

A COMPREENSÃO DOS ALUNOS DO ENSINO MÉDIO QUANTO AO TEMA “PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM LARGA ESCALA”

Ms. Luciano Fernandes Silva^a [lufesilva@uol.com.br]
Dr. Luiz Marcelo de Carvalho^b [lmarcelo@rc.unesp.br]

^a Programa de Pós-Graduação em Educação Escolar - UNESP

^b Professor adjunto-doutor da Universidade do Estado de São Paulo -UNESP

INTRODUÇÃO

Vários setores organizados da sociedade têm chamado a atenção para as diferentes alterações provocadas pelo homem na natureza. Dentre estas alterações destacamos aquelas diretamente relacionadas com a produção de energia elétrica em larga escala que, sem dúvida, tornam-se mais relevantes na medida em que há um aumento sensível na demanda desta energia em todo o mundo, sobretudo nos países em desenvolvimento.

Embora os benefícios da produção da energia elétrica sejam imediatamente percebidos pela população, poucas vezes podemos observar e/ou vivenciar os diferentes prejuízos advindos da produção desta energia.

Observa-se que de uma forma ou de outra todas as modalidades de produção de energia elétrica em larga escala provocam alterações na natureza (REIS; SILVEIRA, 2000). Algumas delas, no entanto, provocam maiores taxas de impactos não só ambientais, como também culturais e sociais. Atualmente, vem se discutindo a possibilidade de, a médio e longo prazo, serem substituídas as atuais matrizes de produção dessa energia, notadamente aquelas relacionadas aos maiores impactos sociais e ambientais. Neste contexto, algumas pessoas têm chamado a atenção para a utilização mais sistemática de fontes renováveis, tais como os sistemas fotovoltaicos, eólicos e as usinas hidrelétricas de pequeno porte.

Entretanto, os debates sobre a mudança de matrizes geradoras de energia elétrica são, na maioria da vezes, norteados por discussões macroeconômicas e políticas que, neste caso, costumam ter um peso relativamente maior na condução de novos projetos. Podemos citar, por exemplo, a atual política brasileira de investimento em termelétricas movidas à gás que prossegue mesmo sofrendo sérias críticas quanto ao tempo de vida útil dos reservatórios de gás boliviano, quanto ao impacto ambiental que a emissão de gases poluentes pode provocar e quanto ao reajuste cambial de tarifas. Somado a estas medidas, a história brasileira, no que diz respeito a matrizes geradoras de energia elétrica, tem ainda bastante presente o investimento de bilhões de dólares na compra de usinas térmicas nucleares da Alemanha e dos Estados Unidos da América, o que segundo Malheiros (1996) e Rosa et al. (1988) deu-se mediante uma política equivocada de transferência de tecnologia.

Nos dias atuais, a sociedade brasileira vivencia problemas relacionados à escassez de suprimento de energia elétrica (vide Resolução nº 22, de 04 de julho de 2001 da Câmara de Gestão da crise de Energia Elétrica e Medida Provisória nº 2.198-3, de 29 de junho de 2001) e este fato tem levado o governo brasileiro a flexibilizar as exigências da legislação ambiental para a implantação de novos projetos de produção de energia elétrica. O Brasil, que possui uma das mais modernas legislações ambientais do mundo (Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA – nºs 001, de 23 de janeiro de 1986, e 237, de 19 de dezembro de 1997 e, para empreendimentos do setor elétrico, de forma complementar, nº 006, de 16 de setembro de 1987), acaba de promulgar uma nova resolução (Resolução 279, de 27 de junho de 2001) que flexibiliza as exigências da legislação vigente, pois estabelece prazos máximos para a avaliação dos impactos ambientais dos novos empreendimentos e um relatório de impactos ambientais simplificado para pequenas hidrelétricas.

Entretanto, esse prazo depende de inúmeros fatores interligados e complexos, o que pode requerer um estudo e uma avaliação mais demorados. Assistimos, deste modo, ao governo cedendo às pressões das empreiteiras responsáveis pela construção de empreendimentos de geração de energia e às pressões políticas que exigem uma solução rápida para o problema da escassez de energia em nosso país.

Neste sentido, será necessária uma maior mobilização de amplos setores da sociedade para evitar que soluções de curtíssimo prazo precipitem diversas ações que possam comprometer um planejamento mais adequado para o futuro, como, por exemplo, a manutenção de níveis mínimos de conservação ambiental.

Todavia, estas propostas e os debates em torno desta questão ficam restritos, na maioria das vezes, aos meios técnicos e acadêmicos. Porém, um grande contingente populacional experimenta as decisões tomadas em torno dela.

O processo educativo tem sido visto como uma das possibilidades para equipar um grande número de pessoas com informações e competências para participar deste debate emergente e cada vez mais presente na nossa sociedade. Neste sentido, consideramos que cabe ao ensino de ciências naturais, em particular, dotar os alunos de chaves essenciais para a solução de questões científicas e técnicas do cotidiano, e propiciar-lhes o desenvolvimento de atitudes e métodos de pensamento próximos aos dos cientistas. (ASTOLFI; DEVELAY, 1998 e SAVIANI, 2000)

A incorporação destas questões no currículo escolar pode proporcionar ao ensino da ciências naturais, em particular, um contexto para a discussão de alguns dos aspectos ambientais, sociais, econômicos, políticos, históricos, éticos e estéticos diretamente relacionados com a Ciência e suas diversas aplicações.

Além disso, a discussão de alguns destes tópicos, em algum momento do processo de ensino-aprendizagem, pode auxiliar a amenizar o “mal-estar” (MATTHEWS, 1994) que existe em aulas de ciências naturais, em que se recitam fórmulas longe de um contexto ou se privilegia a quantidade de informações e não a profundidade com que se examinam os princípios teóricos e suas implicações sociais, ambientais, econômicas e históricas.

Segundo Silva e Saad (1998) e Monteiro e Medeiros (1998), os professores de ciências naturais, especificamente de Física, utilizam os manuais de ensino como única referência para

estruturar e dirigir suas aulas. Entretanto, estes manuais, em sua maioria, não sugerem nenhuma atividade educativa relevante ligada aos grandes debates acerca dos diferentes significados do conhecimentos científico e suas diferentes aplicações.

Para Bastos (1998) e Krasilchik (1987), na maioria das vezes, os alunos não têm sido levados a discutir em sala de aula as causas dos fenômenos e as diferentes implicações do conhecimento que estão estudando. Usualmente apresenta-se as ciências naturais apenas em seus resultados finais, freqüentemente traduzidos em informações estruturadas na forma de expressões matemáticas.

Não desconsiderando a importância da linguagem matemática no ensino de ciências naturais, acreditamos que a prática deste ensino deve ser enriquecida, a fim de propiciar que os estudantes tenham a capacidade de interpretar os conceitos e buscar informações, bem como proceder sistematizações e análises de dados.

A possibilidade de enriquecer as aulas de Física com a exploração de outros aspectos, além dos técnicos, durante a abordagem do conteúdo que trata da produção de energia elétrica em larga escala, é também sugerida na Proposta Curricular para o Ensino de Física do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1992) e nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 1999).

De acordo com o texto da Proposta Curricular para o Ensino de Física (SÃO PAULO, 1992), dentre os objetivos apresentados para o ensino de Física na escola média está a análise das várias formas de produção de energia elétrica em função de parâmetros como: custos, benefícios e impactos sobre o meio ambiente. (SÃO PAULO, 1992, p.36)

Entretanto, as diferentes possibilidades de explorar outros aspectos deste tema em sala de aula podem ser limitadas por vários fatores, dentre os quais: a falta de material didático adequado, a urgência do professor em cumprir um certo número de conteúdos curriculares, o despreparo do professor, a falta de estímulo de alunos mal preparados e a própria compreensão que os alunos têm a respeito da "produção de energia elétrica em larga escala".

A respeito deste último item, pudemos observar, como professor de Física trabalhando especificadamente com alunos do nível médio de uma escola pública da Diretoria de Ensino de Araraquara-SP, que boa parte dos alunos demonstra uma falta de conhecimentos mais consistentes sobre as discussões relacionadas à produção de energia elétrica e seus diferentes impactos, como também pouco envolvimento com tal questão.

A partir desta constatação e considerando as diferentes possibilidades de explorar o tema "produção de energia elétrica em larga escala", procuramos refletir sobre em que medida os elementos das análises dos cientistas, técnicos e outros grupos sociais poderiam estar presentes para um grupo específico de alunos do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública durante um processo planejado de ensino- aprendizagem.

Buscando esclarecer melhor esta questão, foi que surgiu a possibilidade de realizar uma pesquisa mais sistematizada no programa de pós-graduação em Educação Escolar da UNESP de Araraquara (SILVA, 2001).

A análise dos dados que pudemos coletar e sistematizar nesta pesquisa não ficou centrada na compreensão individual dos alunos. Procuramos ter como orientação a análise do

processo que se desenvolvia no grupo-classe como um todo. Neste sentido denominamos de grupo-classe todos os participantes do processo de ensino e de aprendizagem da sala de aula.

Neste trabalho, que ora vamos apresentar, destacamos de forma mais específica duas questões que orientaram parte de nossa pesquisa: (1) Quais são as compreensões que o grupo-classe elabora sobre produção de energia elétrica em larga escala a partir de uma intervenção planejada?; (2) Em que medida os elementos das análises elaboradas por cientistas, técnicos e outros grupos sociais estiveram presentes para o grupo-classe durante o processo da intervenção?

PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

A partir da questão mais ampla do nosso trabalho de pesquisa (SILVA, 2001) desenvolvemos um planejamento para uma intervenção em sala de aula, por entender que este seria o caminho mais adequado para a obtenção dos dados.

Esta pesquisa orienta-se ainda pela proposta do pesquisador-professor de André (1998). A autora utilizou-se desta denominação para marcar bem a diferença de papéis entre um professor que pesquisa sua prática, procedimento reconhecido pela denominação professor-pesquisador, e o pesquisador que pesquisa um problema educacional. Segundo a autora, o primeiro tem uma preocupação mais imediata com seus problemas cotidianos e um menor distanciamento deles, com uma maior preocupação de desenvolver sua ação docente para obter sucesso na aprendizagem de seus alunos. Já o segundo tem preocupações a mais longo prazo, possibilidade de distanciamento para uma reflexão mais ampla e compromisso com a geração de novos conhecimentos. Neste sentido, os objetivos e os resultados das ações são diferentes, variando a natureza do papel, o grau de envolvimento e a responsabilidade pelos resultados. Outros pesquisadores (BONOTTO, 1999 e CARVALHO, 1998) utilizaram este procedimento de pesquisa.

Em nossa coleta de dados, utilizamos três turmas do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública da Diretoria de Ensino de Araraquara, durante o ano letivo de 2000, sendo uma do período noturno (Turma A) e duas do período matutino (Turmas B e C).

A partir do trabalho de Dicker (1990), destacamos quatro fases que compõem e orientam o ciclo de uma pesquisa desta natureza: planejamento, ação, monitoramento e análise de dados. Neste sentido, podemos destacar as etapas da seguinte forma:

I – Planejamento : Apresentação de um questionário com questões abertas aos alunos. Nessa etapa, que também denominamos diagnóstica, iniciamos a coleta de dados que indicavam os entendimentos dos alunos quando iniciavam o terceiro ano do Ensino Médio quanto ao tema “produção de energia elétrica em larga escala”. Nesta etapa, também selecionamos os conteúdos que foram desenvolvidos durante a intervenção;

II – Ação ou intervenção planejada : Nesta etapa, dividida em sete encontros para cada turma, apresentamos aos alunos os elementos das análises que os cientistas, técnicos e outros setores da sociedade possuem sobre o tema “produção de energia elétrica em larga escala”. A maior parte destes elementos estava sistematizada na forma de textos que foram trabalhados segundo o procedimento de estudo dirigido. Outros elementos foram projetados em vídeo, que

abordavam o mesmo tema dos textos. Os textos foram elaborados pelo pesquisador, com exceção de um caderno com sete noticiários retirados de um jornal diário de grande circulação em nosso país. Além de uma exposição do assunto pelo pesquisador, realizamos um trabalho de campo (visita a uma usina hidrelétrica), do qual participaram efetivamente somente os alunos da turma B. Por fim, na última atividade, realizamos uma simulação entre os alunos na forma de debate;

III – Monitoramento e análise dos dados : Na medida em que a intervenção estava ocorrendo, procuramos acompanhar as diferentes atividades, realizando o registro sistemático de dados e utilizando os instrumentos de coleta e registro indicados como os mais adequados para uma pesquisa desta natureza (Dicker, 1990). Os dados que coletamos durante a fase diagnóstica e a intervenção são compostos, em sua grande maioria, por materiais escritos pelos alunos durante a realização das atividades. Além disso, registramos em videotape todos os nossos encontros, de modo a coletar as impressões verbalizadas dos alunos em discussões que surgiam na sala de aula. Vale lembrar que, em cada uma das atividades realizadas, havia um questionário aberto que deveria ser respondido pelos alunos. Isto permitiu ao pesquisador colher os dados escritos por eles durante as atividades realizadas. Todos os dados coletados eram sistematizados e analisados conforme o trabalho ia sendo desenvolvido.

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS

Através da sistematização e análise dos dados obtidos na fase diagnóstica e na intervenção (atividades desenvolvidas em sala de aula), procuramos verificar qual a compreensão do grupo-classe em relação à produção de energia elétrica em larga escala.

Na primeira atividade, denominada fase diagnóstica, solicitamos aos alunos indicações sobre seus entendimentos a respeito da produção em larga escala de energia elétrica. Noventa e cinco alunos responderam às questões propostas, sendo trinta e seis da turma A, vinte e nove da turma B e trinta da turma C.

A primeira pergunta deste questionário foi,

Você poderia dizer, de modo geral, de que maneira é produzida a eletricidade que utilizamos em nossas residências?

A tabela 01 sistematiza os dados fornecidos pelas respostas dos alunos.

Analisando os dados apresentados na tabela 1, percebemos que a maioria dos alunos (78% do total) aponta que a energia elétrica é produzida em larga escala através de geradores hidrelétricos ou usinas hidrelétricas.

Este dado é compreensível pois a experiência brasileira em termos de geração de energia elétrica está bastante voltada para o uso de recursos hídricos. Conforme já salientamos, o país tinha até 1995 mais de 90% da energia elétrica produzida por hidrelétricas, situação que não mudou muito até hoje.

Podemos observar ainda na tabela 1 que os alunos da turma A, classe do período noturno, quando comparados com outras turmas, são aqueles que menos se referem

claramente às usinas hidrelétricas e que mais fazem associações entre a água e o processo de produção de energia elétrica, sem explicitar o processo de forma clara.

Os alunos do período noturno são formados, em sua grande maioria, por pessoas que possuem um nível maior de dificuldades em leitura e interpretação de textos. Este dado foi também apontado pelos pesquisadores Silva e Saad (1998) em um trabalho realizado com professores de Física da cidade de Bauru-SP .

Tabela 1 – Respostas dos alunos do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública da DE de Araraquara-SP sobre os seus entendimentos a respeito do processo e a produção de energia elétrica

Grupo de respostas	Número de alunos						Exemplos
	Turma A		Turma B		Turma C		
	N ^o	% em 36	N ^o	% em 29	N ^o	% em 30	
Hidrelétricas	23	64%	26	90%	25	83%	Aluno 11 C <i>A eletricidade é produzida nas hidrelétricas.</i>
Produzida através da água ou de sua “força”	13	36%	-	-	3	11%	Aluno 45 A <i>É produzida através da água</i> Aluno 6C <i>Através da força da água...</i>
Outros	-	-	03	10%	1	3%	Aluno 20 B <i>Ela é produzida por corpos carregados que exercem entre si.</i>
Não sabe	-	-	-	-	1	3%	Aluno 7 C <i>Prof para ser sincera eu não tenho a mínima idéia, mas já ouvi falar mas não me lembro muito bem.</i>
Total	36	100%	29	100%	30	100%	

Ainda com relação ao grupo “Hidrelétricas” da tabela 1, é preciso destacar o grande número de usinas hidrelétricas espalhadas pelo Estado de São Paulo. Possivelmente este fato e as poucas unidades de produção de energia elétrica por outros meios possam indicar as razões pelas quais apenas três alunos, ou 3 % do total, tenham feito referência a outras possibilidades de geração de energia elétrica. Transcrevemos abaixo estas respostas:

A energia elétrica é produzida nas turbinas das usinas hidrelétricas, ou usinas nucleares etc. (Aluno 23 B)

Através das Usinas Hidrelétricas, gerada pela força da água. Obs: Tendo também outras fontes de energia, assim, energia solar e outras. (Aluno 34 C)

A energia elétrica é produzida de várias formas; uma delas é através das hidrelétricas, e das usinas termelétricas e etc.; que passa por um processo de geração, transmissão e distribuição que faz com que a energia chegue em nossas residências. (Aluno 28 C)

No grupo denominado “Outros” da tabela 1, estão as respostas nas quais os alunos não fazem menção a qualquer tipo de gerador elétrico conhecido na literatura técnica, tal como pode ser visto no exemplo a seguir:

Vem de um gerador produzindo energia para os bairros pela companhia de luz. (Aluno 24 C)

Na segunda pergunta, solicitamos aos alunos que indicassem os meios pelos quais haviam obtido as informações ou seus conhecimentos sobre geração de eletricidade. A pergunta apresentada foi:

A respeito da última questão, responda:

(A-) Onde foi que você soube desta informação? (jornal/ revista/ escola/ pais etc.)

Nas respostas observamos que vários alunos citaram mais de uma fonte. Na tabela 02, estão representadas as fontes indicadas pelos alunos e a frequência com que aparecem em suas respostas.

Tabela 02 – Indicações dos alunos do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública da DE de Araraquara-SP, sobre as fontes de onde obtiveram as informações sobre o processo de geração de energia elétrica em larga escala

Grupos de Respostas	Número de Citações					
	Turma A		Turma B		Turma C	
	N ⁰	% em 36	N ⁰	% em 29	N ⁰	% em 30
Escola	25	69%	19	66%	20	67%
Meios de comunicação (televisão, jornal, rádio e revistas)	25	69%	13	45%	24	80%
Pais	4	11%	4	14%	2	7%
Amigos	4	11%	4	14%	2	7%
Livros didáticos	-	-	2	7%	-	-
Total	58	-	42	-	48	-

Notamos pelos dados apresentados na tabela 2 que a grande maioria dos alunos diz ter se informado sobre geradores elétricos na escola ou através dos meios de comunicação de massa. Exemplo:

No Jornal Nacional, no Globo Ecologia, na escola (Ensino Fundamental); em feiras de Ciências (Colégio Objetivo). (Aluno 7 A)

Estes dados indicam que a instituição escolar, associada aos meios de comunicação social, são as principais fontes de informações para os alunos em relação a estas questões. No entanto, entendemos que é a escola a instituição social que tem a função específica de tratar destas questões de forma mais aprofundada, oferecendo aos alunos a possibilidade de construção de conhecimentos consistentes sobre este assunto.

Com a intenção de explorar de forma mais detalhada as experiências escolares desses alunos em relação a esta temática, apresentamos a eles a seguinte questão:

Você recebeu alguma informação sobre este assunto na escola? Quando isto ocorreu e de que forma?

De modo geral, os alunos que na pergunta anterior indicaram a escola como fonte de informações sobre geradores elétricos confirmaram esse dado ao responder esta questão.

A frequência dos alunos que afirmaram ter recebido informações sobre geradores elétricos foi em média de 67 %, a mesma que aparece na tabela 02 para o item “escola”. Ficou mais claro, a partir dos dados obtidos com esta pergunta, que muitos alunos provavelmente receberam algumas informações sobre produção de eletricidade em larga escala no Ensino Fundamental, o antigo Primeiro Grau. Vejamos alguns exemplos de respostas:

Sim, na 5ª ou 6ª série, através de professores. (Aluno 16 C)

Sim, tive a informação na 5ª série pelo professor Cindão como se produzia energia elétrica. (Aluno 1 A)

Sim, através de livros de Geografia: creio eu, que mais ou menos na 5ª série. (Aluno 23 A)

De modo geral, percebemos através dos dados coletados com este instrumento que a maior parte dos alunos identifica que a energia elétrica utilizada nas residências é produzida em usinas hidrelétricas ou por algum processo que utilize a água como fonte de energia primária. Essa informação geralmente é adquirida nas escolas ou através dos meios de comunicação de massa.

Após a fase inicial da pesquisa, ou seja, o diagnóstico, iniciamos a intervenção em sala de aula, conforme planejamento.

Na atividade em que apresentamos um texto com algumas informações técnicas a respeito da produção de energia elétrica em larga escala (REIS; SILVEIRA, 2000), perguntamos aos alunos, no roteiro para exploração e discussão do texto,

Na sua opinião, existe problema em produzir energia elétrica por algumas das formas citadas no texto? Explique a sua resposta.

Quando do desenvolvimento dessa atividade, tivemos a presença de cento e seis alunos e, destes, quatro não responderam a este item do roteiro. Os dados obtidos apontam que muitos alunos não identificam problemas relacionados à produção de energia elétrica em larga escala. Outros identificam, porém minimizam-nos mediante a necessidade de se obter

energia elétrica. Finalmente, parte dos alunos identifica alguns desses problemas sem procurar minimizá-los.

Podemos verificar nos dados agrupados na tabela 3 que a maioria dos alunos identifica algum problema associado à produção de energia elétrica em larga escala.

Tabela 3: Problemas associados à produção de energia elétrica em larga escala, segundo alunos do Ensino Médio de uma escola pública da DE de Araraquara-SP

Grupo de respostas	Número de alunos						Exemplos
	Turma A		Turma B		Turma C		
	Nº	% em 33 alunos	Nº	% em 37 alunos	Nº	% em 32 alunos	
Identificam	29	88%	31	84%	24	75%	Aluno 29 C <i>Sim, principalmente quando a energia termelétrica utiliza o gás natural que é queimado, isso prejudica o ar.</i>
Não identificam	04	12%	02	06%	08	25%	Aluno 4 B <i>Acredito que não. Todas as formas exigem estudos específicos. Acredito também que os estudiosos encarregados dessa produção tomarão o cuidado necessário para produzirem somente até o ponto de não haver nenhum impacto com a humanidade. Irão expandir essa produção em relação ao tempo, quando encontrarem formas para se produzirem sem prejudicar o ambiente.</i>
Total	33	100%	33	90%	32	100%	

Dentre as respostas daqueles que não identificam tais problemas, encontramos, na maioria dos argumentos justificativas que apontam para uma “certa fé” nos avanços científicos e tecnológicos,

Não, pois eu acho que nos dias de hoje ninguém vive sem energia e eles estão tentando de várias formas continuar produzindo a energia elétrica para o nosso conforto. (Aluno 10 C)

Não porque algumas são produzidas, e os problemas são controlados. (Aluno 3 A)

Para Kneller (1980), algumas pessoas possuem uma atitude extremamente favorável em relação à tecnologia, fomentando a crença de que os aparatos tecnológicos não causam

nenhum problema ou mais que isso, possuem o poder de resolver quase todos os problemas do homem.

Para Brügger (1994), muitas pessoas relacionam tecnologia a uma forma de poder que permite a “solução” para todos os males que afligem a humanidade.

Ainda em relação aos dados da tabela 3, verificamos que, no agrupamento denominado como aqueles que “identificam” problemas relacionados à produção de energia elétrica em larga escala, existem alunos que procuram argumentar que tais problemas não são relevantes. Muitos deles comentam que tais problemas são pouco significativos em vista dos benefícios e da nossa dependência da energia elétrica. Seguem alguns exemplos dessas respostas, que no total constituem-se em seis (duas de cada turma) e correspondem a 6% do total de alunos.

Sim existe, mas como não há nenhuma maneira de viver sem energia temos que conviver com esses problemas “fúteis” ... (Aluno 2 B)

Na minha opinião não existe nenhum problema grave, pois há apenas um problema que eu considero pequeno na geração da energia hidrelétrica que é quando um rio é represado para formar um lago artificial em que há uma alteração nas características da natureza local, mas que depois de algum tempo a própria natureza se adapta. (Aluno 8 C)

Não, apesar de agredir o “meio ambiente”, por exemplo mudando margens de rios. Mas isso não é um caso tão importante. Pois precisamos de energia para o nosso consumo. E para a sociedade em geral. E para funcionamento de indústrias que geram empregos para a sociedade. (Aluno 27 C)

Podemos fazer um paralelo entre estes argumentos dos alunos e os discursos do poder constituído em diferentes momentos da nossa história. Segundo Sigaud (IN ROSA et al. 1988), no início da década de 70, iniciou-se a construção da barragem da Hidrelétrica Sobradinho no Rio São Francisco. Durante este empreendimento, vários setores organizados da sociedade chamaram a atenção para os impactos sociais e ambientais que deveriam ocorrer na região. Porém, segundo a autora,

A prioridade dada à produção de energia havia sido estabelecida intramuros, a nível (sic) do Poder Executivo, sem qualquer consulta nem à sociedade nacional, nem à sociedade local, em nome de supostos interesses do país, também definidos de forma autoritária. Tratava-se de uma prioridade inquestionável.. (SIGAUD, IN ROSA et al., 1988, p. 96)

Ainda hoje estes argumentos nos parecem presentes nos discursos de setores governamentais e de outros setores organizados da sociedade. Recentemente, frente a atual crise energética, o governo flexibilizou a atual legislação ambiental e com isso estão sendo amenizadas algumas exigências para a construção de hidrelétricas (Resolução do Conama - número 279 de junho de 2001), como já se disse anteriormente.

Um outro aspecto importante que pode ser apreendido a partir dos dados coletados é que dentre os alunos que identificam problemas associados à produção de energia elétrica em larga escala, alguns deles salientam em suas respostas problemas ambientais, problemas econômicos e, finalmente, problemas técnicos. Apresentamos na tabela 4 os dados

sistematizados a partir destas respostas. Observando esta tabela podemos perceber que o grupo de respostas que indica problemas ambientais é, sem dúvida, o maior. É importante salientar que o texto apresentado e discutido com os alunos não faz referência explícita aos problemas associados ao processo de produção de energia elétrica. Desta forma a assimilação por parte dos alunos de alguns aspectos técnicos trabalhados em sala de aula, envolvendo a produção de energia elétrica em larga escala, tais como a de queima de carvão em termelétricas, possibilitou que alguns deles realizassem uma associação direta com alguns impactos ambientais.

Tabela 4: Principais problemas associados à produção de energia elétrica em larga escala, segundo alunos do Ensino Médio de uma escola pública da DE de Araraquara

Grupo de respostas	Número de Indicações*						Exemplos
	Turma A		Turma B		Turma C		
	N ^o	% em 33 alunos	N ^o	% em 37 alunos	N ^o	% em 32 alunos	
Problemas Ambientais	29	88%	23	62%	21	66%	Aluno 4 C <i>É necessário se produzir eletricidade para o bem de todos. Mas é evidente que as formas de produção de energia citada pelo texto, prejudica o meio ambiente. Seria importantíssimo se preocupar um pouco mais com o meio – ambiente, ao construir uma hidrelétrica ou termelétrica.</i>
Problemas econômicos	03	9%	03	8%	03	9%	Aluno 15 B <i>Na minha opinião existe problema em produzir a energia termelétrica, pois o Brasil tem que importar o gás natural da Bolívia.</i>
Problemas técnicos	02	6%	05	14%	01	3%	Aluno 21 B <i>O problema seria a segurança nas usinas termoeletricas, pois se alguns desses reatores nucleares vazarem ou explodirem pode ocorrer um holocausto nuclear.</i>
Total	34	-	31	-	25	-	

* Alguns alunos têm suas respostas classificadas em mais de um agrupamento

Além disso, podemos destacar que a compreensão básica do funcionamento desses equipamentos contribuiu para que os alunos associassem ou fizessem uma analogia entre o funcionamento de certos geradores com os dos outros equipamentos, que estão mais presentes em seu cotidiano.

No exemplo a seguir, queremos destacar a tentativa do aluno de relacionar os efeitos da queima de um combustível fóssil em um automóvel com a queima de combustíveis fósseis em termelétricas,

Sim. Nos combustíveis não-renováveis quanto a combustão interna, onde a combustão é de dentro para fora como exemplo: os automóveis que utilizam os gases expelidos da queima do combustível para movimentar as engrenagens do moto. Sendo assim esse gás expelido polui a atmosfera, destruindo a camada de ozônio, fazendo com que a população fique com problemas de saúde. (Aluno 5 C)

Os dados levantados a partir desta questão permitem que apresentemos quais os geradores que os alunos mais associaram aos impactos ambientais. Na tabela 5, apresentamos as respostas que indicam explicitamente algumas das formas conhecidas de gerar eletricidade ou o tipo de equipamento utilizado para este fim, que poderiam provocar impactos ambientais.

Uma vez que haviam sido oferecidas apenas informações técnicas sobre as diferentes matrizes de geração de energia elétrica, as respostas dos alunos poderiam estar baseadas em conhecimentos anteriores sobre os processos de geração de energia. Os alunos poderiam também estar realizando inferências, a partir destas informações técnicas, que os permitissem estabelecer relações entre geração de energia elétrica e impactos ambientais.

Tabela 5: Relação entre produção de energia elétrica, geradores elétricos e problemas ambientais estabelecida por alunos do Ensino Médio de uma escola pública

Tipo de gerador	Número de Indicações						Exemplos
	Turma A		Turma B		Turma C		
	N ^o	% em 33 alunos	N ^o	% em 37 alunos	N ^o	% em 32 alunos	
Usinas Termelétricas	7	21%	12	32%	6	19%	Aluno 3 B <i>Sim, porque em uma termelétrica a energia depende da natureza (gás natural), onde o gás natural é queimado. Ou seja poluindo o ar.</i>
Usinas Hidrelétricas	16	48%	1	3%	6	19%	Aluno 5C <i>Sim, a hidrelétrica porque impede a reprodução dos peixes causa alagamentos e destrói a natureza.</i>
Usinas Nucleares	6	18%	7	19%	3	9%	Aluno 9 A <i>...As usinas nucleares têm o problema do lixo atômico, da radiação e da água usada p/ resfriar a água do que volta ao mar, causando impactos à vida marinha ...</i>
Todos os tipos de geradores	2	15%	3	8%	4	12%	Aluno 34 B <i>Sim, cada usina tem seu problema, por isso não devemos depender de uma só.</i>
Total	31	-	23	-	19	-	

*Alguns alunos indicaram mais de um tipo de gerador

** Porcentagem em relação ao número de alunos

A resposta do aluno 5 C apresentada anteriormente é um exemplo de analogia que foi estabelecida entre o processo de combustão nos automóveis e nas usinas termelétricas e a emissão de gases poluentes. Desta forma, estes dados nos fornecem pistas para compreendermos a importância de os alunos terem acesso às informações sobre os aspectos técnicos do funcionamento dos diferentes tipos de usinas geradoras de eletricidade.

No entanto, ao mesmo tempo, é importante ressaltar, no caso dos dados levantados neste trabalho, que este reconhecimento é insuficiente para que os alunos compreendam as complexas causas dos problemas ambientais relacionados à produção de energia elétrica em larga escala. Tanto assim que muitos alunos indicam a hidrelétrica como sendo uma das principais causadoras de impactos ambientais, o que, segundo Reis e Silveira (2000), não ocorre efetivamente. Para estes autores, as matrizes termelétricas que utilizam combustíveis fósseis, principalmente carvão mineral e petróleo, são as que trazem maiores prejuízos aos sistemas naturais, sem falarmos nos riscos de grandes impactos ambientais.

Na penúltima intervenção, oferecemos um texto que explicava alguns problemas ambientais diretamente relacionados à produção de energia elétrica em larga escala. Após a leitura e discussão do texto, os alunos deveriam responder a um roteiro de atividades. Uma das questões propostas aos alunos perguntava,

Se você tivesse que escolher um modo de produzir eletricidade, qual usaria? Por quê?

Os dados coletados com esta pergunta estão organizados na tabela 06.

Tabela 06: Indicações dos alunos do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública da DE de Araraquara-SP sobre a possibilidade de poder escolher uma modalidade de geração de energia elétrica

Grupo de respostas	Número de indicações						Exemplos
	Turma A		Turma B		Turma C		
	N ^o	% em 33	N ^o	% em 32	N ^o	% em 29	
Hidrelétricas	16	48%	13	41%	14	48%	Aluno 8 C <i>Eu escolheria a geração de energia elétrica por hidrelétricas pois eu acho que é um dos meios que menos causam impactos ambientais e sociais.</i>
Sistema fotovoltaicos	4	12%	7	22%	5	17%	Aluno 7 B <i>Energia Solar, porque é um meio mais fácil de não agredir o meio ambiente.</i>
Termelétricas movida a gás natural	5	15%	3	9%	2	7%	Aluno 2 C <i>Os que são movidas por gás natural, porque além de ser a menos perigosas no termo de radiação, e também por termos o gás natural disponível graças ao gasoduto Brasil – Bolívia.</i>
Total	25	-	23	-	21	-	

É interessante lembrar que a maioria dos alunos da turma B esteve em contato com uma UHE de grande porte, conforme já informamos. Apesar dos riscos de grandes impactos ambientais e sociais, a maioria dos alunos de todas as turmas entendem que as UHEs são ainda a melhor forma, dentre as mais conhecidas, de gerar eletricidade. Podemos inferir que isto possa estar ocorrendo devido a dois fatores muito importantes: um fator técnico e o outro histórico.

O fator técnico está diretamente ligado ao processo de funcionamento de uma hidrelétrica que, de um modo geral, é relativamente fácil de entender em comparação às outras formas conhecidas de gerar eletricidade em larga escala. Conforme Rosa et al.(1988), a compreensão de que as UHEs sejam relativamente fáceis de entender, no que diz respeito ao seu processo de funcionamento, leva a maioria da população a admitir que um técnico possa controlar os riscos de uma usina hidrelétrica. Além do mais, usinas hidrelétricas geralmente estão bem distantes dos grandes centros populacionais.

O fator histórico está diretamente relacionado à opção do país em investir neste tipo de tecnologia. Conforme Magalhães (2000), o Brasil tem investido em usinas hidrelétricas desde 1883, quando da construção de uma pequena usina no Ribeirão do Inferno, um afluente do rio Jequitinhonha, em Diamantina (MG). Nos anos posteriores, várias usinas hidrelétricas foram sendo construídas no território brasileiro, culminando com a situação da década de 1990, durante a qual mais de 90% da nossa energia era gerada por hidreletricidade (REIS; SILVEIRA, 2000).

Alguns exemplos de respostas dos alunos reforçam o argumento destes autores,

Caso tivesse que escolher um modo de obter energia elétrica para a sociedade, continuaria fazendo uso das usinas hidrelétricas, que já são bem conhecidas em nosso meio. (Aluno 25 C)

Na minha opinião eu usaria a geração hidrelétrica porque como ela é produzida em nosso país, podemos com o tempo aprender a utilizá-la de uma forma que não prejudique tanto o meio ambiente. (Aluno 39 C)

A hidrelétrica, apesar de causar prejuízos é a mais confiável de se obter a energia. (Aluno 12 B)

Nos dois primeiros exemplos, verificamos que os alunos optam pela produção de energia elétrica em larga escala por hidrelétricas devido a uma experiência do país para com este tipo de geração. O aluno 25 C diz que as usinas hidrelétricas são bem conhecidas em nosso meio. Para o aluno 39 C, que reconhece problemas associados a este tipo de geração de eletricidade, a experiência acumulada com este tipo de equipamento pode ser significativa em termos de aprendizagem.

Quanto ao segundo tipo de gerador mais indicado (Tab. 6), sistema fotovoltaico, podemos observar na literatura técnica que este talvez seja, no futuro, a melhor opção de geração de eletricidade em larga escala. Conforme Reis e Silveira (2000),

A geração solar-fotovoltaica pode ser considerada como a forma não-convencional de geração de eletricidade mais atraente para o Brasil e para o mundo a médio e longo prazo. (REIS; SILVEIRA, 2000, p. 61)

Para Chambouleyron (1989),

A descoberta de novos materiais e tecnologias e adoção de escalas maciças de produção farão, sem dúvida, da conversão fotovoltaica uma das fontes energéticas mais convenientes que a humanidade já conheceu.

(CHAMBOULEYRON, 1989, p. 38)

Entretanto, as experiências até então realizadas com geradores eólicos e fotovoltaicos foram aplicadas para o suprimento de sistemas isolados e de baixa demanda de energia. Os principais impactos ligados a produção de energia elétrica em larga escala utilizando estas tecnologias estão vinculados à extração dos materiais necessários para a fabricação das estruturas, caso dos sistemas fotovoltaicos que utilizam, na maioria das vezes, o silício. Além disso, geradores elétricos que utilizam a energia solar e eólica, devido a algumas características técnicas, podem armazenar energia na forma de corrente contínua em baterias, para depois convertê-la em corrente-alternada. Cuidados com a deposição dos equipamentos, após sua vida útil, são necessários devido ao alto índice de materiais tóxicos (metais pesados) presentes nas baterias. Além disso, há o impacto na paisagem, assuntos como o uso da terra, proteção de aves e poluição sonora, estes últimos ligados aos sistemas eólicos.

Por fim, na última atividade prevista, realizamos uma simulação através de um debate. Dividimos cada turma em dois grupos, e cada um deles, através de sorteio, deveria defender a produção de energia elétrica por uma das experiências mais difundidas e polemizadas até então no Brasil: um grupo defendia a produção de energia elétrica por hidrelétricas e outro, a produção de energia elétrica através de usinas nucleares. Neste debate, pudemos coletar alguns dados que indicavam o entendimento que os alunos possuíam sobre a produção de energia elétrica em larga escala até aquele momento da intervenção.

Através deste debate, pudemos identificar que os alunos que defenderam a produção de energia elétrica através de hidrelétricas usavam como argumento alguns dos principais elementos trabalhados durante a intervenção, presentes nos textos e nas nossas explicações. Os argumentos dos alunos do grupo de defesa das UHE basearam-se principalmente em:

- 1 - O custo financeiro do KWh da produção de energia é menor nas hidrelétricas;
- 2 – O país possui muitos recursos hídricos;
- 3 – A construção das usinas hidrelétricas é mais rápida e barata, se comparado às usinas nucleares;
- 4 – Os riscos ambientais e sociais são menores do que os das usinas nucleares;
- 5 – O país domina a tecnologia das usinas hidrelétricas.

Em relação aos grupos que argumentaram a favor da produção de energia elétrica através de usinas nucleares, observamos alguns pontos interessantes. Alguns alunos utilizaram a argumentação da produção bélica para defenderem as usinas nucleares. Em outros momentos, falaram da necessidade do desenvolvimento de tecnologias sofisticadas e dos menores riscos de impactos ambientais. Neste caso, tal idéia pode ter sido elaborada pelos próprios alunos a partir do material a eles fornecidos ou, até mesmo, pela necessidade de construir argumentos para serem apresentados no debate. Os principais pontos utilizados

como argumentos pelos alunos na defesa da produção de energia elétrica por usinas nucleares foram:

- 1 – Os riscos da degradação ambiental de rios e lagos é menor, se comparado à UHEs;
- 2 - Precisamos desenvolver tecnologias sofisticadas;
- 3 – O país poderá desenvolver a bomba nuclear.

Vejamos alguns exemplos de argumentos apresentados pelos alunos,

[Aluno 40 B] _ *....a energia é cara porque tem poucas usinas no Brasil é preciso investir nesta tecnologia para ela ficar barata....a chance de acontecer algum vazamento na usina é pequeno...pra produzir energia por hidrelétricas tem que ter barragens e isto é ruim porque inunda áreas....*

[Aluno 20 A] _ *A tecnologia é avançada porque tem que construir uma base de concreto, colocar o reator no meio, não precisa deslocar pessoas, não polui lagos, e se por acaso faltar água não vai faltar energia....futuramente tudo vai ter que ser feito através de tecnologias avançadas...*

[Aluno 29 A] *Não precisa mudar a natureza para fazer lago...porque pra fazer hidrelétricas precisa de um lago bem grande e isto causa impacto ambiental...*

A relação entre a produção de energia elétrica através de usinas nucleares e a possibilidade do país produzir a bomba nuclear foi bastante mencionada pelos alunos. A insistência em discutir esta questão na simulação tomou, em alguns momentos, espaço de outras, tais como as possibilidades de trazer para a discussão problemas políticos, sociais, econômicos e ambientais. Para exemplificar destacamos:

[Aluno 25 C] _ *O Brasil está passando um grave problema econômico e precisamos nos defender do ataque dos outros países...As usinas nucleares vão permitir que construamos bombas atômicas...*

[Aluno 4 C] - *A bomba atômica vai permitir que o país se defenda..*

Além disso, foi interessante perceber que alguns alunos das turmas C e A afirmaram que todos os meios de produção de energia elétrica causam impactos negativos que afetam os processos naturais do meio ambiente e também a sociedade. Os exemplos a seguir ilustram este tipo de entendimento construído e apresentado pelos alunos:

[Aluno 7 C] *Todos os meios que produzem energia elétrica causam problemas ao meio ambiente ...essas coisas...mas a gente tem que partir pra um meio que traga mais benefícios pra gente...todos os outros meios de produzir energia prejudicam o meio ambiente.*

[Aluno 10 A] *A nuclear não é uma forma positiva....mas agora, a hidrelétrica é uma forma positiva?...nenhuma é positiva...todas são positivas, é ou não é....nós da usina nuclear iremos*

estragar muito o meio ambiente, mas a hidrelétrica também vai estragar a mesma coisa...nem nós estamos certos e nem vocês...

[Aluno 25 A] *A usina nuclear só produz 40 % da energia no Rio de Janeiro e são muito mais caro do que a energia produzida numa usina hidrelétrica...outra coisa nenhuma forma de produção de energia é totalmente segura, mas o que a gente tá debatendo aqui qual que é mais segura e esta é a hidrelétrica...*

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados coletados durante as fases que denominamos de diagnóstica e de intervenção indicam que a maioria dos alunos do último ano do Ensino Médio possuem um conhecimento generalista e superficial sobre a produção de energia elétrica em larga escala e seus diferentes impactos, aspecto que, sem dúvida, limita a participação destas pessoas nos principais debates que ocorrem no país em torno desta temática. É importante destacar que apenas 25% da população brasileira entre 15 a 17 anos (BRASIL, 1999) possui este índice de escolarização, o que nos leva a refletir que a grande maioria da população não está em condições de participar efetivamente de um debate mais amplo sobre a avaliação de riscos e benefícios em processos tecnológicos.

De modo geral, durante o desenvolvimento da intervenção, percebemos que a apresentação de diferentes modelos de geração de eletricidade, de forma mais sistematizada pelo professor, facilitava o reconhecimento e o entendimento pelos alunos de alguns problemas decorrentes do uso destas tecnologias, em especial os relacionados aos impactos ambientais.

Em outros momentos, durante o processo da intervenção, os alunos deixavam clara a sua opção quanto à escolha das usinas hidrelétricas como forma de produção de energia elétrica, o que pode ter sido influenciada pela maior facilidade de compreensão dos aspectos técnicos deste gerador e por uma maior familiaridade em termos de experiências nacionais.

Entretanto, algumas modalidades mais complexas de gerar energia elétrica em larga escala, tais como fotovoltaicas e nuclear, poderiam ser melhor compreendidas pelos alunos, caso fossem precedidas de atividades de ensino nas quais fosse possível ao professor apresentar alguns conceitos básicos da Física moderna. De forma clara, muitos alunos relacionam a possibilidade de se gerar energia elétrica em larga escala através de usinas nucleares à construção de equipamentos bélicos.

As respostas que os alunos ofereceram, quando solicitados a identificar problemas relacionados à produção de energia elétrica em larga escala, podem ser reunidas em três diferentes grupos, a saber: um grupo de alunos que não reconhece problemas relacionados à produção de energia elétrica em larga escala; um grupo que reconhece alguns problemas, mas que procuram atenuar suas implicações; e, por fim, um grupo de alunos que reconhece estes problemas e não utilizam recursos para atenuar suas implicações nos meios sociais e ambientais.

De modo geral, observamos que grande parte dos alunos do último ano do Ensino Médio generalizam temas ricos e complexos, como por exemplo ao associar usinas nucleares diretamente, e somente, aos artefatos bélicos, deixando de explorar outros aspectos como os econômicos, técnicos, sociais e ambientais.

A análise deste dado nos revela que a associação deste tipo de geração de energia elétrica e os artefatos bélicos são, sem dúvida, os mais explorados nos meios de comunicação de massa (MALHEIROS, 1996). Além disso, os dados colhidos durante esta pesquisa apontam que grande parte dos alunos obtém informações através dos diversos veículos de comunicação. Informações que são, em sua grande maioria, superficiais e generalizadas, mas que influenciam um grande contingente populacional, que tem suas vidas diretamente afetadas por todas as decisões tomadas em torno desta questão

Isto nos levou a refletir sobre a urgência de adequar o currículo escolar para às exigências atuais da sociedade, entre elas a formação de cidadãos críticos que compreendam adequadamente as principais questões diretamente relacionadas com a ciência e suas aplicações, em especial à produção de energia elétrica. Além disso, é necessário que o indivíduo possa participar plenamente das decisões que são tomadas na sociedade, que esteja afinado com a contemporaneidade, que possa estar situado enquanto sujeito participante do mundo. Em suma, que seja um cidadão.

Entretanto, as diferentes possibilidades existentes na adequação do currículo escolar às mais novas exigências colocadas pela sociedade nos levam a refletir sobre a especificidade do saber oferecido na escola. Todo o trabalho educativo com os conhecimentos sistematizados das ciências naturais devem ser adequados à realidade e às diferentes peculiaridades da sala de aula. Neste sentido é preciso considerar as diferenças existentes entre o conhecimento sistematizado pela ciência e o saber que é oferecido na escola.

Neste sentido, consideramos oportunas as reflexões de Saviani (1994), que indicam que o trabalho educativo com os conhecimentos científicos sistematizados exige sua modificação em uma nova forma de saber para fins de ensino. Segundo a autora existe, neste sentido, uma transformação do conhecimento científico em saber escolar.

Outros autores, como Astolfi e Develay (1991), apontam para uma ‘epistemologia escolar’ que pode ser distinguida da epistemologia em vigor nos saberes de referência. Neste sentido, os autores procuram enfatizar o seu propósito de exame da estrutura do saber ensinado, que inclui: os principais conceitos de uma dada disciplina; as relações que os unem (leis, teorias); as retificações sucessivas ocorridas historicamente nesses conceitos.

No processo de transformação do conhecimento científico em saber escolar ocorrem simplificações, muitas vezes necessárias para finalidade do trabalho educativo. Entretanto, a desconsideração total do caráter de não-linearidade da construção do conhecimentos científico e a aplicação automática deste conhecimento em ambientes extremamente complexos tornam o ensino de ciências demasiadamente distante da realidade.

Percebemos, neste trabalho, que uma das possibilidades de amenizar as diferentes simplificações que ocorrem na conversão do conhecimento científico em saber escolar está na apresentação e discussão das controvérsias associadas aos temas das ciências naturais. Alguns dados desta pesquisa indicam que vários alunos entendiam que a produção de energia elétrica,

por qualquer uma das possibilidades técnicas conhecidas, poderia provocar impactos aos sistemas naturais e sociais. A exploração deste dado controverso da ciência pode possibilitar ao professor de ciências, em especial ao de Física, alternativas para explorar temas diretamente relacionados com a questão ambiental, como, por exemplo, às diferentes degradações ambientais provocadas pelo homem. Neste sentido, a abordagem de temas controversos da ciência poderia permitir, sem dúvida, uma saída para o discurso normalmente reducionista que ocorre em sala de aula, além de propiciar ao aluno um contexto mais rico e próximo do real. Este aluno seria colocado diante de problemas, não necessariamente questões, o que poderia proporcionar-lhe a busca de uma compreensão mais ampla de alguns temas da ciência.

Segundo Levinson (2001), a ciência e a tecnologia oferecem condições naturais para explorar aspectos controversos em sala de aula. Para o autor, os tópicos controversos da ciência estão intimamente relacionados ao ensino de uma ciência mais próxima do real, em que sua apresentação poderia chamar a atenção dos alunos para a natureza das questões científicas, ou seja, incertezas, complexidades e cotas dos mais diversos riscos, o dilema ético (valores e evidências) e os contextos nos quais estas razões éticas tomam lugar (identificação das circunstâncias que influenciam uma decisão, por exemplo sócio-econômicas, religiosas e etc).

BIBLIOGRAFIA

ANDRÉ, M.E.D.A. Desafios da pesquisa sobre a prática pedagógica. IN : V ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 9, 1998, Lindóia. Anais...Lindóia: Endip, 1998 b.

ASTOLFI, J.P; DEVELAY, M. *A didática das ciências*. Campinas: Papirus, 1998.

BASTOS, F. *História da ciência e pesquisa em ensino de ciências: breves considerações*. IN: QUESTÕES atuais no ensino de ciências. São Paulo : UNESP – Escrituras, 1998. p. 43-52 .

BONOTTO, D. *A temática ambiental e a escola pública: a integração de aspectos cognitivos e valorativos*. 1999, 223 f. Dissertação - (Mestrado em Conservação e Manejo de Recursos) Centro de Estudos Ambientais da Universidade do Estado de São Paulo, Rio Claro, 1999.

BRASIL Ministério da Educação e do Desporto. *Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio*, Brasília: Secretaria da Educação Média e Tecnológica, 1999.

BRÜGGER, P. *Educação ou adestramento ambiental?* Ilha de Santa Catarina: Letras Contemporâneas, 1994. 142 p.

CARVALHO, L.M. *Natureza da ciência, temática ambiental e o ensino das ciências naturais: o futuro professor de biologia – seus projetos e suas práticas*. IN: Relatório de Pesquisa de pós – doutorado – Instituto de Biociências - Departamento de Educação, Universidade do Estado de São Paulo, 1998. no prelo.

CHAMBOULEYRON, I. Eletricidade Solar. *Ciência Hoje*, São Paulo, v.9, n.54, p. 32-39, jun.1989.

- DICKER, M. Using action research to navigate an unfamiliar teaching assignment. *Theory into practice*, London, v.29, n.3, p. 203-208, 1990.
- KNELLER, G.F. *A ciência como atividade humana*. Rio de Janeiro: Zahar, 1980. 310 p.
- KRASILCHIK, M. *O professor e o currículo das ciências*. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1987. 80p.
- LEVINSON, R. Science or humanities: Who should controversial issues in science?, *Proposições*. v.12, 2001. no prelo
- MAGALHÃES, G. *Força e luz : eletricidade e modernização na república velha*. São Paulo : Edunesp, 2000. 122 p.
- MALHEIROS, T. *Histórias secretas do brasil nuclear*. Rio de Janeiro : W.V.A, 1996. 237 p.
- MATTEWS, M.R. História, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual. *Enseñanza de las Ciências*. Sevilha, v.12(2). p.255-277. 1994.
- MONTEIRO, F.N; MEDEIROS, A. Distorções conceituais dos atributos do som presentes nas sínteses dos textos didáticos: aspectos físicos e fisiológicos. IN. *Ciência e educação*. Bauru: Unesp, n. 2, v.5, 1998. p.1-12
- REIS, L.B; SILVEIRA, S. *Energia elétrica para o desenvolvimento sustentável: introdução de uma visão multidisciplinar* . São Paulo: Edusp, 2000. 284 p.
- ROSA, L.P. et al. *Impactos de grandes projetos hidrelétricos e nucleares*. São Paulo : Marco Zero, 1988. 200 p.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. *Proposta curricular para o ensino de física 2^o grau*. 3.ed. São Paulo: Secretaria de Estado da Educação, 1992. 50 p.
- SAVIANI, N. *Saber escolar, currículo e didática : problemas da unidade conteúdo/método no processo pedagógico*. Campinas: Autores Associados, p. 115-38, 2000.
- SILVA, A.V.P; SAAD, F.D. Problemas e perspectivas do ensino de física no município de Bauru. *Pesquisa em Ensino de Física*. v.37, n.46, 1998.
- SILVA, L.F. *A temática ambiental e o ensino de física na escola média: a produção de energia elétrica em larga escala como um tema controverso*. 2001, 172 f. Dissertação (Mestrado em Educação Escolar) – Faculdade de Ciências e Letras da Universidade do Estado de São Paulo, Araraquara, 2001.