativos seriam dependentes do núcleo. Essas idéias sobre o átomo também indicariam possibilidades de explicações para os enigmas energéticos ligados às transformações químicas.

Desta forma, o modelo de Rutherford passou a ser o mais adequado à explicação dos fenômenos até aqui estudados. Ressaltou-se, entretanto, que, apesar disso, há fenômenos diante dos quais as idéias de Rutherford se mostram limitadas como forma de explicação.

Neste último módulo seqüencial, além da apresentação de fatos e conceitos novos para o aluno, muitos dos assuntos estudados anteriormente são retomados e reelaborados levando em conta a reformulação de idéias acerca da estrutura da matéria. Desse modo, a forma do módulo IV é um pouco diferente da apresentada pelos módulos anteriores, mantendo, en-

MÓDULO III - MAPA CONCEITUAL



tretanto, a mesma metodologia e seqüência conceitual coerentes com a fundamentação teórica.

Assim, as atividades propostas para discussão das questões levantadas a partir do experimento (item III - "Que aspectos precisam ser considerados na escolha de um combustível?"; item IV - "Como a matéria pode produzir, conduzir e consumir energia elétrica?" e item V - "Como explicar que um elemento se transforme em outro e a grande quantidade de energia envolvida nessa transformação?") são subdivididas. Pode-se dizer que cada uma dessas atividades constitui um "mini-módulo" cada qual abordando fatos e idéias explicativas sobre propriedades e transformações de materiais e de energia nas combustões, nas pilhas e eletrólises e nas transmutações radioativas, respectivamente. Nesses "mini-módulos", o processo de diferenciação progressiva é enfatizado e, em seguida, com a aplicação das idéias de Rutherford na explicação dos fenômenos estudados, particularmente no item VII - "Propriedades e transformações da matéria. Novas explicações", as idéias e fatos são reorganizados, enfatizando-se a reconciliação integrativa.

As operações mentais exigidas neste módulo são a classificação, raciocínio proporcional, seriação, correspondência, controle de variáveis, pensamento a nível de possibilidades, enfatizando operações lógico-formais.

Conceitos abordados em cada item - Módulo IV

Itens	Conceitos Novos	Conceitos Retomados
I. Transformações e energia		
II. Energia nas Transformações	Formas de energia associadas às transformações dos materiais. As transformações dos materiais diferem em relação à quantidade de energia térmica envolvida.	Combustão.
III. 1. Quanto calor um combustível é capaz de liberar?	Poder calorífico do combustível. Calor molar de combustão	Combustão representação da transformação química
III. 2. O tamanho da partícula influi no calor de combustão?	Relação entre a composição da partícula e o calor de combustão. Conteúdo de calor. Variação do conteúdo de calor.	Combustão Transformações Exo e endotérmicas e sua representação
III. 3. O arranjo dos átomos nas partículas influi no calor de combustão?	Estrutura da partícula. Relação entre a estrutura e o calor de combustão. Isômeros. Energia associada à atomização.	Idéias de Dalton Representação das partículas (fórmula e interpretação) Representação das transformações químicas e interpretação Quebra da partícula ou separação dos seus átomos constituintes (equação química)

Conceitos abordados em cada item - Módulo IV

Itens	Conceitos Novos	Conceitos Retomados
III. 4. Uma forma de determinar a estrutura das partículas.	"Ligações entre os átomos (interações através de forças atrativas)". Representação da ligação por traço. Energia de ligação - valor de energia associado à ligação. Energia de atomização = Σ energia de ligação. Modificação das idéias: transformação química como processo que envolve quebra e ruptura de ligações. Conhecendo-se os valores de energia de ligação e as fórmulas estruturais, pode-se calcular a energia de atomização e/ou a energia liberada na combustão. Origem da energia que se manifesta nas transformações químicas.	Fórmula estrutural Representação da transformação (equação química) Transformação química como rearranjo de átomos Combustão Representação da transformação usando fórmulas estruturais Energias de ligação.
III. 5. A volatilidade e os fatores que a influenciam.	Volatilidade. Relação volatilidade e grandeza do ponto de ebulição e movimentação das partículas. Relação "tamanho", liberdade de movimento, intensidade das forças interpartículas e volatilidade. Relação "estrutura", liberdade de movimento, intensidade das forças interpartículas e volatilidade. Relação calor de vaporização. Ponto de ebulição, volatilidade e intensidade das forças interpartículas.	Evaporação Ebulição e P.E. Idéias de Dalton e estados físicos Massa molar
III. 6. A inflamabilidade e a resistência à compressão ou explosividade	Inflamabilidade ou facilidade de entrar em combustão. Certas transformações requerem energia inicial para que possam ocorrer. Ponto de fulgor Ponto de combustão. Temperatura de ignição. Relação movimentação das partículas, colisão e ruptura das ligações. Relação inflamabilidade, volatilidade, movimentação das partículas, tamanho e intensidade das forças de interação. Limite de explosividade (detonação) resistência à compressão. Índice de octanas. Capacidade antidetonante (índice de octanas) e estrutura. Relação P.E. estrutura e forma geométrica da partícula. Relação estrutura, forma geométrica e resistência à compressão.	Combustão Relação estrutura e calor de combustão Isomerização Relação P.E. e estrutura Fórmula estrutural
III. 7. Uma propriedade dos líquidos - A viscosidade.	Viscosidade = resistência ao escoamento. Relação tamanho, movimentação, estrutura, natureza das forças interpartículas e temperatura	Idéias de Dalton Fórmulas estruturais

Conceitos abordados em cada item - Módulo IV

Itens	Conceitos Novos	Conceitos Retomados
IV. 1. Condutores e isolantes.	Materiais podem ser: Condutores: quando constituídos por cargas elétricas capazes de se movimentarem. Isolantes: podem não ser constituídos de cargas elétricas ou ser constituídos de cargas elétricas sem movimento capaz de produzir corrente elétrica observável.	
IV. 2. "Como compreender que alguns líquidos sejam condutores e outros não?"	Relação condutividade elétrica, organização das partículas nos estados líquido e sólido e liberdade de movimento das partículas. Partículas das substâncias podem ser constituídas por átomos ou grupos de átomos eletricamente carregados positiva ou negativamente - íons	Modelo de Dalton e estados físicos
IV. 3. "Aprofundando o conhecimento sobre as soluções aquosas".	Existem sólidos e líquidos que não são condutores, mas podem fornecer soluções condutoras quando dissolvidos em água.	Dissolução Solução
IV. 4 "Como se explica a condutividade de soluções?"	A condutividade elétrica de certos materiais deve-se à presença de íons que se movimentam livremente. Existem sólidos constituídos por íons de cargas opostas e sólidos que não contêm íons. Os íons que constituem os sólidos iônicos podem ser separados por dissolução ou por fusão. A água interage com solutos gerando íons no momento da dissolução. Representação da dissolução por equações iônicas.	Relação entre condutividade elétrica e liberdade de movimento Dissolução
IV. 5. Como relacionar composição e condutividade de soluções?	Composição da solução = Concentração Concentração em g/litro. Concentração em quantidade de matéria (mol/litro). Diluição e concentração. Concentração e condutividade.	Solução: Solute + Solvente
IV. 6. Como compreender as transformações químicas que ocorrem com envolvimento de eletricidade?	Transformações químicas consomem energia elétrica. Íons metálicos depositam-se na forma de átomos neutros sobre superfícies metálicas. A quantidade de íons que se depositam é igual à quantidade de átomos de metal que passam à solução na forma de íons. Relação entre massa de metal depositada e quantidade de eletricidade. Relação entre a quantidade e eletricidade por mol e a carga do íon. Existência do elétron (a eletricidade é armazenada ou liberada em pacotes de 96500C). 96500C = carga de um mol de elétrons. Semi - equações da redução de íons a átomos neutros.	Evidências de transformação química Existência de íons Evidências de transformação química Relação massa - quantidade de matéria - número de partículas Representação da transformação Cálculo proporcional

Conceitos abordados em cada item - Módulo IV

Itens	Conceitos Novos	Conceitos Retomados
IV. 7. A necessidade de novas idéias sobre a estrutura do átomo.		Modificação das idéias sobre o átomo.
V. Como explicar que um elemento se transforme em outro e a grande quantidade de energia envolvida nessa transformação?	Átomos de alguns elementos desintegram-se espontaneamente emitindo energia e transformando-se em átomos de outros elementos. Radiações alfa, beta e gama. Átomo de Thomson (uma grande massa de carga elétrica positiva onde os elétrons estariam incrustados). Átomos nuclear (Rutherford) o átomo tem um núcleo de carga positiva; ao seu redor estão os elétrons.	Modelo de Dalton Necessidade de modificação das idéias
VI. Novas idéias sobre átomos, novas explicações para fatos observados.	Existência do nêutron. Átomo com estrutura interna: núcleo com prótons, nêutrons e elétrons ao redor do núcleo. Número atômico: propriedade fundamental do átomo que o distingue dos demais. Elemento: conjunto de átomos de mesmo número atômico ou mesma carga nuclear. Número de massa. Representação do elemento. Átomos de elementos diferentes comportam-se diferentemente porque possuem cargas nucleares (quantidade de prótons) diferentes. Transformações radiativas envolvem alterações nos núcleos dos átomos.	Necessidade de modificação Idéia de elemento Idéias de Dalton sobre transformações químicas: Transformação química como rearranjo de átomos, e onde os átomos não perdem a sua individualidade
VII. Propriedade e transformações da matéria - novas explicações	Ligações químicas são interações elétricas entre átomos. A ligação se forma devido à competição entre forças atrativas e repulsivas atração > repulsão O traço utilizado para representar a ligação, significa o compartilhamento de um par de elétrons. O rearranjo de átomos que explica as transformações químicas pode ser entendido através da competição entre as atrações exercidas pelos núcleos sobre os elétrons. Transformação química é uma redistribuição dos elétrons dos átomos que constituem as partículas das substâncias. As partículas que constituem as substâncias são um conjunto de núcleos envolvidas por elétrons. Polaridade das partículas devida à desigual distribuição de cargas.	Ligações Átomo nuclear Representação da ligação Transformação química Transformação química Partícula: agrupamento de átomo Átomo nuclear Valores de energia associados à vaporização e combustão Volatilidade, viscosidade Sólido iônico Íons Condutividade elétrica

Conceitos abordados em cada item - Módulo IV

Itens	Conceitos Novos	Conceitos Retomados
	<p>Forças interpartículas são forças de atração entre partículas.</p> <p>Vaporização - separação de partículas e não separação dos átomos que as constituem (rompimento das ligações) repulsão > atração</p> <p>Forças interpartículas são atrações mais fracas que as intrapartículas.</p> <p>Alta viscosidade: atrações intensas superando as repulsões.</p> <p>Alta volatilidade: repulsões superam as atrações.</p> <p>Ligação iônica: competição entre os núcleos dos átomos envolvidos na ligação pela posse do par de elétrons. (envolve a transferência de elétrons de um átomo para outro.</p> <p>Ions se formam pelo ganho ou perda de elétrons.</p>	Condutividade elétrica
	<p>Condutividade elétrica dos sólidos iônicos pressupõe separação e movimentação das cargas, significando predomínio das forças de repulsão sobre as de atração que é conseguido por fusão ou dissolução do sólido iônico.</p> <p>No metal os átomos se agregam através de interações entre os núcleos e os elétrons de todos os átomos da amostra. Metal - conjunto de núcleos envolvidos por elétrons "livres" - condução metálica.</p> <p>Modelo de Rutherford não explica a proporção fixa entre os átomos que constituem as partículas, a existência de isômeros e as cargas associadas aos íons.</p>	
VIII. Síntese	<p>Neste módulo, seguiu-se um caminho que conduziu a novas idéias sobre a constituição da matéria, uma vez que as idéias de Dalton mostraram-se insuficientes para explicar as diferentes formas de energia associadas às transformações dos materiais. Através dessas novas idéias algumas questões foram esclarecidas e outras ainda ficaram sem resposta.</p>	

INTERAÇÃO ENTRE O MATERIAL INSTRUCIONAL PROFESSORES E ALUNOS DO 2º GRAU

Desde os primórdios do projeto, dentro das inúmeras preocupações norteadoras e sempre presentes no grupo, uma se relacionava com a divulgação da proposta entre os colegas do 2º Grau e sua aplicação na Rede de Ensino.

O grupo tinha em mente que o processo de transformação de atitudes educacionais dos professores bem como novas posturas de aprendizagem desejáveis por parte dos alunos, não seria processo rápido.

A pseudo-necessidade de se hipertrofiar o conteúdo (muitas vezes não significativo), a descrença e falta de conhecimento das disciplinas pedagógicas (muitas vezes chegando às raias da irracionalidade) e a delicada e defeituosa relação professor-sociedade (muitas vezes usada como fuga das responsabilidades do educador e outras como instrumento político partidário), eram variáveis que o grupo sabia serem "gargalos" que poderiam afetar o processo de transformação desejado.

Com apoio da Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas (CENP - órgão da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, foram iniciados em 1985 os primeiros contactos com professores do 2º grau através de Cursos de Férias, onde o projeto em fase ainda preliminar foi apresentado e discutido.

Durante três anos assim se procedeu, sempre se expondo os pressupostos teóricos, bem como o conteúdo da primeira versão do Módulo I. Notou-se que o processo de maturação das idéias no grupo culminou com a reformulação total da estrutura dos Módulos, adquirindo feição própria que até hoje é mantido. Para isso muito também contribuíram os colegas do 2º grau que participaram dos cursos.

Interessante comentar que, muitas vezes, o entusiasmo de colegas em modificar o processo de ensino-aprendizagem era enorme. No entanto, ao verificar a energia e tempo necessários para esta transformação, o entusiasmo arrefecia, não formando o desejado estado de transição. A barreira da energia de ativação não era superada. Nesse sentido questionava-se a eficiência dos chamados Cursos de Férias.

Nos idos de 1988 o grupo propôs nova estratégia à CENP: o acompanhamento sistemático dos colegas que viessem a aplicar o projeto através de reuniões bimestrais, o que é chamado oficialmente de Orientação Técnica.

Ainda, independentemente da CENP, o grupo criou um "plantão de atendimento", com o objetivo de atender os professores sempre que estes solicitassem.

Com o aval da CENP iniciou-se essa nova estratégia, no fim de 1988, com cerca de 20 professores da rede pública que já haviam participado de algum dos cursos de férias.

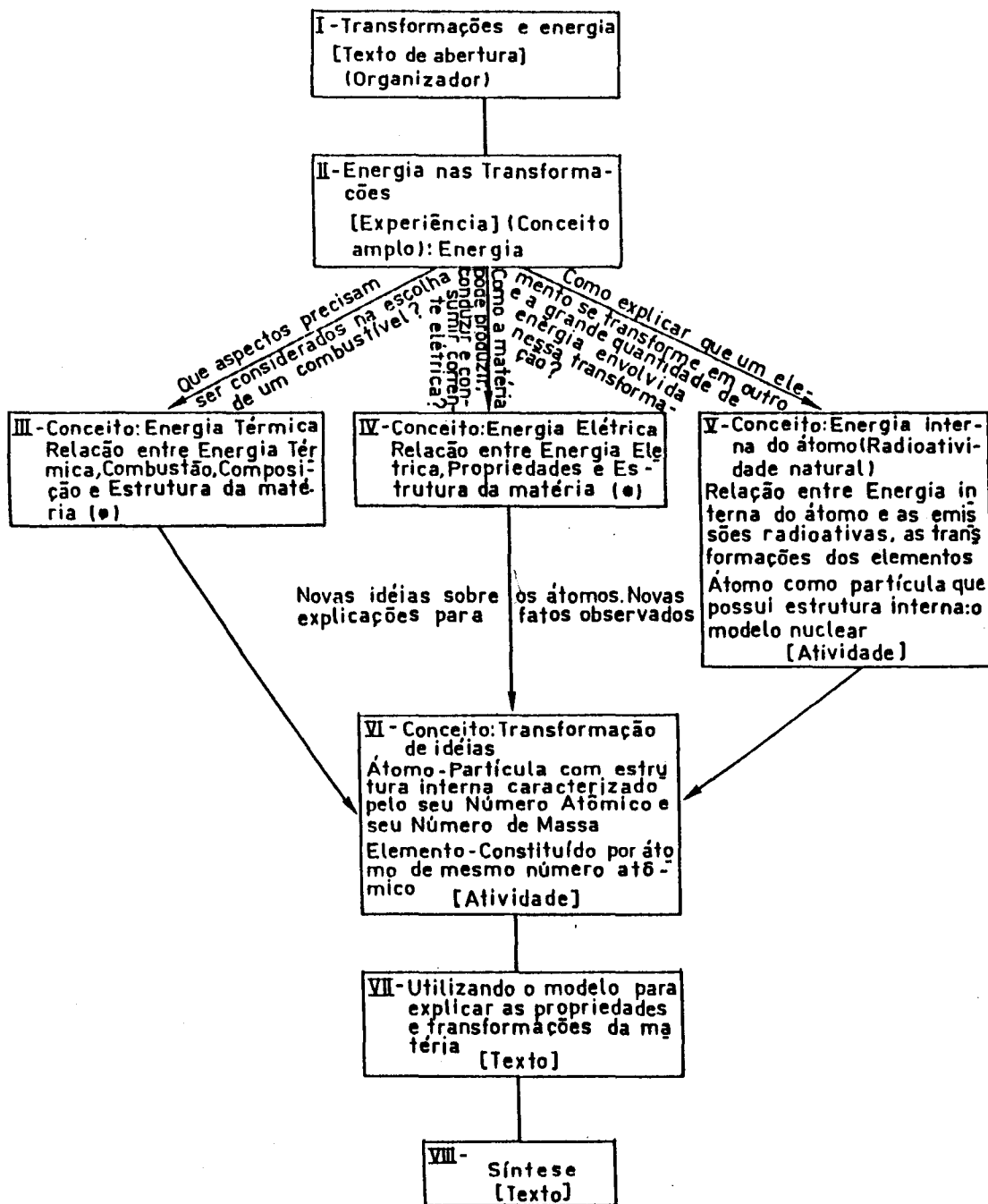
Durante o primeiro ano foram discutidos em dois dias, de dois em dois meses, os conteúdos dos módulos I, II, III. As dificuldades surgidas durante a aplicação também eram discutidas. A nova metodologia, centrada no trabalho do aluno, auxiliado pelo professor, foi um dos pontos mais difíceis de ser superado pelos alunos, acostumados a receber tudo preparado e digerido pelo professor. O dado importante, que será comentado adiante, mostrou ser o material muito dependente das atividades do professor.

Em face destes resultados, no ano de 1990 foi decidido pelo grupo que as Orientações Técnicas seriam centradas no Guia do Professor, objetivando capacitá-los ao máximo a orientar o trabalho dos estudantes. Foram rediscutidas a fundamentação teórica e seu reconhecimento nos três módulos. Também foram trabalhados os diferentes tipos de avaliação de alunos e quais as mais pertinentes e coerentes com os referenciais teóricos do material instrucional.

A aplicação sistemática por 3 anos em algumas escolas da rede pública, tem mostrado que dos quatro módulos previstos para serem aplicados, um por bimestre, na 1ª série do 2º grau, estão sendo possíveis a aplicação de 2 ou 3, dependendo do número de aulas da classe e dos objetivos do professor e da escola. Mais detalhadamente, o Módulo I previsto para ser aplicado em 18 aulas, tem levado em média 30 aulas; os Módulos II e III têm sido aplicados em 20 aulas. O Módulo IV está em fase inicial de aplicação, não se dispondo dos dados a ela referentes.

Não é surpreendente que o Módulo I se estenda mais que os outros pois são mais marcantes fatores como o impacto do método, o início do 2º grau, a falta de hábito de leitura e discussão, etc. Os professores, em sua 2ª aplicação, já controlam melhor algumas dessas variáveis, acelerando, sem prejuízo do processo, a aplicação do material.

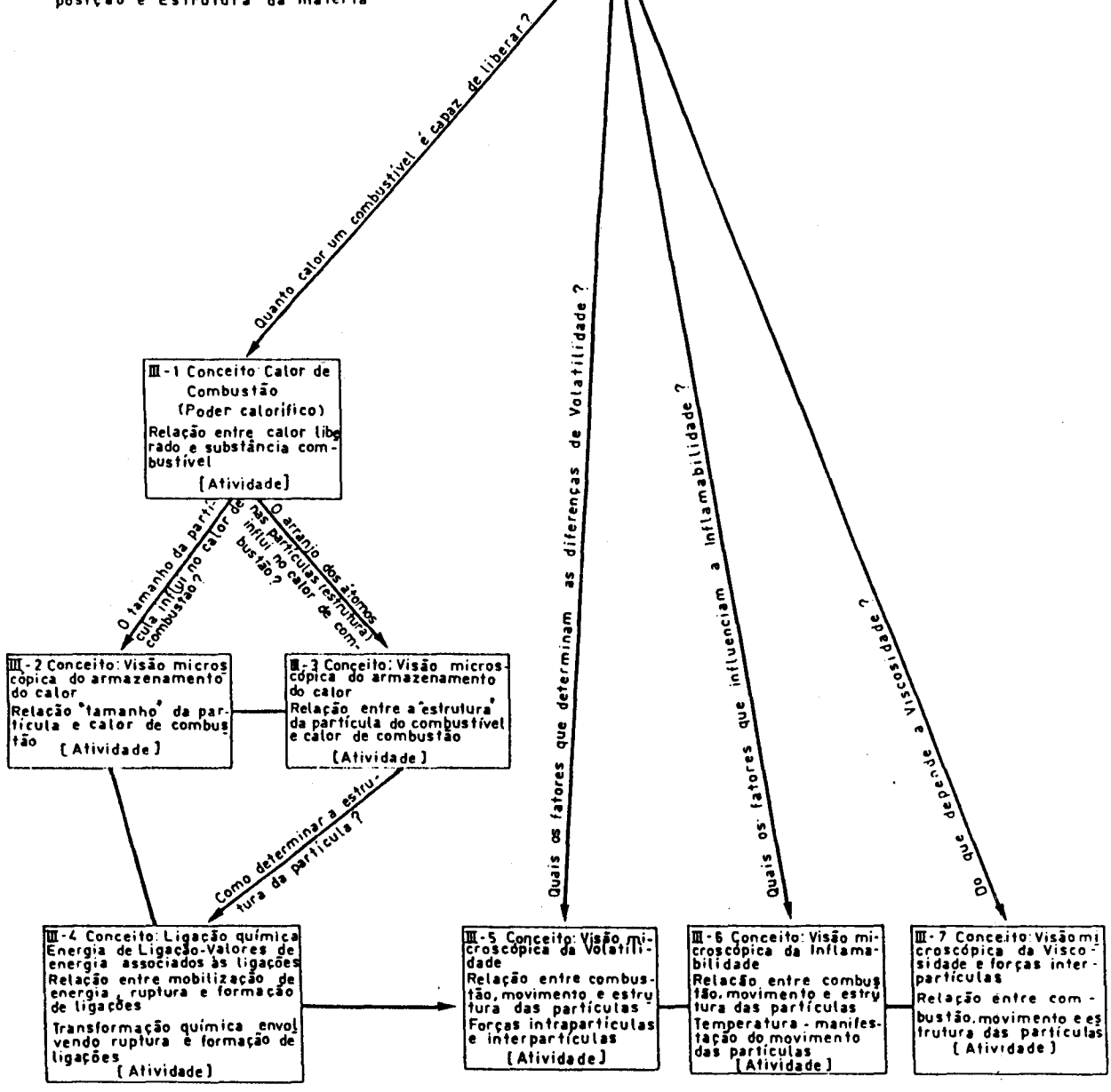
MÓDULO IV - MAPA CONCEITUAL

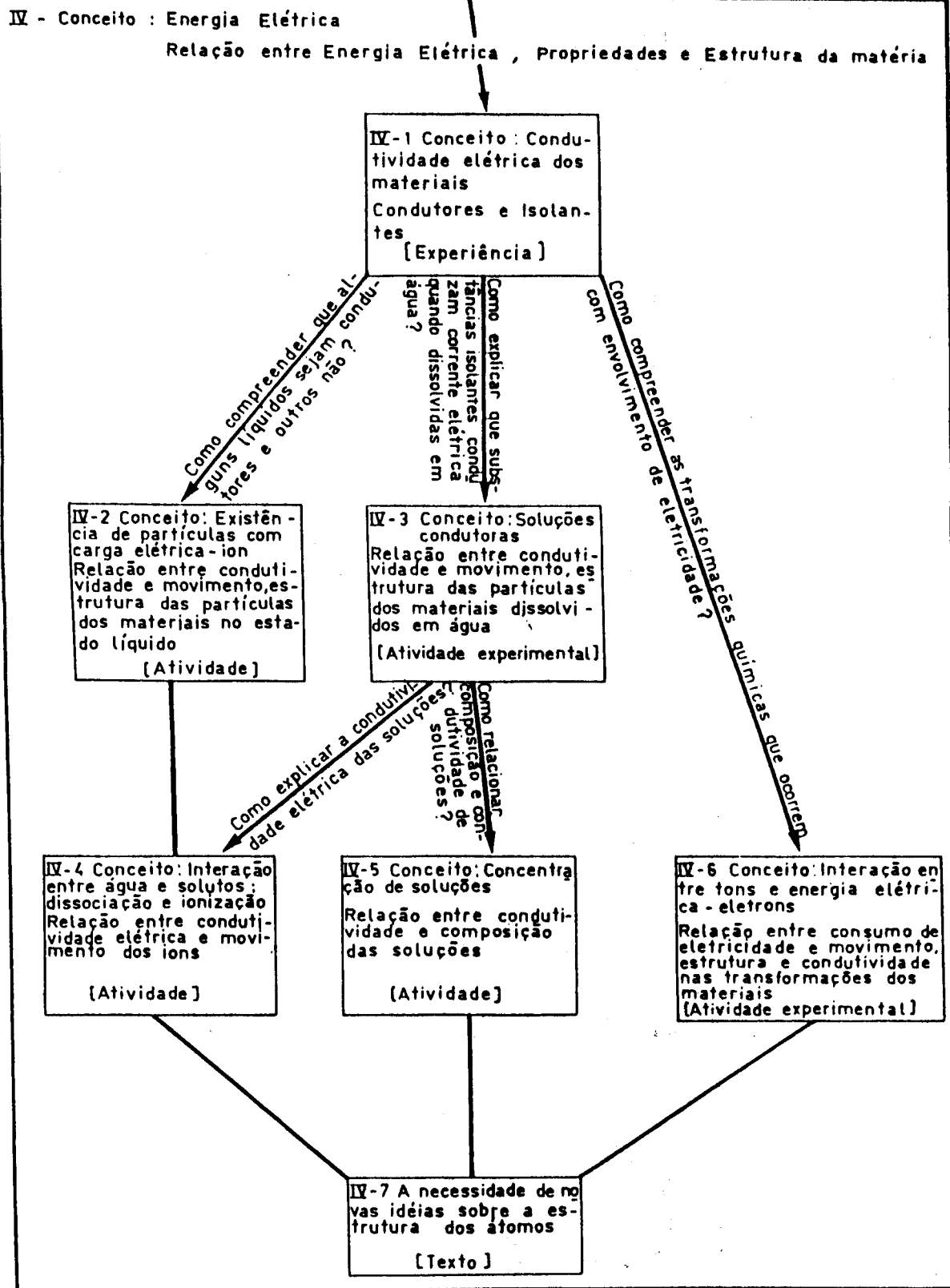


* Nota: mapa detalhado nas páginas seguintes

III - Conceito: Energia Térmica

Relação entre Energia Térmica, Combustão, Composição e Estrutura da matéria





Ainda com relação aos resultados de aplicação, não foram feitas as clássicas avaliações quantitativas que geralmente se fazem em aplicações de projeto, mas sim tentou-se fazer avaliação preliminar dentro da perspectiva etnográfica^{23,24} via observação, entrevista e debates com os aplicadores. Espera-se, quando terminar a aplicação do último módulo seqüencial - Módulo IV, que se possa aprofundar a referida avaliação.

Uma avaliação preliminar das interações cognitivas entre professores aplicadores do projeto e seus alunos foi feita²⁴ utilizando um instrumento de observação desenvolvido especialmente para aulas de ciências (STOS)²⁵. Constatou-se, nessa avaliação, que os alunos, no início desse novo processo de ensino estão muito dependentes do professor, que, por sua vez, centraliza e direciona as ações dos alunos na sala de aula.

Espera-se, em breve fazer publicação detalhada deste assunto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Três aspectos significativos desse trabalho devem ainda ser ressaltados. O primeiro deles diz respeito à consolidação do grupo de pesquisa em educação química que, ao longo desses anos, criou competência e vem atualmente ampliando e diversificando sua linha de atuação.

Outro aspecto fundamental desse trabalho foi o caráter duradouro, até certo ponto, da ação pretendida. O uso do projeto parece não ser só um "modismo" uma vez que os professores que já o aplicaram, continuaram aplicando e outros professores passaram a aplicá-lo no ano letivo de 1991. O convênio com a CENP continua vigorando, e novas Orientações Técnicas estão ocorrendo.

Ainda, é importante relatar que o projeto, através do exercício de sua aplicação, pode funcionar para o professor, como o desencadeador de novas possibilidades quer a nível do trabalho em sala de aula, quer a nível de outras ações educativas. Assim, é fundamental que se criem e mantenham oportunidades como essa, que possam canalizar esforços que vinham sendo empreendidos sem um retorno significativo para o empreendedor.

PARTICIPANTES EM ETAPAS ANTERIORES

Arnaldo Alves Cardoso, Carla E. Schaezer, Carlos B. da Silva, Daisy de B. Rezende, Eduardo R. da Silva, Fausto P. de Oliveira, Fernando de Almeida, Flavius R. de Carvalho, Gilmar Trivelato, Josefina Goes Nunes, Josely Kobal de Oliveira, Linda T. Mor, Mansur Lufti, Naides de Cerqueira e Silva Alves de Lima, Olímpio S. Nobrega, Ruth R. da Silva, Ruy L. Pereira, Vera L.D. de Novaes e Walderez V.S. Bindilatti.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro do Sub-Programa Educação para as Ciências (PADCT-SPEC/CAPES/MEC), da Coordenadoria de Normas Pedagógicas (CENP - Secretaria de Estado da Educação - São Paulo) e do Projeto Formação de Professores de Ciências (BID/USP).

REFERÊNCIAS

1. Herron, J.D., Cantu, L.L., Ward, R. e Srinivasan, V., *Science Ed.* (1977) **61**, 185
2. Herron, J.D., *J. Chem. Ed.*, (1984) **61**, 850.
3. Novick, S. e Menis, J., *J. Chem. Ed.*, (1976) **53**, 720
4. Ingle, R.B. e Shayer, M., *Educ. in Chem.*, (1971) **8**, 182
5. Hofacker, U., "Mejor Comprension de los Procesos Psicologicos en la Aprendizaje de la Química", *Nuevas Tendencias de Enseñanza de la Química*, vol. IV, Unesco, (1975), p. 66
6. Renner, J.W. E Lawson, A.E., "Promoting Intellectual Development Through Science Teaching", *The Phys. Teach.*, (may/1975) 273
7. Good, R. Kronnhout, R.A., Mellon, E.K., *J. Chem. Ed.*, (1979) **56**, 426-430
8. *Unesco Handbook for Science Teachers*, Heinemann Educational Books, London (1980)
9. Shayer, M., Adley, P., *Towards a Science of Science Teaching-Cognitive Development and Curriculum Demand*, Heinemann Educational Books, London, (1981) p. 123-124
10. Laverty, D.T. e McGarvey, E.B., *Ed. in Chemistry* (1991) **18**, 99
11. Schnetzler, R.P., Marcondes, M.E.R. e Freitas, L.C., "Problemas de Aprendizagem em Química", Conferência proferida no I Encontro Nacional de Ensino de Química, UNICAMP, Campinas, São Paulo (1982)
12. Schnetzler, R.P., *O tratamento do Conhecimento Químico em Livros Didáticos de 1875 a 1978 - Análise do Capítulo de Reações Químicas*, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas, São Paulo (1980)
13. Ausubel, D.P., Novak, J.D. e Hanesian, H., *Psicologia Educacional*, Interamericana, Rio de Janeiro (1980)
14. Novak, J.D., *J. Chem. Ed.* (1984) **61**, 607.
15. Faria, W., "Aprendizagem e Planejamento de Ensino", Ática (1989)
16. Piaget, J., *Psicologia e Pedagogia*, Editora Forense, Rio de Janeiro - São Paulo (1970)
17. Piaget, J. e Inhelder, B., *Da Lógica da Criança à Lógica do Adolescente*, Livraria Pioneira Editora, São Paulo (1976)
18. Herron, J.D., *J. Chem. Educ.*, (1975) **52**, 146
19. Herron, J.D., *J. Chem. Educ.*, (1977) **55**, 165
20. Moreira, M.A., *Uma Abordagem Cognitivista ao Ensino de Física*, Editora da Universidade, Porto Alegre (1973) p. 74-75
21. Partington, J.R., "A Short History of Chemistry", McMillan (1948).
22. Tosi, L., *Química Nova* (1989), **12**, 33
23. Wilson, S., *Rev. of Educ. Res.*, (1977) **47**, 245
24. Romanelli, R.S., et al, *Resumos da 13ª Reunião Anual da SBPC*, Caxambú, Minas Gerais, Ed. 8 (1990)
25. Eggleston. J.F., *Processos and Products of Science Teaching*, Mc Millan, London (1976)

Publicação financiada pela FAPESP