

TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS ENDOTÉRMICAS E EXOTÉRMICAS – UMA EXPERIÊNCIA DE ENSINO CONSIDERANDO AS IDÉIAS PRÉVIAS DOS ESTUDANTES

EXOTHERMIC AND ENDOTHERMIC CHEMICAL TRANSFORMATIONS – AN EXPERIENCE OF TEACHING BASED ON PREVIOUS IDEAS OF THE STUDENTS

Denilse Morais Zambom¹
Maria Eunice Ribeiro Marcondes²

¹GEPEQ / Instituto de Química /USP, denilse@iq.usp.br

²Instituto de Química / USP, mermarco@iq.usp.br

Resumo

Este trabalho analisou como um grupo de 110 alunos de 2^{as} séries de ensino médio entende a energia envolvida nas transformações químicas exotérmicas e endotérmicas e em que medida algumas concepções são reestruturadas após a aplicação de atividades planejadas que levam em conta as idéias prévias dos estudantes. Realizou-se um diagnóstico das idéias prévias dos alunos e foram aplicadas atividades de ensino planejadas. Os dados foram coletados através de questionários realizados durante e após as aulas. A análise mostrou que algumas concepções alternativas aparecem em maior número no entendimento das transformações exotérmicas e, nas endotérmicas, o aprendizado envolveu maior tempo e as explicações dos alunos passaram por vários níveis explicativos até a compreensão considerada adequada. Muitas concepções não apresentadas no questionário prévio, importantes para a compreensão da origem da mudança de temperatura observada nas diversas transformações, passam a incorporar-se às idéias dos alunos e mantêm-se em muitos deles.

Palavras-chave: energia térmica, ensino, concepções alternativas

Abstract

In this work it is analysed as a group of 110 students from high school 2nd series understands the energy involved in exothermic and endothermic chemical transformations and how some conceptions are changed after the application of planned activities based on previous ideas of the students. Diagnostics of students' previous ideas and planned activities were carried out. The results were obtained from analysis of questionnaires applied during and after the classes. The analysis showed that misconceptions are more usual in exothermic transformations than in endothermic ones. It was observed that the learning of endothermic process is hard, requesting much more levels of explication up to reach the adequate comprehension. Even absent in the previous questionnaire, some conceptions relative to changes of temperature during transformations were observed to be included to students' ideas.

Keywords: thermal energy, misconceptions, teaching

ENERGIA TÉRMICA ENVOLVIDA NAS TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS ENDOTÉRMICAS E EXOTÉRMICAS

Introdução

Energia é um conceito que aparece em todas as disciplinas ligadas às Ciências, com diferentes interpretações por parte de professores e estudantes, sendo que o termo energia é usado com diversos significados na linguagem cotidiana.

A energia envolvida nos processos metabólicos, na fotossíntese e nas transformações químicas em geral é entendida de maneira diversa. Verificam-se muitas confusões conceituais na compreensão da energia térmica envolvida em transformações químicas. Assim, houve o interesse em trabalhar esse tema com alunos de ensino médio com a intenção de investigar como eles entendem os processos químicos que envolvem "absorção" e liberação" de energia térmica, o que poderá contribuir para a compreensão de outros tipos de energia envolvidos nas transformações.

Auth & Angotti (2001) afirmam que energia é um conceito unificador, que incorpora tanto as mudanças entre as formas energéticas manifestadas, como a conservação dessas formas nos sistemas; reúne potencial para interligar tópicos de uma área intradisciplinar e favorece o estabelecimento de relações com temas de outras áreas, em nível interdisciplinar. Para esses autores, os conhecimentos científicos devem estar menos fragmentados, necessitando-se buscar conexões entre os diversos conceitos relevantes a fim de favorecer a aprendizagem, estruturando-se os conhecimentos de forma a se priorizar as unificações e sínteses, sem negligenciar o papel fundamental das análises. Nessa linha de raciocínio, Santos (2003) afirma que o entendimento de como se dão as transformações de energia nas reações químicas é fundamental para o entendimento dos processos metabólicos dos seres vivos.

Vários autores relatam diversas concepções alternativas de alguns conceitos como calor, temperatura, energia e transformação química existentes nos alunos do ensino médio. Essas concepções dificultam a aprendizagem do conceito de energia envolvido nas transformações químicas. Para Santos (1991), ignorar as concepções alternativas dos alunos é uma das principais causas da ineficácia da ação educativa.

Muitas das dificuldades para a compreensão da energia envolvida nas transformações químicas podem ser apontadas:

- conceitos abstratos como calor, temperatura e energia dificultam a aprendizagem de energia química (Cohen e Ben-Zvi, 1992);
- transformações químicas são vistas como adição, "cola" de reagentes para formar produtos e não como interação (Ben-Zvi, Eylon e Silberstein, 1987);
- o aluno possui uma visão estática das partículas, com pouco ou nenhum entendimento de como ocorrem, em nível microscópico, as transformações químicas (Boo, 1998);
- os alunos dessa faixa etária têm dificuldade em classificar as transformações como endotérmicas e exotérmicas (Vos e Verdonk, 1986);
- há pouco ou total desconhecimento sobre a origem do aquecimento ou resfriamento percebido nas transformações químicas (Boo, 1998).

Diante de tais constatações, o objetivo deste trabalho é investigar as concepções sobre energia térmica envolvida nas transformações químicas manifestadas por alunos do ensino médio, bem como analisar a influência dessas concepções na aprendizagem e a possível mudança conceitual diante de um conjunto de atividades a eles aplicado.

Considerando a aprendizagem escolar como resultado da interação entre o que se ensina ao aluno e suas próprias idéias ou conceitos, muitos autores como Vosniadou, Brewer e Pozo entendem que, na construção de novos conceitos, a mudança conceitual consiste numa

reestruturação com uma modificação gradual e progressiva nos modelos mentais do indivíduo. Essa modificação pode ser gerada para um processo de enriquecimento de informação a partir de uma estrutura conceitual existente ou por revisão ou mudança nas crenças de partida ou concepções prévias.

Para Licht (1987), as idéias mudam de forma gradual, com aparecimento de concepções híbridas entre as de sentido comum e as científicas e existe um desnível entre o nível intuitivo dos alunos e as novas idéias a eles apresentadas; há uma fase intermediária entre ambos, na qual os alunos podem descobrir, de forma orientada, regras e regularidades através de suas observações e descrever fenômenos sem esperar uma mudança substancial na natureza das idéias. Haveria a necessidade de estabelecer, nas idéias intuitivas dos estudantes, uma rede lógica de interconexão e diferenciação entre conceitos que lhes permitiriam realizar algumas generalizações e argumentações acerca de fenômenos.

Segundo Luffiego (2001), os conhecimentos prévios são muito mais estáveis porque são utilizados muitas vezes na vida cotidiana e permanecem juntos aos conceitos recentemente adquiridos, havendo um período de coexistência entre eles, pois a nova informação necessita fixar-se aos conhecimentos prévios estáveis.

Para esse mesmo autor, se entre os conhecimentos prévios e os aprendidos na escola não houver interação, se produz uma compartimentação entre os conhecimentos, não se estabelecendo relações entre eles nem no âmbito teórico nem de aplicação. No entanto, se ocorrer a interação entre o conhecimento novo e o prévio, poderá haver a integração do conhecimento novo com o já existente, havendo crescimento dos esquemas mentais e aumentando seu campo de aplicação - esse processo foi denominado de *reestruturação frágil*. Quando os conhecimentos prévios e novos são incompatíveis entre si, há coexistência entre eles e não há relações no âmbito teórico mas, se produz uma competição em termos da aplicação. Assim, pode ocorrer que o estudante saiba aplicar suas representações corretamente, tanto no contexto escolar quanto no cotidiano e, a medida que o conceito científico vai se ampliando nos cursos subsequentes, ele vai se consolidando, ampliando suas relações e seu campo de aplicação e o conceito prévio pode até extinguir-se, ocorrendo substituição. Esse mecanismo foi chamado por Luffiego de *reestruturação forte*. Também pode ocorrer que o conhecimento prévio permaneça mantendo sua função cognitiva.

Uma outra possibilidade entendida por Luffiego é a do prolongamento do período de coexistência entre conhecimentos científico e prévio. Isso poderá ocorrer se o conhecimento científico não ficar bem fortalecido ou não competir positivamente com o conhecimento prévio, favorecendo a não substituição. Assim, o conhecimento prévio fica fortalecido e isso explicaria o relativo fracasso no ensino de alguns conceitos. O autor acredita que, mesmo nesses casos, é possível ocorrer a substituição de conhecimentos incompatíveis entre si, mas é necessário um grande período de ativação de um conhecimento com lenta extinção do outro, pois nos diversos conceitos estudados na mesma disciplina e em outras disciplinas, há uma de riqueza de interações que promovem constante processo de integração (crescimento dos esquemas científicos) e que implicam na geração de representações cada vez mais complexas e abstratas.

Para Bastos et al (2004), qualquer que seja o processo mental que predomine durante a aprendizagem, o fenômeno da distorção afeta esse processo e traz importantes conseqüências para a análise do ensino escolar de ciências. Esse fenômeno ocorre quando o aluno constrói, para os conhecimentos científicos, durante uma situação de ensino, uma visão alternativa discrepante da visão dos cientistas. Assim, o educador deve estar atento não só às idéias prévias dos alunos antes da situação de ensino, mas também às idéias que se estruturam ao longo do próprio processo de ensino.

Bastos et al sugerem que, para se ter conhecimentos consistentes, deve haver no ensino, explicitação dessa distorção, problematização e reestruturação de idéias inadequadas, ou seja, a

aprendizagem de conteúdos de ciência é um processo que requer construção e reconstrução de conhecimentos.

Uma das estratégias instrucionais para promover a mudança conceitual citada por Limón (2001) é a cooperação e aprendizagem compartilhada para promover discussões coletivas de idéias. Nesta estratégia, pode-se promover situações que envolvam discussões em grupo ou entre aluno e professor.

Luffiego (2001) afirma que o trabalho em grupo pode ser positivo ao submeter o estudante a diversas hipóteses dos alunos mediante discussões, mas não vê outra possibilidade do estudante reconstruir conceitos e teorias científicas senão através de uma forte intervenção do professor e mediante um grande esforço individual.

Lacasa (1994) questiona em que medida as mudanças que são produzidas nas situações de grupo (interações entre iguais) se mantêm individualmente. Cordero, Colinviaux e Dumrauf (2002), num estudo de caso sobre o desenvolvimento de atividades grupais de aprendizagem com um grupo de estudantes universitários argentinos, concordam com o fato de que a desconfiança, a maturidade e a não compatibilidade de tempos de aprendizagem podem atrapalhar a utilização de atividades realizadas em grupo. Os autores, no entanto, concordam que contextos grupais de trabalho podem promover a colaboração entre os alunos, favorecendo não só a aprendizagem de conceitos como a de valores e atitudes. A análise do trabalho realizado em grupo mostrou uma situação privilegiada de interação entre pares, na qual os alunos se expõem, explicitam sua compreensão sobre um fenômeno, discutem, negociam suas interpretações e mudam em alguns momentos seus pontos de vista. Os autores acreditam que a partir dessas interações entre alunos, mais as interações entre o mundo físico e os docentes, emerge a possibilidade de aprendizagem.

Metodologia

Com o objetivo de investigar as concepções iniciais dos estudantes, facilitar o processo de aprendizagem e avaliar o caminho percorrido por alguns alunos no entendimento do conceito de energia térmica “liberada” ou “absorvida” nas transformações químicas, utilizou-se de três etapas de pesquisa: conhecimento das idéias prévias dos alunos pela aplicação e análise de um questionário; realização de atividades de ensino, planejadas a partir do conhecimento das concepções manifestadas e da literatura, com aplicação de instrumentos de avaliação durante e após as atividades e, por último, aplicação de entrevistas individuais, a um grupo selecionado de estudantes, a partir de eventos realizados.

Este trabalho de pesquisa foi realizado com 110 alunos de ensino médio, com idade entre 15 e 17 anos, pertencentes ao período matutino de uma escola técnica estadual localizada na Vila Leopoldina em São Paulo. O questionário prévio foi validado, aplicando-o em 30 alunos de uma classe de ensino médio de outra escola, antes do início da pesquisa.

Através do questionário prévio:

- foi investigado, por meio de questões abertas, o que os alunos entendiam por calor, temperatura e energia;
- analisou-se como os estudantes explicavam diferentes transformações químicas exotérmicas como por exemplo, o aumento da temperatura numa reação de metal com ácido e numa reação de combustão, bem como a relação entre alimentos e energia para o corpo;
- analisaram-se as possíveis dificuldades em classificar uma reação química como endotérmica, assim como a associação que os alunos faziam entre mudança de temperatura numa transformação química e o maior ou o menor grau de agitação das partículas, pela aplicação de uma questão com afirmações que deveriam ser confirmadas ou negadas;
- procurou-se verificar se os estudantes entendiam as transformações químicas como rearranjo de átomos com quebra e formação de ligações químicas, conhecimento necessário ao

entendimento da origem da energia e verificar se haviam concepções de transformação química como adição (Ben-Zvi, Eylon e Silberstein, 1987) e não como interação de reagentes.

A partir dos dados encontrados na literatura e de uma primeira leitura das respostas dadas ao questionário prévio, elaborou-se um plano de aulas (tabela 1.1) com atividades que foram administradas nas 2^{as} séries pela professora da turma, sem intervenções da pesquisadora durante as discussões com os alunos. As concepções apresentadas pelos estudantes eram previamente discutidas com a professora, bem como os conceitos envolvidos na atividade.

Na presente pesquisa utilizou-se de discussões compartilhadas tanto entre professor-aluno como entre alunos, acreditando que esta estratégia favoreça o processo de reestruturação de idéias.

Tabela 1.1 – Atividades realizadas pelos estudantes no estudo da energia térmica envolvida nas transformações químicas.

Atividade	Objetivo	Tempo utilizado (nº de aulas de cinquenta minutos)
1- Calor e Temperatura	- diferenciar as idéias sobre calor e temperatura e promover discussões sobre equilíbrio térmico, temperatura, calor, transferência de energia e sensação de quente e frio.	2
2-Transformações endotérmicas e exotérmicas	- reconhecer e compreender transformações endo ou exotérmicas com base no aquecimento ou resfriamento do sistema estudado, levando em consideração o rompimento e a formação de ligações químicas.	2
3- Transformações químicas endotérmicas e exotérmicas	- reconhecer e compreender transformações endo ou exotérmicas com base no aquecimento ou resfriamento do sistema estudado. - entender e diferenciar, em termos microscópicos, o aquecimento ou o resfriamento em função do saldo energético (transformações de energia) proveniente da quebra de ligações e a formação de novas ligações.	3

Resultados e discussão

As explicações fornecidas pelos estudantes através do questionário prévio e ao longo das atividades sobre a energia térmica envolvida nas transformações químicas endotérmicas e exotérmicas, que apresentam uma idéia mais ampla em comum, foram agrupadas nas seguintes categorias: *agitação de partículas, propriedades dos reagentes, transferência de energia, liberação ou absorção de energia, referência às ligações químicas, saldo energético e saldo energético explicado de maneira correta.*

A categoria “agitação das partículas” agrupou as explicações que justificavam como causa do aquecimento percebido nas reações químicas, o aumento da agitação das partículas que faziam parte da reação, já o resfriamento era explicado pela diminuição da agitação das

partículas. Segundo Martins (1993), tal explicação é adequada para estudantes que estão iniciando o nível médio.

Explicações inseridas na categoria “propriedades dos reagentes” são aquelas nas quais o aluno explica o aumento da temperatura através de uma característica do reagente, como por exemplo as frases: *"a temperatura aumenta porque o ácido queima"*, *"as duas substâncias são fontes de calor"*, *"a temperatura do zinco é maior que a do ácido"*.

As explicações inseridas na categoria “transferência de energia” são aquelas que justificam a mudança de temperatura nas reações endo e exotérmicas como sendo devido ao fato de uma substância transferir energia para outra, como mostram algumas frases de alunos: *"o sólido possui temperatura menor que a do líquido, por isso a temperatura abaixa"*; *"a reação pode absorver calor, mas só se o novo material estiver numa temperatura maior"*.

Explicações nas quais os alunos atribuíam o aumento da temperatura à ocorrência de reação química que libera calor ou energia e a diminuição da temperatura pela ocorrência de reação química que absorve calor ou energia, foram inseridas na categoria “liberação ou absorção de energia”.

Na categoria denominada “referência às ligações”, foram incluídas explicações, aceitas cientificamente ou não, nas quais os alunos se utilizavam de ligações químicas para explicar o aumento de temperatura observado.

As idéias dos estudantes incluídas na categoria denominada “saldo energético explicado corretamente” são aquelas em que o aluno entende que a energia necessária para romper as ligações dos reagentes é menor que a liberada na formação de ligações dos produtos, havendo assim um saldo energético. Quando o estudante manifestar apenas a idéia de saldo, sem referir-se às ligações ou referindo-se de maneira incorreta, estas idéias são incluídas na concepção denominada “saldo energético”.

Com a finalidade de avaliar como as explicações dadas pelos estudantes evoluíram ao longo das atividades, foi realizada uma análise em que se avalia a variação com que as concepções elaboradas foram empregadas. Essa análise é apresentada na tabela 1.2.

Tabela 1.2– Comparação entre as explicações obtidas ao longo das atividades referentes às transformações químicas endotérmicas e exotérmicas.

Explicações	Concepções prévias %		2ª atividade (individual) %		3ª atividade (em grupo) %		3ª atividade (em grupo) %		Questionário Individual Final %	
	Exo	Endo	Exo	Endo	Exo	Endo	Exo	Endo	Exo	Endo
Aumenta/diminui a agitação das partículas	14,5	69,1	41,3	32,8	-	-	4,8	1,8	9,5	-
Propriedades dos reagentes	9,1	-	14,6	0,8	-	-	-	-	-	-
Transferência de energia	-	1,8	16,3	34,5	-	0,9	-	-	-	-
Ocorreu liberação (exo) / absorção (endo) de energia	28,2	65,4	25,0	35,8	67,3	72,8	-	18,4	29,3	11,2
Referência às ligações	1,8	-	21,5	12,9	10,9	10,6	78,0	78,6	54,2	54,3
Saldo energético	-	-	3,4	1,7	25,7	14,5	51,0	43,7	21,5	74,1
Saldo energético explicado corretamente	-	-	3,4	1,7	0,9	3,9	24,2	31,0	18,9	42,2

Observando-se a tabela 1.2, nota-se que, para as transformações exotérmicas, a idéia de maior agitação das partículas como responsável pelo aumento de temperatura nas transformações exotérmicas, permanece em um grupo de alunos após o processo de ensino. O aumento da manifestação dessa concepção nas explicações dadas ao final da terceira atividade pode ser devido à idéia de que a temperatura mede o grau de agitação das partículas, veiculada na primeira atividade, não havendo entretanto referência a transformações químicas naquele momento.

Parece que a atividade, proposta para que os alunos diferenciassem os conceitos de calor e temperatura, acabou dando ênfase a uma determinada idéia, que passa a ser utilizada por um número maior de alunos. Nesse caso, acredita-se que tenha ocorrido o fenômeno da distorção, pois foi criada uma visão alternativa durante uma atividade de ensino (das respostas ao questionário prévio às fornecidas após a terceira atividade).

Idéias associadas às propriedades das substâncias e de transferência de energia para explicar a exotermicidade de uma transformação química deixam de ser manifestadas pelos alunos no decorrer do processo. Os alunos, ao longo das atividades, podem ter percebido a inconsistência de suas idéias ou não as consideraram mais satisfatórias para explicar o aumento de temperatura nas transformações químicas.

Apesar de não estar na tabela, observou-se que a idéia na qual o rompimento de ligações químicas provoca liberação de energia se manteve próximo de 4% nos dois primeiros questionários, desapareceu nas atividades em grupo e reapareceu em torno de 6% no último questionário. Embora seja uma pequena porcentagem de alunos, essa idéia parece que persiste durante as atividades.

Observa-se que explicações indicando, sem maiores detalhes, a ocorrência de liberação de energia foram mantidas numa porcentagem praticamente constante. Talvez, para esses estudantes, haja dificuldade em utilizar explicações que referem-se ao nível microscópico.

As atividades em grupo colaboraram para um aumento de explicações relacionadas às ligações químicas e ao saldo energético, embora tenham diminuído quando os alunos foram solicitados a explicar uma situação semelhante individualmente, um tempo depois. Parece que nem todos mantêm a idéia do grupo, ou por não estarem convencidos no grupo, ou por aceitarem sem processamento, de forma superficial.

Quanto às transformações químicas endotérmicas, na análise da tabela, observa-se que explicações manifestadas em termos de agitação das partículas e de transferência de energia desapareceram, ao longo das atividades, do repertório dos estudantes.

Os dados referentes à idéia de que a temperatura diminuiu porque ocorre uma transformação química que libera energia (não incluída na tabela) mostram que em quase 7% dos alunos a idéia de que liberar energia é resfriar, ainda é muito resistente, pois essa idéia desaparece durante as atividades realizadas em grupo e reaparecem na mesma porcentagem, no final do estudo. Outro dado a considerar é o fato de que tal concepção, para boa parte dos alunos, ser facilmente substituída por outras, pois as discussões da professora com as classes durante a 2ª atividade, foi suficiente para diminuir a porcentagem de estudantes que manifestavam essa idéia. (27,2% para 6,8%).

Com relação à explicação em que não são utilizados elementos microscópicos, não é manifestado um modelo explicativo, mas apenas é indicada a idéia de ocorrência de absorção de energia para explicar uma transformação química endotérmica, ocorreu uma diminuição de 65,4% para cerca de 11% das respostas ao longo das atividades. Talvez, para esses 11%, haja uma barreira em ir além do observável, do macroscópico.

No entanto, houve um aumento de explicações que utilizam as ligações químicas e o saldo energético. Nota-se, por esta constatação, que a maior parte dos estudantes que apresentavam a idéia de “liberação de energia” no início da pesquisa, deixam de manifestá-las e adotam concepções mais consistentes, que se mantêm.

O aumento do número de estudantes que, em suas explicações, referem-se às ligações químicas e ao saldo energético, nos mostra a importância de um ensino que leva em conta as concepções iniciais dos estudantes e as que aparecerem ao longo do processo de aprendizagem e atue sobre essas concepções, pois verifica-se que quase metade da turma explica a diminuição da temperatura corretamente, referindo-se às ligações químicas e ao saldo energético.

Conclusões

Nesta pesquisa objetivou-se investigar as concepções alternativas de um grupo de alunos de ensino médio sobre a energia térmica envolvida nas transformações químicas, analisar a influência dessas concepções na aprendizagem e a possível reestruturação das idéias dos estudantes após terem realizado um conjunto de atividades planejadas, envolvendo discussões entre alunos e entre alunos e professora.

Ao término da pesquisa podemos concluir que :

- Algumas concepções alternativas detectadas inicialmente nas explicações dos estudantes, como a idéia do aumento ou da diminuição da agitação das partículas para explicar a ocorrência de uma transformação química exotérmica ou endotérmica, as idéias referentes às propriedades das substâncias e as relacionadas à transferência de energia, parecem terem sido substituídas por idéias mais consistentes.
- A explicação causal de que reações exotérmicas liberam energia e reações endotérmicas absorvem energia manteve-se em cerca de 30% dos estudantes para as transformações químicas exotérmicas e, diminuiu sensivelmente a sua manifestação nas transformações químicas endotérmicas (65,4% nas concepções iniciais para 11,2% no final da pesquisa). Parece que, compreender a energia absorvida nas reações endotérmicas exige níveis graduais de entendimento, favorecendo a mudança paulatina dessa concepção em detrimento de outras mais elaboradas como as que envolvem ligações químicas e saldo energético.
- É necessário que o estudante entenda as transformações químicas em termos de rompimento de ligações nos reagentes e formação de novas ligações nos produtos para que possa ocorrer a aprendizagem da energia envolvida nas reações químicas. É necessário também ter a idéia de que, ligações ao serem formadas liberam energia e, para serem rompidas necessitam de energia. Assim, a idéia de saldo energético para explicar a liberação ou absorção é facilitada.
- Houve um aumento sensível do número de estudantes que se refere às ligações químicas, tanto nas reações endotérmicas quanto nas exotérmicas (de menos de 2% a mais de 50% dos alunos).
- A concepção da existência de um saldo energético proveniente da liberação e absorção de energia, inexistente nas explicações encontradas nas idéias iniciais dos estudantes, chegou a ser manifestada por 21,5% dos alunos nas explicações das reações exotérmicas e 74,1% nas explicações das reações endotérmicas. Nas reações exotérmicas, 18,9% manifestaram a idéia de saldo com referência às ligações químicas de maneira aceita cientificamente, já nas reações endotérmicas, esta idéia foi manifestada por 42,2% dos estudantes. Esses resultados indicam que, o entendimento da energia absorvida nas transformações endotérmicas é mais consistente do que nas transformações exotérmicas.
- A denominação endo ou exotérmica foi utilizada corretamente, para classificar as reações, por mais de 90% dos estudantes, o que difere dos resultados obtidos por Vos e Verdonk (1986).
- As atividades realizadas em grupo, com discussões entre alunos e entre alunos e professora, favoreceu o entendimento, tanto das reações exotérmicas quanto das endotérmicas. Entretanto, não houve manutenção das idéias manifestadas em grupo e

consideradas corretas, por 5% dos alunos, quando explicavam as reações exotérmicas. Nas transformações químicas endotérmicas, houve um aumento de 10% de alunos que manifestaram a idéia individualmente, após a atividade realizada em grupo.

- Alguns níveis de entendimento das transformações químicas devem ser trabalhados com os estudantes quando se pretende favorecer a aprendizagem das transformações endotérmicas e exotérmicas. Nesses níveis, incluem-se a compreensão da ocorrência de liberação ou absorção de energia no sistema analisado, bem como o entendimento microscópico do que seja uma transformação química, compreendendo que rompimento e formação de ligações químicas envolvem, respectivamente, absorção e liberação de energia.
- Nos experimentos utilizados para favorecer a aprendizagem das transformações exotérmicas, deve-se levar em consideração as concepções que podem estar associadas a determinados reagentes como, por exemplo, os ácidos, que carregam a concepção de serem impulsionadores da reação na qual participam, provocando o aquecimento. Essa idéia pode interferir no aprendizado do estudante.
- As atividades realizadas em grupo favorecem a aprendizagem, entretanto, quando questionados individualmente após essas atividades, percebe-se que há uma diminuição do número de estudantes que compreende adequadamente o tema estudado.
- Quanto mais se discute um conceito, levando em consideração as idéias prévias e as que vão se apresentando durante as discussões, maior a possibilidade de ocorrer a reestruturação de idéias. Portanto, é importante conhecer mais sobre os passos intermediários que seguem a etapa inicial de ensino (Limon 2001).

É importante, para o professor, ficar atento ao fenômeno da distorção, no qual o aluno constrói uma versão alternativa para os conhecimentos científicos durante uma situação de ensino. Uma sugestão é que, na medida do possível, os professores procurem promover, através de atividades que gerem reflexões, o processo de reestruturação de idéias, sempre que alguma versão alternativa for percebida.

REFERÊNCIAS

- AUTH, M.A. , ANGOTTI, J.A.P. O processo de ensino-aprendizagem com aporte do desenvolvimento histórico de universais: a temática das combustões. In: PIETROCOLA, Maurício (org.). **Ensino de Física: Conteúdo, Metodologia e Epistemologia numa Concepção Integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001. 196-232.
- BASTOS, F., NARDI, R. DINIZ, R.E.S. e CALDEIRA, A.M.A. Da necessidade de uma pluralidade de interpretações acerca do processo de ensino e aprendizagem em Ciências. In: BASTOS, F, NARDI, R e DINIZ, R.E.S. **Pesquisa em ensino de Ciências: contribuições para a formação dos professores**. São Paulo: Escrituras, 2004. 9-55.
- BEM-ZVI, R., EYLON, B.S. e SILBERSTEIN, J. Students' Visualization of chemical reaction. *Education in Chemistry*, 24, 117-120, 1987.
- BOO, H.K. Students' Understandings of Chemical Bonds and the Energetics of Chemical Bonds and the Energetics of Chemical Reactions. **Journal of Research in Science Teaching**, 35, (5), 569-581, 1998.
- COHEN, I, BEM-ZVI, R. Improving student achievement in the topic of chemical energy. By implementing new learning material and strategies. **International Journal of Science Education**, 14, 147-156, 1992.

- CORDERO, S. COLINVAUX, D. y DUMRAUF, A.G. Y si trabajan en grupo? Interacciones entre alumnos, procesos sociales y cognitivos en clases universitarias de física. **Enseñanza de las Ciencias** 20, (3), 427-441, 2002.
- DE VOS, W., VERDONK A New road to reactions. Part 3: Teaching the Heat Effect of Reactions. **Journal of Chemical Education**. 63, 972-974, 1986.
- LACASA, P. La escuela: una sociedad dentro de otra? In: LACASA, P. **Aprender en la escuela, aprender en la calle**. Madrid: Visor, 1994. 283-310.
- LIMÓN, M. On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual change: a critical appraisal. **Learning and Instruction** 11, 357-380, 2001.
- LUFFIEGO, M. Reconstruyendo el Constructivismo: Hacia un Modelo Evolucionista del Aprendizaje de Conceptos. **Enseñanza de las Ciencias**. 19 (3), 377-392, 2001.
- MARTINS, I.P. Concepções Alternativas sobre a Energia nas Reações Químicas. **Ensino de Ciências e Formação de Professores**. Portugal: Universidade de Aveiro. 2, 7-38, 1993.
- SANTOS, M.E.V.M. **Mudança Conceitual na Sala de Aula: um desafio pedagógico**. Lisboa: Livros Horizonte, 1991.
- SANTOS, P.R.P. **As Concepções de Ciência dos Estudantes da UFPB e sua Implicações para o Ensino de Bioquímica**. São Paulo. Instituto de Química, USP, Tese de Doutorado (Orientador: Bayardo Baptista Torres), 2003.