

Eficácia de uma Sequência de Ensino-Aprendizagem sobre Termoquímica

Efficacy of a Teaching-Learning-Sequence about Thermochemistry

Alexandre Mota Menezes, Universidade Federal de Sergipe – Campus Professor Alberto Carvalho – Itabaiana/SE, xandy1991@gmail.com

Roberta Brito dos Santos, Universidade Federal de Sergipe – Campus Professor Alberto Carvalho – Itabaiana/SE, robertabs-07@hotmail.com

Cristiana Santos Nascimento, Universidade Federal de Sergipe – Campus Professor Alberto Carvalho – Itabaiana/SE, santos_cn04@hotmail.com

Valeria Neris Santos, Universidade Federal de Sergipe – Campus Professor Alberto Carvalho – Itabaiana/SE, valeriaevc@yahoo.com.br

Joeliton Chagas Silva, Universidade Federal de Sergipe – Campus Professor Alberto Carvalho – Itabaiana/SE, joelitoncs@hotmail.com

Erivanildo Lopes da Silva, Universidade Federal de Sergipe – Campus Professor Alberto Carvalho – Itabaiana/SE, erivanildolopes@gmail.com

Resumo

A elaboração de material didático é uma das alternativas para melhorar o ensino. As Sequências de Ensino-Aprendizagem (SEA) podem ser fortes aliadas na pesquisa, pois podem pesquisar tanto o ensino como a aprendizagem. Este trabalho apresenta a validação interna de uma SEA sobre Termoquímica baseada nas ideias de validação de Méheut e Artigue. Através da validação foi possível verificar a eficácia da SEA, como também identificar problemas e lacunas deixadas após a intervenção. Essa investigação possibilitou uma reflexão de pontos a serem melhorados para a próxima etapa do trabalho.

Palavras chave: Sequência de Ensino-Aprendizagem, Validação Interna, Termoquímica.

Abstract

The development of teaching materials is one of the alternatives to improve the teaching. Teaching-Learning-Sequences (TLS) can be strong allies in the research because they can search both teaching and learning. This paper presents the internal validation of a TSL about Thermochemistry based on the ideas of validation of Méheut and Artigue. Through the validation it was possible to check the effectiveness of the TLS, as well as identify problems

and gaps left after the intervention. This research enabled a reflection about points for improvement for the next stage of the work.

Key words: Teaching-Learning-Sequence, Internal Validation, Thermochemistry.

Introdução

A pesquisa em ensino de Química busca superar inúmeros problemas em relação ao ensino e a aprendizagem, então, nestas perspectivas ocorrem os debates sobre possíveis abordagens metodológicas. Uma das alternativas viáveis é a produção de material didático, ainda que, para o professor da educação básica seja muito complicado elaborar materiais didáticos, sobretudo pela limitação de sua formação (EICHELER, PINO, 2010). Méheut e Psillos (2004) defendem a produção de sequências de aulas na forma de currículo curto que objetivam a melhoria do ensino e aprendizagem, essas são chamadas de Sequência de Ensino-Aprendizagem (SEA). A SEA pode apresentar um caráter dual, quando avalia o ensino e a aprendizagem, sendo uma de suas principais características a busca pela relação entre as perspectivas dos alunos e a ciência (MÉHEUT; PSILLOS, 2004).

Méheut (2005) sugere três dimensões para uma análise a priori, sendo estas: (a) dimensão epistemológica, na qual o pesquisador estuda a gênese do conteúdo, problemas em seu ensino-aprendizagem e análise das hipóteses que serão testadas na SEA, (b) a dimensão Psico-Cognitiva, a qual investiga os conhecimentos espontâneos dos alunos, esses dados podem ser coletados a partir de pré-teste e/ou entrevistas e (c) a dimensão didática, a qual considera a estrutura da instituição de ensino, horários de funcionamento, calendário escolar, projeto político pedagógico e etc.

Méheut (2005) defende duas formas para uma validação das SEA, a *posteriori*: interna e externa. A validação interna avalia a eficácia da SEA em relação aos seus objetivos iniciais, essa validação pode ser feita através de pré-teste, pós-teste e entrevistas. Também pode-se avaliar a evolução do aluno durante as aulas através de atividades feitas em sala de aula ou trabalhos extras (ARTIGUE, 1996). A validação externa avalia a eficiência da SEA em relação à outra forma de ensino tomada como referência, essa é feita através da comparação dos pós-teste das turmas de intervenção com outro grupo de referência.

Nurkka (2008) apresenta quatro etapas para análise dos dados da aplicação de uma SEA, ou seja, para validação. Estas são: Estudo Piloto I, onde os pesquisadores elaboram e aplicam a SEA pela primeira vez; Estudo Piloto II, aqui a SEA deve ser reformulada com base nas reflexões da primeira etapa; Experiência de Ensino I, a SEA é mais uma vez reformulada e aplicada por um professor que não esteja envolvido na pesquisa; e Experiência de Ensino II, a SEA é reformulada junto ao professor da etapa anterior e é novamente aplicada por outro professor não vinculado a pesquisa.

A elaboração de SEA pode basear-se nos três momentos apresentados por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007): (i) Problematização inicial, a qual serviria de base para o encadeamento de atividades e discussões no decorrer das aulas; (ii) Organização do conhecimento, onde o professor entra como mediador para a articulação das ideias; e a (iii) Aplicação do conhecimento, quando os alunos aplicam o conhecimento adquirido para resolver problemas bem mais complexos do que aqueles propostos na problematização inicial.

A abordagem de SEA visa principalmente à superação de concepções alternativas assim faz-se necessário delimitar o campo de atuação. Neste sentido pode-se destacar os conceitos

relacionados à termoquímica, principalmente calor e temperatura. Mortimer e Amaral (1998) identificaram algumas concepções espontâneas dos alunos, sendo elas: calor é uma substância; existe dois tipos de calor, o frio e o quente; e o calor é diretamente proporcional à temperatura. Silva (2005) avaliou a relevância do ensino de entalpia para o ensino médio, o autor verificou que estudantes de cursos universitários de Química identificam entalpia como energia/calor liberada (o) /absorvida (o) nas reações químicas, e com menos frequência comparava a ideia de energia/calor de um corpo/sistema/ substância.

Este trabalho, levando em consideração o Estudo Piloto II (NURKKA, 2008) tem o objetivo de validar internamente a aplicação de uma SEA sobre termoquímica. A SEA foi desenvolvida durante as ações do PIBID, e tem como principais características a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e Interdisciplinar.

Metodologia

Este trabalho apresentará resultados de aplicação no Estudo Piloto II, contudo antes, faremos um resumo do Estudo Piloto I (Elaboração, Aplicação e Validação da SEA).

Para o processo de elaboração da SEA levou-se em consideração o trabalho de Mortimer e Amaral (1998), no qual os autores apresentam as concepções de calor e temperatura ora apresentadas. Durante a construção da SEA buscou-se fazer um entrelaçamento entre o conteúdo a ser trabalhado, no caso Termoquímica, e uma abordagem na perspectiva da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Isso a fim de permitir ao aluno a aprendizagem do conhecimento científico a partir do contexto social e tecnológico no qual ele está inserido. Dessa forma, trabalhou-se com base nos três momentos pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007) conjuntamente os temas combustíveis e energia. .

A aplicação da SEA foi feita em quatro turmas (quatro grupos de intervenção), assim os dados ganham credibilidade, destaca-se que cada grupo de intervenção teve um professor diferente. Dessa forma, minimizam-se as variáveis de confusão que interferem nas análises. Vale ressaltar que essa dinâmica também foi adotada no Estudo Piloto II, etapa que gerou os resultados de discussão desse trabalho.

Estudo Piloto II – Reelaboração, nova aplicação e validação da SEA.

A partir da reflexão a cerca da primeira aplicação da SEA, partiu-se para a sua reelaboração. Nesse processo analisam-se as principais limitações que de alguma forma não proporcionou uma aprendizagem para os alunos. Em seguida foi possível reformular as aulas de forma a superar as lacunas que foram deixadas durante a aplicação anterior. A SEA foi reformulada de acordo com os obstáculos epistemológicos encontrados na primeira aplicação e é reaplicada.

Para a reelaboração utilizou-se além do trabalho de Mortimer e Amaral (1998), o de Silva (2005) e as reflexões feitas no Estudo Piloto I. Após a reformulação a SEA foi aplicada em quatro turmas do 2º ano do ensino médio, totalizando 68 alunos com idade entre 15-16 anos.

A validação interna foi feita por meio da coleta de dados por pré, pós-teste e entrevistas estruturadas com quatro alunos de cada turma, total de 16 entrevistados (MÉHEUT, 2005). Os pré-teste, pós-teste e entrevista eram compostos por setes questões cada, sendo que os mesmo conhecimentos eram exigidos nos três, porém no pós-teste e na entrevista em um nível mais aprofundado, como é mostrado na tabela a seguir:

	Questão
Pré-teste	Dois amigos passeavam na praça durante uma noite fria, um deles se sentou em banco de madeira e metal. Ao tocar a parte de madeira ele não falou nada, porém ao tocar no metal ele reclamou: o metal está muito gelado. Como você explica a sensação de frio? Por que ele apenas reclamou que o metal

	estava gelado e não da madeira? Apresente argumentos para concordar ou discordar da ideia que o metal é mais “gelado” que a madeira.
Pós-teste	Os termômetros clínicos marcam temperaturas entre 34°C e 43°C, visto que a temperatura normal do corpo humano é cerca de 36,5°C. Eles apresentam um tubo capilar (tubo de vidro) dentro contém um líquido que se dilata ou contrai dependendo da temperatura do corpo em que ele entra em contato. Alguns termômetros usam mercúrio ($c = 0,033\text{cal/g}^\circ\text{C}$) para indicar a temperatura e outros o álcool ($c = 0,58\text{Cal/g}^\circ\text{C}$) com um corante vermelho. Na medida da temperatura de uma pessoa para saber se ela está febril, por exemplo, o termômetro deve ficar em contato com o corpo por um tempo para que haja o equilíbrio térmico entre os corpos. Observando o valor do calor específico de cada líquido usado nos termômetro explique qual termômetro clínico demoraria a entrar em equilíbrio térmico ao entrar em contato com um corpo há 37° C.

Tabela 1: Exemplo de questões do pré-teste e pós-teste.

As questões exigem como conhecimento básico para solução do problema os conhecimentos sobre transferência de calor e calor específico. Assim, foi possível avaliar a aprendizagem dos alunos comparando os objetivos finais com os iniciais (pré-teste com o pós-teste), a validade desses resultados foram reforçados com a análise das entrevistas. Atividades e trabalhos feitos por alunos em sala de aula e fora dela também serviram para investigar as concepções dos alunos durante a aplicação, pois a partir desses trabalhos foram elaborados questões problematizadoras a ser aplicadas durante a intervenção (ARTIGUE, 1996).

Para a realização do pré-teste, foram dispostas, com base na problematização de Delizoicov (2001) sete questões problematizadoras de forma que os alunos expusessem seus conhecimentos sobre Termoquímica. Investigando assim suas concepções espontâneas. O pós-teste apresentava quatro questões, visando avaliar a eficácia da SEA.

Resultados

As respostas foram agrupadas em composições que expressam a ideia que o aluno procurou expressar nas respostas as questões. Os resultados são apresentados em tabelas.

Durante as aulas as concepções identificadas no pré-teste foram investigadas através de alguns questionários e trabalhos com o objetivo de avaliar a evolução dos alunos. Esses resultados são discutidos durante o texto junto ao resultado das entrevistas.

A Tabela 2 apresenta os dados da problematização que buscava investigar as concepções de Mortimer e Amaral (1998): calor proporcional à temperatura; existe o calor “quente” e o “frio”; e calor é uma substância.

Composição	Pré-teste			Pós-teste		
A: Calor proporcional a Temperatura	36 (53%)			05 (8,5%)		
B: Calor é uma substância	06 (9%)			01 (1,5%)		
C: Calor como energia, nas formas: (1) transfere-se de corpos com maior temperatura para menor temperatura (2) apenas energia em trânsito, (3) apenas energia.	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
	-	03 (4%)	16 (24%)	35 (51%)	18 (26%)	05 (8%)
Respostas confusas	07 (10%)			04 (5%)		
TOTAL	68			68		

Tabela 2: Resultados referentes às ideias de calor.

Algumas respostas foram definidas como “Respostas Confusas” por não serem compreendidas ou respondidas. A concepção de que existe calor “frio” e “quente” não foi identificada. Percebe-se que duas concepções investigadas com base no trabalho de Mortimer e Amaral (1998) foram citadas (A e B). Além delas alguns alunos consideram calor como

forma de energia (C-3) e alguns como forma de energia em trânsito (C-2). Destaca-se que após a intervenção a composição C-1, a qual é mais aceita cientificamente, teve o aumento de nenhuma para 51% das inferências, outros 26% na forma C-2 e 8% na C-1. Outro ponto notável é a diminuição da A de 53% para 8,5% e B de 9% para 1,5% das inferência.

Nas atividades de acompanhamento dos alunos destaca-se que aproximadamente 18% dos alunos inferiram que após perder calor é que nosso corpo fica frio. Esse pensamento pode ter relação com a concepção de calor como uma “substância” que ao ser perdida faz com que o corpo fique frio. Além disso, pode apresentar explicitamente a ideia de proporcionalidade entre o calor e a temperatura, pois a baixa temperatura (frio) só é sentida depois que o calor é perdido. Essa ideia tem origem em expressões do dia-a-dia, ao dizermos: “hoje está fazendo muito calor”, estamos relacionando o calor com a temperatura do ambiente (MORTIMER, AMARAL, 1998). Consequentemente se está fazendo muito frio há a ausência de calor. Percebe-se que os 10% dos alunos (composição A e B) permaneceram com essas ideias até o final da aplicação, outros 5% não conseguiram responder, os demais responderam coerentemente.

Nas entrevistas foram confirmas a presença das concepções C (3) e A. Ambas se destacam no pré e pós-teste. A seguir apresentaremos fala de alunos presentes nessas concepções.

F1: “é por causa que a gente acaba recebendo energia térmica da panela, que tá mais quente, e por isso (sentimos ela) quente, e a gente sente frio quando perde energia térmica pra algo que está com temperatura menor que da gente”.

Na fala F1 fica claro que o aluno apresenta a ideia que o calor é transferido de um corpo com maior temperatura para um com menor temperatura. Evidenciando-se a ideia exposta na composição C (1).

F2: “porque está quente. Quando a gente topar a panela tá com muita energia”.

Em F2 há a associação entre está quente e ter muita energia. Segundo essa fala o fato de sentirmos a panela quente não se dá ao fato dela transferir calor para gente ao tocarmos, mas sim ao fato dela está quente (temperatura elevada), e para isso ele deve ter muita energia. Essa fala caracteriza a composição A, muito citada no pré-teste e com algumas inferências mesmo após a intervenção, sendo está fala uma delas.

A tabela 3 apresenta os dados sobre as ideias de reações/processos endotérmicos e exotérmicos. É importante destacar que alguns alunos conseguem aplicar os conhecimentos apenas na macroquímica (do tangível, do concreto, do mensurável). E poucos são capazes de aplicar o conhecimento na submicroquímica (do molecular, do atômico, do cinético) (JOHNSTONE, 2000). Essa dificuldade dos alunos foi evidenciada no Estudo Piloto I, então as atividades foram reelaboradas para suprir essas lacunas.

Composição	Pré-teste	Pós-teste
F: Não apresentam conhecimentos sobre processos ou reações endotérmicas e exotérmicas.	43 (63%)	08 (12%)
H: Conseguem aplicar o conhecimento científico apenas na macroquímica (ex: transferência de calor entre corpos).	08 (12%)	40 (48%)
I: Conseguem aplicar o conhecimento científico em processos na macroquímica e na submicroquímica.	-	19 (34%)
Respostas confusas	17 (25%)	04 (6%)
TOTAL	68 (100%)	68 (100%)

Tabela 3: Resultados referentes às ideias sobre reações e processos endotérmicos e exotérmicos.

Destaca-se o aumento de inferências nas composições H e I, na primeira os alunos apenas aplicam o conhecimento no nível da macroquímica, tendo um aumento de 12% para 48%. Na composição I as respostas estão presentes no nível da submicroquímica e tiveram um aumento de nenhuma inferência para 34% delas. A composição F destaca-se pela diminuição de 63% para 12%, ficando evidente a eficiência da SEA.

Nas atividades durante as aulas foi notório que os alunos conseguiram explicar a situação problema na macroquímica e na submicroquímica, porém no pós-teste a maioria dos alunos conseguia apenas aplicar o conhecimento no nível da macroquímica (Tabela 2). Pode-se atribuir isso ao fato da situação que exigia o nível molecular, na atividade de acompanhamento, ser apresentada através de uma reação de combustão, na qual a chama gerada representou a liberação de energia. Já no pós-teste a situação era uma dissolução, na qual a única evidência é a mudança de temperatura, dificultando assim a interpretação de como ocorria à transferência de calor. Destaca-se que essas reações foram feitas em experimentações durante a aplicação da SEA.

As entrevistas reforçam os resultados obtidos na validação interna. Em seguida apresentaremos falas dos alunos nas composições H e I. Em algumas entrevistas dessa etapa o entrevistador (pesquisador) entrevistou na fala dos alunos com objetivo de obter mais informações, essas intervenções são antecedidas da letra P e colocadas entre parênteses.

F3: “A evaporação da água é um processo endotérmico, e a queima do carvão é um processo exotérmico. Porque a água quando é aquecida recebe energia térmica e a queima do carvão libera energia térmica”.

O aluno consegue explicar as duas situações então à fala se adéqua a composição I. A mesma se destacou no pós-teste com 34% das inferências.

F4: “Se tá queimando tá perdendo? Se ela tá perdendo... É endotérmico. Não, exotérmico é que tá liberando e endotérmico que está recebendo. É exotérmico. (P: E o processo de evaporação da água, é endotérmico ou exotérmico? O que é preciso para água evaporar? Ela tá liberando, ela libera energia pra ela evaporar? A água se evapora com a temperatura de 100 °C. Como a água chega a essa temperatura de 100°C?) Calor? Ela perde (Calor). Exotérmico”.

Em relação à evaporação da água a resposta foi errônea, isso pode ser derivado da difícil visualização na submicroquímica do processo de evaporação. Quanto à combustão o fato dela formar uma chama leva o processo a macroquímica. Sendo assim essa resposta faz inferência a composição H.

No pré-teste foi apresentada uma situação problema inicial na qual os alunos eram questionados, tal questionamento resumidamente perguntava por que ao tocarmos no metal o sentimos “gelado” diferentemente de quando tocarmos na madeira. A tabela 4 apresenta os resultados referentes a calor específico, calor e temperatura.

A situação final de aplicação do conhecimento era em um contexto mais complexo (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2007), e a ideia geral era avaliar qual material absorvia calor mais rápido, o álcool ou o mercúrio. Destacando aqui que essas problematizações eram inseridas em um contexto do cotidiano dos alunos.

Composição	Pré-teste	Pós-teste
J: A temperatura dos materiais é definida por outras substâncias presente neles. Ex: água.	08 (11%)	-
L: Explica através de condutibilidade térmica.	04 (5%)	-
K: Conseguem resolver o problema usando o conhecimento científico.	03 (4%)	43 (64%)
M: O calor é proporcional à temperatura. Logo não conseguem resolver o problema.	22 (30%)	05 (7%)
N: Aplicam o conhecimento de calor específico de forma errada.	-	12 (18%)
Respostas confusas	34 (50%)	08 (11%)
TOTAL	68 (100%)	68 (100%)

Tabela 4: Resultados referentes às ideias de calor específico, calor e temperatura.

A proporcionalidade entre calor e temperatura foi identificada tanto antes quanto depois da intervenção. Porém destaca-se uma queda de 30% para 7% nas citações. Outro ponto importante é que 64% dos alunos conseguiram resolver a situação problema usando o conhecimento científico. Cerca de 18% dos alunos mostraram ter o conhecimento sobre calor específico, porém aplicaram de forma errada e 11% não conseguiram responder.

Nas atividades de acompanhamento destaca-se que 26% não conseguiram aplicar o conhecimento em um contexto diferente do da problematização inicial. Em outra atividade pediu-se para os alunos tocarem em um bloco de madeira e outro de metal e respondem-se algumas perguntas, desses resultados pode-se destacar que os alunos indicavam que o material com mais energia era o com temperatura maior. Evidencia-se a presença da concepção de proporcionalidade entre calor e temperatura, a mesma apresentou apenas 7% das inferências após a intervenção, comprovando a eficácia da SEA.

Nas entrevistas evidenciou-se a presença da composição K e da N.

F5: “é porque o alumínio tem o calor específico menor que o da água”.

O aluno responde o problema aplicando o conhecimento científico, fato evidenciado nas respostas da composição K, que se sobressaiu com 64% das citações no pós-teste.

F6: “Porque o alumínio tem a capacidade de absorver o calor mais rápido que certos alimentos e a água. (P: Quem tem o calor específico com valor maior?) A água, (eu) acho que é a água. Eu não estou lembrada, eu sei que a água tem um... (P: Observando aquecimento, se você está dizendo que o alumínio aquece mais rápido e a água demora mais. Então observando esse fato quem tem o calor específico maior?) A panela de pressão, o alumínio”.

Nessa fala percebe-se a ideia de que o alumínio tem a capacidade de absorver calor mais rápido, porém o aluno considera o calor específico do alumínio como maior, quando na verdade ele é menor que o da água. Esta fala apresenta-se na composição N.

Conclusão

A Sequência de Ensino-Aprendizagem (SEA) mostrou-se eficaz no processo de construção do conhecimento. Verificou-se a construção do conhecimento partindo das concepções espontâneas dos alunos, visto que as composições com respostas mais aceitas cientificamente foram as com mais inferências (C, H, I e K). E as concepções tomadas de referência citadas por Mortimer e Amaral como também as identificadas através do pré-teste (composições: A, B, F, J e L) tiveram uma diminuição significativa. Por meio da entrevista foi possível validar os dados obtidos no pós-teste. Através da avaliação das atividades feitas durante as aulas ficou

claro que as concepções espontâneas na maior parte dos alunos eram desconstruídas no decorrer das aulas. Porém observa-se que uma parte dos alunos não consegue desconstruir as concepções espontâneas apresentando-as no pós-teste.

Destaca-se a importância da validação interna à medida que ela permite fazer reflexões sobre as atividades desenvolvidas nessa etapa. A próxima etapa é a Experiência de Ensino I, onde haverá uma reelaboração, de maneira a suprir as lacunas identificadas na etapa anterior, aplicação e validação da SEA. As principais dificuldades dos alunos nessa etapa foram: presença da ideia de proporcionalidade entre o calor e a temperatura; difícil visualização no nível microscópico; problemas em aplicar o conhecimento em diferentes contextos.

Referências

- ARTIGUE, M. Ingénierie didactique. In: ARTIGUE, M., et al. *Didactique des mathématiques*. Paris: Delachaux et Niestlé, Cap. 4, p. 243-274, 1996.
- DELIZOICOV, D. Problemas e Problematização. In: PIETROCOLA, M.aurício (org). *Ensino de Física, conteúdo, metodologia epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2007. (Coleção Docência em Formação).
- EICHLER, M. L.; PINO, J. C. D. A produção de material didático como estratégia de formação permanente de professores de ciências. *Enseñanza de las Ciencias*, 9, n. 3, 633-656, 2010.
- JOHNSTONE, A. H. Teaching of chemistry: logical or psicological? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, v. 1, n. 1, p. 9-15, 2000.
- MÉHEUT, M. Teaching-learning sequences tools for learning and/or research. In: Boersma, K., Goedhart, M., Jong, O., Eijkelhof, H., (Org.), *Research and the quality of science education. (195-207)*. Paris, França. 2005.
- MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 25, p. 515-535, Abril 2004.
- MORTIMER, E. F.; AMARAL, L. O. F. Quanto mais quente melhor: Calor e temperatura no ensino de termoquímica. *QUÍMICA NOVA NA ESCOLA*, 30-34. Maio 1998.
- NURKKA, N. Use of Transfer Teachers in Developing a Teaching-Learning Sequence: A Case Study in Physiotherapy Education in Finland. *NorDiNa*. v. 4(1), p. 09-22, 2008.
- SILVA, J. L. D. P. B. Por Que Não Estudar Entalpia no Ensino Médio. *QUÍMICA NOVA NA ESCOLA*, n. 22, p. 22-25, Novembro 2005.