

## OS USOS DA ENERGIA NA CONCEPÇÃO DOS ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

**Reny Bispo de Jesus Oliveira**  
(CEFET/PR), bispol@onda.com.br

**Carlos Alberto Marques**  
UFSC/CED/MEN, bebeto@ced.ufsc.br

**Demétrio Delizoicov Neto**  
UFSC/CED/MEN, demetrio@ced.ufsc.br.

### Resumo

Apresenta-se neste artigo uma síntese da investigação sobre as principais compreensões dos alunos concluintes do Ensino Médio sobre os usos da energia, relacionadas com os conceitos químicos ensinados e por eles aprendidos. Trata-se de um estudo de caso no qual foram identificados os significados que os alunos dão aos conteúdos científicos, como eles os empregam em situações do cotidiano e qual a abrangência desses na análise que fazem sobre fontes, formas e usos de energia. Tomou-se por referência a natureza e a construção do conhecimento científico na abordagem bachelardiana e a relação entre Energia e Química no Ensino de Química destinado aos alunos do Ensino Médio. Sugere-se uma proposta pedagógica em que a organização dos vários significados de um conceito dentro de uma rede, possa evidenciar o universo conceitual da turma em questão, e dessa forma, servir como instrumento de avaliação permanente entre os conhecimentos Químicos ensinados e aprendidos na disciplina de Química.

Palavras Chave: Ensino de Química; Concepções dos Alunos; Energia.

### I. INTRODUÇÃO

A busca para compreender quais são os conteúdos, a forma como são trabalhados e a eficácia do processo de ensino-aprendizagem dos temas curriculares da disciplina de Química do Ensino Médio podem demonstrar a real contribuição à formação científica do aluno. De modo particular, parece-nos significativo investigar a compreensão dos alunos sobre os conceitos científicos relacionados aos usos da energia, podendo, assim, revelar o conhecimento que têm sobre as fontes e formas de energia utilizadas na sociedade atual e também possibilitaria um olhar mais criterioso sobre a forma como a escola vem tratando tal temática neste nível de ensino, especialmente no Ensino de Química.

As premissas aqui levantadas somadas à falta de pesquisas científicas que abordam os usos da energia relacionados com a disciplina curricular de Química no Ensino Médio constituíram o conjunto de motivos que, além de justificarem a temática escolhida, motivaram o desenvolvimento do referido trabalho.

A concepção da idéia de que para compreender e utilizar os conhecimentos científicos circulantes na sociedade atual, e entre eles, os referentes aos usos da energia, é preciso remontar a história para saber como se deu a construção/reconstrução e os usos de tais conhecimentos, está fundamentada na epistemologia histórica do filósofo francês Gaston Bachelard (1884-1962). Segundo ele, os princípios científicos da ciência moderna não se traduzem somente na mudança dos conhecimentos científicos, mas também nos processos de pensamento, nas atitudes, nos valores e interesses que o caracterizam.

Devido à sua ampla formação intelectual, Bachelard reuniu, no conjunto de suas obras, conhecimentos de caráter distintos que dão conta das duas dimensões do conhecimento

científico: a epistemológica que o sustenta e a pedagógica, responsável pela sua difusão e sua incrementação (SANTOS,1991).

É nesse sentido que a educação em Química, proporcionada pelo Ensino de Química no Ensino Médio, deve e pode desempenhar um papel fundamental, propiciando aos alunos o domínio dos fundamentos científicos de forma que, ao se apropriarem dos conceitos científicos, possam utilizá-los como instrumentos críticos e reflexivos no processo de construção de uma intervenção social consciente. Assim, a educação em Química poderá ser um elemento importante, com capacidade de mudar a compreensão do aluno em relação à utilidade dos conhecimentos científicos trabalhados na escola.

Tendo esta compreensão, desenvolveu-se um estudo de como os alunos aprendem e utilizam os conhecimentos científicos em situação escolar ou cotidiana. Tal fato possibilitou que se verificasse junto a esses alunos qual o conceito que eles têm de energia e de que forma eles o usam para explicar um fenômeno químico.

O instrumento de pesquisa utilizado foi a entrevista semi-estruturada, aplicada a 20 alunos concluintes do Ensino Médio. A pesquisa foi realizada nas dependências do CEFET/PR- Unidade de Curitiba, no segundo semestre de 2002 (OLIVEIRA, 2003).

Através da análise das respostas dos alunos às questões propostas na entrevista, verificou-se a relação existente entre a explicação do aluno e a explicação científica para um mesmo fenômeno. A análise possibilitou também que se verificasse a que está associado o conceito que os alunos têm de energia e se existe distanciamento entre os conceitos ensinados na disciplina de química e aqueles apreendidos pelos alunos.

As convicções iniciais de trabalho eram as de que o ensino de química deveria promover no aluno competências para compreender e explicar a energia envolvida num processo químico bem como a concepção de energia como base fundamental dos fenômenos.

Frente a tudo isso, a questão colocada em termos de problema de pesquisa foi: quais as concepções que os alunos concluintes do Ensino Médio têm sobre os usos da energia?

## II. O CONCEITO CIENTÍFICO E O CONCEITO DE ENERGIA NA PERSPECTIVA DA QUÍMICA

BACHELARD (1977) considera a Química Moderna – e *a fortiori*, a Química Contemporânea, a ciência que marcou e caracterizou o novo espírito científico, não só pela mudança dos conhecimentos científicos, mas sobretudo pelos processos de pensamento, atitudes, valores e interesses que os caracterizam.

BACHELARD (1953) acompanha o desenvolvimento racional do conceito de energia na perspectiva da Química e ao analisar a evolução das idéias do conceito sob a sua forma mecânica, relaciona-o com os interesses da mecânica clássica na época em que ele era usado. O autor analisa no referido estudo, a noção de energia construída historicamente pela pedagogia a partir da noção de força aplicada e de espaço percorrido. Para ele, quando a energia é analisada nesta fórmula de dimensões, em que intervêm as noções de massa, de espaço e de tempo, são as que passam a ser primordiais. Em sua concepção, na Química a força não aparece como um produto de uma massa por uma aceleração, como mostra esta definição da mecânica clássica.

Objetivando explicar a formação do pensamento químico contemporâneo, BACHELARD (1953) postula que para se conhecer além dos fenômenos químicos, a mecânica própria destes fenômenos, objetivando encontrar através deles a verdadeira explicação para o mecanismo das reações químicas, é preciso investigar a raiz essencialmente energética dos mesmos.

Visto desta forma, postula-se que no ensino de química o fenômeno deve ser descrito como a manifestação de uma energia, e conseqüentemente, as reações químicas como relações de energia. De acordo com os apontamentos do referido autor “se não conhecermos essas relações de energia, não poderemos explorar todas as possibilidades da ação que possuímos doravante para a criação de substâncias novas” (BACHELARD, 1953), postula-se que o conceito de energia trabalhado no ensino de química enfocado do ponto de vista da mecânica clássica, poderá tornar-se um obstáculo à formação científica do aluno em química.

No entanto, para que todos os conhecimentos sobre a energia no domínio da Química fossem evidenciados e ganhassem impulso, foi preciso que surgisse um novo modelo explicativo para esta realidade, o qual só foi possível com o advento da Mecânica Quântica. Nas palavras de BACHELARD (1953):

Na ciência contemporânea, os conhecimentos sobre a energia receberam um grande impulso das novas concepções sobre a energia irradiada. (...). A concepção de energia quantificada por Max Planck desencadeou uma dupla revolução nos conhecimentos da matéria e da irradiação, pois esta permitiu ao cientista intervir sutilmente no entrecruzamento das forças que constituem o ser dinâmico da matéria.

Foi através dos conhecimentos advindos com a teoria quântica que os pormenores da dissociação molecular, sobre cada um dos elos que une os átomos numa molécula particular, puderam ser explicados. Assim, essa teoria permitiu que se determinasse tanto a energia global da molécula quanto a energia de cada ligação existente na molécula, através do conhecimento dialético da irradiação e da matéria.

Ainda segundo BACHELARD (1953), existe uma correspondência entre a estrutura interna da molécula e a quantificação da radiação absorvida ou emitida pela mesma. Tal fato mostra a dialética existente entre a estrutura da substância e a estrutura da energia.

Na dinâmica interna da molécula isolada, os fenômenos intramoleculares podem provocar radiações ou serem provocados pelas radiações. O referido autor identifica três tipos de energia originadas em tais fenômenos: *a energia eletrônica*, originada dos elétrons dos átomos que constituem a molécula; *a energia de vibração*, resultante da oscilação dos átomos na molécula e *a energia quântica de rotação*, originada na rotação de toda a molécula à volta de alguns dos seus eixos.

Portanto, os princípios da quantificação impostos separadamente a estas três ordens de fenômenos mostram que em particular não há radiação de quanta de energia a não ser quando há mudanças descontínuas “na distribuição dos elétrons; no estado de vibração dos átomos e no estado de rotação da molécula”.

Tal constatação justifica o uso da epistemologia histórica de Bachelard, que também é pedagógica (SANTOS, 1991), como instrumento de análise para as concepções que os alunos do Ensino Médio têm sobre os usos da energia na perspectiva da Química.

### III. MÉTODOS E OBJETO DE PESQUISA

O instrumento utilizado para a obtenção das informações foi uma entrevista semi-estruturada aplicada a vinte alunos que estavam matriculados, cursando e concluindo o último ano do curso do Ensino Médio no CEFET/PR-Unidade de Curitiba (OLIVEIRA, 2003).

Idealizaram-se oito (8) questões que não foram diretamente feitas aos alunos, mas orientaram sobremaneira a elaboração das vinte e cinco (25) questões aplicadas aos alunos.

As oito (8) questões referenciadas foram concebidas como “norteadoras da entrevista” e abordaram os seguintes aspectos: a) *a concepção dos alunos sobre as diferentes fontes de*

*energia existentes na natureza e as formas em que elas são usadas; b) o reconhecimento de que a maioria desses materiais sofre processos físicos ou químicos para que a energia neles contida possa ser utilizada pelo homem; c) a compreensão e identificação da energia envolvida nas reações químicas; d) a noção que eles têm sobre fontes de energia renováveis e não-renováveis e; e) o reconhecimento da biomassa como fonte de energia renovável.*

As respostas obtidas na entrevista foram transcritas, tabuladas, e analisadas qualitativamente. As respostas das questões que demandavam grandes quantidades de informações receberam tratamento quantitativo.

As variedades de respostas permitiram apreender a existência de várias concepções de energia no universo de alunos investigados, destacando-se entre elas o conceito de energia: no sentido físico para realizar trabalho, como sinônimo de força e de calor e como algo que acompanha um fenômeno, seja ele físico, químico ou biológico.

De maneira geral, independentemente da forma e da linguagem usada nas respostas, observa-se que há nos alunos investigados:

- a) uma compreensão de que a energia está envolvida nos fenômenos concretos;
- b) uma concepção de energia como instrumento da ação (obstáculo animista), (BACHELARD, 1999);
- c) uma concepção de energia como instrumento que viabiliza a ação (concepção científica).

As explicações fornecidas pela maioria dos alunos investigados mostram que eles têm conhecimento de que a energia pode ser transformada. Entretanto, eles apresentam dificuldades na exemplificação de transformações materiais, pois 50% dos alunos entrevistados admitiram que transformações que envolvem energia só acontecem no Laboratório de Química. Tal porcentagem parece indicar a existência de várias formas de apreensão de um mesmo conceito científico e são indicativas da diversidade de idéias existentes na mesma turma.

Com relação ao conhecimento dos alunos sobre as fontes de energia fósseis, das respostas foi possível verificar um não discernimento entre fontes fósseis e renováveis. Isso parece indicar a não abordagem desses temas e de sua diferenciação na cultura escolar.

Nesse sentido, os alunos demonstraram pouca familiarização com a utilização dos compostos derivados da biomassa renovável como combustíveis. Assim, 70% dos alunos entrevistados apresentaram total desconhecimento quando o assunto se refere a combustíveis renováveis derivados da Biomassa. Isto sugere interpretar que os usos de biomassas renováveis como combustíveis ainda não estão inseridos/vinculados à cultura geral como um todo, e como tal, a escola também não trabalha com estes conceitos e conseqüentemente, no coletivo dos alunos, eles são quase inexistentes.

Mais de 50% dos alunos entrevistados reconhecem a utilização da energia nas residências, no transporte, no trabalho, nos processos industriais, na iluminação etc. No entanto, ao relacionarem fontes e usos de energia, revelou-se escassa a identificação das formas em que é usada ou explorada a energia das diversas fontes. Cabe ressaltar que nenhuma forma de uso de energia foi identificada pela unanimidade dos alunos entrevistados.

Quanto aos processos de transformação de energia química, a maioria dos alunos entrevistados concebe a combustão como um desses processos, no entanto eles não explicam tais processos. O que confirma os dados de que a grande parte dos entrevistados desconhece sobre a energia interna das substâncias; indicando talvez que percebem somente os aspectos macroscópicos tanto nas substâncias químicas como nos processos químicos de transformação.

Assim, para explicar um processo do ponto de vista energético, 55% dos alunos investigados centraram suas explicações nas mudanças perceptíveis que ocorrem com o combustível mostrando que existe limites entre os aspectos macroscópicos e microscópicos.

Com algumas variações, as respostas apresentadas evidenciam que os alunos concebem os processos químicos como aqueles que envolvem a transformação de energia química, mas não sabem explicar os processos. E, no caso dos combustíveis, os alunos admitem que esses contêm uma energia química armazenada na forma de energia potencial e que pode ser transformada em outras formas de energia, como a energia calorífica, a térmica ou a luminosa.

Por fim, o estudo revelou que as explicações de 90% dos alunos entrevistados não se afastaram daquelas contidas no livro didático adotado e usado pelos alunos (USBERCO & SALVADOR, 1998) e que, de um modo geral, os conhecimentos dos alunos são aqueles que foram desenvolvidos no Ensino de Química tal como eles são apresentados no livro referenciado.

#### IV. O UNIVERSO CONCEITUAL DOS ALUNOS

A análise das respostas às questões sobre usos de energia forneceu um espectro bem diversificado do universo conceitual dos alunos entrevistados. De tal modo, para que professores, alunos ou qualquer outra pessoa interessada possa acessar tais informações, elas foram sintetizadas e organizadas num quadro sinótico de significados (HIGA, 1998), de forma que todos os aspectos referentes aos tipos e formas de compreensão dos alunos sobre os usos da energia revelados pela entrevista ficassem visualizados.

Através do quadro sinótico de significados (Quadro 1), visualiza-se a energia como categoria analisada, seguida de subcategorizações que foram usadas para agrupar as idéias apreendidas nas respostas dos alunos às questões relativas aos seus usos. Os exemplos citados servem como amostras da variedade de aspectos que os alunos atribuem à energia.

Assim, de acordo com os estudos realizados, energia, no seu uso cotidiano, possui todas as conotações que foram atribuídas pelos alunos. E, da forma como os dados foram expostos, é possível visualizar - não todos - mas a maioria dos significados expressos pelos alunos do Ensino Médio no seu entendimento sobre os usos da energia.

Ao mostrar o conhecimento presente na turma e a combinação de vários elementos convivendo lado a lado com as explicações científicas dos alunos, encontra-se a explicação na epistemologia histórica de Bachelard de que a vida comum, o senso comum, o conhecimento imediato, a técnica industrial permanecem em estado de evolução dos conceitos científicos. Somando este entendimento ao de que a formação do pensamento científico não se dá de forma homogênea e linear, admite-se o fato de que nem todos os alunos apresentam as mesmas concepções e nem estão no mesmo nível de maturação.

Não existe uma hierarquia geral em relação aos usos da energia, mas uma rede de relações que se distribui de acordo com várias utilizações, ora prevalecendo o conhecimento comum, ora o científico.

Os estudos realizados revelaram que não existe uma hierarquia geral em relação aos usos dos conceitos referentes à energia, e sim uma rede de relações que se distribui de acordo com suas várias utilizações, às vezes prevalecendo o conhecimento comum, às vezes o científico. E o uso da epistemologia histórica de Bachelard, muito utilizada nas pesquisas sobre ensino de química por autores como SANTOS (1991) PARENTE (1990) e LOPES (1993; 1996; 1999), mostrou-se bastante útil neste tipo de estudo, pois permite caracterizar o que BACHELARD (1978) define como perfil epistemológico.

QUADRO 1 - QUADRO SINÓTICO DE SIGNIFICADOS: CONHECIMENTOS DOS ALUNOS SOBRE OS USOS DA ENERGIA

<b>ENERGIA</b>	<b>NA PERSPECTIVA DA FÍSICA</b>	Sinônimo de força e de calor	Força da água, dos gases em expansão, do vento e da gravidade. Força física: do homem e dos animais. Minha própria força.		
			Exercícios físicos	Andar, Correr. Andar de bicicleta.	
	<b>NA PERSPECTIVA DA QUÍMICA</b>	Produzida	Elétrons		
			Movimento	Átomos Elétrons	
	<b>PROCESSOS</b>	Físicos	Usinas	Termonucleares Maremotrizes Hidrelétricas Solares	
		Químicos	Fotossíntese, Metabolismo, No motor do automóvel, Usinas Termelétricas.		
			Reações químicas	Exotérmicas/Endotérmicas	
	<b>TIPOS</b>	Potencial e Cinética			
	<b>FORMAS</b>	Muscular, Gravitacional, Elétrica, Oceânica, Sonora, Solar, Nuclear, Mecânica, Química, Luminosa, Calorífica.			
	<b>NO SENTIDO GENERALIZADO</b>	Em todas as coisas que acontecem Durante as 24 horas do dia Em tudo			
	<b>FONTES</b>	Sol	Luz e calor		
		Alimentos	Vegetais animais e cereais		
		Água	Oceanos, ondas marítimas, rios e cachoeiras, marés.		
		Animais	Homem, outros.		
		Células eletroquímicas	Pilhas e baterias, células a combustível.		
		Cana-de-açúcar	Alcool, açúcar, bagaço de cana.		
		Petróleo	Gasolina, óleo diesel, querosene, GLP.		
		Átomos	Urânio, hidrogênio.		
		Florestas	Madeira, carvão vegetal.		
			Gás Natural, Carvão mineral, Lâmpada elétrica, Terra.		
<b>EFEITOS</b>	Som	Rádio			
	Gravidade	As coisas caem			
	Luz	Eu vejo			
	Imagem	Eu assisto TV			
	Fermentação	Crescimento do pão			

## V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das respostas dos alunos aponta para a existência de conhecimentos importantes relacionados aos usos da energia. Porém, o fato dos alunos usarem indistintamente os sinônimos de energia e de força para explicarem um determinado fenômeno e a diversidade de significados detectada entre eles pode ser visto como indicativo de que o conceito de energia por eles apreendidos se deu de forma distorcida. E, apesar de haver uma relação entre essas grandezas, na Química esse significado é insuficiente para captar, ou para dar um ponto de referência às várias dimensões da energia envolvida nas transformações materiais.

Como resultado disso, os alunos ao usar o conceito de energia química, sem estabelecer uma ligação com a teoria da mesma, acabam encontrando dificuldades para aplicar tais conhecimentos na solução de problemas do cotidiano. Em consequência, até os alunos que concebem a energia química não estabelecem relações entre o conteúdo curricular

de Química visto na escola e as situações vivenciadas no seu dia-a-dia. Tal constatação aponta para a revisão da forma como os alunos usam os conceitos científicos, principalmente os apreendidos no ensino de Química, para explicar os fenômenos químicos.

Os estudos realizados apontam também para a necessidade da abordagem do conceito de energia química ser trabalhada na perspectiva da Química, inseparável, portanto, das noções de átomos, moléculas, substâncias etc.

Nesse sentido, a construção do quadro sinótico de significados pode ser um importante instrumento didático para que o professor possa trabalhar com o aluno o conhecimento científico presente na sala. E a interação metodologia-conteúdo ou a verificação do tipo de formação que o ensino de Química no Ensino Médio está proporcionando aos alunos pode também ser uma das aplicações do referido trabalho.

A constatação de que as concepções sobre os usos de energia da maioria dos alunos não ultrapassam àquelas contidas no livro didático possibilitou o levantamento da seguinte reflexão: se os alunos aprendem e falam com segurança dos conteúdos formais existentes no livro didático da mesma forma com que eles são apresentados, por que não aproveitar tal informação para inovar a metodologia do ensino de Química no Ensino Médio?

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACHELARD, Gaston. **O Materialismo Racional**. Tradução de João Gama. Edição francesa de 1953. Edições 70. Brasil, LDA. (Tijuca). Rio de Janeiro.
- \_\_\_\_\_. **O Racionalismo Aplicado**. Original francês de 1949. 5ª edição francesa: 1975. Tradução de Nathanael C. Caixeiro. Zahar Editores. Rio de Janeiro. 1977.
- \_\_\_\_\_. **A Filosofia do Não**. Tradução de Joaquim José Moura Ramos. et. al. Original Francês de 1940. In: PESSANHA, José Américo Motta. Coleção: Os Pensadores. Abril Cultural. São Paulo. 1978.
- \_\_\_\_\_. **A Formação do Espírito Científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Original Francês de 1938. Contraponto. Rio de Janeiro. 1ª edição: 1996. 2ª reimpressão: 1999.
- BRASIL, **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB)**. Lei nº 9 394 de 20/12/1996. Senador Guilherme Palmeira. Brasília. 1997. Secretaria Especial de Editoração e Publicações. Brasília-Distrito Federal.
- CHASSOT, Áttico Inácio. **Catalisando Transformações na Educação**. 3ª Edição. Editora Unijuí. Coleção Ensino de 2º Grau. Ijuí – RS. 1998.
- FONSECA, Marta Reis Marques da. **Química Orgânica**. Volume 3. Editora FTD. São Paulo. 2001.
- HIGA, Terezinha Teruko. **Conservação da Energia**: estudo histórico e levantamento conceitual dos alunos. Dissertação de Mestrado. Departamento de Física Experimental. USP/IF. São Paulo. 1988, pp 96-152.
- KUHN, Thomas S. “A conservação da energia como exemplo de descoberta simultânea”. In: **A Tensão Essencial**. Lisboa. Edições 70. 1989. Original de 1959. Capítulo 4. Lisboa. pp. 101-141.
- LOPES, Alice Ribeiro Casimiro. **Contribuições de Gaston Bachelard ao Ensino de Ciências**. In: *Enseñanza de las Ciencias*. Barcelona. Universidade Autônoma de Barcelona. V.11. N<sup>o</sup> 3. 1993. pp. 324-330.

- \_\_\_\_\_. **Bachelard: o filósofo da desilusão.** In: Caderno Catarinense Ensino de Física, volume 13, Nº 3: p.248-273, dez.1996. Florianópolis-SC.
- \_\_\_\_\_. **Conhecimento Escolar: Ciência e Cotidiano.** EdUERJ. Rio de Janeiro. 1999.
- MORTIMER, Eduardo Fleury. **Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências.** Editora UFMG. Belo Horizonte-MG. 2000. (Aprender). 383p.
- OLIVEIRA, Reny Bispo de Jesus. **Os Usos da Energia na Concepção dos Alunos do Ensino Médio do CEFET/PR-Unidade de Curitiba.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina –UFSC; Centro de Ciências da Educação-CED. Florianópolis, 2003. 187 p.
- PARENTE, Letícia Tarquínio de Souza. **Bachelard e a Química: no ensino e na pesquisa.** Editora da Universidade Federal do Ceará/Stylus Publicações, Fortaleza, 1990. 144p.
- PESSANHA, José Américo Motta.(Org.) Vida e Obra de Bachelard. Tradução de Joaquim José Moura Ramos et al. Original Francês de 1940. In: Coleção: **Os Pensadores.** Abril Cultural. São Paulo. 1978.
- SANTOS, Maria E. V. M. dos. **As concepções alternativas dos alunos à luz da epistemologia bachelardiana,** In: Mudança conceptual em sala de aula, um desafio pedagógico. Lisboa/ por: livros horizontes. pp. 128-164. 1991.
- USBERCO, João; SALVADOR, Edgard. **Química.** Volume Único. 2<sup>a</sup> edição. Editora Saraiva. São Paulo. 1998.

## PARA SABER MAIS

- BERMAN, Célio. **Energia no Brasil: para quê? para quem? Crise e Alternativas para um país sustentável.** Livraria da Física: FASE. São Paulo. 2002.
- BRASIL.** MEC. CNE. CEB. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio-PCNs. Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília. 1998b.
- LOPES, Alice Ribeiro Casimiro. A Concepção de Fenômeno no Ensino de Química Brasileiro Através dos Livros Didáticos. **Revista Química Nova na Escola.** São Paulo Nº 4. V. 17. 1994. pp. 338-341.
- LOPES, Alice Ribeiro Casimiro. Reações Químicas: fenômeno, transformação e representação **Revista Química Nova na Escola.** São Paulo. Nº 2. 11/1995. pp. 07-09.
- MORTIMER, Eduardo Fleury; AMARAL, Luiz Otávio F. Quanto Mais Quente Melhor: Calor e Temperatura no Ensino de Termoquímica. **Revista Química Nova na Escola.** Nº 07. São Paulo, maio de 1998. pp. 30 –34.
- VASCONCELLOS, Gilberto Felisberto; VIDAL J. W. Bautista. **Poder dos Trópicos: meditação sobre a alienação energética na cultura brasileira.** Casa Amarela. São Paulo. 1998.