

Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Ciências Físicas e Matemáticas
Centro de Ciências da Educação
Centro de Ciências Biológicas
Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica – PPGECT

Juliana Cardoso Coelho

A Chuva Ácida na Perspectiva de Tema Social:
Um Estudo com Professores de Química em Criciúma (SC).

Dissertação submetida ao Colegiado do Curso de Mestrado em Educação Científica e Tecnológica em cumprimento parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Científica e Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Marques.

Florianópolis, 2005.

INTRODUÇÃO

O motivo que me levou a defender a contextualização no ensino de Química, com a preocupação de uma formação para o exercício da cidadania, foi o fato de, sendo estudante do ensino médio de Criciúma e filha de mineiro que possivelmente deva constar no registro dos “[...] pelo menos 88 óbitos, apenas no município de Criciúma.”¹, nunca ter compreendido o contexto da mineração permanecendo, até então, num estado de “imersão” acerca da realidade vivenciada, com a qual o modelo tradicional de ensino, caracterizado por ser acrítico, descontextualizado, fragmentado etc., se torna conivente.

Isso me levou a questionar, na formação inicial em disciplinas do curso de Licenciatura em Química, na Universidade Federal de Santa Catarina, onde se realizam discussões sobre abordagens temáticas, quantos estudantes também estariam passando pelo espaço de educação formal em Criciúma, sem que seja proposto aos mesmos o que Paulo Freire defende como o “desvelamento da realidade”, propiciando condições para desencadear um processo de ação transformadora dessa realidade.

Nesse ponto, considerando o ensino de Química em uma cidade conhecida por ser vítima de poluição, especialmente causada pela mineração, configurou-se o problema da presente pesquisa: qual a compreensão que os professores de Química de Criciúma têm sobre os problemas ambientais derivados do carvão? E, como concebem a abordagem de temas em suas aulas? O intuito foi de saber se esses professores fazem ou desejam fazer tal abordagem e quais são as suas perspectivas.

O objetivo principal da pesquisa consiste primeiramente em:

- a) analisar a concepção dos professores sobre a chuva ácida no ensino médio, como forma de articulação entre o conhecimento químico e o contexto proporcionado pela atividade de exploração e uso do carvão.

¹ Jornal O Estado (10-11 jan.1998, p.12 apud SHEIBE, 2002, p. 60). Estes óbitos são referentes a maior incidência da doença pneumoconiose por ocasião da mecanização da atividade, no auge da produção por volta de 1975.

E como objetivos específicos principais:

- a) investigar se os professores trabalham questões do contexto em suas aulas e qual a perspectiva dessa abordagem;
- b) identificar as possíveis dificuldades que os professores encontram para realizar a abordagem de temas químicos sociais em suas aulas e
- c) discutir interações entre o ensino de Química e o enfoque CTS, referente a problemas ambientais decorrentes da mineração.

Recorreu-se aos referenciais teóricos do enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), da proposição de temas químicos sociais por educadores químicos brasileiros e sobre distintas concepções de meio ambiente. Do mesmo modo, foi fundamental para este trabalho a compreensão da educação progressista argumentada por Paulo Freire, que se relaciona com o “constante ato de desvelamento da realidade” que perpassa todo este trabalho.

No capítulo 1, discute-se o que educadores químicos entendem e defendem como a inclusão de temas químicos no conteúdo programático, bem como a indicação da contextualização nos documentos oficiais da reforma curricular como condição para o exercício da cidadania.

No capítulo 2, faz-se uma reflexão sobre concepções de meio ambiente considerando as suas significativas implicações pedagógicas. O alcance dessa compreensão foi imprescindível para a “inserção crítica” no contexto local no intuito de desvelá-lo. Aponta-se para a Química Verde, uma vez que esta incorpora princípios importantes com destaque à prevenção dos problemas de poluição no meio ambiente. Este é um debate atual no campo da ciência química e nós estamos propondo que este seja um debate também para o campo da educação. Busca-se a participação social numa perspectiva de ensino CTS para que essas tecnologias preventivas se configurem no cenário da indústria química, incluindo a carbonífera.

No capítulo 3, apresenta-se a análise dos resultados de uma aproximação do contexto local em duas etapas: a primeira, como um estudo-piloto que foi determinante para o redimensionamento da pesquisa, e a segunda, investigando-se a prática pedagógica de um grupo de professores de Química que atuam num contexto historicamente caracterizado pela mineração do carvão, e as dificuldades que encontram para trabalhar essa realidade com seus alunos. Apresentam-se os critérios utilizados na escolha de professores para uma entrevista

semi-estruturada e a análise de um texto sobre a chuva ácida, que foi utilizado como instrumento de pesquisa na etapa posterior do processo investigativo.

O capítulo 4 apresenta a análise das entrevistas realizadas com os professores sobre o tema chuva ácida e as dificuldades analisadas para que a contextualização se dê na perspectiva de tema socialmente relevante.

Nas considerações finais, tendo em vista os resultados da pesquisa, aponta-se para aspectos possíveis de serem contemplados na formação, tanto inicial como continuada, de professores de Química, visando contribuir com a abordagem de temas como prerrogativa de formação da cidadania.

1 FUNÇÃO SOCIAL DO ENSINO DE QUÍMICA

1.1 Temas químicos sociais e documentos curriculares orientadores

Nos últimos anos, é crescente o número de pesquisas com o propósito de superar o modelo tradicional de ensino, que ainda é a prática mais frequente entre docentes do ensino médio no Brasil. Paulo Freire, educador e anunciador de uma educação problematizadora e transformadora, refere-se a essa prática pedagógica como vazia de significado, uma educação bancária, na qual o aluno assume a postura de espectador “passivo e dócil” e que, por conseguinte “[...] uma das características desta educação dissertadora é a ‘sonoridade’ da palavra e não sua força transformadora.” (FREIRE, 1997a, p. 57).

De acordo com o autor:

Conteúdos que são retalhos da realidade desconectados da totalidade em que se engendram e em cuja visão ganhariam significação. A palavra, nestas dissertações, se esvazia da dimensão concreta que devia ter ou se transforma em palavra oca, em verbosidade alienada e alienante. Daí que seja mais som que significação e, assim, melhor seria não dizê-la. (FREIRE, 1997a, p. 57).

Assim, tem grande destaque na sua obra a dialogicidade entre os saberes, o do educando-educador e do educador-educando, fundamental para a problematização de situações reais e contraditórias vivenciada pelos primeiros em seu contexto local.

Para Freire, enquanto a educação bancária estimulante da ingenuidade e da não criticidade enfatiza a permanência, a educação problematizadora, de caráter crítico, reflexivo e que estimula um pensar autêntico, reforça a mudança. Enquanto a primeira pretende manter a “imersão”, a segunda busca a “emersão das consciências” de que resulte sua “inserção crítica na realidade”. Daí que seja um “constante ato de desvelamento da realidade”.

Nessa perspectiva, considera-se que um dos fatores que tem contribuído com um ensino distanciado do contexto local dos estudantes, por transmissão e com fins memorísticos, onde há o superdimensionamento do ensino de conceitos em detrimento de outros objetivos educacionais mais ligados à formação da cidadania, como o desenvolvimento de atitudes e valores, indica ser a importância que alguns profissionais da educação conferem à questão dos exames para admissão dos estudantes no ensino superior.

Chassot (1990) nos coloca com propriedade que uma das grandes perdas do ensino médio é justamente atrelá-lo à preparação para o vestibular. De acordo com o autor há uma resposta “clássica”, “triste” e “simplista” a perguntas do gênero: “porque não ensinar Química

partindo da realidade dos alunos, escolhendo (ou deixando os alunos escolherem) temas que são de seu interesse?” (CHASSOT, 1990, p. 33). Alguns professores entendem que se ensina Química no ensino médio porque é assunto do vestibular e precisa-se preparar os alunos para o mesmo. Por outro lado, “[...] poucos são os que dizem: ‘Preciso preparar meus alunos para a vida’. ” (CHASSOT, 1990, p. 33). O autor argumenta que deveria se questionar, em um primeiro momento, quantos de nossos alunos realmente vão para o ensino superior. De acordo com o educador, mesmo em uma escola onde a totalidade dos alunos faz vestibular, ainda não é função do ensino de Química preparar para o vestibular.

A Química que se ensina deve ser ligada à realidade, sendo que, quantas vezes, os exemplos que se apresentam são desvinculados do cotidiano. O que é mais importante para um estudante da zona rural? A configuração eletrônica dos lantanídeos ou as modificações que ocorrem no solo quando do uso de corretivos? E para os alunos da zona urbana, é mais importante o modelo atômico com números quânticos ou processos eletrolíticos de purificação de metais ou tratamento de água? (CHASSOT, 1990, p. 32).

Nesse sentido, Carneiro e colaboradores (2004) que analisaram as concepções dos professores que adotaram em 2003 um livro didático de Química inovador (MÓL; SANTOS, 2003) como livro texto, afirmam que a resistência destes às mudanças sinalizadas pelo livro, parece ser a pressão dos vestibulares que ainda tem um grande peso no ensino médio.

Diante disso, permanecem e predominam nas escolas os programas de Química conceituais, fragmentados e ultracarregados que listam conceitos em termos de tópicos químicos, que devem ser esgotados um a um, isolados e com classificações desnecessárias. Coexistente com o usual tratamento de aplicação e treinamento de “regrinhas”, com propósitos repetitivos devido às exigências conteudistas da maioria dos vestibulares, torna-se um conjunto favorável para adequar os estudantes num estado de “imersão” total na realidade em contraposição ao entendimento de situações significativas¹ vivenciadas em contextos reais, e uma “inserção crítica” nos mesmos a fim de superá-las. De acordo com os resultados de pesquisa realizada, Santos e Schnetzler (1997) afirmaram:

¹ Situações significativas são situações-problema (DELIZOICOV D; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002) que surgem como manifestações das contradições envolvidas nos temas. Apresentam-se como desafios para não só melhor compreendê-las, mas também atuar para transformar as situações problematizadas na perspectiva da abordagem temática.

Enfatizaram os educadores que o ensino de química atual não atende nem aos objetivos da formação da cidadania, nem a outro objetivo educacional. Sua desestruturação é tal que a maioria dos entrevistados afirmou que ele não serve para nada. (SANTOS; SCHNETZLER, 1997, p. 116).

A recente reforma curricular do ensino médio aponta para uma perspectiva de ensino mais relacional, no sentido de articular o conhecimento científico a aspectos que envolvam o contexto social vivenciado pelos estudantes, proporcionando uma formação não somente científica, mas com valores humanos e éticos, principalmente. A Lei 9394/96 que estabeleceu as Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), rompe com o dualismo dos sistemas anteriores, ensino técnico-profissional e propedêutico, sendo atribuído ao ensino médio a etapa conclusiva da educação básica de toda a população estudantil e não mais somente uma preparação para o exercício profissional ou para outra etapa escolar.

Ao considerar os propósitos de uma das três áreas do conhecimento que constitui a base nacional comum para o ensino médio, a área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, os parâmetros curriculares nacionais (PCN) estabelecem a formação da cidadania: “um Ensino Médio concebido para a universalização da Educação Básica precisa desenvolver o saber matemático, científico e tecnológico como condição de cidadania e não como prerrogativa de especialistas.” (BRASIL, 1999, p. 18).

As orientações curriculares, ao estabelecerem a cidadania como objetivo geral da educação básica, também fornecem o dispositivo legal para exercer práticas pedagógicas no ensino de Química condizentes com uma concepção progressista de educação, onde sejam criadas condições para que os estudantes, enquanto sujeitos da história, compreendam o potencial que possuem como agentes transformadores da sociedade.

Nesse sentido, educadores têm defendido que o ensino de Química deveria propiciar o desenvolvimento do exercício da cidadania aos egressos do ensino médio (SANTOS; SCHNETZLER, 1996, 1997; SANTOS, 2002, SANTOS; MORTIMER 1999a,b, 2000, 2001). De acordo com Santos e Schnetzler (1997), educar para a cidadania é sobretudo desenvolver valores éticos de compromisso para com a sociedade. Segundo os autores, a questão da cidadania é muito mais ampla que o ensino de conceitos químicos, uma vez que engloba aspectos da estrutura e do modelo de organização social, política e econômica. Dessa forma, afirmam que “enquanto nos limitarmos a uma educação científica pura e neutra, desvinculada de aspectos sociais, a nossa contribuição será muito pouca para reverter o atual quadro da sociedade moderna.” (SANTOS; SCHNETZLER, 1997, p. 130).

Considerando ainda o termo cidadania e seus pressupostos, Ferreira (1993, p. 228-229, grifo nosso) explicita uma compreensão que igualmente vai de encontro à posição defendida nesse trabalho:

[...] não se trata de formar cidadãos que pensem resolver sozinhos seus problemas, mas pessoas que percebam o quanto precisam caminhar junto com outras, aprender a negociar seus conflitos, ganhar e seduzir seus companheiros para projetos que atendam aos anseios coletivos [...] precisamos desenvolver nos nossos jovens a sabedoria para distinguir o que lhes é radicalmente necessário e aquilo que lhes é imposto. Muito do que a sociedade moderna foi capaz de tornar possível é indesejável. [...] podemos dizer que a educação para a cidadania passa por ajudar o aluno a não ter medo do poder do Estado, [...], e finalmente a não ambicionar o poder como forma de subordinar seus semelhantes. Esta pode ser a cidadania crítica que almejamos. **Aquele que esqueceu suas utopias, sufocou suas paixões e perdeu a capacidade de se indignar diante de toda e qualquer injustiça social não é um cidadão, mas não é um marginal. É apenas um NADA que a tudo nadifica.**

No âmbito do reconhecimento da educação com o objetivo de formação da cidadania pela LDB, Santos e Schnetzler (1997) realizaram uma pesquisa junto a doze educadores químicos com o intuito de investigar as características do ensino de Química para formação do cidadão, enfocando considerações sobre elementos curriculares e o ensino atual. Segundo os autores, a amostra de pesquisa constitui-se por profissionais que atualmente formam uma comunidade científica consolidada no Brasil e que vem defendendo a formação para o exercício consciente da cidadania como objetivo básico do ensino médio de Química.

Esclarecem que a análise dos currículos dos entrevistados evidenciou formação acadêmica tanto em Química como em educação, com efetiva atuação na área de educação química e com larga experiência no magistério, no ensino superior e médio e também em cursos de formação de professores. Qualificam-se também por desenvolver projetos curriculares inovadores, formação de núcleos de pós-graduação, realização de encontros nacionais e regionais de ensino de Química e atuação na divisão de ensino de Química da Sociedade Brasileira Química (SBQ). Os educadores químicos brasileiros caracterizaram os principais elementos curriculares de propostas para a implementação do referido ensino. Que teria, entre outros objetivos, segundo os entrevistados; desenvolver nos estudantes a capacidade de participar, de tomar decisão criticamente, seguida da compreensão dos processos químicos relacionados à vida cotidiana, entre outros (SANTOS; SCHNETZLER, 1997). Os autores esclarecem que o termo “criticamente” foi destacado pelos educadores por

estas decisões estarem fundamentadas em informações e analisadas sob o ponto de vista das diversas conseqüências decorrentes.

Quanto ao conteúdo programático, os educadores apresentaram proposições que foram devidamente categorizadas, sendo unânimes em indicar (proposição 100%) “temas químicos sociais” no currículo. Esses temas seriam: “[...] assuntos relacionados com o conhecimento químico que afetam diretamente a sociedade como, por exemplo, os recursos energéticos e a **poluição** ambiental [...]” (SANTOS; SCHNETZLER, p. 103, grifo nosso), além do mais: “[...] trazem para a sala de aula discussões de aspectos sociais relevantes, que exigem dos alunos posicionamento crítico quanto a sua solução.” (SANTOS; SCHNETZLER, p. 105).

A abordagem desses temas deve ser fundamentada na integração entre conceitos químicos e discussão das suas implicações na sociedade, não se limitando ao conhecimento químico e nem tampouco à discussão do tema para satisfação de curiosidades dos alunos. É necessário desenvolver o compromisso social já que:

[...] a abordagem dos temas químicos sociais não pode ser no sentido apenas da curiosidade, da informação jornalística, da discussão ideológica, ou da mera citação descontextualizada da aplicação tecnológica de determinados princípios ou, ainda, da simples compreensão dos conceitos químicos relativos ao tema, sem uma **discussão crítica das suas implicações sociais**. (SANTOS; SCHNETZLER, 1997, p. 105, grifo nosso).

Desta forma, a chuva ácida caracteriza-se como exemplo de um tema químico social, relevante sobretudo para estudantes de cidades de regiões carboníferas, como é o caso de Criciúma, devido à vivência adquirida pelos mesmos nesse contexto e que parece envolvê-los muito mais no debate e proposição de soluções para o problema. Nessa perspectiva, outros aspectos deverão ser considerados na abordagem temática, e não apenas os conhecimentos químicos, que não dão conta de superar a complexidade da solução de um problema da vida real.

Quanto aos conhecimentos químicos, Santos e Schnetzler (1997), esclarecem que os entrevistados não os indicaram em termos da listagem detalhada de conceitos específicos, como são tratados pela maioria dos livros didáticos, e sim em tópicos químicos fundamentais que giram em torno do estudo das substâncias, de suas propriedades, da constituição e transformações químicas. Segundo os autores, os educadores consideram fundamental a compreensão de conceitos químicos básicos para formar um cidadão apto a participar com mais fundamentação na sociedade, em vez de um estudo amplo de vários conceitos sem a sua

devida compreensão, o que se constitui em mais uma diferença entre o ensino de Química proposto e o atual.

Por outro lado, na base curricular nacional comum (BRASIL, 2002), os conhecimentos estão estruturados em três pilares — transformações químicas, materiais e suas propriedades e modelos explicativos. Assim, parece haver uma certa consonância, entre o que foi proposto pelos educadores químicos e as orientações da reforma curricular.

A abordagem temática na disciplina de Química pode ser empreendida tanto com os conhecimentos estabelecidos na base nacional comum, área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, como na parte diversificada, que corresponde a 25% do currículo, onde os professores poderiam inclusive ousar mais, pois ela assegura as exigências estabelecidas pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, enfim, da clientela na qual a escola está inserida (BRASIL, 2004). Dessa forma, não é mais necessário “correr” com a matéria para abranger tópicos de programas conceituais (BRASIL, 1999), como ainda concebem e praticam professores. A maioria por desconhecer as recentes orientações curriculares.

Quanto às orientações metodológicas, os educadores entrevistados da pesquisa de Santos e Schnetzler (1997) sugerem, por exemplo, que as estratégias devem proporcionar o desenvolvimento da participação ou a capacidade de tomada de decisão, considerando o objetivo fundamental de um ensino visando o exercício da cidadania:

[...] discussão estruturada, fóruns e debates, desempenho de papéis, estudo de caso, análise de dados, leitura de textos, projetos, experimentações, pesquisas de campo e ações comunitárias. Tais atividades, segundo os educadores, propiciam ao aluno compreender problemas locais, levando em conta vários fatores envolvidos (econômicos, ambientais, sociais, políticos etc.) para se tomar alguma decisão. (SANTOS; SCHNETZLER, 1997, p. 112).

Estas metodologias são típicas de temas na perspectiva do enfoque conhecido como Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) que focaliza a formação do cidadão. A abordagem na perspectiva de tema social vincula-se com o denominado movimento, que manifesta preocupação central com os aspectos sociais relativos à aplicação da ciência-tecnologia. Assim, segue algumas considerações acerca do significado da expressão CTS na esfera educacional e de algumas pesquisas que visam contribuir com a sua implementação no cenário da educação nacional.

1.2 Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) no contexto nacional

A expressão CTS procura definir um campo de trabalho acadêmico que compreende a ciência e a tecnologia em um contexto social. Seu objeto de estudo centra-se nos aspectos sociais da ciência e da tecnologia, tanto no que se refere aos fatores de natureza social, política ou econômica que antecedem e modulam a mudança científico-tecnológica, como no que diz respeito às conseqüências sociais, repercussões éticas ou culturais dessa mudança (BAZZO; PEREIRA; von LISINGEN, 2003).

Reflete no âmbito acadêmico e educativo uma nova percepção de ciência e tecnologia e suas relações com a sociedade, em contraposição à tradicional concepção de ciência e tecnologia, subjacente ao modelo linear de desenvolvimento:

A concepção clássica das relações entre ciência e a tecnologia com a sociedade é uma concepção essencialista e triunfalista, que pode resumir-se em uma simples equação, o chamado “modelo linear de desenvolvimento”: + ciência= + tecnologia= + riqueza= + bem estar social. (BAZZO; PEREIRA; von LISINGEN, 2003, p. 120).

De acordo com os autores, nessa visão está implícita uma conceituação de tecnologia como ciência aplicada, fazendo com que a tecnologia se reduza a um conhecimento prático que deriva diretamente da ciência, o conhecimento teórico. O desenvolvimento tecnológico depende da investigação científica, e sendo esta valorativamente neutra, os produtos de sua aplicação, os artefatos, também o são. Portanto, não se pode cobrar da ciência e da tecnologia responsabilidades e sim daqueles que façam uso delas, “[...] embora a conceituação da tecnologia como ciência aplicada tenha sido historicamente muito importante, hoje em dia é difícil de defendê-la.” (BAZZO; PEREIRA; von LISINGEN, 2003, p. 42). Os autores afirmam que essa imagem foi se desgastando desde o final da década de cinquenta pela evidência dos problemas ocasionados ao meio ambiente, como por exemplo, os acidentes nucleares, derramamentos de petróleo, entre outros, que fizeram com que a ciência e tecnologia se tornassem alvo de um olhar mais crítico, suscitando a necessidade de revisar a política científico-tecnológica e mesmo a concepção da ciência-tecnologia e sua relação com a sociedade. Indicam, como ponto culminante, o ano de 1968 com o auge do movimento contra-cultural de revoltas em oposição à guerra do Vietnã.

Desde então, movimentos sociais e políticos têm sido caracterizados por fazerem reivindicações de decisões mais democráticas (promoção da participação pública na tomada de decisões) e menos tecnocráticas. No âmbito acadêmico, este enfoque procura desmistificar

a imagem distorcida de ciência e tecnologia, que de acordo com os autores vem trazendo mais inconvenientes do que vantagens:

Propõe-se em geral entender a ciência-tecnologia, não como um processo ou atividade autônoma que segue uma lógica interna de desenvolvimento em seu funcionamento ótimo (resultante da aplicação de um método cognitivo e um código de conduta), mas sim como um processo ou produto inerentemente social onde os elementos não-epistêmicos ou técnicos (por exemplo: valores morais, convicções religiosas, interesses profissionais, pressão econômicas, etc.) desempenham um papel decisivo na gênese e na consolidação das idéias científicas e dos artefatos tecnológicos. (BAZZO; PEREIRA; von LISINGEN, 2003, p. 125-126).

Esta nova imagem da ciência e da tecnologia na sociedade tem consolidado programas e materiais objetivando a educação em CTS no ensino médio e superior de muitos países. Nesse contexto de decisões tecnocráticas, a democracia é enfatizada como pressuposto de que “[...] os cidadãos, e não só seus representantes políticos, tenham a capacidade de entender alternativas e, com tal base, expressar opiniões e, em cada caso, tomar decisões bem fundamentadas.” (BAZZO; PEREIRA; von LISINGEN, 2003, p. 144).

Santos e Schnetzler (1997), ressaltam que na aplicação direta de projetos de ensino CTS desenvolvidos em outros países¹, corre-se o risco de estarmos educando nossos estudantes para uma falsa cidadania. Apontam a necessidade de se considerar a realidade do contexto nacional e, portanto, a contextualização da obra, tendo em vista que naqueles países a população em geral tem acesso a informações e existem mecanismos de consulta já estabelecidos para sua participação nas decisões relativas à ciência-tecnologia. De acordo com os autores, é necessário questionar também o ideal de democracia e cidadania no contexto brasileiro, de considerá-lo na pretensão de implementar o enfoque CTS no cenário da educação do país.

Auler e Bazzo (2001) também expressam esta preocupação ao fazerem considerações sobre nosso condicionamento no contexto de um país sem história de participação, argumentando ser plausível postular algum controle da sociedade sobre ciência-tecnologia:

Ao assumirmos criticamente os objetivos do movimento CTS, há indicativos de que, **além de conhecimentos/informações, necessários para uma participação mais qualificada da sociedade**, necessitamos, também,

¹ Os autores citam como exemplo países altamente industrializados como os Estados Unidos, a Austrália, a Inglaterra e a Holanda, nos quais se desenvolvem projetos curriculares de CTS.

iniciar a construção de uma cultura de participação. (AULER; BAZZO, 2001, p. 12, grifo nosso).

Nessa direção, é que os pesquisadores têm estudado condições para a implementação do enfoque CTS, considerando o contexto nacional. Auler (2002) aponta encaminhamentos para o processo de formação continuada de professores de Ciências e argumenta sobre a necessidade de problematização/superação de mitos, que definiu como compreensões historicamente produzidas sobre a atividade científico-tecnológica, e que tem como pano de fundo a concepção de neutralidade de ciência-tecnologia (CT), e respaldo no modelo linear do desenvolvimento científico-tecnológico. Três grandes mitos foram caracterizados e amplamente discutidos na pesquisa: a superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, a perspectiva salvacionista da CT e o determinismo tecnológico (AULER, 2002, AULER; DELIZOICOV D., 2004).

A estes mitos foram associados parâmetros que no seu conjunto expressam uma compreensão sobre as interações entre CTS e que postulam a democratização da tomada de decisões referentes a temas envolvendo ciência-tecnologia. O parâmetro 1 postula a problematização/superação do modelo de decisões tecnocráticas e os parâmetros 2 e 3 a problematização/superação da perspectiva salvacionista da CT e do determinismo tecnológico respectivamente. No campo educacional, o distanciamento ou a aproximação desses parâmetros indica trabalhar Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), no que expressou como perspectiva “reducionista” ou “ampliada”. Auler considera que, possivelmente devido aos avanços recentes da ciência-tecnologia — haja vista, por exemplo, o campo da clonagem e da engenharia genética — a ACT tenha ganhado destaque. Para o autor, parte do pressuposto de que a população seja analfabeta em CT e devido aos seus crescentes avanços, a sua democratização é considerada fundamental.

Porém, apoiado em uma revisão que realizou na literatura acerca da ACT, destaca que há um espectro muito amplo: algumas abordagens se aproximam de uma perspectiva democrática, buscando a autêntica participação da sociedade em problemáticas vinculadas à ciência-tecnologia; outras, respaldam postulações tecnocráticas ao buscar, por exemplo, o apoio da sociedade para a atual dinâmica do desenvolvimento científico-tecnológico.

Segundo o autor, concebendo ciência-tecnologia como neutras e distanciando-se dos parâmetros, pode-se facilmente cair no reducionismo de trabalhar ACT numa prática conservadora, onde se espera que os conteúdos “operem por si mesmos” e dessa forma “[...] restringe-se a ACT ao ensino de conceitos, ignorando a existência de mitos [...] aspecto que

contribui para uma ‘leitura da realidade’ que poder-se-ia argumentar como sendo bastante ingênua e distorcida.” (AULER, 2002, p. 18).

A aproximação dos parâmetros, condizente com uma concepção progressista de educação (FREIRE, 1997a, b), busca a compreensão das interações entre CTS, ou seja, o ensino de conceitos associados ao desvelamento de mitos vinculados à ciência-tecnologia, bem como a discussão sobre a dinâmica de produção e apropriação do conhecimento científico e tecnológico: “[...] ACT deve, também, apropriar a reflexão sobre quem define a agenda de investigação, no campo científico-tecnológico, e em função de que objetivos.” (AULER, 2002, p. 20). O autor considera ser apropriado a discussão desses mitos em cursos de formação continuada de professores de Ciências, visando à superação dos mesmos.

Santos (2002) igualmente considera a realidade nacional para estabelecer propostas de ensino de Química na perceptiva do enfoque CTS, vinculados à formação para a cidadania. Ao expressar sua concepção de educação em ciência-tecnologia direcionada ao contexto brasileiro, introduz a reflexão de Letramento Científico e Tecnológico (LCT) na perspectiva humanística:

Nesse sentido, uma educação científica e tecnológica humanística buscaria incorporar ao currículo **discussões de valores e reflexões críticas que possibilitassem desvelar a condição humana**. Não se trata de uma educação contra o uso da tecnologia e nem uma educação para o uso, mas uma educação em que os alunos possam refletir sobre a sua condição no mundo frente aos desafios postos pela ciência e tecnologia. (SANTOS, 2002, p. 51, grifo nosso).

Esclarece utilizar o termo letramento em vez de alfabetização seguindo a mesma tendência adotada na área educacional e nas ciências linguísticas que compreende este como um “estado ou condição de quem não apenas sabe ler e escrever, mas cultiva e exerce práticas sociais que usam a escrita.” (SOARES, p.47 apud SANTOS, 2002, p. 38).

De acordo com o autor, da mesma forma pode-se distinguir alfabetização de letramento em ciência e tecnologia. Assim, o letramento expressa o estado ou condição de quem não apenas reconhece a linguagem científica e entende alguns de seus princípios básicos, mas cultiva e exerce práticas sociais que usam o conhecimento científico e tecnológico (SANTOS, 2002). Dessa forma, indica fazer diferenciações da alfabetização em ciência e tecnologia a que Auler também fez referência como ACT no “sentido restrito” e no “sentido ampliado”. Nas palavras de Santos (2002, p. 39) que considera:

[...] a alfabetização científica e tecnológica como o reconhecimento básico da linguagem científica e dos processos tecnológicos restritamente ao âmbito escolar, ou ainda, à resolução de exercícios e problemas escolares. Já o letramento em ciência e tecnologia seria o estado ou condição de quem não apenas reconhece a linguagem científica e entende alguns de seus princípios básicos, mas cultiva e exerce práticas sociais que usam o conhecimento científico e tecnológico. Esse seria o objetivo do LCT com o propósito de formar o cidadão.

Nesse sentido, na argumentação da visão humanística que considera fundamental destacar, o autor nos lembra que existem abordagens que se apresentam como de relevância social, mas que estão centradas na preparação dos indivíduos para o uso adequado dos artefatos tecnológicos de forma a usufruir melhor dos recursos que estes possam oferecer, um enfoque que contribui para “[...] a manutenção do *status quo*, do processo de opressão que marca o mundo globalizante de nossos tempos.” (SANTOS, 2002, p. 52).

Contribuindo com o processo de reforma curricular do ensino médio, Mól e Santos, em co-autoria com professores do ensino médio, elaboraram a série de livros didáticos intitulada Química e Sociedade¹ a partir do Projeto de Ensino de Química em um Contexto Social (PEQS), desenvolvido na Universidade de Brasília (UnB). O livro é estruturado por meio de temas sociais desenvolvidos através de textos que buscam estabelecer relações com o conteúdo químico, explorando aspectos sociocientíficos (ASC) que são caracterizados como questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais relativas à ciência-tecnologia objetivando o exercício da cidadania. Santos (2002), ao analisar as características do livro, considera que é ainda o conteúdo disciplinar da Química que estrutura e organiza a seqüência do livro, apesar de os temas sociais serem explorados em todas as unidades. Ou seja, o livro foi organizado a partir de conteúdos pré-definidos do Programa de Avaliação Seriada para o Ingresso na UnB (PAS), que se constitui numa nova modalidade de ingresso na universidade. Conforme esclarece o autor, alguns conceitos necessários à compreensão de determinados temas sociais não fazem parte do conteúdo programático do PAS. Santos também considera que a abordagem que o livro apresenta para os ASC não corresponde ao da proposta de Paulo Freire, no sentido do tema ser extraído da vivência cultural dos estudantes e destaca que apenas um número reduzido de questões solicita aos mesmos uma reflexão a respeito de problemas que possam encontrar em sua comunidade.

¹ “Em 1988, foi publicada uma versão experimental, em dois módulos, referente ao conteúdo da primeira série do Ensino Médio. Uma segunda edição revisada e ampliada desses dois módulos foi publicada em 2000. Posteriormente, o material passou por um reordenamento de seus tópicos e, em 2003, começou a ser publicado no formato de nove módulos que englobam todo o conteúdo do Ensino Médio.” (SANTOS; MÓL, 2004, p. 11).

O contexto local dos estudantes, a sua vivência cotidiana, tem sido ressaltado como de primordial importância para o processo de ensino-aprendizagem (BRASIL, 1999, 2002, 2004). A capacidade de tomada de decisão, apontada como um dos objetivos principais da educação para a cidadania pelos educadores químicos brasileiros (SANTOS; SCHNETZLER, 1997), tem sido discutida mesmo considerando a complexidade desse processo (SANTOS; MORTIMER, 2001). Contudo, os autores consideram que a adoção de temas envolvendo questões sociais relativas à ciência-tecnologia, que estejam diretamente vinculadas aos estudantes, ou seja, a contextos locais, sejam relevantes no sentido de auxiliar no desenvolvimento de atitudes e valores.

Para tanto, sugerem atividades de ensino em que os estudantes possam discutir diferentes pontos de vista sobre os problemas reais na busca da construção coletiva de possíveis alternativas de solução, também atividades de engajamento social por meio de ações concretas e a discussão dos valores envolvidos.

No cenário da educação nacional, dado o caráter incipiente de ensino CTS no ensino médio e da estrutura conceitual dos programas voltados à preparação dos estudantes para o vestibular, Koepsel (2003) discute a inserção de enxertos CTS. Estes se caracterizam como uma forma de inserção imediata de discussões CTS no ensino médio durante o desenvolvimento do conteúdo, sem que seja necessária uma mudança muito “drástica” na estrutura das aulas ou, ainda segundo a autora, sem “perda do conteúdo”. Desse modo, o momento e a forma como os enxertos seriam incluídos dependeriam exclusivamente do professor. Koepsel indica, por exemplo, a utilização de situações apresentadas na mídia para contextualizar, assuntos em sala de aula, criando ambiente de debates onde os alunos estariam dispostos a satisfazer suas curiosidades. Acredita que se esta inserção acontecer de forma sutil e gradativa, o professor não se mostrará tão resistente, uma vez que, em geral, os professores não se sentem preparados para essa tarefa.

Dessa forma, Koepsel socializa a sua experiência no ensino médio em trabalhar o tema radioatividade nas aulas de química, um assunto da terceira série do ensino médio, na forma de enxerto CTS. Segundo a autora, a postura dos alunos mudou, ao se sentirem valorizados por expressar suas opiniões e concepções “[...] é como se tivesse mudado a disciplina, ou seja, não era mais a disciplina de Química, mas uma outra que de alguma forma ajudava a encontrar respostas para algumas questões da sua vida.” (KOEPSEL, 2003, p. 94).

Considera-se, no entanto, a possibilidade de que muitos professores de Química possam estar trabalhando programas conceituais ultracarregados e direcionados ao vestibular, por desconhecerem as novas orientações curriculares, inclusive o rompimento do caráter

propedêutico do ensino médio. Neste sentido Ricardo e Zylbersztajn (2004) argumentam acerca da dificuldade do entendimento no ambiente escolar, de conceitos centrais presentes nos parâmetros curriculares nacionais (PCN) como o ensino por competência, a interdisciplinaridade e a contextualização, constituindo-se como obstáculos à inserção da reforma curricular. Isso evidencia que os documentos oficiais não têm sido devidamente discutidos com os profissionais da educação, e em especial com os professores, principais agentes responsáveis pela efetivação dos pressupostos da reforma, que deveriam ser participativos nesse processo de mudança paradigmática, para que estas orientações possam ter um significado conseqüente em sala de aula.

Educadores químicos¹, comprometidos com uma educação para a cidadania e que trabalham com a formação continuada de professores, fizeram recentemente uma análise dos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio (BRASIL, 2004). São otimistas em relação aos pressupostos da reforma, considerando que os documentos contemplam grande parte das mudanças, principalmente do componente curricular da educação em química, que educadores vêm defendendo há mais de vinte anos. Ressaltam, no entanto, que os recursos oferecidos são altamente insuficientes, como o principal deles, que é o tempo para que os professores possam programar estratégias de ensino, considerando que precisam estar mais tempo nas salas de aula e trabalhar em mais escolas para cumprir a carga-horária sobrecarregada.

Corroboram na argumentação de que os PCN continuam pouco conhecidos e explorados, que não estão proporcionando as mudanças almejadas, uma vez que prevalece nas práticas escolares o ensino propedêutico, extremamente disciplinar e descontextualizado:

[...] cabe reclamar a ausência de uma política educacional **com continuidade** que, extrapolando gestões partidárias dos governos, crie os necessários espaços de estudo e discussão, visando à reconstrução curricular dinamicamente articulada no âmbito próximo às práticas de cada professor, escola e região. (BRASIL, 2004, p. 215, grifo do autor).

A proposta curricular de Santa Catarina contempla as orientações da reforma educacional e aponta para a integração entre as áreas do conhecimento, e que o mesmo seja considerado como uma construção humana, em contínua mudança, e que, não seja apresentado como pronto e acabado.

¹ Prof^ª Dr^ª Lenir Basso Zanon, Prof. Dr. Otávio Aloisio Maldaner, Prof. Dr. Ricardo Gauche, Prof. Dr. Wildson Luiz Pereira dos Santos

Na análise de “situações-problema”, a proposta curricular também sinaliza para consideração não apenas dos aspectos científicos, mas econômicos, históricos, políticos que resultaram no contexto local:

O ensino das ciências, estruturado de tal forma, a considerar a realidade do aluno, deve proporcionar-lhe a compreensão de seu cotidiano, para que, a partir deste entendimento, chegue a relações mais abstratas, permitindo intervir no seu meio. (SANTA CATARINA, 1998a, p. 140).

Não obstante, em torno das novas orientações curriculares, gira uma grande confusão. Muitos profissionais entendem os PCN como um currículo pronto e padronizado, proposto de fora das práticas escolares para ser nelas aplicado (BRASIL, 2004). Assim, o proposto é entendido como o imposto. Os parâmetros curriculares nacionais e a proposta curricular para o Estado de Santa Catarina são propostas curriculares e por isso não devem ser entendidas como uma listagem de conteúdos a ser cumprida pelas disciplinas, nem tampouco uma proposta única e obrigatória como explicita um dos documentos:

Os subsídios que podem ser fornecidos neste documento dizem respeito a possíveis formas de organização do trabalho escolar a partir de diferentes seqüências dos temas estruturadores propostos nas três séries de ensino. É importante que se ressalte que se trata de propostas flexíveis, a título de exemplo, que podem ser adotadas na escola segundo suas condições e interesses. **Outras opções são possíveis**, e o mais importante é garantir que haja um entendimento coletivo dos professores de Química, em conjunto com as das demais disciplinas, acerca de um programa que seja adequado à escola, tendo em vista seu projeto pedagógico comum [...] (BRASIL, 2002, p. 107, grifo nosso).

A partir dos conhecimentos químicos da base comum estabelecida para a área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (BRASIL, 2002), por exemplo, podem-se formular novas propostas temáticas para o ensino de Química, considerando o contexto da escola e a sua clientela, para que os mesmos tenham significado para os estudantes. Essa flexibilidade curricular é explicitamente assegurada pelos documentos oficiais da reforma educacional.

Os educadores que fizeram a recente análise dos PCN entendem que as escolas precisam construir coletivamente suas propostas pedagógicas, sendo de primordial importância a participação dos professores em cursos de formação continuada, com tempo e recursos alocados para isso, a fim de que os instrumentos teóricos utilizados no documento possam ter significado conseqüente nas escolas:

Nenhuma linguagem e nenhum estilo serão adequados para a mudança curricular almejada se não for resolvida a questão da participação dos professores nas decisões a serem tomadas em sua área de ensino, no grau de ensino em que atuam, nas escolas em que atuam, nos municípios e regiões em que atuam. (BRASIL, 2004, p. 219).

Dentro dessa perspectiva, apresenta-se a seguir uma discussão sobre um dos termos principais da reforma curricular, a contextualização, e a sua compreensão num ensino de Química visando a formação da cidadania.

1.3 A contextualização no ensino de Química

O tratamento contextualizado do conhecimento é um dos principais preceitos estruturadores do currículo estabelecido pelas Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 1998). Segundo o documento, a contextualização constitui-se no recurso que a escola possui para retirar o aluno da condição de espectador passivo: “se bem trabalhado permite que, ao longo da transposição didática, o conteúdo do ensino provoque aprendizagens significativas [...]” (BRASIL, 1998, p. 43). A seguir estabelece que:

A contextualização evoca por isto áreas, âmbitos ou dimensões presentes na vida pessoal, social e cultural, e mobiliza competências cognitivas já adquiridas. As dimensões de vida ou contextos valorizados explicitamente pela LDB são trabalho e cidadania. (BRASIL, 1998, p. 43).

Segundo os educadores químicos que trabalham nos PCN, o princípio da contextualização além das funções de transposição didática, de concretização dos conteúdos curriculares na relação teoria e prática e de aplicação dos conhecimentos constituídos, é também ressaltado por representar um papel central de formação da cidadania (BRASIL, 2004).

Para Santos e Mortimer (1999a), o já referenciado documento referente às diretrizes aprovadas, apresenta o termo como um recurso pedagógico com diferentes funções, dentre as quais o exercício da cidadania determinado pela LDB.

A contextualização social tem sido defendida (SANTOS; SCHNETZLER, 1996, 1997; SANTOS; MORTIMER, 1999a, b) como condição necessária para a formação da cidadania. Segundo Santos e Schnetzler (1997):

A abordagem de conteúdo requer a sua contextualização social, o que implica a inclusão de temas sociais no programa, relacionados a problemas vinculados à ciência e à tecnologia, a fim de que se possibilite a compreensão do caráter social do ensino e se propicie condições para o desenvolvimento das atitudes relacionadas à cidadania [...].

Santos e Mortimer (1999a) realizaram uma pesquisa visando investigar o que os vinte e quatro professores de Química e Ciências de Minas Gerais, Mato Grosso e Distrito Federal, entendiam por contextualização social no ensino de Química. Em 41% das concepções identificadas, evidenciaram uma tendência de os professores relacionarem a contextualização como descrição científica de fatos e processos do cotidiano dos alunos, outras 21,8% foram caracterizadas como estratégia de ensino-aprendizagem para facilitar a aprendizagem dos alunos e 37,2% como desenvolvimento de atitudes e valores para a formação de um cidadão crítico.

Os resultados dessa pesquisa corroboram com uma outra que foi realizada pelos autores com quarenta e um professores de Química de escolas do ensino médio do Distrito Federal (SANTOS; MORTIMER, 1999b). Afirmam que praticamente todos os entrevistados descreveram a contextualização como descrição científica de fatos e processos do cotidiano dos alunos, que caracterizam como o ensino de Ciências relacionado ao cotidiano, que se diferencia do que compreendem como contextualização do ensino que tem por objetivo preparar os estudantes para o exercício da cidadania.

Os autores também ressaltam que ilustrações do cotidiano não contribuem para a formação do cidadão uma vez que aspectos relacionados aos problemas sociais não são contemplados favorecendo uma “cultura de almanaque”, diferenciando-se do ensino CTS, que tem como foco principal a formação de pessoas capazes de agir e tomar decisões sobre problemas de importância social (SANTOS; MORTIMER, 2000). Defendem a abordagem de aspectos sociocientíficos (ASC), anteriormente mencionados associados a temas químicos sociais, explicitando assim a relação entre ciência-tecnologia, bem como o desenvolvimento de atitudes e valores em relação às suas implicações na sociedade.

Santos e Mortimer (2000) sugerem que poderia ser proposta uma abordagem de temas na perspectiva de ensino CTS, extraídos de contextos locais, e que se articulassem com a dimensão global. Considera-se, portanto, a chuva ácida um exemplo relevante para estudantes da região de Criciúma.

É importante explicitar que a posição assumida nesse trabalho para a contextualização como prerrogativa de formação da cidadania, não tem a função de motivar o

aluno. Entende-se que o desejo de aprender, de conhecer a realidade que o cerca, possa ser uma consequência imediata quando se trabalha com temáticas significativas para os mesmos.

Também não se cogita como função de facilitar a aprendizagem de conceitos, pois neste caso, o foco ainda parece estar centrado na apreensão conceitual. A relevância de outras dimensões como políticas, econômicas, sociais, por exemplo, podem ser minimizadas, ou talvez desconsideradas.

Por outro lado, o conhecimento químico é que deve ser usado como um dos meios para que o aluno possa compreender o contexto em que está inserido e, relacionando-o com as outras áreas do conhecimento, terá subsídios para desenvolver atitudes e valores no sentido de ação transformadora da realidade.

Torna-se portanto imprescindível investigar junto aos professores de ensino médio se eles estão dispostos a investir nessa perspectiva, uma vez que documentos oficiais como os PCN (BRASIL, 1999) apontam que o ensino de Química deve contribuir para uma formação cidadã, que se consegue mais efetivamente ao se contextualizar o aprendizado a partir de exemplos relevantes, locais ou regionais. Ademais, considera também as diferenças regionais existentes a nível nacional que “[...] precisam ser respeitadas, bem como as expectativas sociais das comunidades em que estão os estudantes” (BRASIL, 2004, p. 217). Nesse trabalho, considera-se, o significado do contexto da mineração para os estudantes de Criciúma e a possibilidade de extrair deste temas químicos sociais:

[...] a participação é desenvolvida, à medida que há uma identidade cultural dos indivíduos com as questões que a eles são postas em discussão, pode-se também correlacionar a necessidade de se levar em conta o contexto cultural no qual o aluno está inserido, para que possa desenvolver a participação. Dessa forma, torna-se fundamental **a contextualização do ensino, de modo que ele tenha algum significado para o estudante**, pois ele se sentirá comprometido e envolvido com o processo educativo, desenvolvendo a capacidade de participação. (SANTOS; SCHNETZLER, 1997, p. 30-31, grifo nosso).

De acordo com Paulo Freire, os temas podem estar, de um lado envolvidos e de outro envolvendo as “situações-limites”, sendo que estas “[...] implicam a existência daqueles a quem direta ou indiretamente ‘servem’ e daqueles a quem ‘negam’ e ‘freiam’.” (FREIRE, 1997a, p. 94).

Se os indivíduos se encontram aderidos a estas “situações-limite”, impossibilitados de separar-se delas, o seu tema a elas referido será

necessariamente o do fatalismo e a “tarefa” a ele associada é a de quase não terem tarefa. (FREIRE, 1997a, p. 107).

O autor as considera como realidades objetivas que estejam provocando necessidades nos indivíduos. No contexto da presente pesquisa, essas “situações-limites” podem estar se constituindo na prática pedagógica, em programas de ensino conceituais, sobrecarregados e fragmentados, na falta de tempo para o planejamento adequado das aulas, na formação desses professores, nas condições de infra-estrutura da escola, na falta de material didático adequado para apoio de um planejamento, falta de atualização profissional em cursos de formação continuada, no acesso a bibliografias, salários, interesse dos alunos ou da turma, entre outros, que impedem a percepção pelo professor do “inédito viável” (FREIRE, 1997a) que está mais além das referidas situações.

Dessa forma, pretende-se levantar a “percepção crítica da realidade” de um grupo de professores de Química do município de Criciúma centrando-se no conhecimento que Lucien Goldman (1969), na obra *The Human Sciences and Philosophy*, citado por Freire (1997a), chama de “consciência real” (ou efetiva) ao nível da qual, para Freire, ocorrem limitações de perceber o “inédito viável” devido às “situações-limites”.

Nesta pesquisa, um ensino voltado para a cidadania por meio da abordagem de temas químicos sociais, levando-se em consideração a vivência adquirida pelos estudantes de Criciúma no contexto de mineração do carvão, busca aproximar-se do “inédito viável”. Sem temor de afirmar que tão mais viável quanto mais utópica for a nossa pretensão.

Paulo Freire considera que o utópico não é o irrealizável, é compromisso histórico que se estabelece no ato de denunciar a estrutura desumanizante e anunciar a humanizante. Considerando o modelo de ensino caracterizado pela transmissão, “a educação bancária”, ainda predominante na educação brasileira, o que se defende no ensino de Química em particular trata-se do “inédito viável” que:

[...] é na realidade uma coisa inédita, ainda não claramente conhecida e vivida, mas sonhada e quando se torna um **“percebido destacado”** pelos que **pensam utopicamente, esses sabem, então, que o problema não é mais um sonho, que ele pode se tornar realidade.** (FREIRE, 1997b, p. 206-207, grifo nosso).

Os aspectos políticos e econômicos, por exemplo, aparentemente pertinentes a disciplinas da área de Ciências Humanas, poderiam ser contemplados na abordagem de temáticas propostas para o ensino de Química no contexto da região carbonífera Sul- Catarinense, transcendendo a tradicional abordagem disciplinar. Isso será evidenciado pela

“inserção crítica” no contexto local que se faz no capítulo seguinte, levando em consideração que numa educação progressista de educação: “eu não posso denunciar a estrutura desumanizante **se não penetro para conhecê-la. Não posso anunciar se não conheço [...]**” (FREIRE, 1980, p. 28, grifo nosso).

2 MEIO AMBIENTE E A REGIÃO CARBONÍFERA SUL-CATARINENSE

2.1 Meio ambiente: concepções e implicações na prática pedagógica

A gravidade dos problemas ocasionados ao meio ambiente pela mineração na região Sul-catarinense levou-a a ser designada desde a década de oitenta pelo Decreto Federal n. 85.206, como “Área crítica brasileira, em termos de recuperação ambiental” (SCHEIBE, 2002, p. 55).

Para compreender melhor os problemas dessa designação, interessa-nos discutir a concepção de meio ambiente, considerando as suas implicações pedagógicas. A referência a problemas ambientais, como a sua própria adjetivação indica, depende de tal compreensão, que tem sido objeto de pesquisas no âmbito educacional, resultando em diferentes propostas e estratégias pedagógicas (CAMPOS, 1997; REIGOTA, 1997; MORAES, 2000; LEAL, 2002).

Segundo Reigota (1997), na comunidade científica não existe um consenso acerca do que seja meio ambiente e considera que, por conseguinte, o mesmo ocorre fora dela. Baseado nas reflexões de Moscovici em sua obra *A representação social da psicanálise* (1978), o autor confere a designação de meio ambiente como uma representação social: “[...] as representações sociais equivalem a um conjunto de princípios construídos interativamente e compartilhados por diferentes grupos que através delas compreendem e transformam sua realidade.” (REIGOTA, 1997, p. 70).

Em uma pesquisa com professores do interior do estado do Paraná, o autor buscou apreender as representações de meio ambiente daqueles profissionais e as suas práticas pedagógicas relacionadas à educação ambiental. Dos vinte e três integrantes, a maior parte era constituída por professores de primeiro e segundo graus em Ciências e Biologia que trabalhavam na rede pública de ensino do Estado paranaense. Entre eles predominou uma concepção de meio ambiente que o autor designou como uma representação “naturalista”, ou seja, sem a inclusão dos seres humanos como parte integrante do meio, sendo este considerado sinônimo de natureza: “quando denominamos ‘naturalistas’ as representações sociais desse grupo consideramos que os elementos daquilo que alguns autores denominam como primeira natureza (ou natureza intocada) têm importância muito maior.” (REIGOTA, 1997, p.74).

Reigota destaca que foi possível também evidenciar a idéia do homem como “o componente depredador por excelência” e “a nota dissoante”, sendo os elementos

constituintes do meio, indicados por componentes abióticos e bióticos, estes últimos designados genericamente como seres vivos:

A compreensão do meio ambiente enquanto interação complexa de configurações sociais biofísicas, políticas, filosóficas e culturais parece distante de grande parte dos professores, visto a impossibilidade de estes incorporarem espontaneamente **questões que perfazem a totalidade da problemática**. (REIGOTA, 1997, p.76, grifo nosso).

O segundo tipo de representação identificada supera a dicotomia homem–meio ambiente e está relacionada à inclusão dos seres humanos como parte integrante deste, mas: “[...] em apenas duas oportunidades encontramos citado como elemento constitutivo do meio ambiente o ser humano enquanto ser social, vivendo em comunidades.” (REIGOTA, 1997, p. 74). Reigota também identificou atividades geralmente não adjetivadas como ambientais: “[...] práticas originais e reconhecidas pelos próprios professores como sendo de educação ambiental são as que procuram prevenir os adolescentes contra drogas e o alcoolismo [...]” (REIGOTA, 1997, p. 78), mas que se constituem em problemas dos seres humanos integrados no seu meio, numa concepção mais abrangente de meio ambiente. O autor destaca que tais atividades estão intimamente ligadas ao contexto cultural e pessoal do professor que as indicou. Dessa maneira, entende-se que as drogas e o alcoolismo, por exemplo, também deveriam ser considerados problemas ambientais propícios à efetivação da contextualização no ensino de Química, de acordo com a percepção do professor da relevância desses problemas no contexto de seus alunos.

Reigota (1997), ao se referir aos resultados de sua pesquisa, aponta para os princípios da chamada Educação Ambiental (REIGOTA, 2001). Argumenta que práticas pedagógicas envolvendo a conservação vegetal, identificação de espécies, reflorestamento entre outras, típicas de profissionais que revelam representações de meio ambiente “naturalista” são limitadas, uma vez que desconsideram os aspectos políticos, econômicos, culturais e sociais. Ressalta a complexidade da problemática ambiental e a necessidade de afastar-se da ingenuidade e do conservadorismo. Para Reigota, não se trata de considerar o ambiente como intocável, mas de levar em consideração a necessidade de se buscar novas formas de relacionamento dos seres humanos e o seu meio, envolvendo outras esferas além da biológica, discutindo a relação sociedade e ambiente e apontando para a necessidade de políticas públicas.

Quanto à representação “naturalista” de meio ambiente, os resultados obtidos por Reigota (1997) foram semelhantes aos obtidos por Moraes (2000), em uma investigação que

visava entender a relação entre a concepção de meio ambiente e a formação profissional. O universo de pesquisa constituiu-se por estudantes e profissionais, de diferentes áreas de conhecimento, ligados direta ou indiretamente às questões ambientais, num total de 491 integrantes, sendo que 63 faziam parte da população em geral, escolhida aleatoriamente. Por ocasião de encontros científicos foi apresentado aos participantes o cartaz publicitário da III Reunião Especial da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), contendo elementos “naturais” (animais marinhos, vegetais, aves e atmosfera). As respostas que as pessoas indicaram estar representada a sua concepção de meio ambiente no cartaz, bem como aquelas que incluíram as atividades humanas, foram igualmente caracterizadas como detentoras de uma concepção “naturalista” de meio ambiente. Estas últimas se referem à interferência negativa das atividades dos seres humanos no “meio ambiente” representado na figura por elementos naturais. Assim, os seres humanos estão excluídos apesar de agir sobre o meio ambiente, revelando uma visão de meio ambiente como sinônimo de natureza, exterior ao homem, o que equivale à idéia de um homem não natural. Essa forte tendência de cunho naturalista foi predominante entre profissionais da área de Ciências da Vida que participaram da III Reunião Especial SBPC e na população em geral.

A concepção mais abrangente de meio ambiente também foi identificada na pesquisa realizada ao ser explicitado o ser humano no cartaz representativo do meio ambiente e foi designada como “globalizante”, categoria definida por Reigota no trabalho *Les représentations sociales de l'environnement et les pratiques pédagogiques quotidiennes des professeurs de sciences a São Paulo-Bresil* (1990). Esta compreensão que inclui os seres humanos ao meio ambiente predominou em maior proporção nos profissionais de Ciências Humanas e Sociais sugerindo que a representação de meio ambiente está ligada à área de formação profissional.

Tendo como referência a publicação de Olivier Godard, *Autonomie socio-economique et externalisation de l' environnement: la théorie neo-classique mise en perspective* (1984), Moraes nos propicia uma reflexão sobre uma melhor compreensão dessas distintas representações de meio ambiente, se considerarmos o meio ambiente como dependente de um sistema de referência. Na representação compreendida como “naturalista”, os seres humanos são considerados como referência e “[...] o meio ambiente como co-sistema de mesmo nível hierárquico que o sistema de referência e exterior a ele [...]” (GODARD, apud MORAES, 2000, p. 91), enquanto que na representação “globalizante” o meio ambiente é entendido como um “[...] sistema englobante que não pode ser compreendido sem se incluir o sistema de referência que faz parte dele.” (GODARD, apud MORAES, 2000, p. 91).

A representação de meio ambiente predominantemente “naturalista” tem sido amplamente discutida (MORAES, 1998, 2000, 2004) por influenciar no enfrentamento do que considera caracterizar-se como a problemática ambiental, referente às questões das ações dos seres humanos sobre os meios físico-químicos (rios, lagos, mares, etc.) e biológicos, sendo estes, os animais e vegetais:

Esse entendimento parcial e distorcido da Problemática Ambiental tem origem na falta de compreensão plena da Dimensão Relacional Humana que expressa como visto, a capacidade que os homens têm de interagir com tudo o que lhes cercam, incluindo não só os sistemas físico-químicos e biológicos, mas também os outros seres humanos. (MORAES, 1998, p. 45).

Nesse sentido, Moraes argumenta a viabilização de estratégias de ensino que possibilitem seu enfrentamento utilizando o conceito de dimensão relacional. Por analogia, a problemática relacional é representada por Moraes como um “iceberg” que, visto de cima, só pode ser percebido pelas suas partes emergentes, separadas e independentes, mas que numa perspectiva mais profunda pode-se perceber que as partes estão conectadas entre si e que constitui um todo que é o “iceberg”:

Assim, questões como o desmatamento, a poluição atmosférica, a poluição das águas, a biodiversidade e a camada de ozônio, normalmente tratadas como questões ambientais, são vistas como questões distintas de outras questões como a violência urbana, a estrutura agrária, a miséria, a crise energética, a corrupção, e assim têm merecido tratamentos diferenciados e independentes. Contudo, ao se analisar de uma forma crítica as origens dessas questões, pode-se considerar que elas estão interconectadas e que podem ser pensadas como parte de um todo, o "iceberg" [...] (MORAES, 2004, p. 4).

Nessa ótica, essa dissertação centra-se em uma das partes emergentes do “iceberg”, referente à mineração do carvão que gera problemas ao solo, ar, água e aos seres vivos, incluindo os humanos. Todavia, entende-se que as questões estejam de fato interligadas umas às outras. Menciona-se, por exemplo, a crise energética, o desemprego local com o fechamento das minas, que atingiu um elevado número de mineiros, e que de acordo com Santos (1995) para o trabalhador constituiu-se em uma “crise” dentro da “crise”, esta última agravada pela crise do trabalho a nível nacional. No entanto, não será esse o foco das discussões aqui presentes.

Por sua vez, Leal (2002) realizou um trabalho em que investigou, mediante análise documental, os programas e planos de ensino das disciplinas que tratam sobre questões

ambientais dos cursos de formação inicial de Licenciatura em Química das Universidades Federais do Paraná (UFPR), Rio Grande do Sul (UFRS), Santa Catarina (UFSC), Santa Maria (UFSM) e a Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ). Os resultados levaram a constatação da predominância da concepção “naturalista” de meio ambiente, evidenciada no estudo da “Química do meio ambiente”, entendida como estudos do ar, das águas e do solo, norteando a formação dos futuros bacharéis e licenciandos em química. Segundo a autora, são praticamente desconsideradas as relações entre os produtos das atividades dos químicos e os problemas resultantes ao meio ambiente, argumentando sobre a necessidade da prevenção — um dos princípios fundamentais da Química Verde (ANASTAS, 1996; INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY, 2000; INTERUNIVERSITY CONSORTIUM “CHEMISTRY FOR THE ENVIRONMENT” (INCA), 2005; LENARDÃO e colaboradores, 2003) nesses cursos.

A pesquisa realizada por Campos (1997) objetivou diagnosticar como estava sendo abordada a questão ambiental nas séries iniciais do ensino fundamental na região de Criciúma. A autora analisou as concepções de meio ambiente e práticas pedagógicas relacionadas à educação ambiental, com 162 professores das redes de ensino municipal e estadual. Destes, 129 atuavam na rede estadual dos municípios que fazem parte da Associação dos Municípios da Região Carbonífera (AMEC) e 33 da rede municipal de ensino. As concepções de meio ambiente foram investigadas utilizando o cartaz que fez parte da pesquisa realizada por Moraes (2000), e os resultados foram analisados a partir das categorias definidas por Reigota (1990). A representação “naturalista” de meio ambiente foi predominante, 56,7% das representações, que, segundo a autora, dificulta a abordagem adequada das questões ambientais. Outros 37% dos participantes evidenciaram uma representação social “globalizante” por considerar o homem como um dos componentes do meio. Essa visão foi considerada indispensável para a compreensão das interações dos componentes do meio em que vivemos, da problemática ambiental e do seu conseqüente enfrentamento. Quanto à educação ambiental, a autora detectou uma preocupação em preservar a natureza, em não modificar o meio, e o homem como um agressor do mesmo. Afirma que atividades como reciclagem do papel, campanha do lixo, plantio de árvore, clube da árvore, etc., desenvolvidas pelos professores, evidenciam uma visão unilateral da problemática ao focar os efeitos, mas não as causas (referindo-se a estas como sócio-político-econômicas). Acerca do contexto local constatou que: “é interessante notar que, apesar de habitarem uma região de mineração de carvão, somente quatro professores explicitaram sua preocupação com a degradação ambiental que esta atividade provoca [...]” (CAMPOS, 1997, p. 59).

A concepção de meio ambiente “naturalista”, com preocupação centrada nos aspectos “naturais”, pode contribuir para manter oculta essa realidade ao não considerar, por exemplo, aspectos políticos, econômicos, sociais e tecnológicos próprios do ser humano integrado nesse meio. Portanto, considera-se imprescindível uma reflexão acerca da concepção de meio ambiente para a “emersão”, no sentido da “conscientização” (FREIRE, 1980) do contexto proporcionado pelas atividades de mineração do carvão, e para o estudo sobre possíveis trabalhos desenvolvidos por professores de Química nas escolas da região de Criciúma. De acordo com Paulo Freire:

Da imersão em que se achavam emergem, capacitando-se para **se inserirem na realidade que se vai desvelando**. Desta maneira, a inserção é um estado maior que a emersão e resulta da conscientização da situação. É própria da consciência histórica. Daí que seja a conscientização, o aprofundamento da tomada de consciência, característica por sua vez de toda emersão. (FREIRE, 1997a, p.102, grifo nosso).

Pesquisadores como Sheibe (2002) acabam atribuindo a um componente físico-químico do meio ambiente a responsabilidade pelo impacto ambiental na região, de maneira valorativamente neutra. Assim, evidenciam-se implicações da concepção de meio ambiente “naturalista” que nos pareceu implícita na seguinte argumentação:

[...] a grande vilã, que confere abrangência regional aos problemas gerados pela mineração, **e que mais justifica a designação da bacia carbonífera** como “Área crítica brasileira, em termos de recuperação ambiental”, é a **Pirita** [...] (SHEIBE, 2002, p. 55, grifo nosso).

Os problemas ocasionados ao meio ambiente, pelas atividades da indústria carbonífera em Santa Catarina, são diagnosticados pelo autor como aqueles que geram poluição resultante da ação do ser humano sobre os meios “naturais”, item constante em “conseqüências ambientais da mineração, beneficiamento e industrialização do carvão em SC”, da obra anteriormente referida. Os problemas deletérios aos seres humanos como, por exemplo, as doenças respiratórias, a anencefalia e a chamada doença profissional dos trabalhadores das minas de carvão (SOUZA FILHO; ALICE, 1996) — a pneumoconiose — são discutidos num item distinto que intitula “o homem: algoz e vítima”, numa neutralidade (consciente ou não) que dicotomiza o ser humano do meio ambiente, o que manifesta implicitamente a sua concepção de meio ambiente subjacente. Também ficam implícitos contornos ideológicos na designação de “grande vilã” que o autor confere à pirita.

Essas idéias ou representações, no entanto, tenderão a esconder dos homens o modo real como suas relações sociais foram produzidas e a origem das formas sociais de exploração econômica e de dominação política. Esse tipo de ocultamento da realidade social chama-se ideologia. (CHAUI, 1989, p. 21).

O ocultamento da realidade social, a qual Marilena Chaui se refere, é também motivo da existência da educação bancária que “[...] por óbvios motivos insiste em manter ocultas certas razões que explicam a maneira como estão sendo os homens no mundo e, para isto, mistifica a realidade” (FREIRE, 1997a, p. 72). Consolida-se no espaço de educação formal, como uma barreira ideológica, uma das possíveis “situações-limites” que impossibilitam os professores de se aproximarem do “inérito viável”:

A educação como prática da dominação, que vem sendo objeto desta crítica, mantendo a ingenuidade dos educandos, o que pretende em seu marco ideológico (nem sempre percebido por muitos dos que a realizam), é indoutriná-lo no sentido de sua acomodação ao mundo da opressão. (FREIRE, 1997a, p. 66).

No diagnóstico sobre o carvão mineral, elaborado pela Secretaria de Estado (SANTA CATARINA, 1990), o tratamento não é muito distinto no que se refere ao ocultamento da realidade social. Os problemas de saúde e acidentes de trabalho que afetam os mineiros são considerados como “aspectos sociais” da mineração, sem a mínima consideração das dimensões de ordem política, econômica, por exemplo, que ocasionam tais “aspectos”. Os “aspectos econômicos e financeiros” são tratados de modo reducionista como custos e preços envolvidos na atividade, e os “políticos” dizem respeito somente às resoluções governamentais acerca da atividade, bem evidenciada na Resolução 004/88, Art. 1º (dezembro de 1988) que trata da desregulamentação da atividade: “a comercialização do carvão mineral nacional pautar-se-á pelo relacionamento direto de setor carbonífero com mercados consumidores, sem a intervenção direta do Governo Federal.” (SANTA CATARINA, 1990, p. 73). Assim, a “conscientização” parece dificultada, talvez com o intuito de manter oculta as razões de ser da realidade e, por conseguinte, da estrutura social. Paulo Freire (1997a, p. 179) diz que, “na verdade, o que faz que a estrutura seja estrutura social, portanto histórico-cultural, não é a permanência nem a mudança, tomadas absolutamente, mas a dialetização de ambas.”.

Ao teorizar sobre a ação cultural, o educador argumenta não ser possível o desaparecimento da dialeticidade permanência — mudança da estrutura social, pois isso implicaria no desaparecimento da própria estrutura social e, por conseqüência, dos homens.

Em suma, o que argumenta é a superação dessas contradições e que estas resultem na libertação humana. Libertação com a qual se compromete a educação progressista de educação, que se empenha na problematização da realidade percebida de forma ingênua. Sendo assim, nos parece que a piritá não deve ser considerada “a grande vilã” dessa história, como será dissertado a seguir.

2.2 O contexto local

A cidade de Criciúma, conhecida como a capital nacional do carvão (VOLPATO, 1984) insere-se no contexto da região carbonífera Sul-catarinense e teve o seu desenvolvimento ligado à mineração do carvão (SANTOS, 1995). Considera-se que a prioridade dada ao fator estritamente econômico por atores sociais ligados a essa atividade, sem levar em conta os impactos ocasionados ao meio ambiente, ocasionou graves problemas ambientais que emergem desse contexto.

A abrangência dos efeitos (pelo menos no tocante à poluição do solo, ar e água) ultrapassa a esfera local e regional, uma vez que não possuem fronteiras, sendo alvos para a discussão e postura crítica de toda a sociedade, um compromisso histórico que temos com os nossos semelhantes e demais componentes do meio ambiente. Esta idéia vai de encontro à “visão totalizada do contexto” argumentada por Freire (1997a), que ao defender o contexto local dos educandos como ponto de partida para o alongamento de sua compreensão do mundo, recebeu muitas críticas por centrar o conhecimento em contextos locais. Críticas as quais revida (FREIRE, 1997b) por considerar jamais ter defendido uma posição reducionista, “focalista”:

Creio que o fundamental é deixar claro ou ir deixando claro aos educandos esta coisa óbvia: o regional emerge do local tal qual o nacional surge do regional e o continental do nacional como o mundial emerge do continental. Assim como é errado ficar aderido ao local, perdendo-se a visão do todo, errado é também pairar sobre o todo sem referência ao local de onde se veio. (FREIRE, 1997b, p. 87-88).

As principais conseqüências ambientais dessa atividade atingem a poluição do meio físico (solo, ar e água), os seres humanos e os outros seres vivos. Muitos desses problemas não precisam de registros para a sua constatação, uma vez que são extremamente visíveis ao se circular pelas rodovias do município de Criciúma (anexo A), assim como os problemas de

saúde relacionados, que fazem parte da experiência vivencial dos alunos que estudam em escolas onde atuam professores integrantes da presente pesquisa.

Por ocasião da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como Rio-92, a Fundação do Meio Ambiente (FATMA) realizou um relatório sobre o perfil ambiental de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 1991). O documento atesta que dentre todas as atividades econômicas do Estado, a mineração é a que provoca os maiores danos ao meio ambiente. Aponta como o sistema hidrográfico mais degradado do Estado, o da região Sul-catarinense, sendo as bacias hidrográficas dos rios Tubarão, Urussanga e Araranguá caracterizadas como comprometidas em 2/3 de sua extensão, devido ao lançamento de mais de trezentos mil metros cúbicos diários de despejos ácidos gerados pelas mineradoras. Estas bacias foram ressaltadas por receberem diariamente três mil e quatrocentas toneladas de sólidos totais, cento e vinte e sete toneladas de acidez, trezentos e vinte toneladas de sulfato e cerca de trinta e cinco toneladas de íons ferro total, ultrapassando assustadoramente, segundo o relatório, os níveis mínimos de segurança previstos pela legislação ambiental. O diagnóstico geral das bacias hidrográficas de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 1997), fez referência às bacias dos rios Araranguá, Urussanga e Tubarão como área crítica, destacando os rejeitos lançados pelas indústrias carboníferas, como os principais poluentes. O leito do rio Tubarão foi apontado como comprometido em quase toda a sua extensão, apresentando valores de pH, concentrações de sulfatos, íons (ferro, níquel e cádmio) e sólidos totais, especialmente em alguns pontos muito alterados. Segundo o documento, os estudos sobre a qualidade do rio Araranguá, feitos na década de oitenta, semelhante à situação do rio Tubarão, foi caracterizada por apresentar baixos valores de pH, elevados teores de sulfato, significativas concentrações de íons ferro, níquel e cádmio, bem como sólidos totais. A bacia do rio Urussanga foi a que apresentou a pior situação, pois encontra-se praticamente comprometida pela extração do carvão. Segundo o diagnóstico (SANTA CATARINA, 1997), a região hidrográfica da bacia carbonífera de Santa Catarina (que inclui as bacias dos rios Urussanga, Araranguá e Mampituba [RH 10], juntamente com a Região Hidrográfica Sul [RH 9] com seus principais cursos de água, rios Tubarão e D'una) colocam-se em quarto lugar entre as mais poluídas do Brasil, constituindo uma das três regiões mais críticas do Estado.

Sheibe (2002) relata a pesquisa realizada por Bender *et al*, *Heavy metal contamination from coal mining in the Rocinha River, Lauro Müller Municipality, Santa Catarina Stat, Southern Brazil* (1999), referente à qualidade das águas nas cabeceiras do Rio Tubarão, formador de uma das maiores bacias hidrográficas de Santa Catarina.

Os pesquisadores detectaram altas concentrações de íons insalubres à saúde humana, especialmente de Fe, Zn, Ni e Mn, pelo aporte da poluição pelo carvão, além de um aumento da acidez, teor de sulfatos e sólidos dissolvidos. Ressaltam que os valores presentes em águas próximas às áreas mineradas e de plantas de beneficiamento são até 2.000 vezes maiores do que os detectados nas cabeceiras — escarpas da Serra Geral (ponto branco), e todos excedendo os padrões do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

Quanto à poluição atmosférica, segundo as estimativas feitas pelo diagnóstico do Estado (SANTA CATARINA, 1991), a indústria carbonífera, as coquearias, o parque cerâmico, as estufas de fumo, a indústria carboquímica, as olarias e a usina termoeletrica Jorge Lacerda lançam mensalmente aos ares da região Sul do Estado, cerca de mil e cem toneladas de material particulado, aproximadamente oito mil toneladas de dióxido de enxofre, cento e setenta e seis toneladas de hidrocarbonetos, doze mil e cem toneladas de óxido de nitrogênio, oitocentos e cinquenta toneladas de trióxido de enxofre e trinta e uma toneladas de fluoretos que, segundo o documento, ultrapassam em muito os limites da legislação ambiental. Os Municípios de Criciúma, Tubarão, Urussanga, Siderópolis e Imbituba são indicados no relatório como os que apresentam os maiores índices de poluição do Estado.

Em Criciúma, são realizados monitoramentos da qualidade do ar, tendo como referência os padrões primários de qualidade estabelecidos pela resolução Conama de 003, de 28 de junho de 1990. Os padrões primários e secundários estabelecidos nessa resolução significam, respectivamente, concentrações máximas desses poluentes, podendo afetar a saúde da população quando ultrapassadas, e aquelas abaixo das quais *se prevê o mínimo de efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna, à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral*. Segundo Mozeto (2001), os padrões primários e secundários de qualidade do ar para o dióxido de enxofre, por exemplo, num tempo de amostragem igual a vinte e quatro horas, são respectivamente de 365 e 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de ar, sendo a média aritmética anual de 80 e 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de ar.

Em Criciúma, adota-se o padrão primário, embora seja preferível o secundário, por ser menor. Os resultados (anexo B) indicam que grande parte das medidas para o dióxido de enxofre em particular, referentes aos padrões primários, permanece na faixa que o relatório expressa como “aceitável”, uma vez que estas não ultrapassa os 365 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Mas estão acima do secundário, 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. No ano de 2001, verificou-se no mês de janeiro, no centro de Criciúma — Avenida Centenário — a concentração de dióxido de enxofre acima da faixa do “aceitável”, tendo em vista a medição de 601,09 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ realizada no dia 18/01. Não foi

possível obter dados atuais de emissão de poluentes atmosféricos, no entanto, é necessário que os cidadãos sejam informados e tenham acesso a esses dados de controle para exercer pressão social junto às autoridades responsáveis, quando os limites mínimos estabelecidos pela legislação não estiverem sendo cumpridos.

Assim, para os alunos dessa região, a poluição atmosférica decorrente da mineração do carvão faz parte do cotidiano e os professores de Química desta cidade, em particular, deveriam saber interpretar esses valores. É para isso que serve o ensino de Química e o enfoque temático contextualizado:

Passando por Criciúma, Siderópolis, Lauro Müller e outras áreas de mineração, especialmente na madrugada, nota-se freqüentemente o forte cheiro de gases de enxofre, resultantes da combustão espontânea dos rejeitos piritosos, em contato com o ar, bem como da coqueificação do pó de carvão, nas muitas pequenas coquearias da região. (SHEIBE, 2002, p. 59).

A poluição do ar pelo lançamento do dióxido de enxofre, particularmente pela queima do carvão mineral, leva ao surgimento das chuvas ácidas. Viel (2001) constatou em Urussanga e Florianópolis precipitações ácidas com uma média do pH de $3,44 \pm 0,02$ e $4,68 \pm 0,74$ para três medições realizadas em Urussanga e Florianópolis, respectivamente. O município de Urussanga foi escolhido pela pesquisadora por possuir muitas olarias e por estar próximo da usina termelétrica Jorge Lacerda. Com relação aos baixos valores de pH analisados em Florianópolis a pesquisadora sugere:

Florianópolis é uma cidade onde não existem grandes fontes de poluição industrial, ou frota automotiva que justifique os baixos valores de pH encontrados nas águas de chuva, o que evidencia um transporte de contaminantes de outras regiões. Os baixos valores de pH encontrados na água de chuva de Urussanga indicam que contaminantes lançados na atmosfera através da queima de combustíveis podem estar sendo eficientemente transportados e depositados na região de Florianópolis. (VIEL, 2001, p. 32).

Esta característica da chuva ácida como um fenômeno que se produz à longa distância, tendo efeitos de ampla extensão, tem sido discutida no âmbito político, por interferir na relação diplomática entre os países:

No Brasil, já têm sido evidenciados na Região Sul indícios de precipitação ácida, chegando a atingir a fronteira do Brasil e provocando reclamações pelos países vizinhos. Esta é uma situação que pode acarretar diversos

problemas, pois pode comprometer de forma negativa as relações diplomáticas entre países fronteiriços. (TEIXEIRA, 2002, p. 292).

Os resíduos sólidos das atividades da indústria carbonífera também foram caracterizados pelo diagnóstico elaborado pelo Governo Catarinense (SANTA CATARINA, 1991) como outro foco de contaminação em cadeia do solo, ar e água, uma vez que foram dispostos a céu aberto ou aos cursos d'água e sem qualquer tratamento. A pirita presente nesses rejeitos — que contém íons metálicos poluentes — em contato com ar e a água, produz compostos de ferro, gases sulfurosos e ácido sulfúrico. Além de afetar a qualidade do solo, ar e água, em muitas regiões deu origem à “paisagem lunar”, devido às enormes pilhas de rejeitos.

Segundo o diagnóstico, a incidência de doenças respiratórias que afetam os moradores da região Sul-catarinense são significativamente maiores que nas demais regiões do Estado. No relato, 70% das internações verificadas nos hospitais da região e 27% dos óbitos são atribuídos a doenças ocasionadas pela poluição de atividades ligadas ao carvão.

Referente aos efeitos nos seres humanos, Giasse (1994) considera que alguns trabalhos relativos aos efeitos do carvão sobre os seres vivos têm sido realizados, mas sobre os seres humanos especificamente ainda são muito poucos. Tal fato nos parece estar relacionado à predominante representação “naturalista” de meio ambiente. A autora argumenta sobre a dificuldade para a obtenção de dados oficiais, sendo necessário recorrer a fontes como jornais de grande circulação no Estado. Os problemas relacionados à saúde são principalmente as doenças do aparelho respiratório, como a bronquite crônica, enfizema pulmonar, as de cunho alérgico, a pneumoconiose e o aumento de malformações congênitas, como anencefalias (GIASSE, 1994). Com relação a esta última, segundo reportagem do Jornal Diário Catarinense (1995, p. 39, apud Sheibe, 2002, p. 60) “entre 1979 e 1984 foram registrados 18 casos [...], um índice de um caso para cada 200 nascimentos, quando a média tolerável (*sic!*) segundo a literatura médica é de um caso para cada 2.000 nascimentos.”.

Considerando ainda os problemas ocasionados aos seres humanos, constata-se uma maior incidência da pneumoconiose, definida pela medicina (SOUZA FILHO; ALICE; DE LUCA, 1981) como doença ocupacional, produzida pela aspiração contínua e prolongada de poeiras que se acumulam nos pulmões — tendo evolução lenta, porém sem regressão — que geralmente leva à invalidez ou à morte precoce, e que afetou de maneira lamentável os mineiros expostos a condições ambientais desfavoráveis. A intensidade do problema ocorreu

pela mecanização da atividade de extração do carvão, no auge da produção, em meados da década de setenta:

A mecanização ocorrida em 1974/75 é simplesmente uma resposta à necessidade de ampliação, provocada pelo choque do petróleo de 1973. A ampliação da produção só pode se dar pelo aumento da produção física (maior número de minas) ou pelo aproveitamento mais racional das existentes. Como a ampliação física é demorada, optou-se pelo aproveitamento mais racional das minas já existentes, só que, com tecnologia mais barata, suficiente apenas para responder às necessidades momentâneas. O aproveitamento de tecnologias mais sofisticadas, com resultados mais positivos, só que com um custo mais elevado, não foi considerado [...] (SANTOS, 1995, p. 146).

O trabalho ininterrupto em função do aumento na produção que, entre os anos de 1976-85 registrou um aumento de 300% (SANTOS, 1995), juntamente com o grande volume de carvão manejado nas galerias, e a circulação do ar que carregava partículas geradas pelas detonações, começaram a deixar em suspensão partículas sólidas de sílica e de carvão. Não obstante, entende-se que estas não devem ser responsabilizadas, assim como a pirita, com mesclas de neutralidade, pelas mortes registradas, uma vez que as condições de trabalho foram “[...] fruto do aparente e irrisório investimento em técnicas anti-poluentes e de medidas de controle e de prevenção das doenças profissionais.” (SANTOS, 1995, p. 57).

Souza Filho e Alice (1991) realizaram um estudo sobre a ocorrência da pneumoconiose na região carbonífera do Sul do Estado de Santa Catarina, diagnosticados em 14 anos de pesquisas. Dos 1.500 casos estudados, 92 foram de fibrose maciça pulmonar progressiva (anexo C) — um estágio avançado da pneumoconiose — que corresponde a 6% dos casos. Segundo os autores (1996), para se ter uma idéia da quantidade de poeira depositada nos pulmões, na realização do exame radiológico muitas vezes o aparelho de raios X chega a falhar e apontam que “[...] o simples cumprimento da legislação vigente, com a fiscalização do Ministério do Trabalho, poderiam por si só evitar o surgimento de tantos casos de doença.” (SOUZA FILHO; ALICE, 1991).

Na publicação de 1981, no qual foi relatado o estudo de 536 casos de pneumoconiose dos trabalhadores das minas de carvão (PTC), no período de 1969 a 1979, os médicos-pesquisadores já apontavam que: “os meios de proteção individual, como uso de máscaras, e geral, como emprego de exaustores e ventiladores, têm sido insatisfatórios.” (SOUZA FILHO; ALICE; DE LUCA, 1981, p. 64).

Afirmam já ser mais de três mil, os casos de PTC e que a Portaria Interministerial (nº 244 de 13 de fev. de 1985) estabeleceu medidas preventivas como o uso de aspiradores de pó ou aparelhos atomizadores de água nas máquinas que produzem poeira, e melhorias nas condições de ventilação. (SOUZA FILHO; ALICE, 1996).

Segundo Sheibe (2002), a utilização de processos a úmido nas operações¹, teria reduzido nos últimos anos a incidência da doença.

Volpato (1984, p. 16) se refere a estes trabalhadores como a pirita humana: “[...] homens precocemente envelhecidos, doentes ou mutilados, estigmatizados socialmente. É o duplo resultado da extração do carvão: bens e riqueza, de um lado; pirita e restos de homens, de outro.”. A pesquisadora faz menção ao discurso ideológico dominante (do opressor como possivelmente argumentaria Freire, 1997a), considerando que 90% dos trabalhadores opinam que o desemprego é uma das conseqüências inevitáveis da mecanização, que ameaça a saúde do trabalhador, mas que a máquina é necessária.

Santos (1995) em sua pesquisa argumenta acerca das razões pelas quais a indústria carbonífera não se modernizou, utilizando tecnologias mais eficientes (anexo D) e que resultariam em um menor custo do produto vendável e também ao meio ambiente. Ao traçar um panorama histórico, no intuito de configurar o que problematizou como “crise” da região carbonífera Sul-catarinense, o autor discute as conjunturas nacionais e internacionais que possibilitaram os ciclos de produção do carvão, entre os quais destaca-se a I e II Guerra Mundial, que dificultaram a importação do mineral, favorecendo a exploração das reservas regionais. Segundo o autor, a crise do petróleo e a necessidade de sua substituição por outras fontes energéticas e também internamente a Revolução de 30 que estabeleceu a obrigatoriedade em termos percentuais de consumo do carvão nacional, foram determinantes nesse processo.

No que se refere às reservas brasileiras de carvão, Santa Catarina se caracteriza por ser o único Estado que possui carvão coqueificável² (SANTOS, 1995, p. 60). No entanto, o carvão siderúrgico nacional se caracteriza por suas limitações em termos de qualidade (alto teor de enxofre e cinzas), e alto custo (OSÓRIO; VILELA, 2002) em relação ao importado, e que possuía, até então, como único comprador, o Governo Federal.

1 Trabalho com as grandes furadeiras, cortadeiras e carregadeiras no interior das minas.

2 Fração que possui as propriedades requeridas na produção de coque para emprego em alto-forno, como redutor do minério de ferro para a produção de aço. No Brasil, o maior consumo de carvão mineral é justamente na produção de coque de alto-forno (OSÓRIO; VILELA, 2000).

Segundo Santos (1995), o subsídio à totalidade dos custos de transporte em 1975, por ocasião da crise do petróleo, por exemplo, reduziu o preço de venda ao consumidor em cerca de 90% :

Todo esse crescimento foi financiado pelo Estado que sempre foi o grande remunerador do capital privado aplicado na atividade, não só com sua política de subsídios como com as despesas com a infra-estrutura e sua proteção de mercado. (SANTOS, 1995, p.172).

Sugere que para os empresários do setor carbonífero não havia interesse em investir em uma atividade que só conseguia mercado consumidor em momentos de crise. Outra consideração foi a de que:

[...] a modernização tenderia a provocar a redução do preço do produto, já que a produtividade cresceria e aos empresários não interessava o rebaixamento do preço, uma vez que o carvão era quase totalmente subsidiado, chegando inclusive a obter benefícios para o transporte [...] (SANTOS, 1995, p. 145- 146).

Com a conseqüente retirada de subsídios por parte do Governo Federal e finalmente com a desregulamentação da atividade no final da segunda metade do século vinte, ocorreu uma retração no consumo. A desregulamentação estabeleceu, dentre outras medidas, o fim da obrigatoriedade do consumo do carvão nacional, a livre importação do carvão com alíquota zero, a extinção do sistema de cotas de produção do carvão e a retirada da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) das atividades ligadas ao carvão, passando a importar o consumido, estabelecendo o fim do mercado do carvão metalúrgico produzido desde 1945.

Porém, a diversificação do setor econômico regional, que segundo Santos ocorreu “nas asas da mineração”, como, por exemplo, o do vestuário, o cerâmico, o de descartáveis plásticos, calçados, bem como o comércio de seus produtos entre outros, possibilitou a superação da crise que atingiu o capital, o que não ocorreu com a do trabalho, ocasionando uma demissão em massa de um elevando número de trabalhadores e o fechamento das minas (SANTOS, 1995). Assim, o setor que empregava quase onze mil pessoas no início dos anos 80, em 1997, possuía pouco mais de três mil e duzentos trabalhadores (CORRÊA, 2001). A cidade de Criciúma deixou de ter seu alicerce econômico ligado exclusivamente à exploração do mineral e o setor carbonífero se mantém devido à produção do carvão energético:

[...] pode ser utilizado para fins energéticos, como nas plantas termelétricas do Complexo Jorge Lacerda em Capivari de Baixo, perto de Tubarão, ou para outros fins industriais, como em fábricas de cimento, onde o alto conteúdo total de cinzas e o poder calorífico relativamente baixo não são impeditivos. (SHEIBE, 2002, p. 50).

Santos (1995) atesta que uma das soluções apontadas a curto prazo para a crise do setor carbonífero foi o aumento da cota para o estoque da Eletrosul, com o aumento de setenta e cinco para cento e vinte mil toneladas garantidas até o fim do Governo Itamar Franco. Argumenta que essa medida ocasionou à época sérios problemas de poluição ao meio ambiente devido à percolação das águas das chuvas que, ao lavarem o material armazenado, contaminava os recursos hídricos.

Em outubro de 1997, o Governo Federal iniciou o programa de privatização dos setores produtores de energia elétrica. No entanto, os novos proprietários continuam assegurando a utilização de cerca de 2/3 do carvão nacional principalmente para a geração de energia elétrica no Complexo Termelétrico Jorge Lacerda, atualmente propriedade da centrais Geradoras do Sul do Brasil S.A. (Gerasul) no município de Capivari de Baixo. A Centrais Elétricas do Sul do Brasil S. A. (Eletrosul), com a nova denominação — Empresa Transmissora de Energia Elétrica do Sul do Brasil S. A., passou a ocupar-se da transmissão de energia (CORRÊA, 2001).

Atualmente está sendo considerado e avaliado o projeto de Usina Termelétrica Sul Catarinense S. A. (USITESC), que tem como proposta base a utilização de tecnologia de leito fluidizado circulante com vistas à sua implantação no município de Treviso (SC). A usina queima carvão bruto em boca de mina, com potência de 440 MW e além de aproveitar os rejeitos de mineração mais antiga, ela é também eficiente para os carvões de baixa qualidade utilizados. Na retórica do desenvolvimento sustentável, a referida usina é chamada de modelo eco-industrial, por esse modelo ser mais competitivo. Advoga-se também que a reutilização dos rejeitos resulta em redução de custos e impactos no meio ambiente (DE LUCA, 2001). Sheibe (2002), nos lembra que: “a localização e os demais aspectos ambientais e econômicos desses novos empreendimentos terão, no entanto, que ser minuciosamente considerados previamente, para evitar a repetição ou até o agravamento dos problemas hoje enfrentados em toda a região.” (SHEIBE, 2002, p. 63).

Segundo Campos (1997), a partir da década de oitenta, quando a região foi declarada área crítica, foram tomadas medidas objetivando reverter o quadro que se delineou, através de um número significativo de programas e projetos, mas “[...] verificou-se pouca ação efetiva,

continuando acentuado o grau de degradação ambiental, pois as ações não tiveram duração suficiente nem continuidade.” (CAMPOS, 1997, p. 8).

Sheibe argumenta que apesar dos esforços no sentido de minimizar a degradação, a constatação de Göthe no Diagnóstico Ambiental da Região Carbonífera Catarinense de (1989) continua válida em 2000: “a degradação continua... até agora, sem controle e proteção. As águas de rejeito ácidas e contendo metais pesados poluem os rios...” (Gothe, 1989, apud Sheibe, 62). Também assinala sobre as conclusões do relatório dos estudos realizados pela Agência do Japão para Cooperação Internacional (JICA) (SANTA CATARINA, 1998b), em cooperação com a FATMA sobre a viabilidade da recuperação das áreas mineradas, em que sugerem que as áreas em atividade (1.432 ha) são mais poluídas do que as abandonadas que perfazem um total de 3.292 ha, sendo que a recuperação destas últimas somente redundaria em benefícios caso fossem realizadas também as das áreas em atividade. Segundo o pesquisador, apesar dessas conclusões, uma área irrisória de cerca de 50 ha abandonadas, está sendo recuperada com recursos federais, advindos parcialmente de empréstimos externos.

O contexto local é caracterizado por situações paradoxais. Como argumenta Giasse (1994), as pessoas que possuem o conhecimento das conseqüências da mineração ou são poucas ou não se manifestam. Segundo a autora, em Criciúma e em bairros onde houve mineração, há afirmações do gênero: “há! Já foi muito pior, hoje está cem por cento melhor” (GIASSE, 1994, p. 93). Eis a manifestação de uma ideologia que tem a função de adequar as pessoas à aceitação da situação e não reivindicar melhorias, contando que já estão sendo realizadas. No seu parecer, problematiza a concretização das mudanças significativas almejadas para Criciúma, considerando que os grupos que detêm o poder econômico são os mesmos que se revezam na política, o que contribui para o agravamento da situação e também considera que “[...] não adianta tratar alguns efluentes que saem hoje das minas, se não forem tratados os focos de poluição [...]” (GIASSE, 1994, p. 120.). Sendo isso considerado um dos princípios da Química Verde — a prevenção.

A Indústria Carboquímica Catarinense (ICC), localizada no município de Imbituba, que apesar de emitir poluentes atmosféricos no seu processo de funcionamento, destinava-se a aproveitar as pilhas de rejeitos piritosos, para produzir ácido sulfúrico e fosfórico, foi desativada em 1991, e a pirita “[...] voltou a ser deixada junto com os demais rejeitos da mineração, aumentando portanto o seu potencial poluidor em toda a região.” (SHEIBE, 2002, p. 59).

Nessa lógica, enquanto houver endosso a decisões tecnocráticas, é pouco provável que ocorra a superação das contradições existentes no contexto local. Faz-se necessário que,

na aproximação de uma sociedade efetivamente democrática, a tomada de decisões quanto a empreendimentos tecnológicos não resulte mais somente dos *experts*, mas que tenha também a participação dos cidadãos, nesses processos que levam muitas vezes a conseqüências indesejáveis:

Esse sistema precisa ser questionado e uma nova forma de controle pela sociedade precisa ser estabelecida, de modo a serem criados mecanismos em que grupos de ativistas possam cada vez mais ter acesso às informações relevantes sobre as conseqüências do desenvolvimento tecnológico. (SANTOS; MORTIMER, 2001, p. 8).

No que concerne à ótica do direito Ambiental Brasileiro, Côrrea (2001) aponta três leis de fundamental importância: a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 e a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), a Lei nº 7.347 de 24 de julho de 1985 e a Constituição Federal. Segundo o autor foi somente após a Conferência Mundial de Meio ambiente de 1972, realizada em Estocolmo, que o Brasil passou a adotar uma política nacional para o meio ambiente. Até então o Estado estava às voltas com a necessidade de crescimento econômico, legitimando agressões ao meio ambiente tal qual ocorreu com o intenso protecionismo que foi dado à atividade de mineração do carvão, por exemplo. Foi a partir desta lei que foram criados o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) e também o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

A Lei n. 7.347, de 24 de julho de 1985, também chamada Lei da Ação Civil Pública, foi outro marco importante do Direito Ambiental Brasileiro, e visa a tutela de interesses coletivos, difusos, individuais homogêneos e a defesa do patrimônio público e social. Através dessa lei foi possível assegurar pela Ação Civil Pública n. 698, de 27 de novembro de 1995, um dos últimos “cinturões verdes” do município de Criciúma, com solo ainda fértil, rico em nascentes e cursos d’água e que servem de fonte e abastecimento a cerca de cinco mil pessoas que dependem direta ou indiretamente da agricultura (CORRÊA, 2001). A área em questão corresponde a 1. 568,31 ha e em seu subsolo há uma extensa jazida de carvão mineral, cujos direitos exploratórios pertencentes à União foram concedidos à empresa Nova Próspera Mineração S. A., em 1992.

O embate que se travou entre diferentes atores sociais é bem apropriado para ser explorado numa situação de ensino como um caso simulado — uma estratégia metodológica utilizada nos casos CTS (GORDILLO, citado por KOEPSEL, 2003) por envolver posições contraditórias, jogo de interesses e conflitos.

Por um lado, a notória capacidade econômica do grupo empresarial envolvido em todo o episódio, por outro os 480 mineiros reivindicando o direito ao trabalho (por terem sido demitidos pela empresa na ocasião do evento), além da comunidade organizada que recebeu o apoio irrestrito segundo relata o autor de associações de classe (inclusive dos mineiros no início do movimento), igrejas, universidades, associações de moradores e empresários. Alguns fragmentos de jornais, extraídos do trabalho de Côrrea (2001, p. 107-108), ilustram o clima tenso que se estabeleceu por ocasião do movimento popular:

480 MINEIROS DA NOVA PRÓSPERA ESTÃO DEMITIDOS
(Jornal da manhã, Criciúma. 15-16 jun. 1996. p. 1 e 5);

PROTEÇÃO AMBIENTAL: LEI É MANTIDA NUM CLIMA DE
TENSÃO E MUITA VIOLÊNCIA
(Tribuna Criciumense, Criciúma, 15 nov. 1996. p.6 e 7);

PROJETO LEI É REJEITADO E MINEIROS DEPREDAM O FÓRUM DA
COMARCA
(Tribuna Criciumense, Criciúma, 15 nov. 1996. p.1).

O autor, que atuou como promotor público na ação, exalta o trabalho coerente, corajoso e muito unido dos agricultores e moradores da área que contribuiu para o sucesso da ação e inclusive ao aprimoramento da legislação ambiental do município de Criciúma, que se estendeu aos municípios vizinhos. Atualmente encontram-se agrupados em uma organização não governamental chamada — Consciência Ecológica do Morro Estevão e Albino (CEMEA) — fundada em meados de 2000.

Sempre será possível, segundo Corrêa, encontrar na ordem constitucional vigente as mais variadas formas de participação popular nas decisões que afetam o modo de vida da comunidade. Cita, como exemplo do direito à informação, o acesso ao Estudo de Impacto Ambiental (EIA), o edital de convocação para audiências públicas, a publicação dos pedidos de licenciamento ambiental e as advertências nos rótulos, dando conta da origem e dos possíveis danos provocados por determinados produtos notoriamente prejudiciais à saúde humana.

A resolução nº 9 do Conama, de 3 de dezembro 1987, por exemplo, se refere à Audiência Pública, determinando que o órgão encarregado do meio ambiente promoverá a realização da mesma quando julgar necessário, ou caso seja solicitado por entidade civil, ou por 50 ou mais cidadãos, sendo as autoridades ambientais locais responsáveis pela organização e realização da audiência (SANTA CATARINA, 1998b).

A carta constitucional de 1988 no seu art. 225 concentrou o mais importante princípio de Direito Ambiental, ainda que de acordo com Corrêa (2001) como resultado das preocupações levantadas em Estocolmo:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (SANTA CATARINA, 2000, p. 4).

Nesse contexto, as instituições escolares têm um importante papel na formação de pessoas conscientes para o exercício da cidadania. Entende-se que a “conscientização” seja relevante por favorecer também a participação e o compromisso social dos alunos, no sentido de superar os atentados ao meio ambiente que afligem ainda hoje o contexto local, e que não pode evidentemente ser empreendida por uma concepção bancária de educação. Esta impede a manifestação da palavra interrogativa, considerada perigosa pelos que lutam pela permanência da estrutura social e, portanto, pela educação bancária: Por quê?

Dessa forma, não é fácil a “emersão da consciência”, “[...] que é sempre ser consciência de, não apenas quando se intencionada a objetos, mas também quando se volta sobre si mesma [...]” (FREIRE, 1997a, p. 67), numa sociedade em que as ideologias ocultam e opacizam a realidade, mantendo-nos muitas vezes num estado de passividade e ingenuidade anestésiantes. A “inserção crítica” empreendida no contexto local com intuito de melhor compreendê-lo como um processo de “conscientização” não acaba jamais:

A conscientização é, neste sentido, um teste de realidade. **Quanto mais conscientização, mais se “dês-vela” a realidade**, mais se penetra na essência fenomênica do objeto, frente ao qual nos encontramos para analisá-lo. Por esta mesma razão, a conscientização não consiste em “estar frente à realidade” assumindo uma posição falsamente intelectual. (FREIRE, 1980, p. 26, grifo nosso).

Se considerarmos a pirita como a “grande vilã” dessa história, possivelmente isso iria ater-nos a uma abordagem eminentemente “técnica” dessa problemática e que contornaria o problema de forma eficiente e neutra. No entanto, visando a efetivação da contextualização no ensino de Química para a formação da cidadania e condizente com uma concepção progressista de educação, a abordagem da chuva ácida, enquanto exemplo de tema socialmente relevante, deve incluir considerações que propiciem reflexões dos fatores que resultaram nos problemas ambientais destacados, como os de ordem política, econômica, tecnológica, social, implicando este último aspecto a:

[...] compreensão da dinâmica de funcionamento da sociedade, dos conflitos de interesse inerentes a sua forma de organização, o conhecimento dos princípios da legislação, dos mecanismos de participação dos indivíduos na sociedade e do seu poder de pressão junto a governantes e empresários [...] (SANTOS; SCHNETZLER, 1997, p.120).

No que tange às tecnologias preventivas da chuva ácida, é importante considerar, mesmo que de forma breve, a discussão feita pela Química Verde, e o seu princípio fundamental — a prevenção — bem como alguns apontamentos discutidos para o processo de formação de professores de Química visando sobretudo contribuir com a superação da problemática ambiental, na perspectiva de uma “Química para o meio ambiente” (LEAL, 2002).

2.3 Química Verde e a prevenção da chuva ácida

Os problemas de poluição que afligem Criciúma, resultantes da utilização indiscriminada do carvão mineral, estão inseridos na discussão da caracterizada crise ambiental de nossos tempos. Essa problemática tem propiciado crescentes indagações a nível mundial devido ao quadro preocupante delineado e ao desafio que é o seu enfrentamento.

Entende-se que suas origens têm raízes ligadas ao estilo de vida vinculado ao pensamento econômico predominante e que originou o modelo de sociedade industrializada na qual vivemos. Dessa forma, o interesse individual de alguns segmentos sociais que representam uma minoria beneficiada, a lucratividade e o imediatismo em detrimento dos interesses da coletividade a longo prazo, impediram a adoção de uma perspectiva ambientalmente compatível. A incessante destruição do meio ambiente ocorreu com respaldo do poder público, em nome de uma política desenvolvimentista.

Tendo em vista a gravidade da situação deflagrada, três conferências mundiais das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento foram realizadas. A primeira em Estocolmo, na Suécia, em 1972; aconteceu vinte anos mais tarde no Rio de Janeiro, o segundo que ficou conhecido como Rio-92 e o terceiro em Kyoto no Japão em 1997, onde 179 países ratificaram a resolução de reduzir as emissões de gases para o ano de 2010 aos níveis de 1990 (DE LUCA, 2001). No protocolo que entrou em vigor em fevereiro de 2005, não consta a presença dos E.U.A., deixando evidente ao mundo a pretensa supremacia deste país e a prevalência dos valores monetários às custas do prejuízo de todo o planeta.

Nesse cenário que despertou a responsabilidade para com os problemas ambientais no mundo, a Química Verde vem se consolidando como um campo de pesquisa e uma nova maneira de refletir as atividades químicas e os impactos de poluição ambiental causados por aquelas. Nesse modelo está inserida a necessidade de uma prática química que, mediante uma postura ética, antecipe os problemas de poluição no meio ambiente, isto é, que aja preventivamente. De modo que é melhor prevenir do que remediar, pois quanto menos se prevenir maior a necessidade de monitoramento e saneamento dos poluentes emitidos, que nem sempre resolvem satisfatoriamente o problema.

Portanto, a preocupação central está em superar a mera eficiência “técnica” e econômica dos processos químicos, considerando que os processos que geram poluição possam ser substituídos por alternativas menos poluentes ou não poluentes. Nesse sentido, norteando a Química Verde, estão doze princípios fundamentais, dos quais se destaca a prevenção, ou redução na fonte, como o mais eficiente em termos de minimizar os problemas de poluição no meio ambiente: “prevenção: evitar a produção do resíduo é melhor do que tratá-lo ou ‘limpa-lo’ após sua geração.” (LENARDÃO, 2003, p. 124).

Os demais princípios são *Economia de Átomos, Síntese de Produtos Menos Perigosos, Desenho de Produtos Seguros, Solventes e Auxiliares mais Seguros, Busca pela Eficiência de Energia, Uso de Fontes Renováveis de Matéria-Prima, Evitar a Formação de Derivados, Catálise, Desenho para a Degradação, Análise em Tempo Real para a Prevenção da Poluição e Química Intrinsecamente Segura para a Prevenção de Acidentes*.

Em publicação recente num meio de divulgação científica da Química Verde na América Latina, Humeres e colaboradores (2002) socializam com os membros da comunidade estudos empreendidos sobre os mecanismos da dessulfurização dos gases efluentes da combustão do carvão que gera um produto que possui aplicação industrial, o sulfeto de carbono, evitando assim maiores prejuízos ao meio ambiente. Segundo os autores:

Existem processos que eliminam SO_2 na forma de algum produto de interesse comercial e aqueles que somente remediaram produzindo resíduos não utilizáveis. Os métodos que objetivam apenas remover o SO_2 , sem recuperação, podem converter um problema de poluição atmosférica, em poluição das águas ou problema de eliminação de resíduos sólidos, enquanto os métodos de recuperação necessitam de mercado para o produto final. A maior parte dos processos de recuperação de SO_2 o recuperam na forma de SO_2 líquido, ácido sulfúrico ou sulfato de amônio ou cálcio. (HUMERES, 2002, p. 320).

Destaca-se a importância do debate dessas questões entre os pesquisadores no momento atual e o potencial desse enfoque para abordagens temáticas na perspectiva de educação para a cidadania. Assim, considera-se que não se trata apenas de uma questão do ponto de vista da ciência, mas também para o campo da educação.

Leal (2002) ressalta sobre a necessidade de intervir de imediato nos processos formativos dos licenciandos em Química para atuarem frente à complexidade da problemática ambiental, onde se demonstre preocupação na formação de um químico que saiba atuar e desenvolver processos e produtos químicos menos poluentes, com destaque à prevenção. Segundo a autora, nessa perspectiva são considerados não apenas os aspectos químicos mas, os sócio-ambientais envolvidos, ou seja, trata-se de uma maneira de repensar nesses cursos as atividades químicas e os valores subjacentes. Sugere essa questão trabalhada numa perspectiva de contemplar a “química para o meio ambiente” incluindo aspectos sociais, históricos e culturais na construção do conhecimento científico.

É fundamental, no entanto, ressaltar que não se trata de uma questão que pode ser resolvida somente do ponto de vista da ciência química: “um grande número de processos tem sido propostos para remover o dióxido de enxofre de gases de exaustão, mas poucos têm alcançado escala comercial.” (HUMERES, 2002, p. 320). Deve-se apontar principalmente para o princípio fundamental da química verde — a prevenção — mas superar a visão unilateral, restrita ao “aspecto técnico”. Segundo Pacey (1990) a maioria das pessoas identifica e se atém a esse aspecto, caracterizado, por exemplo, pelo conhecimento de como fazer as coisas funcionarem, envolvendo nessa esfera o conhecimento químico e, neste caso em particular, o entendimento do princípio de funcionamento das tecnologias preventivas da chuva ácida. O termo “técnica” é sugerido pelo autor como o mais indicado, e não o termo tecnologia, já que a compreensão da “prática tecnológica”, envolve além do aspecto técnico, o organizacional e cultural, este último incorporando, os objetivos e os valores envolvidos.

O enfoque no “aspecto técnico” — gera passividade — e torna as pessoas alheias ao que realmente é pertinente considerar: a interferência dos cidadãos na sociedade pela participação pública nos processos decisórios referentes a temas envolvendo ciência-tecnologia, que é algo postulado pelo emergente enfoque CTS no contexto brasileiro.

3 A APROXIMAÇÃO DO CONTEXTO LOCAL

3.1 O primeiro momento investigativo

Para realizar o presente estudo desenvolveu-se uma pesquisa qualitativa de caráter etnográfico. Para Triviños (1987), a pesquisa etnográfica é uma forma específica de investigação qualitativa e se caracteriza pelo interesse no conhecimento de uma realidade cultural: “a etnografia baseia suas conclusões nas *descrições* do real cultural que lhes interessa para tirar delas os *significados* que têm para as pessoas que pertencem a esse tipo de realidade.” (TRIVIÑOS, 1987, p. 121, grifo do autor).

Segundo o autor, a idéia de “contexto” insere-se neste enfoque de pesquisa se a entendermos como um “estudo da cultura”, que tem um valor essencial para alcançar das pessoas a compreensão mais clara de suas atividades. Entende-se que esse tipo de pesquisa seja condizente com o propósito de nosso estudo, que centra-se na investigação do pensar de um grupo de professores de Criciúma, sobre o contexto de mineração do carvão, que causa sérios problemas ao meio ambiente, ao defender-se a abordagem temática no ensino de Química.

A escolha inicial, foi trabalhar com uma amostra reduzida, constituída por cinco dos treze professores de química da maior escola¹ de ensino médio da rede pública estadual. Nela, encontravam-se matriculados um número expressivo de alunos: cinco mil e oitocentos, dos quais um número muito próximo de quatro mil cursavam o ensino médio e os outros no ensino profissionalizante, que inclui o curso técnico em química.

Para realizar a coleta de dados recorreu-se à entrevista semi-estruturada. Segundo Triviños (1987), este é um dos principais meios que do pesquisador dispõe, pois ao mesmo tempo em que valoriza a sua própria presença, oferece todas as perspectivas possíveis para que o informante alcance a liberdade e a espontaneidade necessárias.

O professor que se dispôs a participar da entrevista-piloto foi informado que se tratava de um levantamento da compreensão dos professores de Criciúma sobre a relação meio ambiente e o ensino de Química, demonstrando desejo de participar da pesquisa. Optou-se pela gravação, com o consentimento do mesmo. Após a transcrição da entrevista e uma análise crítica do estudo-piloto, o instrumento de pesquisa se revelou falho sendo considerado insuficiente e inviável para atingir os objetivos propostos. Além do mais, a entrevista se

¹ CEDUP — Abílio Paulo

estendeu por um período muito longo, o que não é recomendado pela literatura (TRIVIÑOS, 1987). Outros fatores determinantes para o redimensionamento da pesquisa foram informações obtidas junto ao professor referentes à possibilidade da escola perder o caráter de ensino médio e também a adoção de apostilas direcionadas ao vestibular (apostilas de cursinho). No tocante à instituição, esta possui um forte caráter técnico-profissionalizante e propedêutico, justamente barreiras que dificultam os professores de se aproximarem do “inédito viável”.

Defende-se um ensino de Química para o exercício da cidadania, no afã de “desvelar a realidade” (FREIRE, 1997a, b) e as injustiças sociais. Um ensino que encoraje os alunos a serem críticos e comprometidos com mudanças, e isso para qualquer escola de ensino médio. Assim sendo, optou-se por realizar uma amostragem dos professores de Química distribuídos pelas escolas públicas da rede estadual de ensino. A escolha por estas foi opcional e também porque são em bom número.

3.2 O segundo momento investigativo

O propósito inicial esteve centrado na seleção de uma amostra significativa de professores para a aplicação inicial de um questionário (anexo E) com questões fechadas, duplas (fechada e aberta) e abertas (GIL, 1994), e a partir disso, aprofundar o processo investigativo realizando uma entrevista semi-estruturada com cinco professores. As questões duplas e abertas foram gravadas e posteriormente transcritas pela pesquisadora.

Na elaboração do instrumento de pesquisa, incluiu-se uma questão buscando a compreensão do contexto local e cotidiano, e sobre a abordagem (ou não) de temas nas aulas de química. Algumas das possíveis “situações-limite” foram apontadas como dificuldades que poderiam estar surgindo para trabalhar com os temas.

3.2.1 A delimitação do grupo de professores

O município de Criciúma apresenta um total de treze escolas da rede estadual com ensino médio. Esta informação foi obtida junto a Gerência de Educação e Inovação (GEREI) de Criciúma-SC (anexo F). Esta alegou não ser possível informar o número total de professores de Química da rede estadual no município. A informação foi obtida por telefone nas secretarias das escolas e com alguns diretores, assim como alguns dados referentes à formação (bacharéis, licenciados, em formação, lotados ou não) relevantes para auxiliar na

delimitação da amostra de pesquisa. Considerou-se importante que o professor fosse licenciado na área e efetivo, este último critério devido à sua permanência na instituição, condição favorável para a viabilização das mudanças almejadas nos currículos e programas de ensino. Nesse levantamento, obteve-se um total de trinta e quatro professores atuantes no ensino médio de Química das escolas públicas estaduais de Criciúma. Treze dos quais na instituição a que se fez menção na primeira aproximação do contexto local. Outro ponto relevante para a delimitação da amostra foi a proximidade das escolas de regiões mineradas. Para tanto, solicitou-se essa informação junto à GEREI (anexo G).

Todavia, pela aproximação do contexto local, na conversa com tantos anônimos (que muito contribuíram para a realização desta pesquisa), obteve-se a informação de que bairros que não constavam na listagem enviada pela GEREI, haviam sido cenários de atividades da indústria carbonífera. Um deles, por exemplo, só não consta como região minerada, porque os moradores da comunidade não permitiram a exploração de carvão na área, que é destinada à agricultura (anexo H).

Cada escola da rede pública de Criciúma possui pelo menos um dos quinze integrantes da amostra definitiva¹. Todos são licenciados e efetivos nas suas respectivas escolas. No anexo I é encontrada a ficha denominada “Dados de Identificação”, através da qual obtivemos informações sobre a formação, carga-horária, o tempo em que moram na região, etc. No anexo J, estes dados encontram-se organizados, caracterizando o grupo devidamente codificado com pseudônimos.

A maioria habita há mais de vinte anos na região. Destes professores, Henrique possui maior tempo de magistério (trinta anos) e menor tempo de residência na região (sete anos), seguido de Marta que atua há vinte e seis anos como professora e possui maior tempo de vivência na região (quarenta e nove anos).

Alguns possuem mais de um curso na formação inicial, que é o caso de Beatriz e Tiago que possuem formação também em Biologia. Marcos, Lucia, Marta e Mateus possuem outras habilitações em Química, além da Licenciatura. Em formação continuada na área da Educação estão Joana, Marcos, Beatriz e Manoel. Tiago possui doutorado na área de solos e meio ambiente e também é professor de ensino superior. Marilene está cursando mestrado na área de Engenharia de Materiais e possui outra atividade profissional além do magistério, assim como Mateus. A grande maioria atua exclusivamente na docência, sendo que seis possuem uma carga horária elevada – igual ou superior a 50 horas/aulas semanais.

¹ À exceção de uma escola em que não foi possível à viabilização de horários junto ao professor.

Um professor que não consta na amostra definitiva se dispôs a realizar um estudo-piloto do questionário. Alguns ajustes foram necessários como, por exemplo, realizar a gravação da justificativa quanto à frequência da abordagem da química do cotidiano (questão fechada), pois “situações-limites” emergiram na argumentação dessa questão. Os questionários tiveram uma duração média de 15-20 minutos e alguns se estenderam mais. A questão de um instrumento de pesquisa rápido, nesse contato inicial, mostrou-se essencial, considerando a carga horária de trabalho elevada de alguns professores. O contato com os profissionais ocorreu durante cinco meses, divididos entre os dois momentos, isto é, o questionário e a subsequente entrevista com os professores selecionados.

3.2.2 Critérios de análise dos textos produzidos

Para a compreensão do fenômeno investigado, utilizou-se nas questões abertas do questionário que foram gravadas e posteriormente na entrevista semi-estruturada, o processo da análise textual discursiva (MORAES, 2003). Este processo analítico considera que novos entendimentos emergem de uma seqüência de três ciclos, a saber: a unitarização, categorização e comunicação.

O primeiro momento consiste na fragmentação ou desconstrução do texto, examinando-o em seus detalhes, extraíndo dele fragmentos do que é significativo à pesquisa, ou seja, as unidades de significado. Estas unidades são extraídas com base nas teorias e pontos de vista do pesquisador e são pertinentes com os propósitos da pesquisa. Portanto, a medida dessa fragmentação resulta da decisão do pesquisador.

A categorização consiste no sentido inverso, ou seja, no estabelecimento de relações entre as unidades de significado, no sentido de compreender como estas podem ser reunidas pelas semelhanças. Optou-se por construir as categorias teóricas a partir da análise dos textos, ou seja, as categorias emergentes.

Segundo o autor, a intensa impregnação com o material de análise proporcionada pelos dois momentos anteriores, propicia a compreensão do fenômeno investigado. Contudo, esse processo implica em deixar que os fenômenos se manifestem, sem lhes impor um direcionamento. Finalmente, segue a etapa de comunicação, que se constitui na nova compreensão do todo, o objetivo da análise.

Conforme atesta Moraes (2003, p. 201) a pretensão é construir “[...] um novo texto, um metatexto, que tem sua origem nos textos originais, expressando um olhar do pesquisador sobre os significados e sentidos percebidos nesses textos”. Este ciclo de análise considera que

toda leitura é feita a partir de alguma perspectiva teórica, ou seja, atribui-se um significado a um conjunto de significantes, tendo em vista os conhecimentos do pesquisador. Por conseguinte, diferentes teorias possibilitam diferentes leituras de um texto, o que implica que o pesquisador se assuma como autor dos textos que analisou.

3.3 Análise da aproximação do contexto

Os resultados obtidos nessa etapa são considerados como provenientes de uma aproximação com os professores utilizando-se um instrumento de pesquisa (anexo E) que não explicita o contexto de mineração do carvão. Na etapa seguinte, foi apresentado aos professores selecionados para uma entrevista, um texto que focaliza o problema da chuva ácida e cita Criciúma como um dos pólos emissores dos poluentes precursores do fenômeno no Brasil (anexo K).

Um número expressivo de professores dez dos quinze afirmou trabalhar com temas em suas aulas. Contudo, realizou-se a contagem dos exemplos de temas apresentados pelo grupo para abordagens vinculadas ao contexto em foco, e os assuntos agrupados foram os seguintes: problemas de poluição no meio ambiente (45,0% das indicações), e problemas relacionados à chuva ácida, à poluição e ao tratamento de água (25% das indicações), possivelmente relacionados às atividades de exploração e uso do carvão. Os resultados da presente pesquisa apontam para a predominância de abordagens descontextualizadas no ensino de Química em Criciúma, considerando a vivência estudantil no contexto de mineração do carvão (SANTOS; SCHNETZLER, 1997). A Tabela 1 reproduz esses resultados:

Tabela 1 – Assuntos indicados como temas pelos professores

Poluição do meio ambiente	Número de Citações	Outros temas	Número de citações
Pilhas e baterias (descarte)	1	Drogas	6
Efeito estufa	2	Cigarros e suas implicações	1
Chuva ácida	4	Tabagismo	1
Tratamento de água	2	Radioatividade (bomba atômica)	1
Camada de ozônio	2	Radiação (proteção)	1
Reaproveitamento do lixo doméstico	1	Agrotóxicos (problemas – saúde humana)	1
Reciclagem	2	Aditivos	1
Queimadas	1	Transgênicos	1
Poluição de um modo geral (ar, solo ou águas)	7	Medicamentos	3

Continua na próxima página

Agrotóxicos (uso DDT problemas - florestas e animais)	1	Alimentos	1
		Dietas	1
		Polímeros	1
		Bafômetro (funcionamento)	2
		Substâncias do dia-a-dia	1
		Crescimento de um pão (calor envolvido)	1
		Fontes de energia (eólica, termelétricas, hidrelétricas, gás natural)	2
		Petróleo	1
		Acidez das frutas	1
		Desperdício de energia	1
		Amor	1

Quanto ao termo “tema” é importante ressaltar que ocorreram indícios da falta de um entendimento do seu significado no processo de ensino-aprendizagem. Observa-se na Tabela 1, por exemplo, o processo de crescimento de um pão e as substâncias do dia-a-dia, indicados como temas. Alguns professores não responderam de imediato a questão, havendo indagações do tipo: “*Temas, como assim?*” (Ana Paula), “*Como temas assim como, como é que tu diz, temas?*” (Cláudia), “*Escolher um tema, por exemplo, a água, assim?*” (Helena), “*Temas assim tu diz, tipo ah! radioatividade, chuva ácida essas coisas assim?*” (Marilene), “*Temas assim relativos a,a,a*” (longa pausa) (Marta), “*Olha, os temas, os temas aí, são as atividades de aprendizagem, é isso?*” (Gabriela).

Neste trabalho entende-se um ensino de química contextualizado a partir de temas sociais, que é diferenciado do “modismo” do ensino do cotidiano, restrito a nominalizações científicas de produtos de uso diário e introdução de alguma aplicação no dia-a-dia da conceituação científica (SANTOS; MORTIMER, 2000). De acordo com esses autores, trata-se de um tipo de ensino enciclopédico bem diferenciado de um ensino com enfoque CTS, em que a abordagem inclui muitos outros aspectos além dos científicos. Nessa perspectiva, entende-se como um ensino de química contextualizado aquele que se aproxima da vivência estudantil, situações como a ilustrada no anexo A, por exemplo. Problemas críticos e de extrema relevância que precisam de uma ampla ação social visando melhorias, e isso implica na sua compreensão não apenas do ponto de vista do conhecimento científico. Com relação à questão 6 (anexo E) que busca a compreensão do contexto local e cotidiano, à exceção de Henrique, os demais professores apontaram exemplos que trabalham em suas aulas. Dentre todos, apenas Mateus indicou como cotidiano um dos problemas de poluição no meio ambiente que emerge do contexto local, a chuva ácida: “... *vários, efeito estufa como ocorre, chuva ácida em reações químicas ...*”.

Embora o professor entrevistado a tenha expressado vinculada a um tópico químico dos livros didáticos tradicionais constitui-se em um diferencial por apontar (consciente ou não) um problema vinculado à mineração, como o cotidiano dos seus alunos. Na aproximação do contexto local, apenas Marta explicitou o contexto em questão e a preocupação com os problemas ambientais relacionados, ao justificar a negativa em não trabalhar temas nas suas aulas:

“... Criciúma uma região altamente comprometida né, pela exploração do carvão [...] sobre metais pesados em verdura, não sei como é que isto está sendo cuidado, não sei se estão sendo feito um controle, né se ela está, se as verduras estão absorvendo estes metais pesados, porque tu incentiva horta, plantação, tudo, mas, não tem que ver isso aí com eles né, se essa mistura de terra com rejeitos de carvão [...] essa planta não está absorvendo metal pesado e passando pras pessoas [...] é assunto que às vezes eu me preocupa porque as pessoas tá plantando e não sabe... né a qualidade do terreno porque aqui tudo, a maioria das pessoas moram em área que foi degradada [...] Criciúma e né, todo esse processo de mineração, o que está sendo feito, o que se pode fazer [...] eu passo aquilo que a gente recebe assim, informativo um pouco né, e passo, mas não chega a ser assim aquele trabalho poderia se fazer né, eu acho”.

Essa professora, paradoxalmente, manifesta a sua plena convicção na viabilidade de um ensino propedêutico. Admite a abordagem de temas, desde que não prejudique o desenvolvimento do conteúdo tendo em vista as exigências das convencionais provas de seleção para o ingresso no ensino superior. Neste caso, os enxertos CTS (KOEPSEL, 2003) poderiam ser propostos como forma de inserção imediata dessas discussões, uma vez que não necessitam de mudanças “drásticas” na estrutura dos programas conceituais:

“... eu acho assim ó, a gente tem um compromisso com eles, esse compromisso de passar o conteúdo e formar para, tem toda essa questão do vestibular também, eu até gostaria, desde que eu tivesse como cumprir todo esse conteúdo nesse tempo [...] então eu tenho um pouco de medo porque muitas pessoas que eu vi até... no colégio que tentaram em outras áreas, então ficou muito restrito a algumas coisinhas, e o básico os alunos tiveram problemas bastante sério [...] os alunos perderam muito a nível de conteúdo, então eu acho que a gente, tudo bem pode trabalhar, desde que não prejudique o andamento do conteúdo, necessário pro vestibular ...” (Marta).

Segundo Zabala (1998), em um ensino propedêutico em que se necessita acima de tudo “saber”, de pouco “saber fazer” e que não é muito necessário “ser”, há muitos conteúdos conceituais, alguns outros conteúdos procedimentais e poucos atitudinais, estes últimos englobando valores como solidariedade, respeito aos outros, e também atitudes como cooperar com o grupo, etc. Na compreensão da professora Marta, os conteúdos de ensino-aprendizagem parecem estar centrados nos conceitos, e não havendo o ensino preponderante destes, considera-se “perda de conteúdo”. Por outro lado, defende-se: “[...] também serão conteúdos de aprendizagem todos aqueles que possibilitem o desenvolvimento das

capacidades motoras, afetivas, de relação interpessoal e de inserção social” (ZABALA, 1998, p.30).

Quanto às práticas pedagógicas do grupo pesquisado, emergiram compreensões que foram categorizadas em: o distanciamento das situações-problema cotidianas, o distanciamento do conteudismo, assim como as “situações-limites” associadas.

3.3.1 O distanciamento das situações-problema cotidianas

Esta categoria engloba compreensões que distanciam os professores das situações de contextos significativos que precisam ser discutidas não somente do ponto de vista do conhecimento científico, mas também de suas implicações sociais. Contudo, caracteriza-se pela ênfase nos conhecimentos químicos, geralmente indicados em termos de tópicos químicos, como usualmente os listam a maioria dos usuais livros didáticos de Química, em detrimento das situações-problema cotidianas¹. Comparece centrada na relevância conceitual e pode contribuir sobretudo para manter ausente a abordagem crítica da realidade de contextos relevantes.

Manifesta-se uma prática pedagógica como o ensino de conceitos científicos, relacionando-os às substâncias e às exemplificações do dia-a-dia, à realização de atividades experimentais com materiais do cotidiano, a ilustrações de substâncias químicas nos produtos industrializados e de uso diário. Não se evidencia diferenciação nessas indicações por estarem estas centradas no aspecto conceitual, e não se distanciam na busca da compreensão das situações cotidianas que parecem ser abordadas para trabalhar conceitos. Indica tratar-se do ensino de conceitos científicos relacionando-os aos fenômenos cotidianos, outrora investigados como a contextualização no ensino de Química (SANTOS; MORTIMER, 1999a, 1999b). Os exemplos abaixo são ilustrativos dos fragmentos analisados desse pensar que foram predominantes e manifestos nos discursos de Joana, João, Marcos, Lucia, Marta, Ana Paula, Gabriela, Manoel, Cláudia e Marilene.

“... a química do cotidiano, bom quando nós vamos trabalhar as questões de ligações químicas, nós trabalhamos muita aquela parte inicial há! Como é que se formou o sal da sua casa que tu tens...” (Joana).

¹ Adotou-se a expressão “situações-problema cotidianas” como forma de indicar situações de contexto que possuem significado para os estudantes. De modo que, se evidenciadas sejam indicadas pelos professores no ensino de Química. Essa expressão, portanto, difere da utilizada por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) que foi cunhada na configuração de uma abordagem temática.

“... química orgânica, eu tava trabalhando com ésteres né, então eu falei, do sabor, dos aromas né, de certas, do morango, de certos produtos né, alimentos... e dava a fórmula pra eles...” (Manoel).

*“... eu sempre passo conteúdo dou uma explicada da minha forma, dou umas anotações no caderno que tem que ter que não tem livro didático né, e depois sempre dá **exemplos pra contextualizar o conteúdo**”* (Marilene).

“... tipo em solução, em diluição de soluções, há um suco que você tá fazendo, tu compra um suco concentrado, tu adiciona água então tu tá diluindo, então é uma aplicação prática do conteúdo que eles estudam né, e eles conseguem visualizar bem isso” (Marilene).

Esses resultados em termos do ensino de conceitos de tópicos químicos dos convencionais livros didáticos, tornam-se compreensíveis ao considerar-se que o livro didático continua sendo apontado como o principal recurso que os professores de ciências utilizam para organizar, desenvolver e avaliar suas aulas, apesar dos avanços tecnológicos e da ampla variedade de materiais curriculares atualmente disponíveis no mercado (CARNEIRO e colaboradores, 2004, p. 2).

Os autores citam alguns trabalhos desenvolvidos sobre livros didáticos de Química, dentre os quais se destaca o de Mortimer que discute a evolução dos mesmos, e considera que:

[...] a tendência dos livros didáticos de 1930 em diante é ir abandonando a postura de primeiro exemplificar para, só após a discussão de vários exemplos, generalizá-los mediante um conceito. O que se observa a partir de 1930, é a introdução do conceito seguida de exemplos (MORTIMER, p.26, 1988, apud CARNEIRO e colaboradores, 2004, p. 3).

Por outro lado, deve-se ponderar que esse tratamento constitui-se num avanço se comparado àquele tratamento estritamente conteudista, onde os professores acreditam que os alunos sejam capazes de estabelecerem sozinhos a relação entre os conceitos estanques, trabalhados nas disciplinas, e a sua vida cotidiana. E talvez estranhem se isso não aconteça, como indica a manifestação dessa professora:

*“... eles não tão ligados não têm, eles podem ir lá compra uma água mineral, uma garrafa de dois litros podem até ler o rótulo, mas às vezes não se ligam **a não ser que alguém, alguém diga isso pra eles**”* (Cláudia).

Sobre essa categoria, também se construiu subcategorias para melhor expressar as compreensões desse distanciamento: a indistinção entre abordagem temática e conceitual, o cotidiano como elemento motivador da aprendizagem conceitual, e os excessos de treinamentos por exercícios.

3.3.1.1 A indistinção entre abordagem temática e abordagem conceitual

Um aspecto importante a ser considerado ao se cogitar temas, refere-se a uma distinção dos professores entre a abordagem temática e a conceitual. Para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), a abordagem temática é uma perspectiva de organização curricular com base nos temas a partir dos quais são selecionados os conteúdos das disciplinas. Desse modo, os conceitos científicos são subordinados aos temas, enquanto que a abordagem conceitual trata-se de uma perspectiva curricular na qual a organização é estruturada pelos conceitos científicos a partir dos quais são selecionados os conteúdos de ensino.

A diferença entre uma abordagem temática e conceitual aparece acentuada com mais clareza nas falas de João, Marcos e Manoel. Os demais professores não expressaram uma compreensão nesse sentido. Vejam-se os exemplos ilustrativos:

*“... dentro daquele conteúdo que envolve alguma coisa o assunto né, então eu coloco assim, não praticamente um tema, **mas envolvendo exemplos...**”* (João).

*“... eu digo quando vocês vão **adoçar um café, adoçar um suco, né, não chega um ponto que o açúcar começa a depositar no fundo então aí chego saturação né, então a gente tem que fala em... há isso aí eu já cai num outro** (risos) aquela que nós já vimos **que é de exemplificar né**”* (Manoel, sobre a possibilidade de trabalhar temas, refere-se a “situação-limite”: falta de laboratório).

No relato feito pelo professor Marcos, reafirma-se a importância da estruturação de cursos de formação continuada, para que seja possível se empreender as mudanças almejadas nos programas de ensino de Química, principalmente nesse processo de mudança em que se encontra o sistema educacional de ensino médio:

*“No outro colégio eu trabalho com temas, eu **coloco um tema agora sobre a situação**, bastante professores foram a um curso e a gente tá trabalhando o, sobre desperdício de energia, e a gente já joga tanto a Física quanto a Química dentro do desperdício né, tá funcionando e **aqui, aqui a gente não faz isso ...**”* (Marcos, refere-se a uma das escolas em que atua com caráter de ensino propedêutico).

O contato inicial com os professores não teve o objetivo de investigar metodologias ou formas de ensinar os temas indicados. Contudo, foi possível analisar em alguns casos o “distanciamento das situações-problema cotidianas” centrado na relevância conceitual, entendido como uma abordagem temática, marcante no discurso de Joana, Lucia e Cláudia.

A abordagem da chuva ácida por Joana se faz centrada no ensino da conceituação científica: uma atividade experimental é realizada, e, segundo a professora, os alunos não a compreendem, e parece que ela não os questiona no momento sobre as possíveis explicações que tenham do fenômeno observado. O entendimento da “parte teórica” ocorre num outro momento, empreendendo assim uma dicotomia teoria — prática como momentos distintos do processo de ensino-aprendizagem. Atividades experimentais planejadas e efetivadas para “provar” leis e teorias são argumentadas como insuficientes em relação aos objetivos de apreensão dos conceitos científicos (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990).

*“... fizemos experimentos que simulam a chuva ácida [...] a gente trabalhou **esse tema** e eles ficaram poxa vida professora mais eu não entendi nada! Exatamente porque primeiro eu instigo eles a parte teórica para eles pensar depois eu levo pra sala de aula e a cada tema que eu estou descrevendo no quadro então eu os faço lembrar daquela prática que a gente viu, **eu relaciono as duas coisas pra que eles tenham o entendimento, aí neste momento eles começam a aprender [...] quando há professora eu não entendi o que é isso, força de um ácido, aí eu faço eles lembrar, mas tu não pegou lá um ácido frasquinho e tu colocou uma lâmpada ascendeu mais forte a outra mais fraca, aí nos começamos a falar sobre os íons livres tal, que estão ali dentro, por isso umas ascenderam mais outras ascenderam menos**” (Joana).*

Um outro exemplo ilustrativo da indistinta compreensão entre a abordagem de um tema e o ensino de conceitos científicos relacionando-os às substâncias do dia-a-dia foi expresso por Cláudia que argumenta abordar “temas” ao trabalhar textos que citam situações da vida cotidiana. É notória a relevância dada aos conceitos. Os problemas enfatizados não são os de relevância social e sim os de cálculos:

*“... eu gosto muito de colocar problemas assim, que, por exemplo, **problema de cálculo, que eles calculem** que venha um textinho é, tal composto é usado, é extraído do espinafre tal, tal, não sei o que é usado pra isso, isso, isso e aquilo, é, tal composto é um remédio assim, assim, usado pra isso pra isso aquilo não tem... às vezes cita **o próprio problema diz o que que é um remédio, pra que que é usado não tem, às vezes, às vezes aparecem drogas ali, não tem, anabolizantes, e tal coisa do tipo...**” (Cláudia – respondendo a questão 7– anexo E).*

No próximo exemplo, um suposto tema é indicado como exemplificações das substâncias químicas do dia-a-dia. Notoriamente, nenhuma das quais relativas ao contexto de mineração do carvão. É possível identificar também uma visão de ciência neutra que contribui para um enfoque tendenciosamente neutro, onde o “olhar” é somente pelas lentes da química (tudo é química!):

“... outra coisa que a gente trabalha são as substâncias químicas no dia-a-dia, então dentro de uma casa você tá escovando o dente você tem uma substância química, você tá tomando banho, o sabonete

é uma substância química, são várias substâncias químicas juntas, detergente [...] desde o chá que ele está tomando que tem substâncias químicas, [...] seja tudo o que ele usa no dia-a-dia, o tênis a roupa, tudo passa por Química, tudo isso foi feito quimicamente” (Lucia – respondendo a questão 2 – anexo E).

A menção feita aos polímeros oferece um outro exemplo. A abordagem é indicada em termos de exemplificações no dia-a-dia. Não se pode inferir se há discussões mais abrangentes que contemplem aspectos como o descarte de plásticos no meio ambiente, avaliação do custo/dinheiro envolvido nesta decisão, ou se fica simplesmente em torno da conceituação, classificação e utilização no dia-a-dia, como indica a fala da professora. Santos e Schnetzler (1997) argumentam que esse tipo de conhecimento, restrito a nomear e classificar substâncias utilizadas no dia-a-dia, pode ser interessante para que os estudantes sejam detentores do “ócio da cultura ornamental”. Os autores acreditam que estes conhecimentos contribuem tanto para formar o cidadão como os conceitos de isótopos, isóbaros, isótonos e números quânticos:

“Polímeros, que envolve todos os tipos de plásticos, o PVC, o PET, o polietileno, o polipropileno, o metacrilato, envolve o orlon que são aqueles bichinhos de pelo que eles usam agora pra pendurar nas pastas, envolve o teflon que a gente usa em casa nas panelas e usa pra veda roscas, aquele veda rosca que é teflon, envolve o PVA, que é a cola que eles usam, todos os polímeros, todos eles, são vinte e seis que a gente trabalha, envolve o acrílico, envolve, são todos, são vinte e seis e todos, eles relacionam com o dia-a-dia” (Lucia).

3.3.1.2 O cotidiano: elemento motivador da aprendizagem conceitual

Essa compreensão manifestada por João, Beatriz, Marta, Ana Paula e Cláudia pode contribuir para o distanciamento do foco da abordagem temática aqui defendida, ou seja, a compreensão das “situações-problema” (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002) e o questionamento crítico das suas causas. Há indícios de que a relação com o cotidiano é feita objetivando “dourar a pílula” (SANTOS; MORTIMER, 2000) para trabalhar a abstração conceitual. Aparece mais evidente em João e Marta que afirmam não trabalhar temas, mas sim a química do cotidiano:

“... então aquela parte assim a gente tem mostrado com que eles consigam um pouco entender melhor em relação a Química por exemplo né, referente ao átomo, a liga, os metais, e a gente tem assim colocado pra eles no desenvolvimento da matéria, então talvez até facilita um pouco o trabalho né, então, e por isso a gente tem colocado, mas às vezes tem hora que às vezes a gente, que fugir um pouquinho daquilo lá também né”(João).

“... nos primeiros anos é de uma forma mais... **o primeiro passo é tu fazes o aluno gostar daquilo que tu vais trabalhar, se interessar**, os terceiros anos é diferente a gente já trabalha, eles já tem interesse mais a nível de profissão e de vestibular, eles já escolhem já sabem como é que ele é” (Marta).

Já em Beatriz, Cláudia e Ana Paula, parece estar associado aos programas tradicionais de Química centrados em uma seqüência de conceitos, com pouco significado para os estudantes, uma vez que enfocados de forma descontextualizada, sendo que seus limites ainda não são percebidos criticamente por esses docentes. Aspecto este que discutiremos mais adiante acerca das “situações-limite”: “... **porque é quase que uma obrigação, porque senão não entra na cabecinha deles, o que o que é concentração, o que que é isso ...**” (Cláudia).

3.3.1.3 Os excessos de exercícios para treinamento

Considera-se pertinente enfatizar que aulas centradas em resoluções de extensas listas de exercícios pouco contribuem com uma aprendizagem significativa e com uma formação para o exercício responsável da cidadania. Este procedimento de ensino, característico do modelo tradicional de ensino-aprendizagem, geralmente objetiva a memorização dos conteúdos trabalhados e mecanização por resoluções algébricas. Nas falas de Joana, Tiago, Marta, Henrique, Gabriela e Cláudia, essa compreensão foi manifestada ao discorrerem sobre suas práticas pedagógicas. Por exemplo:

“... eu não dou um conteúdo muito extenso **porque não adianta**, eu não vou te aproveitamento então **eu dou um conteúdo as vezes pela metade**, porque eu tenho essa possibilidade, e aí **eu interrompo, dou uma listagem (sic) de exercícios às vezes imensa** e depois eu aplico prova não, é então é mais ou me é exercício e prova exercício e prova ...” (Cláudia).

Em Joana, soma-se a essa compreensão, a manifestação da diferenciação entre estudantes e a concessão de notas na resolução de exercícios:

“... pra isso os monitores me ajudam bastante, quando são cálculos, onde o aluno tem mais dificuldade, eu concedo nota às pessoas que me ajudam [...] é claro que você exige muito mais de um aluno que tem que **a gente vê que tem potencial** e o outro que tem dificuldade, que já veio desde o tempo do ensino fundamental já veio com problemas” (Joana).

Nesse sentido, não se trata de repúdio à resolução de problemas e exercícios, uma vez que eles são necessários e importantes para a apropriação dos conceitos científicos fundamentais à compreensão científica de uma situação problematizada (DELIZOICOV;

ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002). O que deve ser reavaliado é a sua utilização indiscriminada, com fins memorísticos e o destaque que assumem no tempo das aulas, em detrimento de outras atividades de aprendizagem.

3.3.2 O distanciamento do conteudismo

Esse pensar foi proposto devido a uma maior aproximação da perspectiva de ensino de Química contextualizada defendida nesse trabalho. Há neste caso, um afastamento do ensino conteudista — centrado na abordagem de conceitos e uma maior aproximação da problematização das situações de contexto. Contudo, contrariamente ao “distanciamento das situações-problema cotidianas”, essa compreensão foi esporádica, ou seja, pouco frequente nas falas de Helena, Tiago, Beatriz e Mateus. Ressalta-se que alguns professores transitam nas duas categorias, como Marcos, Lucia, Marta e Ana Paula. O professor Marcos, particularmente, por atuar em duas escolas, uma das quais de caráter propedêutico.

O exemplo manifesto por Beatriz aponta para uma prática pedagógica que se aproxima dos propósitos de uma educação que objetive a cidadania. O cotidiano é indicado como a ida a um supermercado que, segundo a professora, propiciou condições para que os alunos se revelassem críticos e participativos na sociedade ao propor soluções para os problemas detectados:

“... o que tem um supermercado a ver com a Química [...] ai fomos passear no supermercado, chego no supermercado [...] eles se depararam [...] nas prateleiras de materiais de limpeza que ali tinha a soda, tinha vários materiais de limpeza ao alcance de qualquer um, então os alunos passaram a observar há! Professora isso deveria ter o que, começaram a indicar...” (Beatriz).

Nesse sentido também se destaca o professor Marcos que fez menção ao contexto agrícola de uma outra localidade, sendo problematizado como cotidiano dos seus alunos, evidenciado pelo uso dos agrotóxicos:

“Como eles usam bastante agrotóxicos naquelas plantaçõezinhas deles lá de fumo, feijão [...] são os agrotóxicos, o que causa, então até a gente foi pesquisar [...] é o tamanho das pessoas, antigamente a gente tinha um padrão de altura normal, hoje a gente vê uma criança de onze anos nossa! Com um metro e sessenta um metro e setenta né? A gente tava tentando buscar nos hormônios dos frangos, nos hormônios dos suínos pra ver se a gente achava alguma resposta sobre isso ...” (Marcos).

É interessante analisar na fala de Tiago, em resposta, a pergunta 6.1 (anexo E), que busca a compreensão do contexto local e cotidiano, a indicação da energia nuclear e da manipulação com radioativos como cotidiano dos alunos do município de Criciúma. Este

parece explicitar um enfoque mais amplo e diferenciado avaliando, por exemplo, as vantagens e desvantagens, os riscos e benefícios associados a essas questões. Os casos CTS propostos são justamente aqueles relevantes e conflitantes, que fomentem discussões e o conseqüente posicionamento crítico dos alunos (KOEPSEL, 2003). Apesar de um tratamento indicado em torno de generalidades, trata-se de avanços progressivos na direção do “inédito viável”, uma vez que se distancia de uma compreensão conteudista e reducionista:

“A química do cotidiano, eu poderia falar assim, por exemplo, sobre radiação do raios-X, a radiação do sol, raio UVA e UVB, falo sobre energia nuclear, sobre os tipos de energia que nós temos, sobre manipulação com os radiativos, como se cuidar com isso [...] sobre os medicamentos, até que ponto eles são úteis, não são, vantagens, desvantagens, a interpretação medicamentosa, tento focar alguma coisa sobre drogas, o efeito que elas causam no organismo, sobre derrepente curiosidade sobre os aditivos utilizados nos alimentos, o que é prejudicial, até que ponto que ele pode ou não ser benéfico ou maléfico não é, tem muita coisa assim que a gente procura abordar” (Tiago).

Em alguns exemplos, a conceituação científica indicada em termos de tópicos dos tradicionais livros didáticos de Química, ainda é muito evidenciada, mas já não se constitui o aspecto central do discurso. Esse pensar foi expresso por Helena, Lucia, Marta, Ana Paula e Mateus. No exemplo a seguir, o objetivo da professora parece ir um pouco além do ensino da conceituação científica. A professora Joana também indicou trabalhar a mesma atividade experimental, mas se limitou ao ensino de conceitos utilizando materiais do cotidiano. A professora Helena buscou problematizar a compreensão do cotidiano, por meio da mudança de cor evidenciada em uma planta de hortências:

“... a parte de indicadores se são ácida, básica, então eu trabalho, a gente faz aquela experiência do repolho, repolho roxo aquela... do repolho aí eu coloco num copo com vinagre num copo com sabão, então a planta de hortências, porque que tem hortências quando a gente pega a mudinha, mudinha rosa e tu planta lá em casa ela nasceu azul, porque que aconteceu isso?...” (Helena).

“... assim eu quando falo de álcoois assim, a gente discutiu bastante porque daí eu levei pro tema do alcoolism,o é uma coisa que eu trabalhei bastante no terceiro ano...” (Ana Paula).

Para melhor caracterizar o distanciamento do conteudismo associou-se duas subcategorias por ambas expressarem melhor os apontamentos na direção do “inédito viável”: a busca pela superação do modelo tradicional de ensino e o destaque aos alunos, indicando aos professores a direção de um ensino contextualizado.

3.3.2.1 A busca pela superação do modelo tradicional de ensino

Alguns relatos parecem apontar para iniciativas nas práticas pedagógicas dos professores, que expressam a busca pela superação do modelo tradicional de aulas. Isto é, da simples superação do uso do quadro e giz a enfoques interdisciplinares em favor do rompimento com a clássica abordagem disciplinar. Assim, Marcos e Marilene se referem a interdisciplinaridade de uma forma geral, enquanto Marta e Manoel a associam às disciplinas da área, à Biologia e à Física respectivamente. Convém esclarecer que Marta possui formação inicial também em Biologia e Manoel atua como professor de Física e Química:

“... eu sempre gostei de fazer um paralelo, não que eu trabalhe toda a Biologia, mas dá ao menos uma noção básica né, que faz que estimule neles a e que também enriqueça o conhecimento, então é biodigestor, alguma coisa...” (Marta).

Algumas falas — professoras Lucia e Beatriz — indicam a utilização de fitas de vídeo e a realização de pesquisas, e também métodos de avaliação diferenciada como torneios, onde os alunos é que formulam e realizam as perguntas aos grupos, bem como a realização de teatros, paródias, *rap*, enfocando os temas propostos, e que foram manifestados por Tiago. Lucia e Mateus apontaram a utilização de textos para discussão, e Marilene a utilização de artigos de revistas para abordagem em sala de aula.

3.3.2.2 Os estudantes: apontando aos professores a direção de um ensino contextualizado

Pela análise dos resultados, evidencia-se um aspecto importante para o empreendimento de abordagens temáticas. Trata-se do desejo manifesto pelos estudantes por questões cotidianas, e, principalmente, o questionamento do modelo tradicional de ensino. A propósito, Paulo Freire nos lembra que:

O que não percebem os que executam a educação “bancária”, deliberadamente ou não (porque há um sem-número de educadores de boa vontade, que apenas não se sabem a serviço da desumanização ao praticarem o “bancarismo”), é que nos próprios “depósitos” se encontram as contradições, apenas revestidas por uma exterioridade que as oculta. **E que, cedo ou tarde, os próprios “depósitos” podem provocar um confronto com a realidade em devenir e despertar os educandos, até então passivos, contra a sua “domestificação.”** (FREIRE, 1997a, p. 61, grifo nosso).

Indicativos da ocorrência dessas manifestações em sala de aula foram assinaladas principalmente por Marcos, Beatriz, Manoel e Marta. Nesse sentido, apresentam-se exemplos ilustrativos:

“... eles sempre perguntam por que estão estudando aquilo né, só pro vestibular? Mas eu vou fazer um curso e agora não precisa fazer as cinco questõezinhas só da tua acho que não precisa me empenhar tanto, eu disse isso mesmo, então vamos pro dia-a-dia sempre mostrando... eles vão sempre atrás disso” (Marcos).

“Professora é o seguinte, os alunos se queixam só que eles não dão sugestão, não fazem nada tu entende como é que é, é eles que são os interessados [...] eles tem que também te uma participação pra gente melhorar né, não é verdade?” (Manoel)

Mais adiante, afirma:

*“... interesse, interesse, eles tem, eles falam ó queres ver, tem alunos que vem, que até lê, **trazem artigos pra mim aí de revistas, a gente vê que eles gostam né...**”* (Manoel).

No relato de Beatriz os alunos ganham destaque por procurarem associar os conceitos ensinados ao seu cotidiano:

*“... outros que trabalham com móveis, até nas tintas eles passaram a observar que nos materiais que eles trabalham, nas latas de tintas, nos rótulos que eles trabalham tem elementos químicos e **que são associados ao que gente trabalha durante as aulas**, eles estão sempre associando, professora tem isso no rótulo há! **Então isso serve pra isso eles perguntam aí a gente... pra que serve**”* (Beatriz).

Também se manifestaram Helena, Marcos, Lucia, Beatriz, Tiago, Marta, Ana Paula, Henrique, Manoel e Marilene na questão 4 (anexo E)¹. A professora Joana preferiu indicar que algumas vezes, o fato ocorre e apenas João, Gabriela, Cláudia e Mateus afirmaram que os alunos não costumam trazer essas questões para discussão em sala de aula. Em vista disso, torna-se conveniente analisar o seguinte pensar:

*“... tem alunos que atuam em nossas fábricas de tintas e gosta de uma ganja² e ele me disse assim dona Gabriela eu trabalho numa fábrica X ali e fazem tintas, fazem corante, né aí eu pergunto, **que substâncias vocês utilizam?** Há dona Gabriela, **é uma azul, uma verde** entende, agora o nome das substâncias eles não sabem, eles não se interessam **eles não**”* (Gabriela).

A professora Gabriela parece se surpreender com a indicação do conhecimento do senso comum do aluno, ou seja, a cor das substâncias que utiliza no trabalho. Em outras

¹ Os alunos trazem problemas do cotidiano deles que exijam explicações científicas para a sua compreensão?

² Espécie de favorecimento

palavras, por não conseguir generalizar o conhecimento de substância ensinada nas aulas de Química. Parece não saber precisar o nome da referida substância.

Nesse último aspecto, Santos e Schnetzler (1997) argumentam que para um cidadão viver melhor na sociedade ele não precisa ter conhecimentos tão específicos de Química, como a nominalização de substância do cotidiano, mas que compreenda e faça uso das informações químicas básicas necessárias para a sua participação efetiva na sociedade em que vive.

Na tabela 2 apresenta-se uma síntese desses resultados que sinalizam avanços progressivos e significativos em direção a um ensino de Química contextualizado.

Tabela 2 – Sistematização do pensar dos professores na aproximação do contexto

CATEGORIA	SUBCATEGORIA	J O A N A	H E L E N A	J O Ã O	M A R C O S	L U C I A	B E A T R I Z	T I A G O	M A R T A	A N A P A U L A	H E N R I Q U E	G A B R I E L A	M A N O E L	C L A U D I A	M A T H E U S	M A R I L E N E
O distanciamento das situações-problema cotidianas		X		X	X	X			X	X		X	X	X		X
	A indistinção entre abordagem temática e conceitual	X	X			X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
	O cotidiano: elemento motivador da aprendizagem conceitual			X			X		X	X				X		
	Os excessos de exercícios para treinamentos	X						X	X		X	X		X		
O distanciamento do conteudismo		X			X	X	X	X	X	X				X		
	A busca pela superação do modelo tradicional de ensino					X	X	X	X	X				X		X
	Os estudantes: apontando aos professores a direção do “inédito viável”	D ¹				X		X		X				X		
		Q ²		X		X	X	X	X	X	X	X		X		

1 Professores que se manifestaram no discurso

2 Professores que se manifestaram no questionário

Na análise das discussões até aqui apresentadas, diante de uma quase inexistência de referência aos problemas ambientais ocasionados pela mineração do carvão, é pertinente enfatizar que a grande maioria dos professores habita há mais de vinte anos na região. Além do mais, Tiago e Mateus são pesquisadores de problemas de poluição ambiental (anexo J). Parece-nos, então que tais manifestações indicam que não há uma boa compreensão dos professores entrevistados sobre a relação do ensino de Química com o contexto local. Sendo assim, também foram analisadas “situações-limites” associadas a essas compreensões e que serão discutidas a seguir.

3.3.3 As “situações-limites”

No contexto da presente pesquisa considera-se serem “situações-limites” (FREIRE, 1997a) aquelas que estejam dificultando a abordagem do contexto da mineração do carvão em Criciúma, na perspectiva de temas químicos sociais. A importância da caracterização dessas situações no grupo pesquisado se justifica uma vez que quando estas forem percebidas “[...] não mais como uma ‘fronteira’ entre o ser e o nada, mas como uma fronteira entre o ser e o mais ser, **se fazem mais críticos na sua ação ligada aquela percepção**” (FREIRE, 1997a, p. 94, grifo nosso).

Essa questão constitui-se um elemento central quando se cogita sobre a abordagem temática. Na questão 6.6.1 (anexo E), dos quatorze professores, oito (57,2%) afirmaram que a frequência da abordagem da química do cotidiano poderia se dar algumas vezes, outro professor (7,1%) preferiu indicar que quase sempre e os outros cinco (35,7%) afirmaram trabalhar sempre. Com relação a estas restrições na frequência (64,3%), foi possível analisar as “situações-limite” associadas a elas e também o caráter de elemento motivador da aprendizagem conceitual, explicitado por Beatriz e Cláudia que afirmam trabalhar sempre, o que parece sinalizar os tradicionais programas de ensino conceituais, ainda não percebidos como um fator limitante da prática pedagógica.

Conforme mencionado anteriormente, algumas possíveis “situações-limite” que os professores poderiam apontar foram previstas e incluídas no questionário. Os resultados se encontram reproduzidos na Tabela 3. Também foram analisadas, a partir dos textos produzidos nas questões abertas, o programa conceitual, a barreira operacional e a ideológica.

Tabela 3 – “Situações-limite” apontadas para realizar abordagens temáticas

BARREIRA	“SITUAÇÃO-LIMITE”	J O A N A	H E L E N A	J O Ã O	M A R C O S	L U C I A	B E A T R I Z	T I A G O	M A R T A	A N A P A U L A	H E N R I Q U E	G A B R I E L A	M A N O E L	C L A U D I A	M A T E U S	M A R I L E N E
Operacional	Não tem conhecimento apropriado								X			X	X	X		
Operacional	Não sabe como, pois na sua formação não foi trabalhado.											X	X	X		
Operacional	É muito complexo								X				X			
Operacional	Falta de apoio dos colegas da área									X						
Operacional	Outros:... Falta de reunião com colegas da área												X			
Ideológica	Não considera importante no ensino de química															
Ideológica	Falta de interesse dos alunos				X							X		X	X	
Ideológica	Falta de interesse da turma		X	X	X							X				X
Ideológica-institucional	Currículo/programa da escola não deixa				X											
Ideológica-institucional	Falta de projeto pedagógico da escola				X						X	X				
Operacional	Acesso a bibliografias	X		X					X		X	X				
Operacional	Falta material didático adequado	X		X	X			X	X	X	X	X	X		X	
Operacional	Falta de condições de infraestrutura na escola (bibliotecas, laboratórios, espaço físico, etc.).	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
Operacional	Falta de tempo para o planejamento das aulas					X			X		X		X	X	X	X
Operacional	Outros:... número de aulas insuficiente	X	X													

É importante esclarecer que os itens que foram assinalados indicam que essa compreensão está presente no pensar do professor e que foi expresso na questão 7.1 (anexo E) como dificuldades que ele enfrenta na prática pedagógica para trabalhar temas. A dificuldade indicada como “outros”, foi aberta no questionário à indicação do professor. Na coluna intitulada “barreira” indica-se a subcategoria em que a “situação-limite” foi englobada. A “situação-limite”, referente à falta de condições de infraestrutura na escola, foi apontada

pelos professores como a falta do espaço físico para a realização das atividades experimentais — o laboratório.

Os resultados apresentados na Tabela 3 e os obtidos pela análise textual discursiva referente às “situações-limite” são objeto da discussão a seguir.

3.3.3.1 O programa conceitual

Em termos gerais, a maioria dos professores não manifestou uma compreensão crítica dos convencionais programas conceituais (que listam uma seqüência linear e fragmentada de tópicos químicos) como fatores limitantes de sua prática pedagógica. À exceção de Marcos que, além de se manifestá-la no discurso, expressa-a claramente no questionário, (ver Tabela 3) ao afirmar que o currículo/programa da escola não deixa trabalhar com temas e que falta um projeto político-pedagógico na escola para trabalhar nessa perspectiva. Logo, os aspectos restritivos/limitantes de se orientar por um programa conceitual, parece não ser percebido por Joana, Helena, Lucia, Beatriz, Tiago, Ana Paula, Gabriela, Cláudia, Mateus e Marilene.

Já Marta, João, Henrique e Manoel que afirmam não trabalhar com temas, indicam perceber com mais clareza o programa conceitual. Os exemplos a seguir são ilustrativos dessa análise:

“... e tem que trabalhar aquele conteúdo [...] porque a maioria sai daqui pro vestibular mesmo, o colégio prepara para o vestibular, enquanto que os outros a gente prepara mais pro dia-a-dia pra vida e esse não a maioria vai pro vestibular mesmo” (Marcos, indicativo do programa conceitual percebido criticamente).

“Não, não eu ser sincero eu trabalho com o programa só com o programa [...] começa, por exemplo, primeiro ano, então na parte de átomos, tabela periódica, ligações químicas, ácidos bases, sais...” (Manoel, sobre a abordagem de temas – questão 7 – anexo E: indicativo do programa conceitual percebido).

“O problema é o seguinte ó, como é tu vai é fazer uma modificação, por exemplo, no teu planejamento...” (Henrique, sobre a abordagem de temas: indicativo do programa conceitual percebido).

Percebe-se na manifestação a seguir que o programa centrado em “alguns” conceitos não significativos para o aluno parece não ser constatado criticamente pela professora Marilene. Isso sugere oferecer condições para que a “contextualização”, conforme indica a professora, ou o que denominamos como o “distanciamento das situações-problema

cotidianas”, assuma caráter de elemento facilitador da aprendizagem de tais conceitos (o que foi também manifestado no discurso de Beatriz, Ana Paula e Cláudia):

*“... tento **contextualizar** o máximo possível, tem **alguns assuntos na Química** que é mais complicado né, mas eu sempre tento fazer dessa forma ali”* (Marilene, sobre como desenvolve suas aulas).

A predominância desses programas também pode ser caracterizada por uma parcela expressiva (60,0%), ou nove professores, que indicaram compreender que há um número muito grande de conteúdos, sendo muitas vezes necessário “correr” com a matéria para dar conta dos “tópicos” do programa, contradizendo inclusive o que as orientações curriculares propõem (BRASIL, 1999).

A questão desses programas como uma “situação-limite”, para abordagem temática, pode ser claramente analisada na manifestação feita por Lucia, que afirmou trabalhar os nove temas propostos pelos PCN+ (BRASIL, 2002) nas três séries do ensino médio.

O mesmo tema, referente a alimentos, Lucia indica enfocar nos três anos, sendo que em cada qual, são ensinados apenas os fragmentos da realidade. No primeiro ano, o assunto parece ser abordado para trabalhar os elementos químicos, sendo que os quatro principais elementos que compõem a matéria orgânica são ensinados no último ano. Se deve ao fato de que, pela lógica da maioria dos programas conceituais, balizados pelos usuais livros didáticos de Química, a chamada “Química Orgânica” é assunto da última série do ensino médio. Veja-se o fragmento ilustrativo:

*“... a gente trabalha os elementos químicos na alimentação [...] então eles recebem um texto que fala dos dezessete elementos que compõem o corpo humano, **fora os quatro essenciais que são o carbono, o nitrogênio, oxigênio e hidrogênio que esses eles vêm quando entram no terceiro ano...**”* (Lucia).

Chassot (1990) considera assustador como a “Química Orgânica” tem *status* de independência ao ser ensinada na última série do ensino médio e de maneira completamente dissociada do resto da Química. De acordo com o autor, a maneira como é feito o ensino de “Química Orgânica” é aquela dos “livros-textos”, estando centrada na evocação, não sendo exigido mais do que a recordação de nomes e fórmulas.

Na segunda série do ensino médio, os alimentos são novamente assunto em pauta, e a professora Lucia, neste caso, aponta para tópico conceitual, o de reações químicas e termoquímica. De fato, para Chassot (1990), nessa série ensina-se o que alguns “livros-textos” convencionaram chamar físico-química: equilíbrios, cinética e termodinâmica:

“Segunda série envolve reações químicas, também envolve o corpo [...] na termoquímica a gente trabalha a energia dos alimentos, de novo porque que é importante os alimentos, não é só pra você ter os elementos químicos, mas eles também te geram a energia, cada alimento te dá uma quilocaloria pra você queima...” (Lucia).

E, finalmente no último ano, comparece o tópico químico correspondente à bioquímica. Eis a fragmentação do conhecimento, estabelecida devido às condições pré-estabelecidas pelo programa conceitual, que parece passar despercebido pela professora:

“... também na bioquímica os alimentos, aí envolve carboidratos, lipídios, glicídios, vitaminas né, o que que o excesso o que que a falta deles causa no organismo...” (Lucia).

Constata-se que fosse dada a prioridade ao tema escolhido por ser relevante, a conceituação científica deveria ser escolhida/programada para melhor compreensão do tema (DELIZOICOV, D.; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002). Nesse ponto, Lucia sinaliza para uma preocupação referente à qualidade dos alimentos ingeridos pelos seus alunos e se distancia da ênfase restrita à aprendizagem conceitual. Convém salientar também que num ensino comprometido com a realidade em que vivemos, e com a não neutralidade, a discussão da fome, que afeta a tantas pessoas no mundo, seria fundamental para um ensino que propiciasse condições para que os alunos desenvolvessem atitudes e valores como a solidariedade, generosidade, consciência do compromisso social, dentre outros atributos da cidadania.

No tocante aos programas de Química convencionais, Chassot (1990, p. 33) considera que são usualmente determinados por autores dos livros “[...] e estes se sucedem num copismo fantástico que decreta a quase universalidade dos programas”. Para o educador, o fato de que o que se ensina na zona rural ser igual ao que ensina na capital e ser igual também ao que se ensina de norte a sul do Brasil “[...] é principalmente pela ditadura dos livros-textos e pela sua falta de originalidade.”(CHASSOT, 1990, p. 33).

Maldaner (2002) também expressa esse pensar ao considerar que os índices dos livros didáticos de Química mais usados no Brasil, mais parecem cópias uns dos outros. O autor considera que é difícil saber como se chegou a tal “consenso” sobre o que é um programa de Química, mas que “[...] só pode ter sido obra do ‘senso comum’, produzido e reproduzido sem base científica e descolada das teorias educacionais mais consistentes” (MALDANER, 2002, p. 203). Ainda de acordo com Maldaner, o certo é que os professores de ensino médio dificilmente querem abrir mão de qualquer conteúdo sob a argumentação de que os alunos vão fazer vestibulares, e que, contra essa listagem de conteúdos se insurge a

comunidade de educadores de Química que, a margem do processo, não consegue ser ouvida nem pelos professores universitários de Química (responsáveis pela elaboração dos programas de química para os vestibulares), nem pelas grandes editoras de livros didáticos e nem pelos professores do ensino médio.

Diante da concepção de ensino defendida nesse trabalho, o conteudismo, considerado como a ênfase e relevância no ensino de conceitos, sem relação alguma com o cotidiano dos alunos, é assumido como um retrocesso, por contribuir à passividade dos mesmos. Bastante significativo é o fato de apenas um professor manifestar essa prática. Trata-se do professor Henrique que discorre sobre um ensino adestrador¹, visando o ingresso dos alunos no ensino superior. Segundo seu relato, a inserção do cotidiano em suas aulas é restrita à intervenção dos mesmos, dado que cabe ao professor apontar para o “inédito viável”. Os outros quatorze professores indicam a busca por trabalhar um ensino mais contextualizado, alguns “se distanciando das situações-problema cotidianas e outros apenas se distanciando do conteudismo”, como discutido anteriormente. Veja-se no fragmento a seguir a ênfase no ensino da teoria atômica com base na mecânica quântica. Os educadores da pesquisa de Santos e Schnetzler (1997) destacam que esse modelo atômico, não deveria ser adotado no ensino médio devido à sua complexidade:

“... se eu desenvolver um conteúdo, números quânticos [...], por exemplo, para explicar cada número quântico, todos eles né, os quatro números quânticos, eu vou te duas aulas ou três aulas pra explicar as ferramentas que eu preciso pra utilizar os números quânticos, não adianta aprender número quânticos e não guarda as ferramentas que são os princípios né, regra de Hund, diagrama de Pauling, estas coisas todas que eles precisam pra então, aplicar conhecimentos de números quânticos...” (Henrique, sobre “situação-limite”: tempo).

Maldaner (2000) considera que essa teoria e outras, como a teoria cinética dos gases, dos equilíbrios químicos, foram traduzidas no Brasil para os livros didáticos no final dos anos 60 com base nos grandes projetos americanos de ensino de Química, que aqui ficaram conhecidos como *Chem 'Study* e o *CBA* e que se perpetuou até os dias atuais, influenciando os programas de Química. Buscava-se à época, atrair jovens de grande talento, apresentando uma visão mais dinâmica e criativa da Química a fim de produzir uma nova comunidade de profissionais químicos no ocidente que pudesse fazer frente aos profissionais dos países comunistas, na corrida científico-tecnológica. Segundo o autor, esses assuntos são geralmente

¹ De acordo com Koepsel (2002), também utilizamos esta expressão por ser um pouco “chocante”, uma vez que o que se pratica em muitas escolas é o adestramento dos estudantes para o vestibular.

mal encaminhados nos usuais livros didáticos do Brasil, constituindo-se em capítulos estanques e que pouco contribuem para compreender a Química no meio social.

Para Maldaner é necessário uma grande capacidade de abstração para a compreensão do modelo atômico indicado pelo professor Henrique e para o qual a significação mais estável só seria possível com conhecimentos de matemática superior. O que se tem é “[...] menos que uma caricatura do que deveria significar tal abordagem. Muitas vezes, sem compreender o significado de ‘orbital’, por exemplo, ‘ensinam’ todos os ‘estados quânticos’ de todos os elétrons de qualquer átomo.” (MALDANER, 2002, p. 209).

Auler (2002) argumenta acerca destes projetos, *Chemical Study Group* (CHEM), *Chemical Bond Approach* (CBA) e de outros grandes projetos curriculares em outras áreas do conhecimento, incorporando uma concepção de currículo de cunho conteudista em que se buscava transformar cada aluno em um pequeno cientista, visando vencer a corrida anti-URSS, no contexto da guerra fria.

À continuação, um outro exemplo ilustrativo do ensino conteudista manifestado pelo professor Henrique:

“... a minha aula começa assim, é um cumprimento, uma organização do quadro na minha opinião tem que na totalmente limpo e todo ele dividido, eu sempre faço divisões, eu sempre uso recurso de giz de várias cores né, porque eu gosto muito de salientar as coisas e ir marcando, isso é um tipo de trabalho que eu desenvolvo aí eu, normalmente eu apresento um trabalho teórico, todas as minhas aulas, nenhuma é com consulta, ela brota diretamente da minha cabeça [...] então as minhas aulas são dessa maneira e eu, eu te falei que, na escola aqui não existem outros recursos né” (Henrique, discorrendo sobre como geralmente desenvolve suas aulas).

O final de sua fala nos parece fornecer subsídios para análise da tendência em ancorar nas “situações-limite” uma justificativa para a permanência da prática pedagógica tradicional. Convém ressaltar ainda que, mesmo recursos mais sofisticados como o uso de informática, áudio-visuais, etc., não significa necessariamente uma mudança na prática tradicional de ensino-aprendizagem, ou seja, pode ser uma forma de repassar ou “depositar” (FREIRE, 1997a) as informações através de técnicas mais eficientes. É necessário rever concepções pedagógicas para que a mudança na prática seja conseqüente.

3.3.3.2 A barreira operacional

Considera-se barreira operacional as “situações-limites” analisadas como: o número de aulas semanais na disciplina de química, a falta de laboratório, material e apoio técnico,

recursos áudio-visuais, materiais direcionados ao vestibular (apostilas de cursinho) e também àquela inerente à formação docente.

A “situação-limite” destacada no questionário recaiu sobre a questão do espaço físico para a realização das atividades experimentais. Analisando a Tabela 3 observa-se que correspondeu à indicação de doze professores. Também estiveram presentes nos discursos de Lucia, Beatriz, Henrique, Gabriela, Manoel e Mateus, sendo que Beatriz sinalizou a questão do apoio técnico, Lucia o espaço físico, e Gabriela a falta de material para a realização dos experimentos. Por exemplo:

“... poderia um laboratorizinho ali, não precisa ser tão sofisticado...” (Manoel).

“... uma sala específica pra isso, é que a gente tem os laboratórios aqui de Química a gente até tem, mas como o técnico usa e tem muito produto assim a vista a gente não pode levar ele” (Lucia).

Analisando as fichas de identificação (anexo I), oito professores atuam em escolas que não possuem laboratório: Joana, Tiago, Marta, Ana Paula, Henrique Manoel, Mateus e Marilene. Quatro em uma escola que, apesar de possuir um laboratório, Helena, Marcos, Lucia e Cláudia não o utilizam. E somente três professores, João, Beatriz e Gabriela, indicaram que a escola dispõe deste espaço físico.

Considerando o destaque dado pelos professores à questão, pressupõe-se que para eles as atividades experimentais enriquecem sobremaneira as abordagens temáticas. No entanto, não necessariamente precisam ser exploradas, uma vez que a perspectiva é problematizar “situações significativas” junto aos alunos, muito mais do ponto de vista de suas implicações na sociedade. Delizoicov D. e Angotti (1990) argumentam que a experimentação como situação de investigação, além de despertar um grande interesse nos estudantes, possibilita gerar discussões e interpretações dos mesmos para os fenômenos observados. Além desses autores, Chassot (1990) e Gonçalves (2005), também sugerem que as atividades podem ser propostas sem estarem necessariamente vinculadas a um espaço específico — o laboratório — evitando inclusive que teoria – prática, como momentos distintos do processo de ensino-aprendizagem, se transformem numa dicotomia.

O ensino teórico e o ensino experimental devem, numa situação ideal, fundir-se, pois não deveria existir dia (ou hora) de aula prática nem dia (ou hora) de aula teórica, [...] o ensino experimental pode e deve ocorrer dentro de uma realidade de poucos recursos humanos e materiais [...] (CHASSOT, 1990, p. 79-80).

Os educadores químicos brasileiros manifestaram esse pensar indicando a realização de experimentos simples e considerando “[...] sua importância em função do seu papel investigativo e pedagógico de auxiliar o aluno a compreensão dos fenômenos químicos, propósito que não demanda condições sofisticadas na escola” (SANTOS; SCHNETZLER, 1997, p. 107).

A redução do número de aulas semanais¹ na disciplina de Química se fez presente na fala de Joana, Marcos, Lucia, Marta e Henrique e a professora Helena também se manifestou no questionário (Tabela 3). Os fragmentos a seguir ilustram esse pensar:

*“... geralmente são textos, **alguns a gente até debate outros não**, e tudo o que a gente pode desenvolver com ele a gente faz, nem sempre dá fazer tudo o que a gente gostaria. Por quê? Por causa dessa redução de carga horária...”* (Lucia).

*“... eu não posso chegar numa sala de aula, por exemplo, e ficar aulas falando sobre conteúdo que, por exemplo, **vou ensina a fazer sabão, é muito importante né**, ou fazer outra coisa, vou ensinar a fazer um sabonete, vou tentar fazer um amaciante pra o pessoal te essa noção seria interessante, só que tu não pode **fugir também do conteúdo né, já que tem muito pouca carga horária entende**”* (Henrique).

Nesse ponto, entende-se que essa redução deve ser considerada como um fator limitante, mas não o maior deles para trabalhar “situações-problema” de contextos reais, na perspectiva de tema social. É certo que um aumento do número de aulas na matriz curricular para a disciplina de Química, possibilitaria que a abordagem de um maior número de temáticas fosse empreendida. No entanto, deve-se ponderar que a quantidade nem sempre possui uma relação linear com a qualidade. Retomando a constatação de que um número expressivo dos professores entrevistados considera que ainda seja necessário “correr” com a matéria para trabalhar conteúdos, essa indicação pode estar relacionada à falta de conhecimento quanto às novas orientações curriculares, e à idéia equivocada de esgotar tópicos de programas ultracarregados de teorias e de classificações “obsoletas”. Esta questão será aprofundada mais adiante, referente ao nível de conhecimento do grupo de professores quanto às orientações da reforma educacional.

Os recursos áudio-visuais, apontado na fala de Manoel, se concretiza pela falta de fitas de vídeo sobre os temas. Já os materiais institucionais (apostilas de cursinho) foram apontados por Marcos e Lucia, e apenas Marcos indica perceber criticamente mais uma “situação-limite”:

¹ A matriz curricular do magistério estadual de Santa Catarina mudou no ano de 2004 de três aulas para duas aulas semanais.

“... não dá pra gente ir muito longe porque a apostila ela é extensa, e tem que trabalhar aquele conteúdo...” (Marcos).

A barreira operacional ligada a conhecimentos pedagógicos para trabalhar com temas nesse processo em que mudanças curriculares são anunciadas, correspondeu a manifestação de Beatriz e Manoel apenas, embora a professora não tenha conseguido explicitá-la com clareza:

“Eu gostaria de ter esses temas... a gente tem os conteúdos e não o tema né, que nem tu fala...” (Beatriz – barreira operacional implícita).

*“Se eu pudesse eu teria. Tudo que é pra melhorar eu gosto, agora ... **a gente é um pouco limitado** né, tempo a gente é desculpa porque a gente pode sempre arrumar né”* (Manoel – barreira operacional explícita).

Outros três professores, Gabriela, Marta e Cláudia, também se manifestaram, mas apenas no questionário (ver Tabela 3). Nesse sentido, Schnetzler (2002) levanta considerações acerca da importância da problematização das práticas de ensino e diz que é preciso auxiliar os professores de química a serem mais conscientes de suas limitações para que possam decidir sobre por que, o que e como ensinar. A autora remete-nos aos cursos de Licenciatura nos quais contribuições da área da Educação em Química, à exceção geralmente da Didática, Metodologia, Instrumentação e Prática de Ensino de Química, são praticamente ausentes. Atesta também que esses cursos propiciam contribuições de forma reduzida na formação inicial para superar as fortes marcas do modelo transmissão/recepção, da visão empírico-positivista de Química, da experimentação como comprovação de teorias, que geralmente caracterizam a maioria das disciplinas no curso de graduação, além da ausência de discussões sobre o que caracteriza a Química, seus conceitos fundamentais, desenvolvimento histórico, importância social e econômica.

3.3.3.3 A barreira ideológica

Trata-se de uma barreira caracterizada pelo ocultamento da realidade do contexto social dos estudantes (CHAUI, 1986). Nessa etapa da pesquisa foi determinada pela negativa em trabalhar temas, sobretudo pelo fato de comparecer marcada pela tendência em transferir

ao outro a dificuldade para mudar de posição ou assumir a sua. Para João, a abordagem temática trata-se de uma questão que depende do rendimento da turma:

“Olha isso aí acho que eu acho meio difícil assim porque depende da turma, às vezes a turma é meio fraca né, aí tu leva esse tema às vezes não se desenvolve bem como a gente quer trabalhar com isso, então às vezes eu trabalho com a paralela no caso, seria do tema, mais é com assunto do cotidiano mesmo né...” (João, a barreira ideológica explícita pela negativa).

A barreira também é evidenciada implicitamente por Ana Paula, que não opta pela negativa, mas que manifesta o seguinte pensar:

“... mas às vezes também a turma não sabe, não rende daquele lado ali, depende da turma também...”.

Da mesma forma, houve indícios dessa compreensão na fala de Manoel e Cláudia ao se referirem à falta de interesse dos alunos. Outros cinco professores Helena, Marcos, Gabriela, Mateus e Marilene, por sua vez, se manifestaram no questionário (ver Tabela 3). De fato, existem turmas com especificidades tais que podem se constituir em fatores de certa forma limitante, mas, até que ponto não esta sendo transferido para os alunos uma limitação que é intrínseca a concepções e práticas de ensino-aprendizagem do docente? Talvez essas limitações sejam advindas de sua formação compartimentalizada através do modelo tradicional, da falta de uma atualização profissional, entre outras “situações-limite” que permanecem não manifestas em seu discurso.

A professora Marta, destacada anteriormente por ser a única a explicitar o contexto de mineração do carvão, também revelou barreira ideológica, assumindo a convicção que defende em um ensino técnico-propedêutico, como discutido anteriormente. De maneira distinta Henrique, ao revelar a barreira ideológica, argumenta que os alunos são os que buscam um ensino objetivando o ingresso no ensino superior:

*“... o que a gente tem hoje, a gente tem um aluno querendo fazer um segundo grau com a possibilidade de tentar uma universidade todo mundo quer isso, **que eu acho errado por sinal...**”* (Henrique – indicativo da barreira ideológica não assumida).

No seu parecer, compreende que o Governo deveria viabilizar as mudanças necessárias para se empreender um ensino temático; mas ao cogitar sobre o caráter do ensino médio, este manifesta a compreensão de um ensino técnico/profissionalizante:

“... teria que modificar tudo né, só que eu acho que isso aí, deveria de ser uma coisa assim a nível de Ministério da Educação e ... Federal que vai se uma coisa que, que ser feito um estudo assim pra que houvesse uma modificação total, radical, esse ensino aí ele é um ensino burocrata, não leva a nada, entendeu” (Henrique – indicativo da barreira ideológica não assumida).

A barreira ideológica é assumida implicitamente por Ana Paula, na convicção da necessidade do ensino propedêutico no ensino médio, como ilustra o fragmento a seguir:

*“... outra coisa que eu trabalho também bastante é redação, assim, geralmente eu cito um tema na sala né, e daí eles assim, como eu acho que também que preparar pro vestibular né, porque **tem que ser realista...**”* (Ana Paula).

É interessante que ser “realista” para esse professor é aceitar o vestibular, mesmo que mostre alguma dúvida sobre ele. Entretanto, outras realidades parecem não ter prioridade pela professora, como a preocupação da “realidade” dos graves problemas ocasionados ao meio ambiente pela mineração do carvão.

De maneira não muito distinta de Ana Paula, que manifesta a realização de redações, objetivando o preparo para uma etapa posterior de escolarização, em Lucia analisou-se mesclas dessa visão unilateral ao indicar o desenvolvimento de conteúdos atitudinais (ZABALA, 1998).

... para eles pesquisa e irem busca o conhecimento por ele mesmo ta, por que depois numa universidade ele vai te que ir atrás, ninguém vai da pra ele, então ele vai te que sabe aprender a buscar, ai envolve né, a relação dele com o grupo sabe ouvir saber a hora de falar né, ser questionado fazer perguntas né, participar, num todo, então seria tudo isso (Lucia).

Convém considerar ainda a constatação da inexistência de um professor que manifesta uma barreira ideológica pura, ou seja, aquele que assume considerar não ser importante a abordagem temática no ensino de química. Tal posicionamento não se manifestou nos discursos e pode ser claramente evidenciado na Tabela 3.

Considera-se imprescindível para a abordagem de temas a disponibilidade de um tempo maior a fim de que os professores possam efetuar o planejamento de suas aulas. Fator que foi indicado por praticamente metade dos professores da amostra (ver Tabela 3) e que se torna condizente com a carga horária “cheia” de alguns desses profissionais (anexo J), talvez sintoma dos baixos salários dos docentes da rede pública que buscam outras ocupações além da escola. Dessa forma, **faz-se urgente** o resgate da dignidade dessa profissão junto à sociedade.

Uma outra “situação-limite” predominante assinalada pelos professores foi a falta de material didático adequado para se trabalhar com temas e o acesso a bibliografias, apontados como dificuldades.

Considerando a perspectiva da abordagem temática do presente trabalho, Santos e Schnetzler (1997) destacavam essa necessidade ao considerar a quase inexistência no Brasil de materiais que atendam as exigências de um ensino voltado para a cidadania. De acordo os autores, não seriam os usuais livros didáticos de química “socioculturalmente descontextualizados”, sobrecarregados de conteúdos e que não estabelecem a complexa relação Ciência-Tecnologia-Sociedade, que proporcionariam a implementação do ensino de Química proposto.

Schnetzler (2002) ao avaliar a formação inicial dos professores de Química, considera que um elevado grau de insegurança em conhecimentos químicos e pedagógicos os acompanha desde à formação acadêmica, e que geralmente não lhes resta outra saída, a não ser recorrer aos tradicionais livros didáticos de Química.

Maldaner (2000), ao considerar o programa tradicional de ensino Química, e a necessidade de mudanças, argumenta que entre as várias razões que os professores têm para não romper com o modelo, está o desconhecimento de programas alternativos. Assim, o autor aponta para propostas alternativas¹ referentes ao ensino de Química no ensino médio, que foram produzidas e divulgadas no Brasil a partir dos anos 80. Destaca que algumas mantêm a ênfase na formação científica básica em Química, outras ressaltam a importância da Química na problematização e compreensão do cotidiano, chamam a atenção para a compreensão do conhecimento químico como um fator social e histórico, ou ainda, têm a preocupação com a formação para o exercício da cidadania, etc. Contudo, todas rompem com a lógica dos programas tradicionais baseados em uma seqüência de conteúdos.

Com relação aos objetivos para o exercício da cidadania, atualmente já começam a circular novos materiais didáticos trazendo inovações, como é o caso da já referenciada coleção de Química da editora Nova Geração que está sendo produzida pelo grupo de professores do Projeto de Ensino de Química e Sociedade (PEQUIS). Estes livros constituem-se em uma proposta inovadora por meio da abordagem de temas sociais visando preparar os alunos para a cidadania através de conceitos químicos básicos e das implicações sociais do

¹ ver (AMBROGI, 1980; SCHNETZLER, 1985; LUFTI, 1988, 1992; MALDANER, 1992; MALDANER; ZAMBIASI, 1993; GRUPO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO QUÍMICA, 1993; CHASSOT, 1990, 1993).

conhecimento químico. Carneiro e colaboradores (2004) discutem as concepções dos professores que utilizaram, em 2003, o livro inovador como livro texto.

Os resultados evidenciaram a existência de uma tensão entre a vontade de mudar, tendo em vista as mudanças indicadas pelo livro, e as dificuldades de desenvolver práticas diferenciadas das tradicionais. Os autores também destacam que os professores manifestaram uma insatisfação com a mudança de organização dos conceitos e com o formato dos exercícios. Por outro lado, apreciam, por exemplo, o fato de os temas serem atuais e ligados ao cotidiano do aluno.

Atesta-se, portanto, que mesmo o acesso a esses materiais de ensino inovadores não é suficiente para que a abordagem não se limite ao ensino de Ciências (SANTOS; MORTIMER, 1999a, 199b). É necessário ter clareza da perspectiva dessa abordagem, para se fazer um planejamento condizente e conseqüente no sentido de atingir os objetivos propostos para a formação da cidadania. Acredita-se que nesse sentido essa “situação-limite” pode ser minimizada pela atualização profissional em cursos de formação continuada.

3.4 Sobre os documentos orientadores da reforma curricular

Na elaboração do questionário incluiu-se algumas questões (1, 2, 8 e 9) relativas aos documentos oficiais da reforma curricular (BRASIL, 1999, 2002). Ao considerar-se que os professores de ensino médio são os principais responsáveis pela concretização nas escolas dos pressupostos que constam nesses documentos, nos pareceu relevante investigar qual o nível de conhecimento do grupo de professores acerca das novas orientações neles constantes.

Referente aos conteúdos químicos trabalhados, apontados pelos PCN (BRASIL, 1999) para o tratamento de uma situação-problema, apenas três professores corroboraram com esse entendimento. Uma parcela expressiva (60%) ainda considera que se deve “correr” com a matéria, na equivocada idéia de esgotar tópicos conceituais. Outra (50%), totalizando sete professores, considera que os conteúdos devem preparar os alunos para o vestibular, e aproximadamente (40,0 %), ou seja, seis professores consideram que os conteúdos químicos devam ser aqueles que permitam a compreensão do processo de elaboração de teorias científicas, no intuito de preparar futuros cientistas. Dessa forma, os dados parecem indicar compreensões de um ensino de química propedêutico e para uma etapa posterior de escolarização. Por outro lado, 3 professores, (20%) expressam **unicamente** a compreensão apontada em um dos documentos oficiais da reforma, ou seja, que os conteúdos podem ser os necessários para a compreensão de situações-problema:

Tratados dessa forma, os conteúdos ganham flexibilidade e interatividade, deslocando-se do tratamento usual que procura esgotar um a um os diversos “tópicos” da Química, **para o tratamento de uma situação-problema**, em que os aspectos pertinentes do conhecimento químico, necessários para a compreensão e a tentativa de solução, são evidenciados. (BRASIL, 1999, p. 71-72 grifo nosso) [a expressão grifada foi utilizada na questão 01 – anexo E].

Além de Tiago, Marilene e Henrique, os professores Marcos, Lucia, Marta, Ana Paula, Gabriela, Manoel, Cláudia, Mateus também manifestaram essa compreensão juntamente com as demais, mas de maneira distinta dos primeiros.

Quanto ao objetivo do ensino médio, a compreensão comparece difusa na indicação do seu caráter binário: propedêutico/preparação para a atuação no mercado de trabalho. Isto foi assinalado por cinco e dez professores pesquisados, respectivamente. Particularmente, com relação ao ensino propedêutico, como pano de fundo, pode estar a opção ideológica ou a falta de conhecimento da superação dessa modalidade de ensino pela reforma curricular. Por outro lado, levando-se em consideração o que está escrito no documento oficial:

Os objetivos do ensino médio em cada área do conhecimento devem envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que correspondam às necessidades da vida contemporânea⁽¹⁾, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e visão de mundo.⁽²⁾ (BRASIL, 1999, p. 16) (utilizada na elaboração da questão 08 – anexo E).

A grande maioria corroborou com essa compreensão. E a indicação⁽¹⁾, correspondeu à manifestação de doze professores, seguida da outra⁽²⁾, assinalada por quatorze.

Em relação ao reconhecimento básico da indicação nos PCN, de uma das três áreas do conhecimento, a área das *Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*, apenas Marcos, Tiago, Ana Paula, Henrique e Manoel assinalaram que esta constava no referido documento. Quanto aos demais, dois assinalaram indistintamente que essa denominação constava na Proposta Curricular de Santa Catarina, na LDB/96 e nos PCN, (Beatriz e Marta). Quatro indicaram estar em dúvida, Joana, João, Mateus e Marilene, três afirmaram não ter conhecimento Helena, Gabriela e Cláudia e afirmou não lembrar, Lucia. A professora Joana preferiu escrever no questionário uma justificativa para a sua resposta: “*Estou em dúvida, pois as três áreas estudadas são pouco trabalhadas durante o ano letivo, onde cai no esquecimento*”.

Os resultados indicam que os parâmetros curriculares nacionais complementares, os PCN+, são desconhecidos. Este documento traz como organização da base nacional comum para o ensino de química, a título de proposta, nove temas estruturados por série, sendo eles: *Reconhecimento e caracterização das transformações químicas*, *Primeiros modelos de constituição da matéria*, *Energia e transformações químicas*, *Aspectos dinâmicos das transformações químicas*, *Químicas e atmosfera*, *Química e hidrosfera*, *Química e litosfera*, *Química e biosfera* e *Modelos Quânticos e propriedades químicas*, sendo que esses temas estão subdivididos em unidades temáticas.

No entanto, o documento é claro ao indicar que deverá ser considerada a realidade da escola. Onze professores afirmaram não conhecer este documento, três assinalaram conhecer, e um conhecer, mas não trabalhar. Porém, na busca do aprofundamento dessa compreensão, as argumentações dos quatro professores acenam para a necessidade de contemplar discussões desses documentos em cursos de formação continuada, visando mudanças nos programas de ensino. A seguir, apresenta-se a manifestação da professora Lucia, que parece possuir convicção de trabalhar os nove temas propostos nos PCN+:

*“... eu não me lembro dos nove eu até já vi agora ultimamente, só se eu pegar o PCN ali e for olhar (risos) os nove, nove de cabeça agora eu não lembro, mas trabalha, trabalha sim, **trabalha eles com certeza...**”.*

Após lembrá-los e organizar a sua fala, realizamos a gravação do discurso. Os “temas” foram indicados em termos da seqüência por série estabelecida pelos usuais livros didáticos de Química, e que não correspondem, portanto, aos temas propostos no documento. Por exemplo, aponta-se o fragmento ilustrativo:

*“Na primeira série, então nós trabalhamos **junto com as matérias que são o átomo, a estrutura do átomo, depois as moléculas, os elementos químicos, tabela periódica, a classificação deles em ácidos, bases, sais e óxidos**, depois a gente trabalha balanceamento de equações e eles na indústria tá...”* (Lucia).

A professora Gabriela se refere ao documento como “matéria estadual” e não lembrou de nenhum exemplo. João indicou as exemplificações no cotidiano como uma “parte” distinta do habitual tratamento conceitual, e como um elemento motivador da aprendizagem, que não correspondem aos temas propostos pelos PCN+ nem tampouco às orientações constantes no documento. Helena afirmou conhecer os PCN+ mas não trabalhar, o que indica um provável conhecimento superficial, uma vez que afirma nunca o utilizar como fonte de pesquisa para planejar suas aulas.

Pelo exposto até aqui e pela análise da colocação feita pela professora Helena, da razão pela qual não trabalha as novas orientações curriculares, apoiamos as argumentações feitas por Ricardo e Zylbersztajn (2004), de que os parâmetros curriculares nacionais permanecem pouco conhecidos e explorados junto aos professores do ensino médio:

“... o que eu trabalho com o PCN é uma forma bem voluntária assim que nunca foi passado pra gente... eu sei que existe, mas eu nunca utilizei como fonte de pesquisa, assim, eu sei que tem temas, que esses temas a gente deve englobar, mas eu não utilizo, eu conheço, mas não trabalho... eu ainda não me senti motivada ainda, eu to indo bem com meu trabalho assim, então derrepente pode ter muita coisa que eu faça sem saber que está no PCN e se eu fosse ler há! Poderia ter feito isso também, mas não é uma coisa que eu tenho trabalhado não...” (Helena).

No decorrer da pesquisa, após uma prévia análise dos resultados obtidos, selecionamos um número reduzido de professores (sete), para uma entrevista semi-estruturada (TRIVIÑOS, 1987). Antes, porém, distribuiu-se um texto para uma leitura prévia. Solicitou-se ao professor uma análise deste, considerando a abordagem do tema chuva ácida nas aulas de Química.

A finalidade esteve centrada em investigar se, mesmo após a leitura de um texto de caráter crítico, que explicita ao professor o contexto da mineração, o mesmo continuasse enfático (ou não) na negativa em trabalhar com temas nas aulas de Química. Procurou-se também explorar a perspectiva da abordagem temática dos que optassem pela afirmativa. Mais adiante, apresentar-se-á uma análise do referido texto que enfoca o contexto local e particularmente o problema da chuva ácida na perspectiva de um enfoque CTS e da Química Verde. A seguir, especifica-se os critérios utilizados na escolha dos professores para a entrevista.

3.5 Critérios de seleção dos professores para a entrevista

Com o objetivo de aprofundar o processo investigativo, realizou-se mais uma etapa de pesquisa, delimitando como perfil preferencial na escolha aqueles professores que manifestassem barreiras operacionais advindas da formação docente e/ou ideológicas, no intuito de melhor explorá-las. Beatriz e Manoel por manifestarem o perfil de barreira operacional, foram selecionados. Quanto à barreira ideológica, esta foi explicitada por João, Marta e Henrique. Com relação aos dois últimos, que atuam na mesma instituição, a escolha recaiu sobre Henrique, por dois fatores preponderantes: um deles devido à clareza da postura ideológica assumida (por Marta) que admite trabalhar temas desde que não prejudique o

conteúdo visando as provas de seleção para o ingresso no ensino superior, e o outro, na análise de que Henrique sugere implicitamente admitir a abordagem temática:

“Não é assim ó, por exemplo, muitas coisas têm que ter tem, mas desde que esse tema tenha a ver com conteúdo, né, por exemplo, assim ó, tu tá falando uma questão sobre isótopos, aí um aluno lá levanta, professor lá em Goiânia aconteceu um problema e tal, bom aí tu vai comenta o assunto, o que que aconteceu, o porque aconteceu e tal entendeu ...” (Henrique – respondendo a questão 7 – anexo E).

A manifestação parece indicar que, ao discutir possivelmente sobre o acidente de Goiânia, o professor Henrique acredita que os alunos fossem dialogar mais, o que parece pouco provável que aconteça ao se referir somente aos isótopos, e isso se se considera a falta de um conhecimento prévio dos alunos acerca desse conhecimento científico. Tendo em vista o número expressivo de professores que afirmaram trabalhar com temas (dez) somando-se ao fato que dois destes, Tiago e Mateus, são pesquisadores na região sobre problemas de poluição optou-se por selecionar uma amostra de três professores que afirmaram trabalhar temas, incluindo Lucia, que indicou trabalhar com temas nas três séries do ensino médio.

3.6 Um texto: uma perspectiva de ensino

Buscando auxiliar o levantamento da compreensão científica e pedagógica dos professores sobre a abordagem do tema chuva ácida, utilizou-se como instrumento de pesquisa um texto (anexo K). Este procedimento é semelhante ao utilizado por Delizoicov N. (1995) em uma entrevista com professores de ciências naturais, em que utilizou um texto extraído de um livro didático que, por sua vez, foi examinado pelos mesmos antes da entrevista, proporcionando resultados satisfatórios. Segue uma análise do texto que precedeu a elaboração do roteiro utilizado na entrevista (anexo L).

3.6.1 Perspectiva de ensino Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS)

O texto de Humeres (1992) é uma produção veiculada em uma revista de divulgação científica dirigida ao público em geral e que aponta uma perspectiva para o ensino do tema, considerando a relevância social da problemática delimitada. O fenômeno da chuva ácida é amplamente discutido do ponto de vista de suas implicações na sociedade, sendo esse direcionamento expresso já no título, que evoca uma argumentação condizente com uma formação para a cidadania: “A Chuva que não Queremos”.

Na introdução, o autor expõe ao leitor um conflito referente ao desenvolvimento industrial em contraste com os prejuízos ocasionados ao meio ambiente, impasses característicos de temas sob o enfoque CTS:

A sociedade moderna inventou um paradoxo cruel. Ela precisa acelerar o desenvolvimento industrial para atender às necessidades do aumento da população. Mas por outro lado, esta industrialização acelerada pode causar prejuízos irremediáveis ao meio ambiente. (HUMERES, 1992, p. 15).

O município de Criciúma é citado por ser um dos pólos emissores dos poluentes precursores da chuva ácida no Brasil. De fato, como foi apontado anteriormente, no panorama histórico de desenvolvimento regional, Criciúma ganhou destaque na produção de carvão carregando, até os dias atuais, o estigma de “capital nacional do carvão” (VOLPATO, 1984). Ao considerar a relação carbono/enxofre dos carvões brasileiros, o autor argumenta sobre a necessidade do controle da emissão do SO₂, o mais importante precursor da chuva ácida, uma vez que: “[...] estima-se em 23,1 bilhões de toneladas as reservas de carvão [...] desse total, mais de um milhão de toneladas correspondem a enxofre, principalmente na forma de pirita carbonosa.” (HUMERES, 1992, p. 17). Assim, refere-se à Jorge Lacerda como a maior termelétrica da América Latina e como uma das fontes de emissão dos óxidos poluentes na região. Critica a busca de uma solução pelo aumento da altura das chaminés ao considerar a falta de efetividade desta, dado que apenas diminui a poluição local, sem reduzir a taxa dos poluentes, bem como a eliminação do SO₂ dos gases de exaustão pelo método dos calcários, que somente remedia o problema, pois produz como resíduo o sulfato de cálcio, não reutilizável uma vez que não possui mercado consumidor.

Em contrapartida, argumenta a favor da dessulfurização do carvão antes da combustão utilizando tecnologia de flotação avançada, da aglomeração seletiva e de ciclones usando líquidos pesados. Também defende o tratamento dos efluentes da combustão para carvões com alto teor de enxofre pela reação de redução do dióxido de enxofre por carbono (sulfogazeificação do carvão) em estágio de estudos (HUMERES, 2004). Tal processo geraria o sulfeto de carbono, produto de aplicação comercial, o que evitaria maiores prejuízos ao meio ambiente. O autor chama a atenção para o fato que: “[...] não são suficientes as evidências científicas para chegar a uma tomada de decisão efetiva. O custo dessa decisão tem sido, até agora, um fator definitivo, sem que os critérios científicos consigam se impor.” (HUMERES, 1992, p. 17).

Tal afirmação nos fez refletir, dado que se for adotado um ensino de Química através dessa temática, tendo somente como objetivo formar especialistas/técnicos, certamente que o enfoque estará centrado no “aspecto técnico” desses equipamentos (PACEY, 1990). Essa abordagem “técnica” seria condizente ao que Auler (2002) denomina como Alfabetização em Ciência e Tecnologia no “sentido reducionista”, isto é, “reduzir ACT ao ensino de conceitos, bem como trabalhar na perspectiva de **entender artefatos tecnológicos e científicos numa dimensão apenas técnica**, internalista, pode contribuir para manter ocultos mitos ligados à CT.” (AULER, 2002, p. 18-19, grifo nosso).

Nessa perspectiva, ciência-tecnologia se caracterizam como atividades neutras, onde caberia ao cientista/técnico solucionar os problemas de um modo eficiente e neutro, o que se constitui em um mito que Auler chama de “superioridade do modelo de decisões tecnocráticas”, onde “[...] a CT assumem contornos de neutralidade.” (AULER, 2002, p. 102).

O endosso às decisões tecnocráticas também são questionadas por gerarem passividade ao transferir aos especialistas a solução dos problemas sociais, uma vez que essa compreensão não contribui para a democratização de processos decisórios.

Humeres explora a necessidade da participação dos cidadãos em grupos organizados, exigindo das autoridades responsáveis soluções para o controle da chuva ácida. Tal aspecto corresponde ao que tem sido destacado como foco na discussão de temas CTS, o que qualifica o texto nessa perspectiva:

Por isto, a pressão governamental precisa ser intensa e **os grupos sociais interessados numa efetiva redução da poluição devem participar diretamente das agências que cuidam do meio ambiente na administração pública.** (HUMERES, 1992, p. 17, grifo nosso).

Também nas considerações das conseqüências da chuva ácida, que no texto acha-se mais focalizado nos efeitos sobre os meio físico (solo, ar e água) e nos outros seres vivos que não os humanos, o autor evoca novamente a participação social no controle da mesma:

A demora na adoção de medidas preventivas talvez se deva ao fato de que os níveis de SO_x e NO_x necessários para se evitar a chuva ácida são inferiores aos níveis exigidos para proteger a saúde pública. Os danos ocasionados à vida humana são os que mobilizam a opinião pública e, portanto, os que merecem atenção e **medidas efetivas por parte das autoridades governamentais.** Somente quando as conseqüências da chuva ácida forem amplamente conhecidas, **a pressão social conseguirá vencer a inércia das indústrias e governos.** (HUMERES, 1992, p. 16).

Esse direcionamento para a participação de outros segmentos sociais no processo de tomada de decisões quanto a empreendimentos científico-tecnológicos que afetam a toda sociedade, implica numa educação que possibilite a formação de pessoas capazes de argumentação, com o conhecimento e entendimento de outras possibilidades e soluções possíveis. Apontando nessa direção, afirmam os autores:

A democracia pressupõe que os cidadãos, e não só seus representantes políticos, tenham a capacidade de entender alternativas e, com base, expressar opiniões e, em cada caso, tomar decisões bem fundamentadas. Nesse sentido, o objetivo da educação em CTS no âmbito educativo e de formação pública é a alfabetização para propiciar a formação de amplos segmentos sociais de acordo com a nova imagem da ciência e da tecnologia que emerge ao ter em conta seu contexto social. (BAZZO; von LINSINGER; PEREIRA, p. 144, 2003).

No debate desse tema, também pode ser desmistificado a “perspectiva salvacionista da CT”, ou seja, “[...] a idéia de que os problemas hoje existentes, e os que vierem a surgir, serão automaticamente resolvidos com o desenvolvimento cada vez maior da CT, estando a solução em mais e mais CT [...]” (AULER; DELIZOICOV, D. 2004, p.5). Parece-nos, então, que ciência-tecnologia não podem sozinhas solucionar eficientemente o problema, há necessidade de vontade pública e também privada, especialmente de atores sociais ligados ao setor carbonífero.

Outro aspecto a ser ressaltado no texto de Humeres, condizente com uma perspectiva de ensino CTS, é a discussão sobre o controle da chuva ácida que muitos países vem realizando, uma vez que possibilita ampliar a visão da problemática e estimular a postura crítica frente à questão, não somente na esfera nacional, como também a nível mundial. O controle da chuva ácida no contexto internacional pode ser destacado no texto por dois pontos principais: o balanço da exportação de poluentes, e os modelos que simulam a relação, emissor — deposição ácida. O resultado do primeiro tem sido importante em termos de acordos diplomáticos entre os países para reduzir a exportação de poluentes, considerando a chuva ácida como “[...] um fenômeno que se produz a longa distância.” (HUMERES, 1992, p.15). Isso permite uma reflexão da inserção dessa problemática na atual crise ambiental, sendo os E.U.A. o país mais resistente quanto a acordos e protocolos internacionais: vide a recente negativa em assinar o protocolo de Kyoto.

Segundo o autor, os modelos mais sofisticados capazes de predizer o nível de acidez da chuva de uma região em função da quantidade de poluente produzido por uma fonte emissora, têm sido desenvolvidos pelos E.U.A., como o super computador Cray-1, utilizado

no Centro Nacional de Pesquisa Atmosférica, em Boulder-Colorado. Em vista disso, fica implícita a visão de ciência-tecnologia não neutra, mas vinculada a interesses de segmentos sociais, considerando as implicações dos resultados dessas pesquisas:

O resultado mais importante desta simulação do que se passa na natureza é que, uma vez determinada a relação quantitativa entre fonte e receptor, será possível fazer uma relação custo/benefício para se escolher a melhor estratégia de combate à poluição. As medidas preventivas envolvem quantias que chegam a milhões de dólares. Torna-se então fundamental saber se a redução em 30% da emissão de SO₂ acarreta uma diminuição em também 30% da deposição de enxofre na área receptora. Estes cálculos podem inclusive servir de base para uma legislação moderna sobre o assunto, que previna efeitos desastrosos sem comprometer o desenvolvimento econômico de um país. Ou podem orientar uma política industrial mais afinada, que examine a distribuição de fábricas e usinas termelétricas nas regiões mais adequadas. (HUMERES, 1992, p. 16).

3.6.2 Perspectiva pedagógica

É importante salientar que o texto de Humeres não se constitui em um material didático produzido para o ensino dessa temática, mas sim num artigo publicado em uma revista. No entanto, extrapolando o tratamento dado ao problema para o processo de ensino-aprendizagem do tema, pode-se considerar, do ponto de vista pedagógico, que o artigo supera o método tradicional de ensino, onde há predominância de aulas expositivas, centradas no professor e na relevância estritamente conceitual. Nesse caso, são contempladas, do início ao fim do texto, as interações estabelecidas entre Ciência-Tecnologia-Sociedade, favorecendo o diálogo entre professor-aluno sobre a situação vivenciada no contexto local.

O texto potencializa envolver os alunos como agentes ativos do processo. A contradição: desenvolvimento industrial x prejuízos ao meio ambiente, por exemplo, favorece a realização de um debate visando uma “conscientização”, uma compreensão crítica da realidade estudantil e o conseqüente posicionamento dos mesmos frente ao problema, para uma participação social voltada aos interesses da coletividade.

Santos e Schnetzler (1997) afirmam que a educação que propicie condições para o exercício da cidadania não é aquela que fornece as respostas prontas e acabadas, como geralmente acontece na resolução de problemas acadêmicos. Sugerem que os alunos devam ser levados a questionar por meios de fóruns, debates, pesquisas de campo, casos simulados, onde diferentes atores sociais (neste contexto, em particular, bem caracterizado pelo representante do sindicato dos mineiros, de ONGs, dos empresários do setor, e o

especialista/cientista) emitam argumentações quanto à problemática em questão. Essas atividades objetivam o diálogo em grupo e não se reduzem ao objetivo de incentivar tão-somente os estudantes, mas para que resulte no compromisso de “co-responsabilidade social”, no sentido da superação da estrutura social vigente e das decisões tecnocráticas.

É importante considerar que embora utilizando-se de recortes do texto citado para trabalhar com os estudantes, uma vez que sinalizam para a gravidade dos problemas na região, como a contradição destacada, além da citação de Criciúma como área crítica torna-se necessário utilizar outros elementos para auxiliar a promoção de um debate. Nesse trabalho encontram-se alguns elementos como o anexo H, como também os resultados de pesquisa dos médicos-pesquisadores, entre outros.

3.6.3 Aspectos químicos

A partir da abordagem do problema como uma “situação real” relacionada ao contexto local e o questionamento crítico das razões que levaram a caracterização do mesmo como área crítica nacional em termos de controle de poluição, na perspectiva de um ensino CTS, torna-se fundamental estabelecer a relação com a ciência Química, aspecto este contemplado no texto.

Porém, recorre-se novamente à ressalva de que o texto não se trata de um material didático preparado para o ensino de Química. Nesse sentido, um ponto relevante a ser considerado na estrutura organizacional das orientações curriculares, indicados nos PCN (BRASIL, 2002) é uma maior autonomia conferida ao professor para selecionar os conhecimentos que considera significativo a serem ensinados, levando em conta a clientela da escola e o seu projeto político pedagógico.

Torna-se essencial, portanto, questionarmos: “[...] qual conhecimento científico pertinente e relevante deve ser ensinado para nossos jovens?” (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002, p. 66). A formação inicial e continuada do professor tem um papel fundamental para possibilitar instrumentalizá-lo a elaborar programas de ensino com enfoque temático e também fazer uso de eventuais textos, com características apontadas para a cidadania, e analisar quais conhecimentos relevantes do ponto de vista do conhecimento científico será ensinado visando uma melhor compreensão da situação a ser problematizada.

Nesse texto, por exemplo, há uma complexidade nas reações radicalares dos intermediários constituídos na formação dos ácidos a partir dos óxidos correspondentes, e que estão ilustradas na página 16, considerada não pertinente a ser ensinada aos alunos de ensino

médio. Para tal compreensão, seria necessário aprofundar o mecanismo destas reações, o que seria condizente com o propósito de formar futuros cientistas, não sendo mais este um objetivo do ensino médio (BRASIL, 1999).

No entanto, conceitos relevantes para compreensão dessa temática aparecem no texto, como por exemplo, os de acidez e aqueles relacionados aos aspectos dinâmicos das transformações químicas, como a coexistência de reagentes e produtos no estado de equilíbrio químico e o produto iônico da água (pH e pOH). Outros, porém, menos manifestos como o reconhecimento qualitativo e as relações quantitativas das transformações químicas, como a sua conservação (Lavoisier), e também as idéias do modelo de Dalton e Rutherford na explicação dos fenômenos.

Assim, mesmo não sendo objeto da presente pesquisa, mas considerando a elaboração de uma programação na perspectiva da abordagem temática, tem-se também a pretensão de problematizar a lógica predominante de organização dos programas de ensino de Química — caracterizados pela disposição seqüencial de conceitos com pouco significado para os alunos, uma vez que enfocados de maneira isolada — em favor de programas temáticos, no qual a conceituação científica selecionada seja a necessária à compreensão do tema com significado local. Entende-se também que os conhecimentos científicos e a abstração dos modelos constitutivos da matéria devam ser o fim e não o início do processo de ensino-aprendizagem de um tema. De modo que o texto:

- 1) Faz uma ampla discussão da seriedade dos problemas de poluição no meio ambiente relacionados à mineração do carvão;
- 2) Direciona para o tratamento num enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS);
- 3) Traz um conjunto de exposições conceituais básicas que a Química desenvolveu e que permite interpretar cientificamente o tema chuva ácida.

Este foi considerado um bom instrumento para investigar qual a compreensão que os professores têm acerca desse contexto e a conseqüente perspectiva da abordagem temática. Da mesma forma, também possibilita explorar as barreiras operacionais e/ou ideológicas associadas ao ensino de temas, levando-se em consideração a leitura de um texto onde o enfoque não se limite à dimensão do conhecimento químico.

4 O PENSAR DOS PROFESSORES SOBRE A ABORDAGEM DA CHUVA ÁCIDA

4.1 A compreensão do contexto

Durante o processo de análise, pode-se constatar que o conjunto de professores entrevistados¹, de um modo geral manifestou menção acrítica quanto às causas dos problemas que esta atividade ocasiona ao meio ambiente. Assim, mesmo quando questionados sobre como procederiam na abordagem das causas e conseqüências da chuva ácida na questão 9² (anexo L), não ocorreram considerações dos determinantes sociais, políticos e econômicos que levaram a caracterização do contexto local como área crítica nacional para efeitos de controle de poluição. A seguir são ilustrativos dessas manifestações predominantes nos discursos:

*“... eles mesmos poderiam perguntar, porque são de região carbonífera, a maioria tem avô que trabalhou então eu acredito que eles mesmos podem trazer informações sobre como é que era a exploração antigamente, como é que é a exploração hoje né, se melhorou, se não melhorou, e aí abordaria esse tema que hoje o rio é laranja assim, se antigamente também é, porque aí ele vai ver que **tinha peixe ali naquele rio né porque os avós com certeza pescaram naquele rio entendeu, ele vai ver que hoje o rio tá morto, ele vai perceber que isso está gerando sim muitas conseqüências né, que ele não pode ir ali, no rio, não pode suprir os seus alimentos, não pode tirar água pra nada, porque ela está morta, uma água poluída né perigosa**, então isso ele mesmo poderia trazer essa informação de casa por aqui ser uma região que eles moram em cima disso, então acho que ficaria muito rico esse trabalho com esses alunos aqui”* (Lucia – respondendo a questão 9 – anexo L).

*“... nós fizemos trabalhos aí de poluição, então agora é que tá começando a se ter um pensamento voltado né, até a fiscalização dos **órgãos fiscalizadores já tão exigindo** no relatório de licença, né no laudo na licença obrigatória, então **agora é que tá começando** (risos) **as empresas a ter essa consciência** né, mas eu vejo ainda que na parte de poluição tá muito além ainda, eu acho que deveriam mais se preocupar com isso né, na verdade é o que a gente tá usando diariamente né”* (Mateus).

Por outro lado, mesmo não havendo argumentação crítica das causas, a compreensão das conseqüências da mineração e o reconhecimento do contexto como o estudantil, se fez presente nas falas dos professores. Convém salientar que Lucia, Henrique, Tiago e Mateus assinalaram, além dos problemas de poluição (solo, ar e recursos hídricos), os problemas de

¹ Dos sete professores selecionados para a entrevista, apenas seis a concederam. O professor Manoel, representando o perfil de barreira operacional própria da formação docente, (sendo este o professor que melhor a explicitou na etapa anterior da pesquisa) aceitou ler o texto e marcou a data/horário para a entrevista. Porém, no dia previsto pelo professor, o mesmo alegou indisponibilidade de tempo. Foram feitas tentativas para conciliar algum outro horário, todas em vão.

² E sobre as causas e conseqüências da chuva ácida, trabalharia com seus alunos? Como?

saúde ocasionados aos seres humanos. Henrique fez menção à qualidade do ar que as pessoas respiram; Mateus aos problemas de saúde de um modo geral; Tiago a pneumoconiose dos trabalhadores das minas; e Lucia pontuou a frequência dos problemas de alergia e também os pulmonares.

A professora Lucia nesta etapa da pesquisa comentou sobre o rio poluído que se encontra ao lado de uma das escolas em que atua (anexo A), e, embora reconhecendo o contexto, foi possível identificar em sua colocação acrítica e neutra quanto às causas e permanência do problema, dado que:

*“... aqui próximo da escola [...] você vê as regiões bem mineradas e você vê as casinhas em cima de uma área minerada, então de rejeito de carvão, então assim ó, eles vivem bem nessa realidade mesmo, então ali tem alguns laguinhos laranja, **por causa do ferro**, da precipitação do ferro **por causa da acidez elevada**, então e eu falo pra eles ó, aquela lagoinha, né laguinho, pocinha laranja, aí falo do rio, aí eles há hoje tava mais laranja o rio, hoje não estava tão laranja, então eles percebem isso...”* (Lucia).

Há também indícios de que para Lucia os problemas que emergem desse contexto já não são tão graves, uma vez que, segundo o próprio professor:

*“... hoje eles têm que ter aquela preocupação ambiental que a FATMA exige né, a fundação de Amparo Tecnologia e Meio Ambiente exige aquelas normas... entrar dentro dos padrões permissíveis né, então eles têm que fazer aquilo, mas como a gente sabe que a fiscalização nem sempre é perfeita, porque existe pouco pessoal, então sempre tem que se contar que tenha **um pouco de coisa sendo lançada e sendo feita de forma irregular** né...”*

*“... tem que pensar no lado positivo né, que eles estão fazendo o melhor, em relação ao passado hoje já se tem métodos e **maneiras eficientes** de se você **cuidar dos rejeitos** ta”* (Lucia).

A professora entrevistada manifestou grande preocupação em fazer a contra-argumentação do texto apresentado e considerar os aspectos positivos do contexto local, centrados na questão do uso do gás natural pelas indústrias locais em substituição ao carvão mineral. Não obstante, o professor João também demonstra pouca compreensão quanto à gravidade dos problemas:

*“... seria em relação ao resíduo que foi lavado, jogado né, nesses perto dos lavadores, né no meio ambiente, e eles tão fazendo um tratamento agora, mas, não é aquele intenso né, rapidamente, e aquilo conforme vai o tempo vai passando ela vai a terra vai absorvendo né, então, a tendência é a poluição ela vai se estendendo né, cada vez mais, então, **eu acho que o único problema que ta tendo mais muito é ali eu acho...**”* (João).

De maneira distinta de Lucia, o professor João não contra-argumentou as colocações do autor do texto, assumindo uma postura fatalista e sugerindo perceber as implicações do tema com as dimensões de ordem política e econômica indicadas pelo autor. Isso será discutido mais adiante, pois é referente à “situação-limite” intitulada como “a barreira ideológica”:

“... eu acho que nesse ponto o assunto em relação a tema sobre acidez eu acho que é uma coisa que acho que tem que partir geralmente na parte governamentais né, no caso... na prefeitura...” (João).

Com relação aos aspectos até aqui apresentados, pode-se constatar o quanto os professores estão presos aos materiais didáticos. Foi preciso apresentar um texto, que discute sobre a região como uma área crítica nacional em termos de controle de poluição, para que os professores entrevistados reconheçam que os seus alunos vivem nessa realidade. Contextos significativos como o de Criciúma, não são apresentados e discutidos nos livros didáticos, o que torna compreensível a quase ausência de menção a esse contexto na etapa anterior da pesquisa.

Diante de uma ausência de questionamento crítico em relação a dimensões de ordem social, política e econômica que levaram a caracterização do contexto local e que perpassa o conjunto de manifestações, esses resultados parecem que devem ser considerados indicativos de que o grupo de professores possui pouca “conscientização” que “[...] é o olhar crítico da realidade, que a ‘desvela’ para conhecê-la e para conhecer melhor os mitos que enganam e ajudam a manter a realidade dominante.” (FREIRE, 1980, p. 29).

A este nível espontâneo, o homem ao aproximar-se da realidade faz simplesmente a experiência da realidade na qual ele esta e procura. Esta tomada de consciência não é ainda a conscientização, porque esta consiste no desenvolvimento crítico da tomada de consciência. A conscientização implica, pois, que ultrapassemos a esfera espontânea de apreensão da realidade, para chegarmos, a uma esfera crítica [...] (FREIRE, 1980, p. 26, grifo nosso).

O fato parece sinalizar para a predominância de uma abordagem com mesclas de neutralidade. Nessa perspectiva, segue a análise do pensar do grupo de seis professores sobre o tema “chuva ácida”.

4.1 Contextualização: o predomínio conceitual

Esse entendimento manifesta mais claramente o que se denominou na etapa anterior da pesquisa como “o distanciamento das situações-problema cotidianas”. Há fortes indícios de que para João, Lucia e Henrique conferem relevância máxima aos conceitos químicos, em detrimento da compreensão do tema social apresentado sob outros aspectos que não somente químicos. Como tem sido destacado, frente à posição assumida nesse trabalho, essa prática pedagógica pouco ou quase nada contribui com a formação para a cidadania, uma vez que não se evidencia intensa preocupação com o enfrentamento do problema. Por outro lado, há grande destaque no ensino de conceitos científicos, manifestando-se uma prática pedagógica que se restringe ao paradigma tradicional.

Por exemplo, para a professora Lucia a razão da abordagem do tema chuva ácida indica estar centrada na relevância conceitual e subordinada à conceituação científica. Também parece não relacionar a chamada “Química Orgânica” com o carvão mineral, o que possivelmente tem como pano de fundo o programa conceitual e fragmentado que utiliza:

“... eu usaria no primeiro ano, por causa das funções inorgânicas em relação ao ácido tá, já que é chuva ácida envolve acidez envolve pH, envolve né outras substâncias, usaria no segundo ano por causa do equilíbrio químico, envolve pH né, então as duas turmas poderiam usar sim esse, o terceiro ano, né como é orgânica, né isso já estaria mais a parte, até porque é uma parte inorgânica né, envolve óxidos...” (Lucia – respondendo sobre a abordagem ou não do tema, questão 1 – anexo L).

Além do mais, fornece indícios para análise de que o tema seja utilizado (consciente ou não) como uma estratégia de ensino-aprendizagem para trabalhar conceitos, como explicita nesta colocação:

“Como eu te disse ali antes né, nessas duas matérias, é que eu sempre tento trazer o tema associado à teoria, então eu passo a teoria né explico o que é um equilíbrio químico, o que que são as funções inorgânicas, e aí a gente trabalha experimentos [...] então dá pra abordar o tema com experimentos e aí sim você pega, você pega e aborda o tema tranquilo, relacionando ele com a teoria, dentro do tema do equilíbrio químico e funções inorgânicas que é o que mais se relaciona com esse tipo de coisas né, que é o óxidos né e ácidos né.” (Lucia – respondendo sobre como trabalharia esse tema – questão 8, anexo L).

O fragmento apresenta inclusive indicativos da falta de clareza do termo “tema” por esse professor. Neste caso, tema e tópicos químicos conceituais parecem ser compreendidos como sinônimos. A seguir, um outro exemplo ilustrativo da relevância conceitual conferida pela professora Lucia no ensino desse tema químico social:

“... ele aborda em vários pontos né, à parte desses poluentes, como uma forma química, então por isso que daria abordar né, naqueles itens que eu lhe falei ta no equilíbrio químico e nas funções inorgânicas, tá que a gente trabalha além desse tipo de poluição trabalha outros tipos de poluição também” (Lucia).

O professor Henrique, apontado na etapa anterior da pesquisa por ser o único a trabalhar o conteudismo visando, sobretudo o vestibular, após a leitura do texto afirmou que trabalha esse tema, manifestando uma prática em que se destina a informações generalizadas sobre o contexto local e exemplificações conceituais:

“Eu inclusive eu uso esse tema né, eu uso esse tema, sempre que eu, por exemplo, nas funções, quando tu, ai tu faz, os principais ácidos né, e mais ou menos no que que eles são utilizados, que tipo de problemas que eles podem causar,entendeu ...” (Henrique, respondendo se usaria ou não o tema, questão 1 – anexo L).

Veja-se no próximo fragmento a ênfase no ensino das desnecessárias e irrelevantes classificações e a extrema relevância conceitual, denotando inclusive que a menção ao contexto local é manifestada ao final do discurso:

“... por exemplo, assim ó, quando eu trabalho, por exemplo, na função inorgânica, tipo em ácidos, então primeiro o aluno tem que entender a fórmula, quando é que se tem um ácido né, ele olha a fórmula e tem que saber que é um ácido, segundo, que classificação que tem esse ácido, que tipo ele é, tipo quantos hidrogênios ele tem, se são ionizáveis ou não são, é que se esse ácido ele tem oxigênio ou não tem, se esse ácido ele é orgânico ou não orgânico, se ele é volátil se esse ácido é forte fraco moderado muito forte e tal, quais são os critérios que usa pra isso e quais são os principais ácidos que usa no dia-a-dia e pra que tipo de coisa que tu vai usar esse ácido, então isso é dado, então o aluno tem essa noção né, e quando tu aborda pó exemplo esses ácidos ai tu vai escolher por exemplo alguns ácidos que são mais utilizados né ácido clorídrico, ácido sulfúrico, então tu vai explicar, olha, o ácido sulfúrico como eu te falei é utilizado né em preparação de adubo que eu me lembro assim, é utilizado em solução de bateria, utilizado pra isso né, e é também problema com as, nas minas de carvão e liberação do SO_2 passa pro SO_3 ... a água né, isso aí reage formando um ácido sulfúrico, formando chuva ácida e causa uma série de problemas, né ... é comentado, entendeu, claro que sempre alguém pode indagar mais alguma coisa, mas sempre é comentado, sempre” (Henrique).

No entanto, considerando o ensino conteudista e adestrador para o ingresso dos estudantes no ensino superior que Henrique manifestou na etapa anterior da pesquisa, a leitura do texto parece ter favorecido reflexões desse professor no sentido da superação da “consciência ingênua” pela “consciência máxima possível” conscientizado-se do “inédito viável” (FREIRE, 1997a):

“O que chama atenção no texto é o seguinte é que nós vivemos numa região que acontece exatamente isso né, e muitas vezes as pessoas por, por falta de informação e tal, e mesmo a gente que é conhecedor disso não divulga talvez a altura né, ou chama a atenção pra aquilo que

realmente mereceria ser chamado à atenção né, talvez seja uma culpa nossa, na verdade todos os nossos alunos iriam entender toda essa situação, né sabe que a gente ta vivendo isso aqui né, então não sei até que ponto como eu te falei acho que a gente não, não faz um trabalho muito bom né nesse sentido, porque não que a gente não aponte não que a gente não diga alguma, mas eu acho que não tem muita eficiência o nosso trabalho, né poderia ser feito alguma coisa com mais qualidade...” (Henrique).

Esse tratamento do tema em termos de informações generalizadas e exemplificação conceitual também foi manifesto por João. Este professor assume a postura ideológica ao afirmar não trabalhar o tema, e sim a exemplificação conceitual, investigado na etapa anterior da pesquisa como “o distanciamento das situações-problema cotidianas”:

“Agora dava assim pra trabalhar senão totalmente aquele assunto, mas quando ta envolvendo aquele assunto sobre ácidos essas coisas né, então dando um assunto no geral então dá pra trabalhar...” (João – respondendo se usaria ou não o tema, questão 1– anexo L).

Mais adiante sinaliza para essa prática pedagógica, e, à semelhança do professor Henrique, menciona o contexto de mineração somente ao final do discurso:

“... apesar de até a gente sempre mostra pra eles assim na parte do ácido né classificação em relação à alimentação sempre é colocado pra eles, até produtos que a gente se alimenta também contém ácidos né, e parte que é o pessoal do segundo ano que entra essa parte do pH da acidez da água em relação à da água mineral né, pH a gente comenta assim e fala sobre essa nossa região que tem o envolvimento do carvão de pirita né...” (João).

Os resultados obtidos indicam ser semelhantes ao que Santos e Mortimer (1999a, b) investigaram como o ensino de Ciências relacionado ao cotidiano, apresentado como contextualização no ensino de química pelos professores integrantes daquelas pesquisas. Os autores também afirmam que essa compreensão restrita a ilustrações e exemplos do cotidiano não contribui para a formação do cidadão, uma vez que não contemplam aspectos sócio-científicos relacionados aos temas químicos sociais.

Relativo a essa categoria analisou-se subcategorias denominadas como “o foco no indivíduo” e “prevenção: o enfoque na técnica”, pois assim como a relevância conceitual conferida ao tema pelos três professores destacados, trata-se de uma visão estreita das interações Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS).

4.2.1 O foco no indivíduo

Esse pensar caracteriza-se como uma visão reducionista no enfrentamento do problema, atribuindo responsabilidades de cunho predominantemente individual: no aluno, no “mineiro” (o trabalhador), no cientista (o autor do texto), como se ele fosse a causa (o aluno, o “mineiro”) e somente dele dependesse a solução do problema (do “mineiro”, do aluno), e foi constatado no discurso de João, Lucia, Beatriz e Tiago. Os professores João e Lucia, particularmente, centram no indivíduo a responsabilidade acerca da poluição ambiental, à semelhança de algumas práticas de educação ambiental, estando ausente apontamentos para a necessidade de políticas públicas (REIGOTA, 2001). Segundo Tozoni–Reis (2002), algumas atividades de educação ambiental conferem à problemática uma abordagem catastrófica e apocalíptica, desconsiderando a influência concreta do que denomina aspectos sócio-históricos de tais problemas.

Vejam-se alguns exemplos:

“Seria assim né, por exemplo, os alunos quando tem produtos assim recicláveis que não jogar assim em qualquer lugar no lixo, no ambiente né...” (João – acerca das informações generalizadas que considera pertinente abordar).

*“... a gente sempre tenta buscar fazer **com que ele, ele se analise, ele, o que ele está contribuindo o que que a sua família está contribuindo, a sua cidade está contribuindo né pra esse todo de destruição [...] o ano que vem quantos ciclones teremos? Né? Quantos? [...] a nossa contribuição negativa está grande e aí sim ele precisa se analisar ele precisa ver né, se situar o que ele tá fazendo, a favor, e o que ele está fazendo contra ...**”* (Lucia).

Considera-se que não se trata de eximir os indivíduos de qualquer responsabilidade, mas centrar nos mesmos o enfoque contribui para cristalizar uma visão reducionista da problemática que é complexa e de potencializar uma ação individual, em detrimento de ações coletivas:

[...] Os valores e atitudes só tem sentido se a essência do *bom* tiver dimensão histórica, isto é, se for pensada no movimento histórico intencional do permanente *vir a ser* dos sujeitos articulando os interesses coletivos e individuais. (TOZONI–REIS, 2002, p. 90, grifo do autor).

No tocante ao contexto específico da mineração, o foco no indivíduo foi alvo do discurso de Beatriz e de Tiago. Desta forma Beatriz, refere-se aos mineiros que contribuem com a degradação ambiental:

“... eles vão dizer há, mas o meu pai tem emprego na siderurgia, o meu pai tem emprego nas minas de carvão, eu sei que ele tem emprego, né, mas de que forma isso ta fazendo com que a gente perca, as nossas, as nossas florestas, as nossas plantas, os nossos jardins, é tudo resultado...” (Beatriz).

“... seria solucionar também essa degradação, para que eles, eles até no futuro poderão trabalhar em minas, mas eles têm que ter a conscientização [...] quer dizer não é a conscientização não existe mais né, é a sensibilização... a consciência não dá, né, é sensibilizar né, sensibilizar pro lado bom né” (Beatriz).

Veja-se que na colocação de Tiago o “mineiro” é indicado como “vítima e algoz”, à semelhança da expressão utilizada por Sheibe (2002):

“... o próprio homem que ao mesmo tempo ele é vítima e algoz né, em função dessa mineração, quer dizer, ele explorando esse mineral ele pode trazer desenvolvimento pro município, pra cidade, né, mas também ocasionar doenças pra ele mesmo né, como eu citei a pneumoconiose que é muito comum no caso né, da extração do carvão” (Tiago).

É conveniente salientar a esta altura que num enfoque onde o objetivo principal é a formação do cidadão, torna-se imprescindível destacar que ator social está se cogitando, o “mineiro” ou os “empresários do setor carbonífero”:

“... o homem no caso, sendo vítima e ao mesmo tempo algoz né, sendo ele o vilão da história...” (Tiago).

Veja-se também a compreensão do professor Tiago com relação ao cientista que no texto (anexo K) evoca justamente a participação social no controle da chuva ácida:

“... o homem ao mesmo tempo que ele tá buscando, tá promovendo essa situação ele está propondo também né, novas tecnologias ...” (Tiago).

Isso nos parece uma visão estreita da complexidade do problema que se confira dentro de um contexto histórico onde se mesclam fatores de ordem política e econômica principalmente. Auler (2002), em sua pesquisa, encontrou resultados nesta direção e que denominou como “superdimensionamento da ação individual”. O autor sugere que o endosso às ações individuais nas quais o “eu” destaca-se em relação ao “nós” está em descompasso com o contexto do surgimento histórico do movimento CTS e o momento atual que focaliza ações coletivas, problematiza decisões tecnocráticas, e postula aquelas mais democráticas, o que sugere a participação de mais atores sociais nos processos decisórios.

4.2.2 Prevenção: o enfoque na técnica

Como se destacou ao longo desse trabalho, o enfoque centrado no “aspecto técnico” (PACEY, 1990) das tecnologias preventivas da chuva ácida pouco contribui com uma abordagem na perspectiva CTS onde o objetivo principal é a formação para o exercício da cidadania. Contudo, essa prática pedagógica foi marcante nas falas de Mateus e Lucia. Veja-se um exemplo ilustrativo:

*“... na parte de minimizar esse tipo de problemas né, nas indústrias, por exemplo, equipamentos que, diminuam a emissão de SO_x, NO_x, são as reações né, porque minimizando isso, né, diminui essas reações, tu vai ter só isso de reação, então **como é que tu vai minimizar isso** vai ser aonde ocorre a emissão né, que **seriam equipamentos** que controlam esse tipo de emissão, diminuem essa, flotação é lavadores de gases, é ciclones pra diminuir o material particulado”* (Mateus – respondendo a questão 6, anexo L).

Segundo Auler (2002), centrar-se no “aspecto técnico” endossa as decisões tecnocráticas e ignora-se as interações entre CTS. Assim, o professor não leva em consideração outros aspectos, como o questionar as razões pelas quais as tecnologias preventivas balizadas pelos princípios da Química Verde insistem em não se configurar no cenário das indústrias, particularmente da local. Por outro lado, sugere potencializar a formação de um futuro cientista, e há expectativa de que ciência-tecnologia podem dar conta do problema, o que Auler denomina de um mito da “perspectiva salvacionista da CT”. Neste caso desconsidera-se argumentar a participação coletiva dos cidadãos na sociedade para se prevenir o problema.

Ressalta-se que considerar tecnologia como ciência aplicada, ambas desprovidas de valores, não contribui para questionar soluções efetivas para o problema que se configura dentro das relações sociais e jogo de interesses:

*“... primeiro que a gente sabe que **a tecnologia e seria o avanço que hoje tem a ciência** então ela pode, é tu pode minerar, pode, mas desde que tu, que se cumpra a lei, a lei ambiental...”* (Beatriz – respondendo a questão 10, anexo L).

4.3 Contextualização: a relevância contexto distanciando-se do conteudismo

De maneira distinta da anterior, esse entendimento sinaliza para uma preocupação com o tema social apresentado e parece melhor caracterizar “o distanciamento do conteudismo” evidenciado na etapa anterior do processo investigativo. Beatriz, Mateus e Tiago não manifestaram restrições quanto à abordagem do tema, considerando conceitos pré-

estabelecidos por programas conceituais. Além disso, há indicativos da relevância conferida por esses professores à chuva ácida.

Vejam-se alguns fragmentos ilustrativos:

“... chuva ácida é uma coisa bem propícia pra se trabalhar sempre, é uma coisa que existe em função da poluição, da quantidade de elevada de gás carbônico na atmosfera né, a própria extração do carvão né, faz com que haja né o surgimento, o aparecimento dessa chuva ácida né, é tem um município que apresentou um, uma certa, até acho que um nível de tolerância assim, que foi o município de Capivari, né, em função da usina termelétrica Jorge Lacerda né, em função da, da quantidade de dióxido de carbono naquele período né, em função da queima do carvão, juntamente com o dióxido de enxofre, em função dos rejeitos piritosos né...” (Tiago – respondendo sobre a abordagem ou não do tema, questão 1– anexo L).

“... é um problema nosso aqui da região e é um tema de ponta hoje todo mundo tá, né ambientalistas tá todo mundo se preocupando com esse tipo de tema né, e eu trabalho nessa área também, na área de meio ambiente, eu procuro (risos) mostrar tudo nessa área, né um pouco dessa área” (Mateus – respondendo a questão 1– anexo L).

E mais adiante argumenta que:

“... porque assim ó com relação às reações eles vão ter um entendimento deles, eles depois eles vão formular a idéia deles, mas eu vejo o interessante aí é a colocação é a preocupação com relação em torno dos problemas que causam né, é isso que eu acho interessante, que traz bem, traz tá bem, tá numa linguagem até boa” (Mateus, acerca da complexidade das reações dos intermediários enfocados no texto e que foram alvo de manifestação desse professor nas questões 3, 4, 5, 7 e 8, anexo L).

Constatou-se que na compreensão do professor Mateus o tema social apresentado destaca-se pela sua importância em relação ao ensino de reações químicas complexas para o nível de ensino médio, e que potencializa formar um futuro cientista.

A compreensão da professora Beatriz (representando o perfil de barreira operacional próprio da formação docente) se enquadra nessa categoria, já que manifesta o desejo em abordar a realidade de seus alunos. Sua fala no fragmento a seguir, também fornece subsídios (na expressão grifada) para a análise da barreira operacional, e a esta, somam-se as manifestações ideológicas que pairam no contexto local, e que possivelmente contribuem para o ocultamento da realidade social (CHAUI, 1989).

*“Eu utilizaria porque ele além de abordar o problema da chuva ácida e **explicar né, da forma que explica de uma forma clara, que eu acho que o aluno tem o entendimento lendo o texto sem a nossa presença**, ele ainda prova pra nós, é comprova que em Criciúma existe a chuva ácida, porque quando a gente em alguns meios, pra conversar sobre o assunto, eles dizem que não existe essa chuva ácida em Criciúma, né, eu trabalharia sim”* (Beatriz – respondendo sobre a questão 1 – anexo L).

Caminhando na perspectiva de um ensino contextualizado pela abordagem de temas relevantes do contexto estudantil, e visando a formação de um cidadão capaz de assumir uma postura crítica e participar coletivamente na sociedade, destaca-se que, em relação à questão 8¹, (anexo L), dos quatro professores que optaram pela afirmativa em trabalhar o tema, a saber: Lucia, Beatriz, Tiago e Mateus, apenas o último e Tiago propõem a realização de discussões com os alunos sobre o problema apresentado. O professor Mateus sinaliza para discussão dialogada:

“... trabalhar na forma de diálogo eu acho, com relação às preocupações, à parte de preocupação no Brasil o que está se fazendo no Brasil...” (Mateus).

O professor Tiago aponta para a realização de mesa redonda para o debate do tema, metodologia típica de temas num enfoque CTS (KOEPSEL, 2003; SANTOS e SCHNETZLER, 1997). Também sugere a realização de encenações/teatros, poesias, paródias, com a utilização do texto apresentado, assim como a de fitas de vídeo e a busca de laudos oficiais sobre o problema:

*“... dividiria em três grandes grupos e que cada um fizesse uma colocação, sobre primeiro uma prévia leitura né, depois a gente faria um debate sobre esse né, então onde os três grupos fariam né, cada um a sua colocação né, através de uma **mesa redonda né, então eu faria assim um grande grupo na sala né, pra discussão desse, desse tema né, aí assim, cada onde cada grupo né, logicamente faria a sua colocação...**”* (Tiago – respondendo como trabalharia o tema).

*“... alguns laudos né... de chuva ácida, é que nós temos aqui na região de Criciúma né, o **IPAT que é o instituto de pesquisas ambientais e tecnológicas eles tem alguns laudos eles podem prover pra gente né, então eu trabalharia assim com laudos, com fotos se houvesse, então tudo que se possa vir pra acrescentar...**”* (Tiago – respondendo sobre algum aspecto que o texto não contemplou).

Mesmo não sendo manifestado, pelo professor Tiago, o questionamento crítico das questões políticas e econômicas vinculadas à caracterização do contexto local, os fragmentos são ilustrativos dos fortes indícios de uma aproximação da abordagem da chuva ácida numa perspectiva de tema social. Os demais professores demonstram dificuldade em propor atividades pedagógicas que impliquem maior participação dos alunos e que os mesmos sejam estimulados a emitir opiniões, propor soluções, etc. Por outro lado, tem-se a expectativa que

1 Como você abordaria esse tema?

estas atividades propostas pelo professor possam propiciar condições para o desenvolvimento de atributos da cidadania:

“... eu acho que assim derrepente poderia ser abordado assim ó, a questão de o que as ONGs estão pensando disso e o que que o Governo Federal, Estadual estão pensando disso ta, o que que diz a Constituição Brasileira acerca do problema com relação a chuva ácida, né decorrente muitas vezes da emissão demasiada de gás carbônico ou dióxido de enxofre né, e derrepente assim tentar o endereço de algumas ONGs de alguma coisa assim né pra gente pode contacta, deixar matêrial” (Tiago – respondendo sobre algum aspecto que o texto não contemplou).

Ao se pronunciar sobre as tecnologias preventivas da chuva ácida, Tiago manifesta o não endosso a um dos mitos denominados por Auler (2002) como “perspectiva salvacionista de CT”, argumentando:

“... as tecnologias, o pessoal utiliza no caso né, nos aqui da região carbonífera o pessoal faz as pesquisas ambientais através das estações climatológicas né, de umidade do ar, do próprio o pH da água, então eles fazem essas, né são os métodos analíticos né que eles utilizam, mas em termos assim de tecnologia eu acho que teria que primeiro né, é fazer com que houvesse uma conscientização, maior né, pra que não houvesse tanto impacto assim pra não, porque eu acho que assim vai é chegar num momento que essa situação vai fugir do controle né, e não há ou não haverá tecnologia que ampare isso né uma vez fugindo do controle, quer dizer causando o desastre total, né vamos dizer assim não tem como né, eu acho que a gente trabalha primeiro uma conscientização né e se houver né em mãos assim uma tecnologia né, ou se tiver em vista, alguma coisa que derrepente possa amenizar esse impacto, acho que seria adequado né utilizar” (Tiago).

Pelos aspectos apontados na presente pesquisa, Tiago foi o professor que mais se aproximou de uma abordagem da chuva ácida numa perspectiva de tema social. A contextualização visando a cidadania foi analisada também por manifestações que busca m pela participação social dos alunos no controle da chuva ácida. Tal constatação pode-se identificar na fala de Tiago e, de forma mais restrita, na fala da professora Lucia:

“... hoje em dia existe uma série de procedimentos ambientais que as próprias carboníferas tem que ter, então é uma maneira de eles pressionarem, questionarem né e estarem sempre olhando isso já que eles moram em regiões carboníferas né” (Lucia – ao responder a questão 7, anexo L).

“... ficaria assim praticamente de olho em outras tecnologias né, assim, como, vamos dizer assim a gente ficaria assim atento, né atento a novas tecnologias e o que viesse e derrepente fosse claro que fosse bom, a gente com certeza a gente aprovaria sim né, essas tecnologias” (Tiago – respondendo como trabalharia as tecnologias preventivas da chuva ácida).

Em relação à contextualização no ensino de química proposta nesse trabalho foram analisadas também as “situações-limite” e que são objeto da discussão a seguir.

4.4 As “situações-limite”

Como tem sido destacado no contexto da presente pesquisa, as “situações-limite” se caracterizam como dificuldades para que a abordagem temática se dê na perspectiva contextualizada, cidadã, dialógica e social, e foram identificadas também nesta etapa da pesquisa.

4.4.1 A barreira ideológica

A barreira ideológica explicitada na etapa anterior da pesquisa pelos professores Henrique e João foi reafirmada por ambos na etapa posterior. É pertinente destacar que o professor Henrique, que afirmou trabalhar o tema, manifestou o seguinte pensar ao argumentar a possibilidade de trabalhar a chuva ácida enquanto exemplo de um tema estruturador de seu programa:

“Não, não eu digo, não é usado hoje [...] não, não é feito isso. Mas é abordado chuva quando sobre os ácidos, os principais ácidos, onde eles são principalmente utilizados, eu te falei que tipo de problemas que eles podem causar” (Henrique).

A postura ideológica parece não ser assumida e a fala indica também a falta de uma atualização profissional do professor quanto às recentes orientações curriculares:

“Porque nos temos aquilo que eu te expliquei numa outra é que tu tem que dirigir o aluno pra aquilo que ele cobrado, eu acho que eu me posicionei a respeito disso ai bem né” (Henrique).

*“Seria possível, mas como eu te falei **teria que ter uma modificação de toda a estrutura do sistema atual** [...] é um tema relevante porque inclusive é uma coisa que acontece na região né...”* (Henrique).

Dado os indicativos de uma reflexão do professor Henrique após a leitura do texto no sentido da superação da “consciência ingênua” pela “consciência máxima possível”, (FREIRE, 1997a) realizou-se alguns questionamentos sobre a possibilidade do mesmo trabalhar esse tema: *“Mas não é como eu faço, como eu faria, é isso, essa é pergunta?”* (Henrique).

O discurso aponta para a prática pedagógica num enfoque CTS:

*“... todo o cidadão né, toda a pessoa que se, que estuda, ele tem que se posicionar né, então uma pessoa que se posiciona, ele como faz parte dentro sociedade, ele um trabalhador, ou público ou um privado não interessa, ele tem que ter uma... ele pode cobrar né, as coisas que estão mal, conseqüentemente ele vai exigir de um vereador, de um prefeito, se **posicionar dizendo que tal coisa não é possível que se tome medida e assim é que a sociedade consegue modificar as coisas né, através de questões políticas né,** e o importante é tu informar o bem o teu aluno, ensinar bem **pra que tenha essa posição essa coerência** e depois vai cobrar das pessoas que são responsáveis aquilo ta mal feito, seria nesse sentido”* (Henrique – sobre as tecnologias preventivas da chuva ácida, o “inédito viável” encoberto pelas “situações-limites”).

Também aponta para uma perspectiva de ensino CTS ao se manifestar sobre os objetivos que buscaria alcançar com o ensino dessa temática:

*“Eu acho o seguinte que no momento que tu constata que alguma coisa é um problema, ta uma coisa bem objetiva, tu tem que lutar contra um problema né, tu tem que posicionar contra um problema, e que o meu aluno também se posicione contra esse problema que tem essa, que vá de alguma maneira, de alguma forma como participante da sociedade ele vá, tomar posição, esse é o sentido né, então eu não quero nada mais nada menos que o meu aluno tenha idéia... do que vai mal, ta mal, qual é a posição que ele deve tomar, e porque que ele tem que tomar essa posição esse é o sentido, o meu objetivo, não quero simplesmente intui de uma maneira radical a idéia dele não **quero posicionar ele, quero que ele discuta com ele mesmo, comigo com os outros** e se posicione perante um problema, né **no momento que ele conseguir se posicionar ele com certeza vai cobrar das pessoas que são responsáveis...** e a coisa, a modificação começa por aí, **assim que modificam as estruturas são assim**”* (Henrique, o “inédito viável” encoberto pelas “situações-limites”).

A barreira ideológica também foi colocada pelo professor João. Sua fala fornece claros indícios de que ele percebeu os aspectos de ordem política e econômica no enfoque dado pelo autor no texto. O fragmento abaixo manifesta um pensar que sustenta a caracterização da barreira ideológica:

*“Eu acho que esse texto ele é relacionado aqui é claro que ele enfoca muito os países envolvidos né, só pelo eu rapidamente li assim ele não tem assim muita ainda em relação a isso aqui também definido também né, em relação a acidez, não conseguiram a totalização, a eliminação de ácidos né, não conseguiram né, então já que nós estamos num país em desenvolvimento, não sei se ainda se considera isso, mas tem que ta trabalhar muito em cima, conscientização, principalmente da população né, e, as indústrias que o pessoal que, trabalha nesse setor então, economicamente uma parte produtiva pro Estado, pro Governo, mas também é uma coisa que vai deixando né pra população, é a parte que é prejudicial né, a poluição, que seria no caso né, **então eu acho que é meio complicado, é um assunto que envolve muito né, se fosse só a parte nossa, comunidade, em relação a escola não é, tudo bem, mas daqui a pouco tu vai envolvendo outras coisas que tu não pode... é amplo isso aí e aí chega um ponto que tu não tem mais como, se toca no assunto porque (risos) pode dar problema né,** envolve isso aí, **tanto economicamente, como politicamente,** aí seria no caso dá pra trabalhar com eles assim dando um pouco geral né, orientando pra eles como é que é assim tá e ir orientando assim dessa maneira né, um tipo de uma orientação né, pra eles, se entrar profundo no assunto pra executar mesmo e trabalhar em cima, aí já **fica mais acho que pra tipo de universidade e as coisas assim né, mais na parte superior mesmo né** (João).*

Tal posicionamento aparece também implícito na argumentação de alguns professores que optaram pela afirmativa. A professora Lucia parece revelar postura ideológica ao centrar-se na relevância conceitual e na contra-argumentação das colocações do autor referente à gravidade dos problemas em detrimento de um questionamento crítico das causas. O entrevistado ironiza as colocações do autor ao se referir à altura das chaminés da Jorge Lacerda. No entanto, não faz argumentação crítica considerando a falta de efetividade desta solução uma vez que a altura da torre apenas diminui a poluição local. Considera-se portanto que o texto é antigo, mas o problema **permanece** atual:

“... sobre a Jorge Lacerda que aqui ele fala da torre de né, ele brinca porque esse texto é um pouco antigo, ele brinca com uma torre de duzentos metros, eu lhe digo que hoje ela tem duzentos e cinqüenta...” (Lucia).

O professor Mateus também manifesta barreira ideológica implícita, ou seja, não opta pela negativa em trabalhar o tema, mas faz ressalva ao tempo (“situação-limite” que será discutida adiante), uma vez que considera a diferença no enfoque que confere ao tema e ao indicado pelo texto: *“eu até uso, mas ele tem um conteúdo mais simplificado né, mais simples”*.

Neste caso, como o professor Mateus aponta para a necessidade de mais aulas de química para a discussão dos problemas ocasionados e a preocupação dos países em torno do problema, nos parece que a barreira ideológica sugere estar ligada à falta de atualização profissional quanto às novas orientações da reforma curricular, à falta de autonomia para selecionar conhecimentos que sejam significativos, uma vez que Mateus percebeu a complexidade das reações (formação de espécies intermediárias instáveis), embora tenha afirmado que as trabalharia (barreira operacional discutida mais adiante) e também se centrado no “aspecto técnico” (PACEY, 1990) das tecnologias preventivas. Os fragmentos a seguir são ilustrativos da manifestação ideológica do professor:

*“... esse texto assim oh não sei qual seria a reação com os alunos do segundo grau, **mas, é um texto muito bom pra trabalhar com aluno do terceiro grau, pra ir mais além né**”* (Mateus).

*... porque eu acho que na universidade **se eles forem pro caminho das ciências exatas eles vão ter mais enfoque né*** (Mateus).

Também foi possível analisar a barreira ideológica implícita das colocações do professor (Tiago):

“... há uns três quatro anos eu comentei isso em sala de aula, quando, por exemplo, tem alguns países da Europa, que tem esse problema com chuva ácida...” (Tiago – discorrendo sobre a deposição seca).

4.4.2 O programa conceitual: limite à seleção do conhecimento químico

O presente trabalho defende a abordagem de temas químicos sociais, a partir de contextos de extrema relevância, como é o caso dos sérios problemas ambientais em Criciúma em função de sua indústria carbonífera. A contextualização visando à cidadania, não se configura como uma estratégia de ensino, principalmente se for no intuito de esgotar os tópicos químicos conceituais listados por muitos dos tradicionais livros didáticos.

Nesses materiais — geralmente a única fonte de consulta dos professores para o planejamento de suas aulas — os conceitos são apresentados de maneira estanque, sem conexão uns com os outros, e com ênfase nas costumeiras classificações como, por exemplo, as reações de dupla e simples troca, as de decomposição e síntese, correspondentes às reações químicas intituladas como “inorgânicas”, e que são na maioria das vezes inúteis. Além do mais, esta distinção é comum na costumeira divisão dos livros pela chamada “Química Orgânica”, que contribui para fragmentar ainda mais o conhecimento.

Maldaner (2000) chama a atenção que esses livros mantêm as características negativas do ensino de química apontado por autores¹ como Schnetzler, Marcondes, entre as quais destaca a ausência de experimentação, ênfase na memorização de conteúdos químicos, entre tantas outras.

Circunstância distinta ocorre na abordagem de uma situação de contexto, onde a compartimentalização não dá conta da compreensão de um problema real, normalmente complexa e multifacetada, uma vez que os conceitos não estão interligados.

No ensino dessa temática em particular, a ênfase na abordagem dos tópicos conceituais balizados pelos usuais livros didáticos de Química, não se diferencia muito da abordagem conceitual, onde o princípio estruturador do currículo é a conceituação científica e não temáticas significativas a partir das quais se selecionam conteúdos programáticos (DELIZOICOV D.; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002).

Na lógica de organização dos programas convencionais de Química, essa compreensão gera enormes obstáculos à aprendizagem significativa dos conceitos químicos,

¹ Ver (SCHNETZLER, 1981; MARCONDES, 1978).

levando-se em consideração, por exemplo, a abstração conceitual dos modelos atômicos (incluindo o modelo orbital) ensinados na primeira série do ensino médio de forma descontextualizada, e a-histórica. Assim, vão se criando as situações propícias para se cristalizarem os lamentáveis rótulos associados à disciplina de Química, como por exemplo, o “bicho de sete cabeças” (MORTIMER; MACHADO, 2002), que talvez os acompanhe por toda a vida, sendo muitas vezes difícil o processo de desmistificação e superação. Os resultados da presente pesquisa indicam o programa conceitual e os tópicos dos costumeiros livros didáticos de Química norteando a indicação pelo conjunto de professores, dos conceitos químicos quando cogitado na abordagem do tema chuva ácida. Lucia, Beatriz, Tiago e Mateus indicaram predominantemente conhecimentos químicos em termos de tópicos dos programas conceituais, centrados naqueles correspondentes às funções inorgânicas, por Lucia, Tiago e Mateus, reações químicas Mateus e Tiago, equilíbrio químico (Lucia), ligações químicas (Mateus) e também o pH pelos professores (Lucia) e (Beatriz). O próximo fragmento é ilustrativo dessas indicações em termos de tópicos químicos conceituais expressos nos usuais livros didáticos:

*“Chuva ácida eu **trabalho reações químicas**, ai eu pego na chuva ácida tem várias reações então eu tento abordar algumas reações de dupla troca, né, por exemplo, as **funções inorgânicas, ácidos, base, sais**”* (Mateus).

De um modo geral, os professores apresentaram dificuldades em indicar conhecimentos químicos além dos indicados no texto. Veja-se, por exemplo, a manifestação da professora Lucia:

*“... aqui ele fala em elementos químicos, alumínio e o cálcio, do solo, então **daria pra trabalhar a tabela periódica...**”* (Lucia – respondendo a questão 6 – anexo J).

Há claros indícios dessa dificuldade de seleção. A professora Lucia, na referida questão, aponta também para outros temas como poluição dos rios e solos:

“... poderíamos trabalhar a parte do solo, à parte do próprio do próprio rio que a gente vê ali o ferro né” (Lucia).

Afirmou trabalhar as “funções inorgânicas” e “equilíbrio químico” no ensino dessa temática. No entanto, ao pronunciar-se acerca da abordagem química desse texto, menciona as químicas:

“... ele fala o tempo todo em reações, ele fala os efeitos, fala o que que ela gera, como ela é gerada, qual é o tipo de poluente que causa, qual é o processo que causa, ele mostra isso bem definido” (Lucia – respondendo a questão 4 – anexo anexo J).

Dessa forma, sugere que os alunos já se apropriaram do conhecimento de reações químicas em tópico conceitual anterior, por isso que não indicou trabalhar o referido conhecimento no ensino dessa temática. Isso tem sido uma característica da abordagem tradicional de conceitos, onde depois de esgotado determinado tópico programático, considera-se a “matéria dada”. Por outro lado, respondendo à questão 6, sugere uma alternativa ao esquema dos tópicos conceituais, cogitando sobre o conhecimento químico significativo:

*“... daria pra trabalhar as **propriedades dessas substâncias, porque eles são gases né, então daria pra trabalhar as propriedades também, falar de gases, como é que eles né, eles são liberados no meio ambiente, porque que os gases são problemáticos né, porque ele abrange uma grande área né...**”* (Lucia).

A professora Beatriz, por sua vez, parece considerar um pouco melhor as possibilidades de conhecimento químico, tendo em vista o tema proposto:

*“... tem várias coisas que tu pode falar, de ácidos e bases tu pode falar sobre o pH, sobre as ligações iônicas, **porque tem aqui as dissociações, tem a formação de compostos...**”* (Beatriz – perfil barreira operacional).

Sinaliza também dificuldade para selecionar conhecimentos químicos, além dos indicados no texto:

“Não vejo porque fala dos ácidos fala uma outra abordagem eu não tenho esse parecer, porque ele é bem amplo” (pausa) (Beatriz).

Esses resultados melhor caracterizam os limites da adesão aos tradicionais programas conceituais de Química como uma “situação-limite” para abordagens temáticas, e parecem ainda não ser percebidos criticamente por esses professores.

4.4.3. A barreira operacional

Esta barreira caracterizou-se pela indicação do número insuficiente de aulas na disciplina de Química, pela falta de tempo do professor, de laboratórios, de bibliografias, pela dificuldade para saídas a campo e daquela ligada à formação docente.

O número reduzido de aulas na disciplina de Química para trabalhar o tema foi apontado pelos professores Henrique e Mateus. Ressalta-se a fala de Mateus em que esta “situação-limite” se configura como determinante para a abordagem temática, na perspectiva indicada pelo texto, sendo alvo de sua argumentação em mais de um momento da entrevista:

“... tudo isso eu estou colocando, mas teria que desenvolver, por isso teria que ter tempo ta, trabalhar um texto desse já tem que ter tempo pra caramba, tem que ter um tempo disponível pra discutir pra, já pega muito tempo da, na disciplina de Química, isso é importante porque tu vê, hoje nós trabalhamos com duas aulas, né, duas aulas semanais, então teu tempo é reduzido, tu queres trabalhar conteúdo pra depois eles terem um entendimento do texto então tudo fica muito tudo muito atropelado tal né, por isso que assim oh, eu não trabalho textos grandes esse texto eu acho bem grande né, ele tem vários tópicos pra abordar né, as reações, e depois os problemas causados, requer bastante tempo” (Mateus).

Mais adiante, enfatiza novamente:

“E assim ó, tudo o que eu falei é teria que fazer um planejamento né, porque tu vê são coisas pra caramba, se for colocar num papel né (risos) não é bem assim em duas aulas que tu vai fazer tudo isso, teria que ser um tema pro digamos pra um semestre todo né, então não é dessa forma que eu abordo, eu abordo um texto bem simples né, pra só pra mostrar o que realmente, qual o problema né...” (Mateus).

O professor João também faz menção à “situação-limite” tempo, mas, neste caso, como o necessário para o planejamento adequado das aulas:

“... porque se for trabalhar em cima mesmo a gente tem que ta pesquisando [...] vê com alunos não é trazer alguma coisa correr até talvez também pra alguma experiência que no mínimo seja simples né, mostrar pra eles e a disponibilidade do tempo nosso...” (João).

A falta de laboratório foi apontada pelos professores João e Henrique. Destaca-se que dentre todos, o professor João foi o que mais apontou para “situações-limite”. Também esteve presente na sua fala a falta de bibliografias sobre o assunto e as dificuldades de deslocamento dos alunos nas saídas a campo, que ele considera ser importante. Nesse sentido, são ilustrativos do pensar desses professores os fragmentos a seguir.

“... **no momento que tiver o laboratório tu pode preparar dentro do assunto aí sim tu pode integrar a tua aula teórica com aula prática, e o professor cria um, eu quero tu me prepare uma aula sobre ácidos... desenvolver chuva ácida e tal vai tentar preparar uma aula... então aí a coisa ficaria bem melhor, só que hoje não tem**” (Henrique – sobre o laboratório, sugerindo inclusive a necessidade apoio técnico).

“... às vezes pode por causa do acesso também né, a referências né, aquela parte bibliográfica, **se facilitarem mais aí pode que se torna... fica mais fácil também né...**” (João).

“... seria visitando alguma parte das fábricas né, como é que procede, fazem pra não poluir muito o meio ambiente né, locais que lavam carvões né, parte pirita, como é que eles estão fazendo na água, será que estão tratando, ou estão jogando aquela água diretamente né no meio ambiente, então seria nessa parte assim né, enfocando pra eles, eu acho que daria pra trabalhar, **só que é assim tem que disponibilizar o tempo, e o deslocamento e aquela né, eu acho que...**” (João).

Um dos aspectos ligados às concepções pedagógicas do docente é que, para trabalhar com temas, primeiramente se necessita trabalhar conceitos. Esta barreira operacional não foi manifestada de forma explícita nos discursos, mas pode ser avaliada a partir da questão 8¹ (anexo L). Assim, todos os professores forneceram subsídios para a análise da conceitualização científica ensinada *a priori*. No discurso do professor Tiago essa compreensão foi analisada a partir da afirmação que trabalharia nesse tema a identificação das substâncias químicas indicadas no texto e que fazem parte da reação química, o que implica em conhecimentos químicos trabalhados *a priori*. Da mesma forma o professor Mateus afirma trabalhar conceitos dos tópicos do programa conceitual para após abordar o problema com textos:

“... eu tenho todo um programa e tento nesse programa encaixar um né, aí eu coloco um texto e abordo nós vimos na em funções inorgânicas tal, reação, as funções ácido, isso aqui forma um ácido, isso aqui forma um óxido, né que vocês viram e tal, que tipo de óxidos” (Mateus).

“... primeiro eu ia repassar o texto pra eles lerem né, depois eu ia **comentar a respeito das reações** né, porque eles lendo o texto né ia facilitar o trabalho pra depois **demonstrar as reações...**” (Mateus).

A professora Beatriz explicita a barreira operacional ao afirmar:

“**Eu entraria falando dos elementos, e aí na hora da, do equilíbrio químico, eu vou trabalhar ali a dissociação no equilíbrio químico, aí eu posso falar do que tá acontecendo, e mostrar também como a gente fala, que nossa região, as plantas, tudo sofre né, como é que sofre, o solo, é castigado, acho que dessa forma eu abordaria**” (Beatriz – representando o perfil: barreira operacional).

Esse trabalho não objetivou discutir uma metodologia específica para o ensino de temas, mas, apontar uma perspectiva de ensino que supere a relevância conceitual, visando preparar os alunos para uma atuação crítica em relação aos problemas detectados no seu

¹ Como você abordaria esse tema?

contexto. É importante ressaltar que a contextualização não deve assumir a característica “dissertadora” (FREIRE, 1997a), nem tampouco iniciar a abordagem do ponto de vista formal diretamente pelos conhecimentos químicos que explicam o fenômeno da chuva ácida. Torna-se essencial a problematização da situação real vivenciada pelo aluno no contexto local. É no diálogo entre os saberes, o do senso comum e o científico, que os alunos se apropriariam dos últimos para melhor compreender o contexto: “o que não é possível — repito-me agora — é o desrespeitar ao saber do senso comum; o que não é possível é tentar superá-lo sem, partindo dele, passar por ele.” (FREIRE, 1997b, p. 84).

Segundo Santos e Schnetzler (1997), por exemplo, em um ensino para a cidadania parte-se da apresentação de um tema social, para os conceitos científicos e destes retorna-se novamente aos temas para uma melhor compreensão da problemática em questão. Tal abordagem, segundo os autores, propicia a contextualização do conteúdo:

Assim o ensino para o cidadão precisa levar em conta os conhecimentos prévios dos alunos, o que pode ser feito por meio da contextualização de temas sociais, na qual se solicita a opinião dos alunos a respeito do problema que o tema apresenta, antes de o mesmo ser discutido do ponto de vista da química. (SANTOS, SCHNETZLER, 1997, p. 113).

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) sugerem os três momentos pedagógicos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento, sendo que na problematização inicial os alunos são desafiados a expor o que estão pensando sobre as situações significativas vivenciadas. Contrariamente, Beatriz, Tiago e Mateus — além dos outros que conferem relevância máxima ao ensino da conceituação científica, João, Lucia e Henrique — sinalizam trabalhar inicialmente conhecimentos químicos para após fazer relação com o contexto local.

A questão da falta de autonomia para a seleção do conhecimento químico (excluindo aqueles que o professor não considera significativo) também se configura como uma barreira operacional ligada à formação e foi manifestada na fala de Mateus.

Este professor foi o único a corroborar com a pesquisadora acerca da complexidade das reações dos intermediários, embora sinalize para a abordagem das mesmas. Lucia, Beatriz e Tiago afirmaram que trabalhariam essas reações.

“... as reações têm as reações químicas, que eu acho que até ele tem uma complexidade aí né, porque não se traz em outro texto, textos pra segundo grau, essa parte aí, mais complexa né...” (Mateus – alvo de manifestação imediata do professor na questão 3, anexo L).

“... porque eu achei assim ó a complexidade das reações, eu não tinha tanto conhecimento dessa complexidade (...) porque até então todos os textos que eu li, era o mais simples possível, né, e não comentava, não comentam sobre a formação, esses radicais essa parte intermediária aqui ó...” (Mateus).

“Eu acho que sim, **até dá pra tentar trabalhar**, porque eu trabalho com textos e que fala com reações mais simplificadas né, que não deixa de ser essas reações, só que não entra essas, esses intermediários aí né, tipo radical aí, formação de peróxidos eu acho que tá bem, eu não sei qual vai ser a reação deles né, qual vai ser o entendimento, **mas daria pra trabalhar**” (Mateus).

Maldaner (2002) se reporta a essa questão ao problematizar os tradicionais programas de química, considerando que, dentre as muitas razões que os professores têm para o não rompimento com estes programas, além do desconhecimento de programas alternativos, das convicções e crenças pessoais não refletidas sobre o que seja a Química, insegurança, etc, está a autonomia para fazê-lo, e considera ser esta a mais difícil de ser abordada. O autor recorre à análise de Nóvoa (1991 apud MALDANER, 2002, p. 204) na consideração de que pela gênese e desenvolvimento sócio-histórico da profissão docente, os do ensino médio, em particular, possuem pouca autonomia. Coletivamente através de sindicatos, por exemplo, souberam criar seu *status* profissional e, portanto, de autonomia para o exercício do magistério. Assumir essas conquistas e ampliá-las para o exercício mais coerente da ação pedagógica são apontadas por Maldaner como as ações mais difíceis, uma vez que os professores se sentem pouco preparados. De acordo com o autor, os profissionais da educação abrem mão da autonomia para aceitar os programas propostos por outros, que os adotaram sem reflexão epistemológica, necessária na proposição de programas de ensino.

Ainda no aspecto referente à formação, a seguir é destacado um trecho da entrevista realizada com o professor João onde se pode analisar as dificuldades advindas da sua formação disciplinar:

Pesquisadora — Mas estaria relacionado a que essa dificuldade?

João — *ai acho que dificulta um pouco eu acho, ai teria que já entrar na área de principalmente geografia pra conhecimento da área, território né, terreno, local, ai teria que entrar as plantas teria que ter conhecimento um pouco da parte biológica né, então acho que ai, que nem Química já fica naquela...de Química e a parte de Biologia já tinha que te outro conhecimento um pouquinho mais né, então eu acho que ai na minha opinião eu acho que ai fica assim meio difícil trabalhar só em cima daquele tema então, dá pra gente dar o conhecimento geral um pouquinho né, rapidamente enfocando um pouco e agora entrar profundo mesmo não sei no momento inicial (pausa).*

Pesquisadora — Seria então a sua formação?

João — *Às vezes pode por causa do acesso também né, a referências né, aquela parte bibliográfica, se facilitarem mais ai pode que se torna... fica mais fácil também né,mas no momento inicial pra gente começar é assim claro que todo no inicio ele é difícil né, mas no momento que ai tu organiza e começa a fazer pega a coisa ali pesquisando e tendo o acesso mais fácil acho que pode que dá pra trabalhar também.*

Parece ser difícil para o professor explicitá-las. É importante salientar que em nenhum momento o professor João fez menção à barreira ideológica (destaque no seu discurso na etapa anterior da pesquisa), ou seja, o rendimento da turma/alunos para trabalhar com temas.

Diante da barreira operacional, dando destaque à importância que os professores de um modo geral conferem à necessidade de um espaço físico específico para realizar experimentos, é propício resgatar no contexto da presente pesquisa o que Bachelard (1996) denominou de obstáculo pedagógico, caracterizado pela não aceitação do professor de que o fracasso dos alunos possa se dar devido a resistências oferecidas às formas de conduzir o processo de ensino-aprendizagem. Diz o autor: “acho surpreendente que os professores de ciências, mais do que os outros se possível fosse, não compreendam que alguém não compreenda.” (BACHELARD, 1996, p. 23).

Considerando as deficiências da formação inicial do professor de Química oriundas de um modelo de ensino tradicional, e que ainda permanecem desapercibidas por praticamente todos os professores nesta pesquisa entrevistados, é pertinente a afirmação de Bachelard que: “o educador não tem o senso do fracasso justamente porque se acha um mestre.” (BACHELARD, 1996, p. 24).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa forneceu subsídios para afirmar de que não há uma compreensão maior por parte dos professores da gravidade dos problemas que a mineração provoca, como um contexto a ser usado em abordagens temáticas no ensino de Química. Constatou-se a predominância de práticas descontextualizadas, na aproximação que se empreendeu junto ao grupo de quinze professores. Tal fato pode estar relacionado a uma acomodação ao paradigma das práticas pedagógicas consagradas e, portanto, há necessidade de mudanças.

Ao explicitar o contexto de mineração ao grupo de seis professores na segunda etapa da pesquisa (entrevista precedida da leitura de um texto específico sobre a chuva ácida), os mesmos reconheceram o contexto da vivência estudantil. No entanto, é possível afirmar que estão distantes de uma “conscientização” (FREIRE, 1980) da realidade que os cerca, haja vista a ausência de manifestações que indiquem uma compreensão crítica das causas dos problemas, apesar de apontarem as conseqüências.

Isso sugere a importância de se considerar em cursos de formação continuada as discussões sobre CTS no ensino de Ciências, uma vez que, de um modo geral, este enfoque possibilita discutir concepções de cidadania, modelos de sociedade e desenvolvimento científico e tecnológico, conforme salientam autores como Santos e Schnetzler (1997), Auler e Bazzo (2001) e Santos e Mortimer (2000). Do mesmo modo as questões e princípios apontados pela Química Verde.

Os resultados sinalizaram para um grupo de professores relativamente abertos à questão da abordagem temática do ensino de química, mas estes demonstraram não vislumbrar o potencial da mesma para uma “leitura crítica do mundo” (FREIRE, 1997a, b). Por outro lado, a análise dos dados constatou ainda a existência de um número expressivo de professores que afirmou abordar temas (dez) e também a química do cotidiano (quatorze) em suas aulas, embora as práticas pedagógicas se distanciassem de uma compreensão das situações-problema cotidianas, uma vez que indicavam estar centradas na relevância do ensino-aprendizagem de conceitos químicos, indicados em termos de tópicos conceituais como são geralmente listados nos convencionais livros didáticos de Química.

Constatou-se que o ensino de conceitos científicos eram relacionados às substâncias e também à exemplificações do dia-a-dia, à realização de atividades experimentais com materiais do cotidiano, a ilustrações de substâncias químicas nos produtos industrializados e de uso diário. Mesmo na etapa subsequente, ao ser apresentado um texto que enfoca a

gravidade dos problemas da mineração, dos seis professores que concederam a entrevista, três revelaram essa prática pedagógica, conferindo relevância máxima em trabalhar conceitos, em detrimento da compreensão da chuva ácida sob outros aspectos que não somente os químicos. Isso parece contribuir relativamente pouco para o desenvolvimento de atitudes e valores, predicativos da cidadania. Tal prática pedagógica indica tratar-se do ensino de conceitos científicos relacionando-os aos fenômenos do cotidiano, que entretanto é entendida como a contextualização no ensino de química; do mesmo modo que afirmado pelos professores da pesquisa realizada por Santos e Mortimer (1999a, b).

Destaca-se um aspecto importante a ser considerado nos cursos de formação tanto inicial como continuada de professores de Química: trata-se da compreensão do termo “tema”, uma vez que ocorreram vários indícios da falta de clareza pelos professores quanto ao significado deste na prática pedagógica, bem como a distinção entre abordagem temática e conceitual de acordo com autores como Delizoicov, D.; Angotti e Pernambuco (2002). Evidencia-se que Santos (2002) e Koepsel (2003) são autores que também se referem à abordagem temática, em alguns aspectos pouco coincidentes com a perspectiva curricular apontada por aqueles. Contudo, os autores acima citados convergem no sentido de uma abordagem balizada por uma concepção de ensino onde há preocupação com outras dimensões que não apenas o conhecimento científico. Contemplam discussões e questionamentos críticos que extrapolam a esfera disciplinar e uma visão de ciência neutra, e apontam para uma perspectiva de ensino de Ciências vinculada à formação da cidadania, bem distinta do “distanciamento de situações-problema cotidianas”, assim denominadas por estarem centradas no ensino de conceitos e que parecem ser entendidas como “temas” por alguns dos professores dessa pesquisa. O fato de se diferenciarem do ensino estritamente conteudista parece ser determinante para que indiquem o ensino de conceitos científicos como uma abordagem temática.

Constatou-se ainda que, na etapa da pesquisa realizada junto ao grupo de quinze professores, apenas 1 (um) deles, que atua como pesquisador de problemas de poluição na região de Criciúma, pareceu compreender o contexto da mineração do carvão como cotidiano dos seus alunos. Este indicou a chuva ácida como exemplo de química do cotidiano. A química de contextos significativos como o da mineração não são apresentados e nem tampouco discutidos nos livros didáticos, que constituem o principal recurso que os professores utilizam e que estão norteando a elaboração de suas aulas. Verificou-se também que nesta etapa apenas um outro professor manifestou explicitamente a preocupação com os problemas provocados pela mineração, concebendo a abordagem temática desde que não haja

“perda de conteúdo” devido ao vestibular. Tal aspecto deve ser trabalhado em cursos de formação continuada para professores que se mostrem mais “resistentes”, na forma de enxertos CTS (KOEPESEL, 2003) para a inserção imediata dessas questões no ensino médio de química.

A análise dos dados permitiu também constatar que um número reduzido de professores manifestou uma prática pedagógica que se denominou como “o distanciamento do conteudismo”, sendo que alguns transitavam nesta categoria e no “distanciamento das situações-problema cotidianas”. Talvez, reflexo do momento de transição entre paradigmas em que se encontra o sistema educacional de ensino médio.

O distanciamento do conteudismo em favor da compreensão das situações-problema cotidianas ficou mais bem caracterizado pelos três professores que na etapa posterior da pesquisa, frente ao contexto estudantil apresentado, conferiram relevância ao tema social, ao contrário do pensar de outros três, que se centraram na relevância conceitual. Tal fato é importante ao se cogitar abordagens temáticas onde o ponto de partida seja a escolha de temas que envolvam “situações significativas” que precisam ser enfrentadas, e, portanto, discutidas com os alunos (DELIZOICOV D.; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002). Ademais, apenas um professor se destacou por apontar um maior número de atividades que envolvam a participação dos alunos nas discussões, oportunizando negociar diferentes pontos de vista e desenvolver atitudes e valores. Considerando a apresentação de um texto que contempla as interações entre CTS, os resultados da presente pesquisa indicaram que é grande o desafio no campo educacional ao se cogitar abordagem temática no enfoque CTS visando a formação para a cidadania.

Os resultados também revelaram que alguns professores conferem responsabilidades de cunho individual, ou seja, centram-se no que se denominou “o foco no indivíduo”, mesmo aquele professor que mais se aproximou da abordagem da chuva ácida, numa perspectiva de tema social.

Na consideração das tecnologias preventivas da chuva ácida, apenas dois manifestaram o “ênfase na técnica”, à exceção de um professor que manifestou o que Auler (2002) denomina o não endosso à “perspectiva salvacionista da CT”. Apesar de dois professores evocarem, de um certo modo, a participação social dos seus alunos no controle da chuva ácida, parece não haver compreensão da necessidade de ações coletivas.

Algumas “situações-limite” identificadas e discutidas nessa pesquisa se configuraram como barreiras ou dificuldades ao se cogitar abordagem temática na concepção de ensino assumida nesse trabalho: o programa conceitual, a barreira ideológica e a operacional. Esta

última foi caracterizada pelo número insuficiente de aulas semanais na disciplina de química, pela falta de tempo do professor, de bibliografias, pela falta de laboratório, material e apoio técnico, recursos audiovisuais, pelas dificuldades para saídas a campo, materiais direcionados ao vestibular (apostilas de cursinho), também aquela ligada à formação do docente, entre outras dificuldades. Ressalta-se que no questionário a “situação-limite” destacada pelos professores recaiu sobre a falta de laboratório para trabalhar com temas, seguida da falta de material didático, de tempo para planejar as aulas, da falta de interesse da turma/alunos, do acesso a bibliografias, etc.

Neste último aspecto, foi possível detectar que um dos professores — no qual a “situação-limite” destaque na etapa anterior da pesquisa era o rendimento alunos/turma para trabalhar temas — quando colocado o texto revelou barreira ideológica devido às questões políticas e econômicas vinculadas à abordagem desse tema e às deficiências da sua formação disciplinar ao considerar o enfoque “amplo” presente no texto. É possível interrogar (referente à “situação-limite” interesse dos alunos/turma) até que ponto não se está se transferindo aos mesmos uma deficiência que é própria das concepções de ensino-aprendizagem do docente, advinda de uma formação tradicional. Um resultado importante desta pesquisa foi o destaque que os professores deram aos alunos, questionando o modelo tradicional de ensino e trazendo aos mesmos questões do cotidiano para melhor compreensão do ponto de vista científico.

Contudo, entre tantas “situações-limites”, algumas continuam não sendo percebidas criticamente pelos docentes como, por exemplo, as deficiências ligadas à sua formação inicial. Todos os professores forneceram subsídios para a análise de trabalhar conhecimentos químicos *a priori* na abordagem da chuva ácida para somente depois estabelecerem relação com o contexto local. A barreira ideológica também parece passar despercebida e tampouco reconhecida, dado que não se identificou nenhum professor afirmar que não considera ser importante a abordagem temática no ensino de química.

Na obra *A pedagogia da Esperança – um reencontro com a pedagogia do oprimido* (FREIRE, 1997a), encontrou-se a reflexão de que são várias as atitudes diante das “situações-limite”.

Nos parece que frente a tantas dificuldades que os professores encontram na prática pedagógica para trabalhar com temas estão as razões de ser para as duas posturas: a esperança e a desesperança. Há professores que, ao percebê-las, podem optar pela desesperança ao não querer transpor as “situações-limite” para realizarem abordagens de temas químicos sociais que, por serem relevantes do ponto de vista de suas implicações sociais, desafiam o *status quo*, devido ao comprometimento com o constante ato de “desvelar a realidade”. Assim, uma

“inserção crítica” no contexto extrapola a esfera do conhecimento eminentemente disciplinar, que não dá conta de compreender nem tampouco cogitar soluções efetivas para o problema da chuva ácida. Portanto, o processo pode levar a uma “conscientização” (FREIRE, 1980) dos alunos. Para estes professores parece não ser essa a função do ensino de Química (desvelar criticamente a realidade) e dessa forma não se empenham na superação das “situações-limites”, e, por conseguinte, da estrutura social desumanizante. Esta postura pareceu ter sido assumida pelo professor João devido a sua ênfase em negar a abordagem temática.

Há aqueles que, como os professores Henrique e Mateus, percebendo estas dificuldades também assumem uma postura de desesperança, achando que não as podem transpor, muitas vezes por falta de uma atualização profissional. O professor Mateus se reportou à “situação-limite” referente ao tempo a ser dispendido nas aulas de Química para trabalhar na perspectiva apontada pelo texto. Já o professor Henrique, que pareceu superar a “consciência ingênua” em direção à “consciência máxima possível”, apontou para a necessidade de um ensino propedêutico no ensino médio e também à necessidade de haver mudanças por parte do Governo Federal no sistema educacional para trabalhar com temas, e por fim, à falta de um laboratório de química.

[...] não são as situações-limites, em si mesmas, geradoras de um clima de desesperança, mas a percepção que os homens tenham delas num dado momento histórico, como freio a eles, como algo que eles não podem ultrapassar. (FREIRE, 1997a, p. 91).

Algumas destas “situações-limites”: o programa conceitual, a barreira operacional própria da formação docente, a barreira ideológica, permanecem despercebidas, como foi possível concluir na fala de Lucia, Beatriz e Tiago mas que mesmo assim assumiram a postura esperançosa. Porém, ao serem percebidas criticamente, como encobrendo o contexto estudantil, não impedem aqueles que queiram trabalhar temas na perspectiva de ensino apontada neste trabalho, mas que se empenhem na superação dessas situações, se sua opção for a da esperança, (com a qual compactua-se) frente às “situações-limites”, pois nesta posição esta “[...] implícito o inédito viável como algo definido, a cuja concretização se dirigirá sua ação.” (FREIRE, 1997a, p. 94).

Aponta-se para a importância de textos — como o utilizado nesta pesquisa — em cursos de formação de professores. Haja vista que, o mesmo funcionou como uma “codificação” (FREIRE, 1997a). O professor Henrique o “descodificou” e se conscientizou do

“inédito viável”. O texto de Humeres (1992) não foi preparado para o ensino médio, contudo desafia os professores a “emergir” na direção da “consciência máxima possível”.

Centrando-se especificamente no ensino de Química, não obstante o caráter interdisciplinar da proposta pedagógica de Paulo Freire, compreende-se que esta ciência possa contribuir, ao favorecer conhecimentos, para uma melhor compreensão desse contexto, com vista à sua transformação. Nesse sentido, não é somente a escola que vai dar conta das grandes mudanças que precisam ocorrer no âmago da estrutura sócia todavia, não pode se eximir de dar a sua contribuição, a exemplo do trabalho desenvolvido por médicos-pesquisadores da região (SOUZA FILHO; ALICE; DE LUCA). Tais estudos realizados acerca da pneumoconiose — único no Brasil — foram relevantes especialmente por chamar a atenção, através de dados, para o aumento dos casos e da necessidade de haver melhorias nas condições de trabalho dos mineiros.

O tratamento do tema “poluição” através da disciplina de Química é limitado pela própria formação disciplinar, exata e compartimentalizada do professor de Química. Se os professores o adotarem, são necessárias categorias analíticas para uma melhor compreensão das “situações significativas” — que o curso de química não dá conta. Deve-se salientar que na prática freiriana há atuação do coletivo educacional em torno da implementação de uma proposta, sendo de fundamental importância a participação dos professores das diferentes áreas do conhecimento, dado que: “[...] é como se o fenômeno ou situação fossem vistos através de uma lente que os decompõe segundo as diferentes luzes do conhecimento (física, química, biologia, história, geografia, artes etc), permitindo revelar aspectos fragmentados da realidade [...]” (DELIZOICOV, D.; ZANETIC, 1993, p. 13).

Paulo Freire (1997a) aponta para a necessidade da utilização do “tema-dobradiça”, não havendo necessariamente, neste caso, as cinco etapas da “investigação temática” das quais se obtêm os temas geradores:

[...] A introdução destes temas, de necessidade comprovada, corresponde, inclusive, à dialogicidade da educação, de que tanto temos falado. Se a programação educativa é dialógica, isto significa o direito que também têm os educadores-educandos de participar dela, incluindo temas não sugeridos. A estes, por sua função, chamamos “temas-dobradiças”. (FREIRE, 1997a, 136).

As escolas da região poderiam se articular para trabalhar o tema “poluição” como um “tema-dobradiça”, pela evidência deste no contexto dos estudantes. E, não somente a

disciplina de Química, mas também outras áreas do conhecimento poderiam contribuir para a melhor compreensão das “situações-problema”.

Nesse ideário, contextos como o de Criciúma — que encerram contradições — precisam ser compreendidos criticamente pelos alunos, na perspectiva de atuar em vista à superação das situações significativas. Não é admissível que seres humanos, que outros seres vivos, continuem morrendo, vítimas de uma estrutura social que oprime e também desumaniza. A contextualização no ensino de Química se constitui, portanto, num importante instrumento para uma educação transformadora.

REFERÊNCIAS

- AMBROGI, Versolatto. **Unidades modulares de Química**. Lisboa: Cecisp, 1980.
- ANASTAS, Paul T.; WILLIAMSON, Tracy C. Green chemistry: an overview. In: _____; _____. **Green chemistry: designing chemistry for the environment**. Washington, DC, American Chemical Society, 1996. p.1-17.
- AULER, Décio. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de Ciências**. 2002. Tese (Doutorado em Educação)-Centro de Ciências da Educação da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- _____; DELIZOICOV, Demétrio. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de Ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS, 4., 2004, Baurú, SP. **Anais...** Bauru-SP: [s.n.], 2004. Atas. 1 CD-ROM.
- _____; BAZZO, Walter Antonio. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, São Paulo, v.7, n. 1, p.1-13, 2001.
- BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BAZZO, Walter Antonio; LINSINGEN, Irlan von; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale (Ed.). **Introdução aos estudos CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade)**. Espanha: OEI, 2003. (Cadernos de Ibero-América).
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. Parecer nº 15, de junho de 1998. Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília, 1998.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília, 1999.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico. **PCNs + ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico. Secretaria de Educação Básica. Departamento de Políticas Públicas do Ensino Médio. **Orientações Curriculares do Ensino Médio**. Brasília, 2004.
- CAMPOS, Mári Stela. **Abordagem das questões ambientais nas séries iniciais do 1º grau na região de Criciúma (SC)**. 1997. Dissertação (Mestrado em Educação)-Centro de Ciências da Educação da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.
- CARNEIRO, Maria Helena da Silva; SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MÓL, Gerson de Souza; CARDOSO, Emerson Gomes. **A inovação do livro didático de Ciências e a visão dos professores: análise da visão dos professores de um livro didático de Química inovador**.

In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS, 4., 2004, Baurú, SP. **Anais...** Bauru-SP: [s.n.], 2004. Atas. 1 CD-ROM.

CHASSOT, Aticco Inácio. **A educação no ensino da Química**. Ijuí: INIJUÍ, 1990.

CHASSOT. Aticco Inácio. **Catalisando transformações na educação**. Ijuí: INIJUÍ, 1993.

CHAUÍ, Marilena. **O que é ideologia**. 21.ed. São Paulo: Brasiliense, 1989. (Coleção Primeiros Passos).

CORRÊA, Jacson. **Proteção ambiental e atividade mineraria: um estudo de caso sobre a defesa da área de proteção ambiental dos morros Estevão e Albino, no Município de Criciúma**. 2001. Dissertação (Mestrado em Direito)-Centro de Ciências Jurídicas da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

DELIZOICOV, Demétrio. **Conhecimentos, tensões e transições**. 1991. Tese (Doutorado em Educação)-Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

_____; ANGOTTI, José André. **Metodologia do ensino de Ciências**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1990.

_____; _____.; PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

_____; ZANETIC, João. **A proposta de interdisciplinaridade e o seu impacto no Ensino Municipal de 1º grau**. In: PONTUSCHKA, Nídia Nacib (Org.). *Ousadia no diálogo – Interdisciplinaridade na escola pública*. São Paulo: Edições Loyola, 1993.

DELIZOICOV, Nadir. **O professor de Ciências Naturais e o livro didático (no ensino de Programas de Saúde)**. 1995. Dissertação (Mestrado em Educação)-Centro de Ciências da Educação da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

DE LUCA, Francisco Javier. **Modelo Cluster Eco-industrial de desenvolvimento regional: o pólo da mineração do carvão no Sul de Santa Catarina**. 2001. Tese (Doutorado)-Centro Tecnológico.Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

FERREIRA, Nilda. **Cidadania: uma questão para a educação**. Rio de Janeiro, RJ: Nova Fronteira, 1993.

FERRET, Lizete Senandes; CASTELLAN, Jorge Luiz; ENDRES, Julio César Trois; MARTINELLI, Sônia. Gaseificação e tratamento de efluentes. In: TEIXEIRA, Elba Calesso; PIRES, Marçal José Rodrigues (Coord.). **Meio Ambiente e Carvão: impactos da Exploração e Utilização**. Porto Alegre,RS: PADCT/GTM, 2002. (Cadernos de Planejamento e Gestão Ambiental, 2). p.117-147.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 24. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997a.

_____. **Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido**. 4. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997b.

FREIRE, Paulo. **Conscientização**: teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire. 3 ed. São Paulo: Cortez e Moraes, 1980.

GIASSE, Maristela G. **Meio ambiente e saúde**: a convivência com o carvão. 1994. Dissertação (Mestrado em Educação)-Centro de Ciências da Educação da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1994.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1994.

GONÇALVES, Fábio Peres. **O texto de experimentação na educação em Química**: discursos pedagógicos e epistemológicos. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica)-Centro de Ciências da Educação e Centro de Ciências Físicas e Matemáticas da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

GORDILLO, Mariano Martín *et al.* **Ciencia, tecnología y sociedad: materiales para la educación CTS**. Asturias: grupo editorial norte, 2001.

GRUPO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO QUÍMICA. **Interações e transformações**. São Paulo: EDUSP, 1993.

HUMERES, Eduardo. A Chuva que não queremos. **Ciência hoje**, Rio de Janeiro, v. especial, p.15-17, maio 1992. Eco-Brasil.

_____; MOREIRA, Regina F. P. M; PERUCH, Maria da Glória B. O Enxofre como poluente: remoção de dióxido de enxofre de efluentes gasosos. In: TUNDO, Pietro; ROSSI, Rita Hoyos (Ed.). **Química verde en Latinoamérica**. Argentina: IUPAC/INCA, 2004. (Green Chemistry Series, 11).

INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY. **Organic and Biomolecular Chemistry Division (III): Working Party on Synthetic Pathways and Processes in Green Chemistry**. 2000. Disponível em <http://iupac.org/divisions/III/320_21_98/>. Acesso em: 16 julho. 2000.

INTERUNIVERSITY CONSORTIUM "CHEMISTRY FOR THE ENVIRONMENT" (INCA). **NATIONAL INTERUNIVERSITY CONSORTIUM "CHEMISTRY FOR THE ENVIRONMENT"**. 2005. Disponível em: <<http://unive.it/inca>>. Acesso em: 16 julho. 2005.

KOEPSEL, Raica. **CTS no ensino médio**: aproximando a escola da sociedade. 2003. Dissertação (Mestrado em Educação)-Centro de Ciências da Educação da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

LEAL, Adriana. Lopes. **A articulação do conhecimento químico com a problemática ambiental na formação inicial de professores**. 2002. Dissertação (Mestrado em Educação)-Centro de Ciências da Educação da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

LERNARDÃO, Eder João; FREITAG, Rogério Antônio; DABDOUB, Miguel J.; BATISTA, Antônio C. Ferreira; SILVEIRA, Cláudio da Cruz. Green chemistry: os doze princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n.1, p. 123-129, 2003.

LUFTI, Mansur. **Os Ferrados e os Cromados**. Ijuí: UNIJUÍ, 1992.

LUFTI, Mansur. **O cotidiano e educação em Química**. Ijuí: UNIJUI, 1988.

MALDANER, Otávio Aloisio. **Química I: construção de conceitos fundamentais**. Ijuí: UNIJUÍ, 1992.

_____. **A formação inicial e continuada de professores de Química**. Ijuí: INIJUI, 2000. (Coleção Educação em Química).

_____; ZAMBIASI, Rui. **Química II: consolidação de conceitos fundamentais em Química**. Ijuí: UNIJUI, 1993.

MARCONDES, Maria Eunice R. *et al.* Um teste para o levantamento da situação atual do nível de conhecimento químico no 2º grau. **Ciência e Cultura**, São Paulo, n.30, p.125, 1978.

MÓL, G. de S.; SANTOS, W. L. P dos (Coord.). **Química e sociedade: a ciência, os materiais e o lixo**. São Paulo: Editora Nova Geração, 2003. (Química: coleção Nova Geração, módulo 1, suplementado com guia do professor).

MORAES, Edmundo Carlos. A construção do conhecimento integrado diante do desafio ambiental: uma estratégia educacional. In: NOAL, Fernando Oliveira; REIGOTA, Marcos; BARCELOS, Valdo Hermes de Lima (Org.). **Tendências da educação ambiental brasileira**. Santa Cruz do Sul, RS: EDUNISC, 1998.

_____. Abordagem relacional: uma estratégia pedagógica para a educação científica na construção de um conhecimento Integrado. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS, 4., 2004, Baurú, SP. **Anais...** Bauru-SP: [s.n.], 2004. Atas. 1 CD-ROM.

_____; LIMA JÚNIOR Enio; SCHABERLE, Fábio Antônio. Representações de meio ambiente entre estudantes e profissionais de diferentes áreas do conhecimento. **Revista de Ciências Humanas**, Florianópolis, n.especial temática, p. 83-96, 2000.

MORAES, Roque. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilidade pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, São Paulo, v.9, n.2, p. 191-211, 2003.

MORTIMER, Eduardo Fleury. A evolução dos livros didáticos de Química destinados ao ensino secundário. **Em aberto**, ano 7, n.40, p. 25-41, 1988.

_____; MACHADO, Andréa Horta. **Química para o ensino médio**. São Paulo: Scipione, 2002. (Série parâmetros).

MOZETO, Antônio A. Química atmosférica: a química sobre nossas cabeças. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 1, p. 41-49, maio 2001. Química ambiental.

NÓVOA, António. **Para o estudo sócio-histórico da gênese e desenvolvimento da profissão docente**. In Teoria & Educação. Porto Alegre, RS, Pannonica Editora Ltda. n.4, p. 109-139, 1991.

OSORIO, Eduardo; VILELA, Antônio Cezar Faria. Utilização do Carvão na Siderurgia. In: In: TEIXEIRA, Elba Calesso; PIRES, Marçal José Rodrigues (Coord.). **Meio Ambiente e Carvão: impactos da Exploração e Utilização**. Porto Alegre: PADCT/GTM, 2002. (Cadernos de Planejamento e Gestão Ambiental, 2). p.148-171.

PACEY, Arnold. **La cultura de la tecnología**. México: Fondo de Cultura Económica, 1990.

RICARDO Elio Carlos; ZYLBERSZTAJN; Arden. A Reforma educacional e as ciências do ensino médio: dificuldades de implementação e conceitos fundamentais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS, 4., 2004, Baurú, SP. **Anais...** Bauru-SP: [s.n.], 2004. Atas. 1 CD-ROM.

REIGOTA, Marcos. **Meio ambiente e representação social**. 2. ed. São Paulo, SP: Cortez, 1997.

_____. **O que é educação ambiental**. São Paulo, SP: Brasiliense, 2001. (Coleção Primeiros Passos).

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Tecnologia, Energia e Meio Ambiente. Fundação do Meio Ambiente. **Santa Catarina – 92: perfil ambiental e estratégias**. Florianópolis, 1991.

_____. Secretaria de Estado da Educação e do Desporto. **Proposta Curricular do Estado de Santa Catarina: ensino infantil, ensino fundamental e ensino médio: disciplinas curriculares**. Florianópolis: COGEN, 1998a.

_____. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio ambiente. **Bacias Hidrográficas de Santa Catarina: diagnóstico geral**. Florianópolis, 1997.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio ambiente. Fundação do Meio Ambiente. Agência do Japão para Cooperação Internacional. **Estudo de viabilidade da recuperação das áreas minerada na região sul de Santa Catarina**. [Criciúma], 1998b. Relatório Principal.

_____. Secretaria de Estado da Ciência e tecnologia, das Minas e Energia. **Diagnóstico do Carvão Mineral Catarinense**. Florianópolis, 1990.

_____. **Coletânea de legislação estadual sobre meio ambiente**. Florianópolis: JURIS AMBIO, 2000.

SANTOS, Maurício Aurélio. **Crescimento e crise na região sul de Santa Catarina**. 1995. Dissertação (Mestrado)-Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira. **Aspectos sociocientíficos em aulas de Química. 2002**. Tese (Doutorado em Educação)-Faculdade de Educação da universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MÓL, Gerson de Souza; (Coord.) Química e sociedade: uma experiência de abordagem temática para o desenvolvimento de atitudes e valores. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 20, p.11-14, nov. 2004.

_____; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Ensino de Química e cidadania. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 4, p. 28-34, nov.1996.

_____. **Educação em Química**: compromisso com a cidadania. Ijuí: INIJUÍ, 1997.

_____; MORTIMER, Eduardo Fleury. **Concepções de professores sobre contextualização social do ensino de Química e Ciências**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 22., 1999a. Poços de Caldas, MG.,1999a. v.3, ED. 070. Livro de Resumos.

_____. A Dimensão social do ensino de Química: um estudo exploratório da visão de professores. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS, 2., 1990, Valinhos, SP. **Anais...** Valinhos, SP: [s.n.], 1999b. Atas. 1 CD-ROM.

_____. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2000.

_____. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, São Paulo, v.7, n.1, p. 95-111, 2001.

SCHEIBE, Luiz Fernando. O Carvão de Santa Catarina: mineração e conseqüências ambientais. In: TEIXEIRA, Elba Calesso; PIRES, Marçal José Rodrigues (Coord.). **Meio Ambiente e Carvão**: impactos da Exploração e Utilização. Porto Alegre,RS: PADCT/GTM, 2002. (Cadernos de Planejamento e Gestão Ambiental, 2). p. 45-63.

SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Um estudo sobre o tratamento do conhecimento químico em livros didáticos brasileiros dirigidos ao ensino secundário. **Revista Química Nova**. São Paulo, v.4, n.1, p. 6-15, 1981.

_____. (Coord.). **PROQUIM** Projeto de Ensino de Química de 2º Grau. Campinas: FE UNICAMP, 1985.

_____. Concepções e alertas sobre formação continuada de professores de Química. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, n.16, p.15-20, nov. 2002.

SOARES, M. **Letramento : um tema em três gêneros**. Belo Horizonte, Autêntica, 1998.

SOUZA FILHO, Albino José; ALICE, Haertel Sérgio. Fibrose maciça pulmonar progressiva. **Jornal de Pneumologia**, [S.l.], v.17, n. 4, p.147-153, dez. 1991.

_____. Pneumoconiose dos trabalhadores do carvão. In: VIEIRA, Sebastião Ivone (Coord.). **Medicina Básica do Trabalho**. 2. ed. Curitiba: Gênese, 1996.v. 2.

_____; DE LUCA, Valdir. Pneumoconiose dos trabalhadores das minas de carvão. **Jornal de Pneumologia**, [S.l.], v. 7, n. 2, p.57-66, jun.1981.

TEIXEIRA, Elba Calesso, MIGLIAVACA, Daniela e PIRES, Marçal. Precipitação atmosférica em áreas de processamento de carvão. In: TEIXEIRA, Elba Calesso; PIRES, Marçal José Rodrigues (Coord.). **Meio Ambiente e Carvão: impactos da Exploração e Utilização**. Porto Alegre,RS: PADCT/GTM, 2002. (Cadernos de Planejamento e Gestão Ambiental, 2). p. 275-297.

TOZONI-REIS, Marília Freitas de Campos. Formação dos educadores ambientais e paradigmas em transição. **Ciência & Educação**, São Paulo, v.8, n.1, p. 83-96, 2002.

TRIVIÑOS, Augusto Nivalde Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo, SP: Atlas, 1987.

VIEL, Fabiola C. **Avaliação da especiação Química de cobre nas águas de chuva de Florianópolis e magnitude da sua deposição utilizando a voltametria de redissolução catódica**. 2001.Dissertação (Mestrado em Química)-Centro de Ciências Físicas e Matemáticas da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

VOLPATO, Terezinha Gascho. **A Pirita humana: os mineiros de Criciúma**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1984.

ZABALA. Antoni. **A Prática Educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ANEXO A – FOTO ILUSTRANDO UM CÓRREGO POLUÍDO PRÓXIMO À ESCOLA DE UM DOS PROFESSORES INTEGRANTES DA PESQUISA



ANEXO B – MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR – ÁREAS DE CLASSE III – PADRÕES PRIMÁRIOS

TABELA DA CONCENTRAÇÃO DE SO₂ (DIÓXIDO DE ENXOFRE)

Estação N° 01: CEIC - Bairro Boa Vista - Criciúma, SC (Ano 2000)

Data	Dióxido de Enxofre				Condições Meteorológicas					
	Concen- tração (µg/m ³)	Vazão (l/min)	Volume Amos. (m ³)	Tempo de Amos-tragem (h)	Ventos		Temp. Média (°C)	Cond. Tempo*	Pressão Atm. (mbar)	Umid. Relativ a (%)
					Veloc. (km/h)	Dir.				
04/01	7,36	1,91	2,78	24,29	6,3	NW	25,0	Nb	1006	54
12/01	9,23	1,91	2,77	24,20	3,3	NW	27,0	B	1007	63
20/01	26,16	1,91	2,74	23,54	9,7	SE	27,0	B	1007	50
26/01	6,97	1,91	2,76	24,03	10,4	SW	23,0	Nb	1014	75
02/02	7,06	1,91	2,71	23,71	3,6	NW	25,0	Nb	1006	68
09/02	14,25	1,91	2,69	23,50	7,3	NW	28,0	PN	1008	45
24/02	10,49	1,91	2,68	23,42	0,0	-	24,0	B	1014	75
01/03	14,18	1,91	2,71	23,62	9,3	NE	28,0	Nb	1012	51
09/03	14,22	1,91	2,70	23,55	6,0	NE	27,0	Nb	1014	53
22/03	9,31	1,91	2,75	23,99	5,8	NW	25,0	B	1015	54
29/03	10,36	1,91	2,72	23,70	4,1	NW	23,0	Nb	1019	52
13/04	0,96	1,91	2,67	23,27	11,2	SW	23,0	B	1011	50
27/04	7,95	1,91	2,65	23,07	5,7	NW	25,0	B	1015	47
04/05	4,84	1,91	2,64	23,06	4,3	NW	23,0	B	1010	75
11/05	11,06	1,91	2,65	23,08	9,7	NE	21,0	Nb	1020	49
24/05	26,78	1,91	2,68	23,35	7,1	NE	23,0	B	1015	49
07/06	32,96	1,91	2,72	23,71	2,5	NW	24,0	B	1017	66
14/06	25,38	1,91	2,72	23,75	7,0	NE	13,0	B	1014	60
20/06	2,34	1,91	2,73	23,81	6,8	SW	19,0	Nb	1019	45
27/06	11,80	1,91	2,71	23,65	11,4	NW	19,0	Nb	1014	72
05/7	16,41	2,22	3,20	23,99	0,4	NE	20,0	B	1016	40
20/7	0,81	2,22	3,15	23,60	7,7	NW	11,0	B	1014	40
27/7	6,49	2,22	3,15	23,65	11,6	NW	13,0	B	1021	34
17/8	9,55	2,22	3,22	24,13	4,0	NE	12,0	Nb	1018	76
24/8	7,53	2,22	3,23	24,23	8,5	NW	22,0	Nb	1011	36
31/8	9,61	2,22	3,20	23,98	9,1	SW	18,0	Nb	1013	53
05/9	8,13	2,22	3,15	23,63	9,6	SW	17,0	B	1018	43
21/9	8,78	2,22	3,21	24,06	8,4	NW	19,0	B	1016	81
28/9	4,83	2,22	3,18	23,87	10,5	NW	23,0	B	1018	31
05/10	0,00	2,22	3,12	23,40	10,0	NW	18,0	Nb	1012	62
10/10	4,07	2,22	3,14	23,58	8,2	NW	19,0	Nb	1015	63
19/10	4,82	2,22	3,19	23,91	10,9	NW	23,0	Nb	1011	75
30/10	8,10	2,22	3,16	23,71	9,0	NW	26,0	B	1013	48
09/11	24,08	2,22	3,19	23,92	9,2	SW	26,0	B	1009	37
16/11	9,97	2,22	3,34	25,04	8,2	NW	17,0	B	1017	61
07/12	29,82	2,22	3,18	23,82	9,0	NW	31,0	B	1013	37
14/12	3,20	2,22	3,21	23,97	10,0	NE	27,0	Nb	1001	63
21/12	8,82	2,22	3,19	23,95	7,5	SW	25,0	B	1007	61

Obs: * Condições do Tempo: B – Bom; PN - Parcialmente nublado; Nb- Nublado; Chuv – Chuvoso

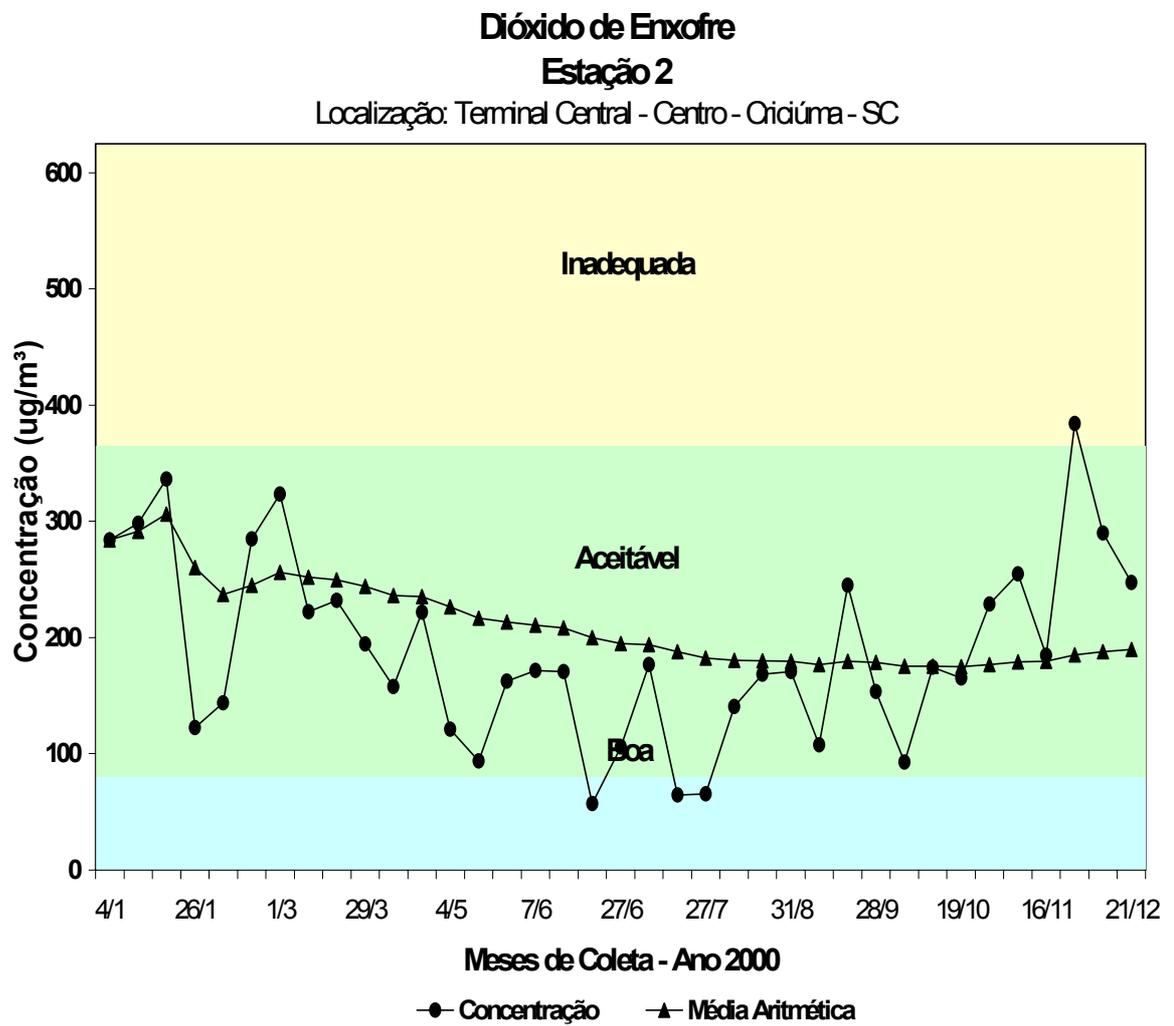


TABELA DA CONCENTRAÇÃO DE SO₂ (DIÓXIDO DE ENXOFRE)
Estação N° 02: TERMINAL CENTRAL - Centro - Criciúma - SC (Ano 2001)

Data	Dióxido de Enxofre			Condições Meteorológicas						
	Concen- tração (µg/m ³)	Vazão (l/min)	Volume Amos. (m ³)	Tempo de Amos- tragem (h)	Ventos		Temp. Média (°C)	Cond. Tempo*	Pressão Atm. (mbar)	Umid. Relativa (%)
					Veloc. (km/h)	Dir.				
18/01	601,09	1,88	1,91	16,96	7,0	SE	28,0	B	1011	51
25/01	369,96	1,88	2,71	24,05	12,0	SE	28,0	PN	1011	57
01/02	289,25	1,88	2,80	24,86	8,0	S	26,0	Nb	1006	75
08/02	350,79	1,88	2,50	22,25	10,0	SE	31,0	B	1008	48
15/02	226,40	1,88	2,66	23,62	44,0	S	24,0	Nb	1008	68
22/02	255,65	1,88	2,73	24,30	8,0	SE	28,0	B	1011	57
08/03	197,16	1,88	2,64	23,43	7,0	S	28,0	Nb	1011	57
15/03	236,18	1,88	2,61	23,22	11,0	SW	27,0	B	1014	77
10/04	194,36	1,96	2,82	23,97	7,5	S	21,0	B	1011	62
19/04	267,97	1,96	2,85	24,21	4,5	SE	20,0	B	1008	50
02/05	124,85	1,96	2,81	23,89	3,5	SE	20,0	PN	1017	91
10/05	138,56	1,96	1,22	10,37	4,5	S	14,0	PN	1012	70
07/06	183,22	1,96	2,72	23,17	4,5	SE	17,0	Nb	1019	73
12/06	199,89	1,96	2,83	24,07	4,0	SE	19,0	B	1019	74
21/06	32,76	1,96	2,74	23,26	12,0	SE	11,0	B	1024	48
27/06	53,56	1,96	2,87	24,39	5,0	SE	15,0	Nb	1018	77
05/07	89,24	1,91	2,74	23,94	6,0	S	15,0	Nb	1027	79
12/07	52,27	1,91	1,71	14,98	8,0	S/SW	11,0	B	1027	60
19/07	146,43	1,91	1,26	11,00	9,0	NE	19,0	B	1006	89
23/08	94,00	1,91	1,63	14,28	6,5	L	18,0	B	1018	72
30/08	156,96	1,91	1,55	13,54	6,0	S	23,0	B	1015	75
13/09	68,57	1,91	1,49	13,05	5,0	SO	16,0	PN	1016	90
27/09	84,27	1,91	1,61	14,07	8,0	NE/L	18,0	Chuv	1023	81
10/10	121,5	1,76	1,26	11,94	9,0	S/SE	23,0	B	1016	38
18/10	227,75	1,76	1,41	13,27	8,0	E/SE	23,0	Nb	1010	62
25/10	339,00	1,76	1,46	13,80	12,5	E/SE	23,0	B	1018	31
22/11	111,30	1,76	1,50	14,12	8,0	S/SW	27,0	B	1012	70
06/12	184,59	1,76	1,41	13,36	10,0	E/SE	27,0	B	1006	43
13/12	88,17	1,76	1,51	14,26	5,0	W/SW	23,0	Nb	1010	93
20/12	7,65	1,76	1,67	15,81	8,0	E/SE	29,0	B	1008	46

Obs: * Condições do Tempo: B - Bom
 PN - Parcialmente nublado
 Nb- Nublado
 Chuv - Chuvoso
 X - Dado não disponível

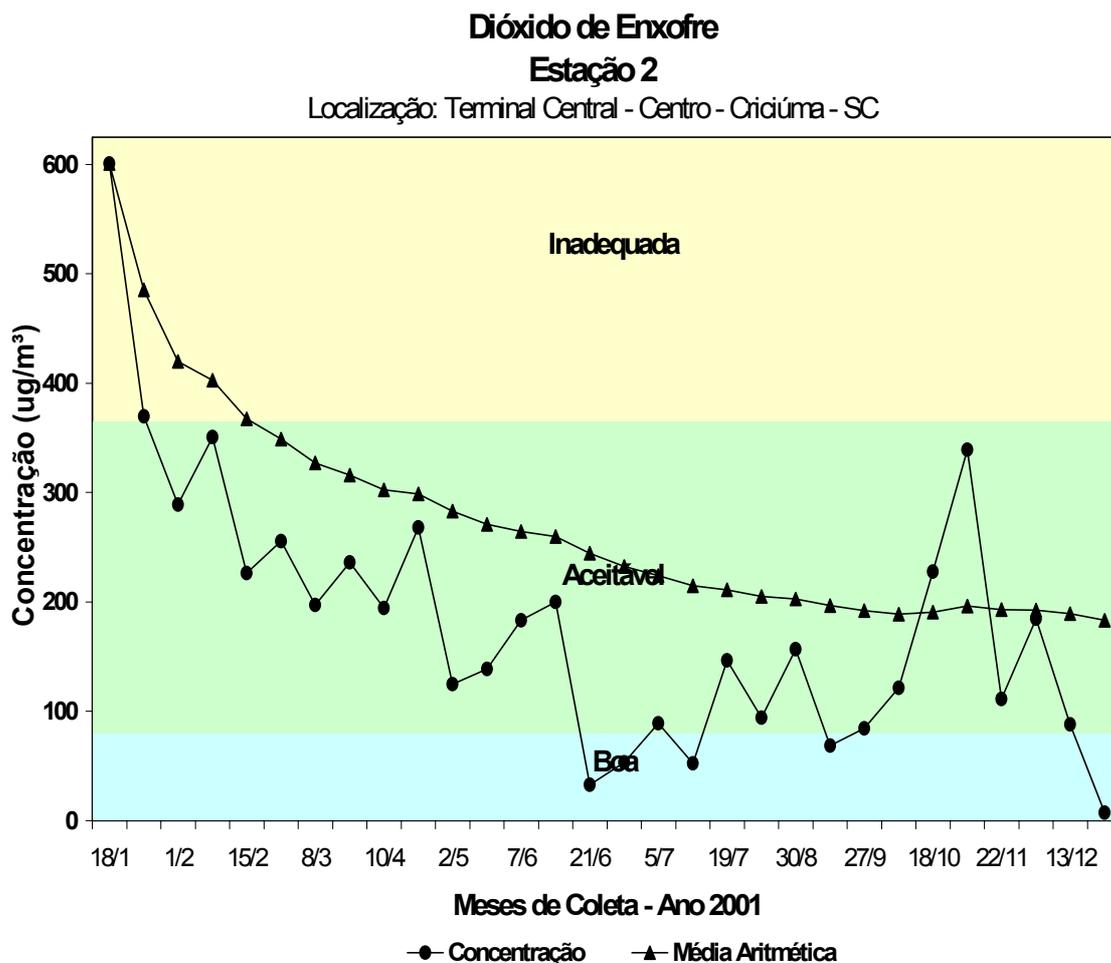
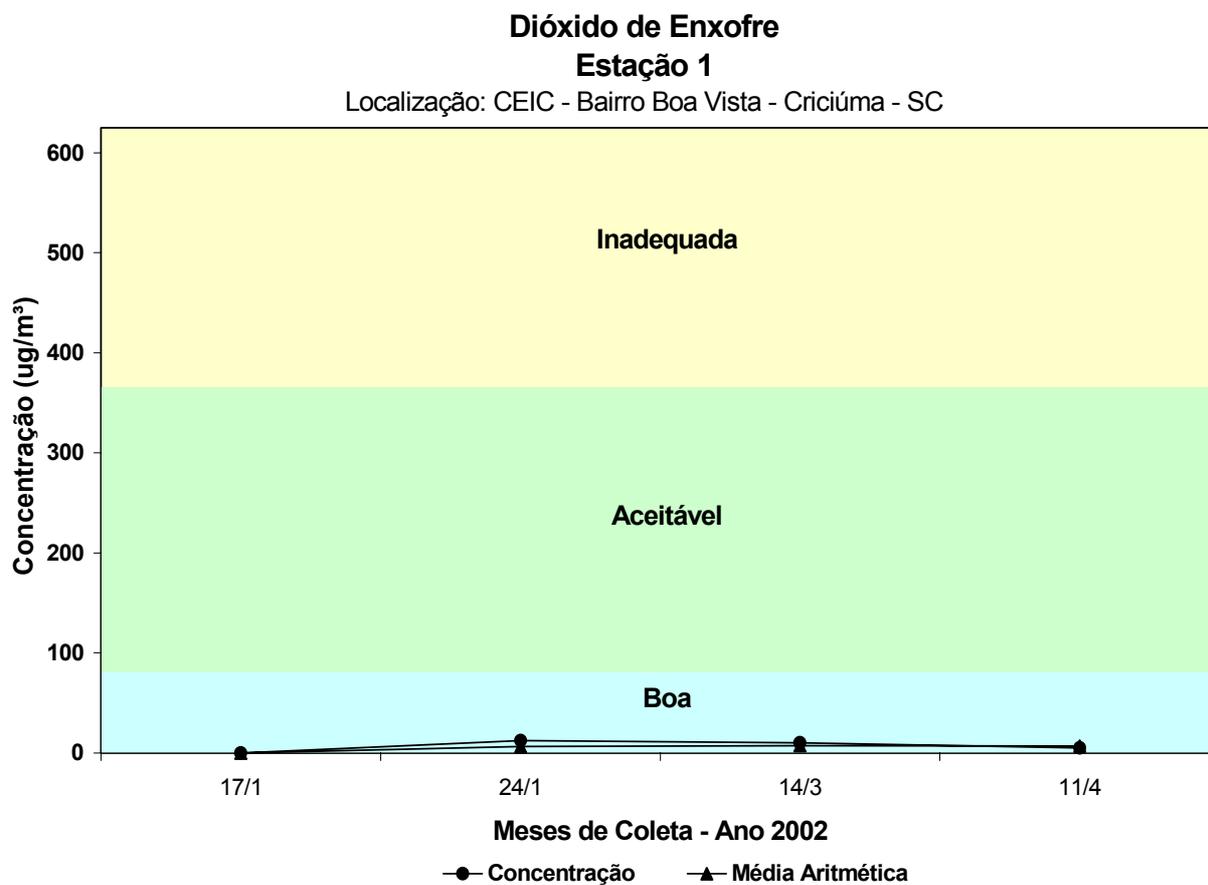


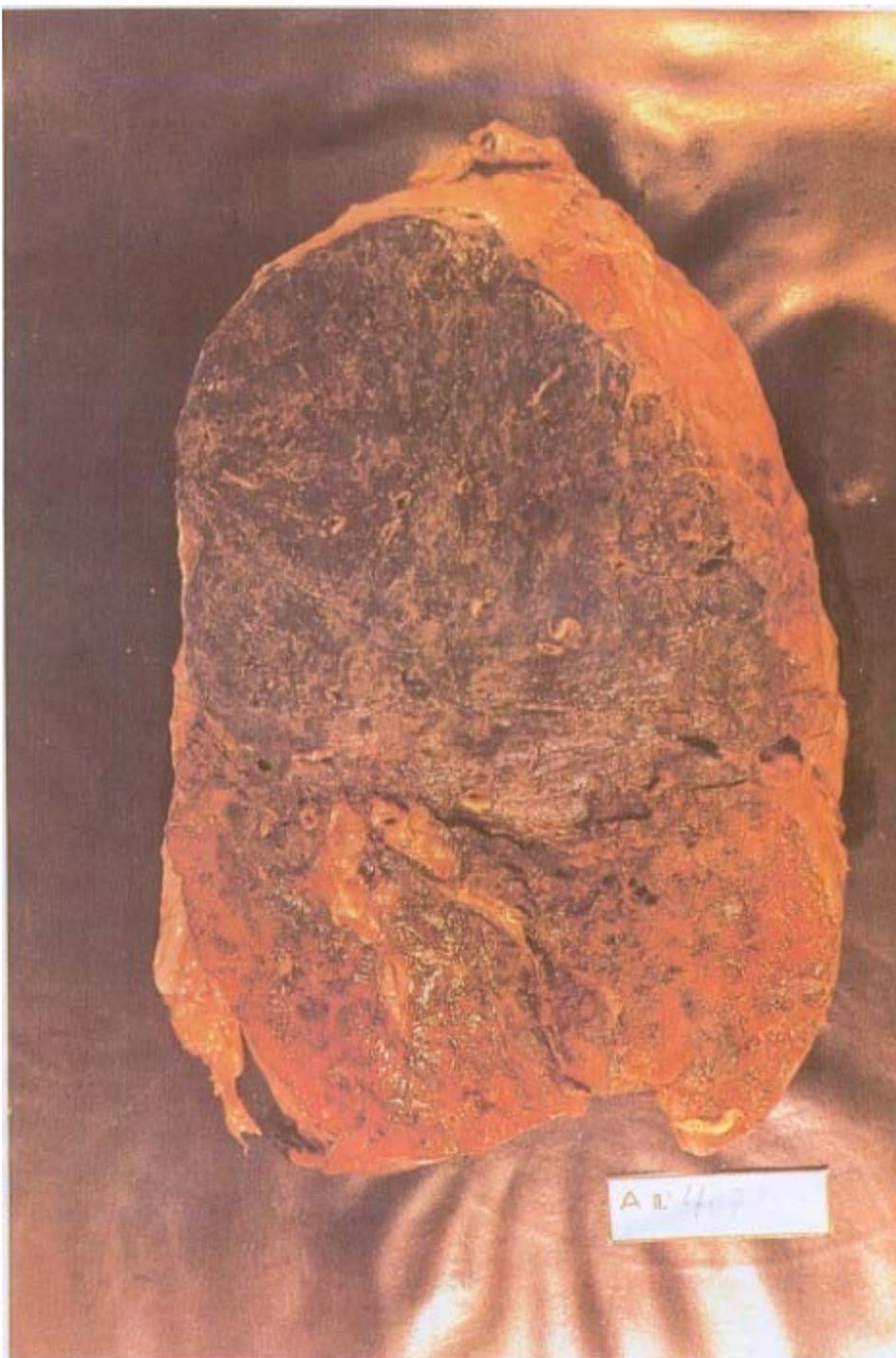
TABELA DA CONCENTRAÇÃO DE SO₂ (DIÓXIDO DE ENXOFRE)
Estação N° 02: TERMINAL CENTRAL - Centro - Criciúma - SC (Ano 2002)

Data	Dióxido de Enxofre				Condições Metereológicas					
	Concen- tração (µg/m ³)	Vazão (l/min)	Volume Amos. (m ³)	Tempo de Amos-tragem (h)	Ventos		Temp. Média (°C)	Cond. Tempo*	Pressão Atm. (mmHg)	Umi d. Rela tiva (%)
					Veloc. (km/h)	Dir.				
17/01	0,00	1,82	2,55	23,37	X	X	X	B	X	X
24/01	12,71	1,82	2,62	23,99	13,0	SE	24,7	B	765,7	54
14/03	10,08	1,82	2,54	23,25	X	X	27,4	B	758,0	X
11/04	4,92	1,82	2,60	23,82	X	X	25,8	B	759,3	X

Obs: * Condições do Tempo: B - Bom
PN - Parcialmente nublado
Nb- Nublado
Chuv - Chuvoso
X - Dado não disponível



Fonte: Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas (IPAT) – Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC)

ANEXO C – FOTO ILUSTRANDO A PNEUMOCONIOSE EM MINEIRO

Fonte: (SOUZA FILHO; ALICE, 1996, p. 350)

ANEXO D – REVOLUÇÃO TECNOLÓGICA – NOVOS USOS PARA O CARVÃO

ÁREA	PRODUTO/SERVIÇO	PROCESSO/TECNOLOGIA USADA	PAÍS
P R O D U Ç Ã O	01. Extração do metano das camadas de carvão	- O processo extrai o gás metano das camadas, antes da mineração. Dá maior segurança à mineração e previne emissões de gás metano para a atmosfera.	USA, Ex -URSS, Bélgica e França
	02. Mecanização intensa, com controle e automação computadorizada.	- Minas maiores e mais automatizadas, programadas e controladas por computadores, com ganhos de produtividade e redução nos custos. (grifo nosso)	França
	03. Transporte hidráulico do carvão	- Técnicas de Coal Slurry para transporte de carvão, no subsolo e na superfície.	
	04. Beneficiamento do carvão	- Homogeneização dos carvões brutos de alimentação; análise on-line. Técnica de flotação em coluna, para os finos e ultrafinos ; secagem térmica antes do uso final e cobertura com estabilizantes químicos (grifo nosso).	USA e ex- URSS
C O M B U S T Ã O D I R E T A	05. Combustão tradicional	a) Queima direta em fornalha - processo antigo, antieconômico e poluente. b) Queima do carvão pulverizado - redução do carvão em pó e transporte pneumático para caldeira. Processo poluente (grifo nosso).	USA, Brasil e muitos outros.
	06. Combustão em leito fluidizado	- O carvão britado é introduzido em fornalha de caldeira, onde é queimado em suspensão, num “colchão” gasoso.	USA, Europa Canadá e outros.
	07. Combustão em ciclo combinado	- Queima de gás em turbina e gases quentes de exaustão produzem vapor, gerando energia no gerador acoplado à turbina a gás e também pela caldeira que produz vapor.	USA e alguns poucos países.

C O M B U S T Ã O I N D I R E T A	08. Gaseificação em leito fixo	- Introduz-se carvão num reator de grelha rotativa, ateia-se fogo ao carvão sobre a grelha, formando zona de combustão incompleta, de redução ou gaseificação. Processo desenvolvido na Alemanha. Resultados desfavoráveis no Brasil com experiências na ELETROSUL⁽¹⁾ (grifo nosso).	USA e Alemanha
	09. Gaseificação de carvão pulverizado	- No gaseificador, faz-se a combustão incompleta do gás pulverizado, no interior do reator, produzindo monóxido de carbono, hidrogênio e metano.	Alemanha
	10. Gaseificação em leito fluidizado	- Transferência da tecnologia da combustão em leito fluidizado.	USA, Canadá e Europa
	11. Gaseificação in situ	- Consiste na gaseificação da camada do carvão no subsolo, pela queima incompleta, pela injeção de ar comprimido ou oxigênio. Processo iniciado na Sibéria. Não foi bem sucedido em outros países, inclusive no Brasil.	Ex - URSS, Europa, Canadá e USA.

Fonte: PLANO BÁSICO DE DESENVOLVIMENTO ECOLÓGICO – ECONÔMICO (PBDEE) – AMREC/UNESC, p. 325 em elaboração, apud SANTOS, 1995, p. 82.

⁽¹⁾ A experiência na área de gaseificação foi bastante pequena e de certa forma traumática, pois ocorreram equívocos, inclusive na escolha de tecnologias inadequadas às especificidades dos nossos carvões, que muito contribuíram para depreciar a imagem do carvão nacional. Isto ocorreu, por exemplo, nas plantas de gaseificação instalada no Estado de Santa Catarina, que optaram por processos baseados nos reatores de leito fixo, e como sabe-se estes não toleram carvões com propriedades aglomerantes. Como os carvões de SC, em sua maioria possuem propriedades coqueificantes, vale dizer aglomerantes [...] (FERRET, 2002, p. 133).

ANEXO E – QUESTIONÁRIO

1. Sobre os conteúdos químicos trabalhados no ensino médio você considera que:

- Há um número muito grande de conteúdos sendo muitas vezes necessário “correr” com a matéria para abranger os “tópicos” do programa;
- Os conteúdos devem preparar o aluno para o vestibular;
- Os conteúdos podem ser exclusivamente aqueles necessários para a compreensão de situações-problema;
- Os conteúdos devem ser aqueles que permitam a compreensão da construção teórica da ciência, ou seja, o processo de elaboração das teorias científicas no intuito de preparar futuros cientistas.

2. Os PCN+ sugerem nove temas estruturadores de forma a permitir o desenvolvimento de um conjunto de conhecimentos de forma articulada. Você trabalha algum deles em suas aulas?

- Sim. Qual ou quais desses temas trabalha? E em que série?
- Conhece mas não trabalha
- Não os conhece

3. Relate como você geralmente desenvolve suas aulas.

4. Os alunos trazem problemas do cotidiano deles que exijam explicações científicas para a sua compreensão?

- Sim Não

5. Você discute essas questões? Acha importante?

- Sim Não

6. Você trabalha a química do dia-a-dia (cotidiano) em suas aulas?

- 6.1 Sim. Poderia citar exemplos 6.2 Não. Por quê?

6.6.1. Com que frequência:

- Sempre Algumas vezes Raramente

7. Você trabalha ou gostaria de trabalhar com temas em suas aulas de química?

- Sim. Quais? Não

7.1. Qual ou quais das questões abaixo apontaria como dificuldades que encontra para trabalhar temas em suas aulas:

- Não tem conhecimento apropriado
- Não considera importante no ensino de química
- O currículo/programa da escola não deixa
- Falta de projeto pedagógico na escola
- Não sabe como pois na sua formação não foi trabalhado
- Falta material didático adequado
- É muito complexo
- Acesso a bibliografias
- Falta de tempo para o planejamento das aulas
- Falta de condições de infra-estrutura na escola (bibliotecas, laboratórios, espaço físico, etc.)
- Falta de interesse dos alunos
- Falta de interesse da turma
- Falta de apoio dos colegas da área
- Outros motivos....

8. Indique o que considera como objetivo (s) do ensino médio:

- Desenvolver conhecimentos preparando o aluno para o vestibular;
- Desenvolver conhecimentos possibilitando ascensão social;
- Desenvolver conhecimentos formativos para atuação no mercado;
- Desenvolver conhecimentos práticos, contextualizados que respondam às necessidades da vida contemporânea;
- Desenvolver conhecimentos mais amplos que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo.

9. Algumas orientações curriculares denominam uma das áreas do conhecimento como Ciências da Natureza Matemática e suas Tecnologias, essa orientação consta:

- Na Proposta Curricular de Santa Catarina
- Na LDB/96
- Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN)

ANEXO F – RELAÇÃO Nº 1 DE ESCOLAS DE CRICIÚMA ENVIADA PELA GEREI



ESTADO DE SANTA CATARINA
SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO E INOVAÇÃO
GERÊNCIA DE EDUCAÇÃO E INOVAÇÃO - CRICIÚMA – SC
DIRETORIA DE ADMINISTRAÇÃO E INOVAÇÃO

Ofício 043/2004

Criciúma, 28 de Junho de 2004.

Senhora:

Informamos que as Escolas abaixo relacionadas pertencem a Rede Estadual de Ensino e em todas são ministradas a disciplina de Química.

Escolas	Telefone
CEDUP – Abílio Paulo	438-2788
EEB. Pedro da Ré	437-1410
EEB. Marcos Rovaris	438- 2541
EEB. João Frassetto	438- 3098
EEB. Heriberto Hulse	462- 0641
EEB. Irmã Edviges	438- 3092
EEB. Pe. Miguel Giacca	438- 7099
EEB. Rubens de Arruda Ramos	462- 1220
EEB. Sebastião Toledo dos Santos	433- 3650
EEB. Antônio Milanez Netto	438- 9096
EEB. João Dagostim	478- 0057
EEB. Lindolfo Collor	438- 1330
CEJA	433- 1068

Atenciosamente,

Ivone Macân Moro
Diretora de Administração e Controle

ANEXO G – RELAÇÃO Nº 2 DE ESCOLAS PRÓXIMAS A REGIÕES MINERADAS

ESTADO DE SANTA CATARINA

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO E INOVAÇÃO

GERÊNCIA DE EDUCAÇÃO E INOVAÇÃO - CRICIÚMA – SC

DIRETORIA DE ADMINISTRAÇÃO E INOVAÇÃO

Juliana, estamos encaminhando relação das escolas, com sua referida localização, bem como se região de mineração:

Escolas	Localização
CEDUP – Abílio Paulo	Bairro- região de mineração
EEB. Pedro da Ré	Bairro
EEB. Marcos Rovaris	Bairro
EEB. João Frassetto	Bairro - região de mineração
EEB. Heriberto Hulse	Bairro – região de mineração
EEB. Irmã Edviges	Bairro
EEB. Pe. Miguel Giacca	Bairro
EEB. Rubens de Arruda Ramos	Bairro – região de mineração
EEB. Sebastião Toledo dos Santos	urbana
EEB. Antônio Milanez Netto	Bairro – região de mineração
EEB. João Dagostim	Bairro
EEB. Lindolfo Collor	Bairro – região de mineração
CEJA	Urbana

Atenciosamente,

Ivone Macân Moro

ANEXO H – REPORTAGEM SOBRE A PROTEÇÃO AMBIENTAL DOS MORROS ESTEVÃO E ALBINO NO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA, EXTRAÍDA DE UM JORNAL DE CIRCULAÇÃO LOCAL – PRÓXIMO À ESCOLA DE UM DOS PROFESSORES INTEGRANTES DA PESQUISA.

4ª LINHA NEWS

FEVEREIRO DE 1996

Proteção ambiental

Juiz concede liminar que proíbe a extração de carvão na região de Quarta Linha



O juiz de direito Ricardo Machado de Andrade, da 1ª Vara Civil da Comarca de Criciúma, concedeu liminar proibindo que a empresa Nova Próspera proceda a extração de carvão na região de Quarta Linha, abrangendo, principalmente as localidades de Morro Albino e Quarta Linha, que congrega o maior parque industrial do município.

O parecer favorável aos habitantes da região de Quarta Linha está baseado em Lei Municipal, levando o número 259 de 1990, decretando aquela área de preservação ambiental, a exemplo de lei estadual e federal. O juiz baseou-se, também, em levantamentos ambientais feitos pela própria comunidade, com a

ajuda de técnicos, assinando que a área a ser explorada é estritamente agrícola, como também conta com mais de 50 vertentes de água que tranquilamente, podem ser consumidas sem qualquer tratamento.

A ação pedida pela comunidade teve a participação do promotor público Jackson Corrêa, que encaminhou a justiça que, por sua vez, cancelou todas as licenças ambientais fornecidas pela FATMA, que também fica proibida de conceder qualquer autorização para extração de carvão em Quarta Linha e outras regiões que poderiam se transformar em mais uma área degradada, ficando imprópria para a agricultura e tendo seus mananciais de água comprometido pela perita.

Fonte: Folha Regional Maracajá, fevereiro de 1996

ANEXO I – FICHA DE IDENTIFICAÇÃO PESSOAL E PROFISSIONAL

Nome:

Idade:

Naturalidade:

Quanto tempo mora na região

Formação

Graduação:

ano de conclusão:

instituição:

Pós- Graduação:

ano de conclusão:

instituição:

Atuação profissional

1- Escola em que trabalha:

Séries:

Períodos:

Tempo de vínculo com essa escola:

Professor efetivo () sim () não

2- Escola em que trabalha:

Séries:

Períodos:

Tempo de vínculo com essa escola:

Professor efetivo () sim () não

3- Escola em que trabalha:

Séries:

Períodos:

Tempo de vínculo com essa escola:

Professor efetivo () sim () não

Tempo de docência (anos):

Atividade principal - professor ou não (qual):

Carga-horária semanal:

Escola

Tem laboratório? () sim () não

Você o usa? () sim () não

ANEXO J – CARACTERIZAÇÃO DO GRUPO DE PROFESSORES

Professor	Formação (graduação)	Formação Pós-graduação	Tempo de magistério (anos)	Outra atividade	Nº de escolas em que atuam	Horas/aulas semanais	Tempo de residência na região (anos)
Joana	Química Licenciatura	Curso de especialização em ensino de Ciências	5	-	2	50	36
Helena	Engenharia Química Complementação pedagógica	Curso de especialização em materiais cerâmicos	4	-	2	20	28
João	Química Licenciatura	-	5	-	1	50	7
Marcos	Química Industrial Engenharia Química Química Licenciatura	Curso de especialização em ensino de Ciências	10	-	2	50	28
Lucia	Química Industrial Engenharia Química Química Licenciatura	-	5	-	2	50	36
Beatriz	Ciências Biológicas Química Licenciatura	Curso de especialização em ensino de Ciências	10	-	1	40	35
Tiago	Química Licenciatura Ciências Biológicas	DSC. Solos e Meio Ambiente	14	Ensino superior	1	56	24
Marta	Química Licenciatura Ciências Biológicas Ciências Biológicas Engenharia Química	-	26	-	-	40	49
Ana Paula	Química Licenciatura	-	6	-	-	20	29

Continua na página seguinte

Henrique	Análises Químicas (Licenciatura)	-	30	-	3	55	7
Gabriela	Ciências Físicas e Biológicas	-	25	-	1	40	30
Manoel	Engenharia Mecânica Química Licenciatura	Curso de especialização em ensino de Ciências	5	-	7	20	7
Cláudio	Química Industrial Complementação pedagógica	-	23	-	1	40	44
Mateus	Química Bacharelado Química Licenciatura	-	8	Químico	1	20	36
Marilene	Química Licenciatura	Mestrado em Engenharia de materiais	3	Técnico de laboratório	1	10	8

É BOM SABER

A CHUVA QUE NÃO QUEREMOS

A sociedade moderna inventou um paradoxo cruel. Ela precisa acelerar o desenvolvimento industrial para atender às necessidades do aumento da população. Mas, por outro lado, esta industrialização acelerada pode causar prejuízos irremediáveis ao meio ambiente. Necessitamos da industrialização e, ao mesmo tempo, devemos temê-la. Industrialização e poluição parecem ser o verso e reverso de uma mesma moeda. O processo de controle da poluição pelo Estado mostrou-se difícil de realizar por causa dos conflitos constantes com os segmentos sociais envolvidos na geração de poluentes. Hoje, um leitor de jornal medianamente informado já ouviu falar sobre o 'efeito estufa' ou sobre a diminuição da camada protetora de ozônio da atmosfera. Agora, um novo tipo de poluição chama a atenção: a chuva ácida.

Este fenômeno tem um poder letal. Seus danos ecológicos são terríveis. A chuva ácida pode praticamente exterminar a vida aquática. Os peixes são muito sensíveis às mudanças do nível de pH (grandeza que mede a acidez) no meio ambiente em que vivem e não resistem a níveis inferiores a 4,5. Também a vegetação de bosques e florestas sofre sérios danos. Em condições normais, os bosques concentram a acidez da chuva de duas a quatro vezes. Se, antes de cair sobre o solo, a acidez da chuva já é elevada, esta concentração nos bosques passa a ter efeitos terríveis: a cera protetora das folhas é destruída, as raízes mais finas ficam abaladas. Além disto, o alumínio, o cálcio, o magnésio, o sódio e o potássio são carregados do solo, bactérias fixadoras de nitrogênio são eliminadas e a formação do húmus é alterada. O húmus é um agregado orgânico que fixa elementos nutrientes e os cede segundo as necessidades do solo. Todos estes fatores diminuem a fertilidade das terras agrícolas e os bosques morrem lentamente.

A chuva ácida está sendo estudada há pouco tempo. Os países escandinavos foram os primeiros a relacionar a combustão de fósseis com a acidez da chuva, nos anos 50, através dos trabalhos de H. Rodhe (da Universidade de Estocolmo) e A. Darmerig. E rapidamente os dois pesquisadores descobriram que havia alguma relação entre a diminuição do pH da água e o decréscimo da população de peixes na região nórdica. Em 1969, a situação chegou a tal ponto que os governos de vários países re-

solveram fazer um levantamento geral da acidez da chuva no norte da Europa. Logo se verificou que os ventos habitualmente transportavam poluentes produzidos na Inglaterra e na Alemanha Ocidental para a Suécia e a Noruega. Apenas para se ter uma idéia da gravidade da situação, ficou demonstrado que, no sul da Noruega, numa área de 13.000 km² não havia mais peixes e noutros 30.000 km² observou-se uma drástica diminuição da vida aquática. E o que é pior: a qualidade da água para consumo estava afetada. Como era de se esperar, as conclusões deste levantamento causaram apreensão e, em 1979, 34 países europeus assinaram uma convenção para efetivar as primeiras medidas de controle desta poluição de largo alcance. Em 1983, a convenção ganhou a adesão da União Soviética, dos Estados Unidos e do Canadá.

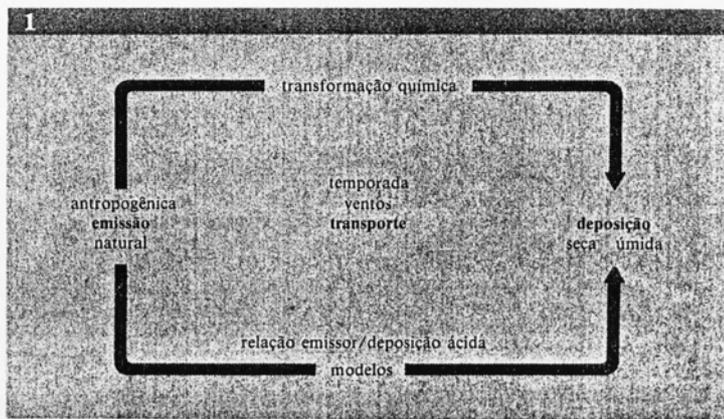
Conhecidos os seus efeitos devastadores, é preciso cuidado ao definir o que vem a ser chuva ácida. O fenômeno não ocorre, como parece à primeira vista, na forma de uma precipitação que apresenta pH ácido. A água pura, em equilíbrio com o anidrido carbônico atmosférico, não é neutra. Ao contrário, ela é ligeiramente ácida (pH 5,6) porque a dissolução de CO₂ produz um excesso de prótons na solução:



Em 1982, a Câmara Internacional de Comércio, reunida em Paris, no propósito de elaborar uma definição legal para a chuva ácida preferiu falar em "fenômeno no qual emissões poluentes de uma área, principal-

mente óxidos de enxofre (SO_x) e óxidos de nitrogênio (NO_x), produzidas por fontes antropogênicas e/ou naturais, são transportadas a longa distância, cruzando fronteiras nacionais, até atingir áreas receptoras, onde se depositam em forma úmida ou seca" (figura 1). A definição serve para expor uma das características da chuva ácida: trata-se de um fenômeno que se produz a longa distância. Alguma coisa acontece numa região que torna muito mais ácida do que o normal a água que, a léguas e léguas dali, se precipita sob a forma de chuva, causando inúmeros transtornos ao meio ambiente, inclusive violentos prejuízos à agricultura e pecuária.

Esta 'alguma coisa' tanto pode ser resultado da ação humana quanto de certos fenômenos naturais. Uma erupção vulcânica, por exemplo, produz óxidos de enxofre e nitrogênio em quantidades suficientes para aumentar a acidez da água. O mesmo acontece na decomposição anaeróbica dos compostos orgânicos ou ainda numa descarga violenta de relâmpagos. A ação da natureza, porém, não seria suficiente para tornar catastróficos os efeitos no meio ambiente. Como de hábito, é a atividade humana a principal responsável pelo alerta que a comunidade científica internacional vem emitindo. Usinas termoeletricas, fundições não-ferrosas, refinarias de petróleo, fábricas de ácido sulfúrico, todas estas indústrias são produtoras de óxido de enxofre em quantidades significativas. E os motores a combustão deixam no ar um grande volume de óxido de nitrogênio. ►



Humeres, Eduardo.
A Chuva que não queremos.

Ciência Hoje, Rio de Janeiro,
V. especial, p. 15-17, Maio 1992. ECE - Brasil.

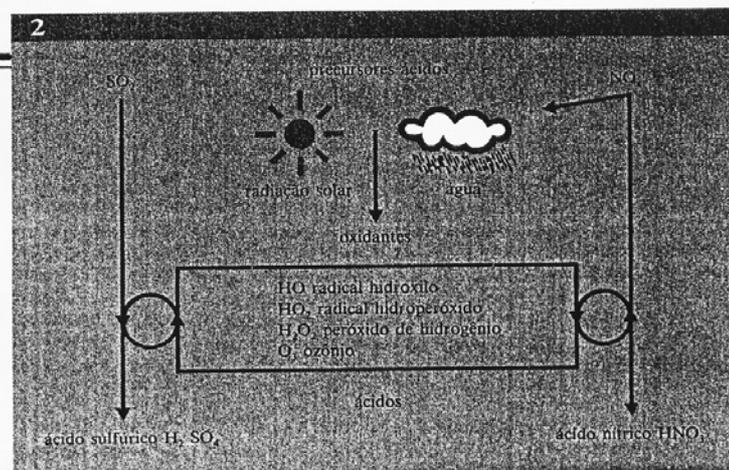
BOM SABER

Não basta, porém, determinar as causas deste perigoso aumento de acidez na água. Ainda resta uma questão importante: como é que se produz a chuva ácida? Desta resposta depende a adoção de medidas preventivas adequadas. O que acontece hoje é que uma região sofre os efeitos sinistros de uma poluição 'produzida' muito longe dali. Quando estão em jogo países diferentes, a chuva ácida pode, a longo prazo, detonar um constrangimento diplomático de sérias proporções. Por isto o maior desafio para os cientistas é exatamente relacionar a quantidade de óxido emitida numa certa região e o nível de acidez encontrado em outra. Um importante resultado obtiveram Oppenheimer e seus colaboradores, nos Estados Unidos, quando relacionaram a deposição de SO_2 em oito áreas demarcadas, em quatro estados diferentes, com as emissões de dez fundições não-ferrosas localizadas muito longe dali. Estes cientistas mediram a variação anual das emissões e deposições ao longo de um período de quatro anos. E descobriram uma relação linear, de um para um, entre emissão e deposição.

Resta ainda determinar a cadeia de reações químicas entre a emissão dos óxidos e a deposição da acidez. Sabe-se que nestas reações há uma influência decisiva das condições meteorológicas. A formação de grandes tempestades depende da conjunção de inúmeros fatores. De uma área a outra, tudo pode mudar de acordo com a velocidade dos ventos e a configuração do terreno. Com tantas variantes, não é fácil estabelecer uma relação quantitativa entre o centro emissor e o nível de deposição de acidez no centro receptor. Com uma agravante: esta deposição não se dá apenas sob forma úmida, mas ocorre igualmente na forma seca.

Se considerarmos que o dióxido de enxofre (SO_2) é um dos principais subprodutos da combustão do carvão que contém enxofre, a primeira etapa seria a transformação do dióxido em trióxido de enxofre (SO_3). Para que isto ocorra, um reagente é indispensável: o ozônio, que serve para produzir radicais do tipo hidroxila e para oxidar a água atmosférica, tornando-a oxigenada (H_2O_2), ou ainda para atuar diretamente sobre o SO_2 . Na presença da água, o SO_3 se transforma em ácido sulfúrico, um componente essencial da chuva ácida porque se mistura com água em todas as proporções (figura 2).

Há ainda um mistério em torno da deposição ácida seca de tipo sulfúrico. Não



se desenvolveu com precisão a série de reações químicas de que resulta o sal do ácido sulfúrico. Os pesquisadores consideram, porém, que algo semelhante ao processo de produção do óxido de enxofre ocorre também na produção dos óxidos de nitrogênio. Neste caso, tem-se como ponto de partida o trióxido de nitrogênio, que passa por reações oxidativas similares até a formação do dióxido de nitrogênio e, conseqüentemente, do ácido nítrico, outro componente importante da chuva ácida.

Tratou-se, então, de construir modelos que permitissem prever o nível de acidez da chuva de uma região, com respeito à quantidade de precursores produzidos por um emissor. Os modelos mais sofisticados foram desenvolvidos nos Estados Unidos. Com um supercomputador Cray-1, o Centro Nacional de Pesquisa Atmosférica, em Boulder, Colorado, simulou um modelo de deposição ácida regional que estima a provável quantidade de chuva ácida e a sua localização possível, causada por certos pontos emissores. Neste modelo, o computador considera como variantes as condições meteorológicas, o regime de chuvas da região receptora, as reações atmosféricas e a quantidade de poluição que retorna à Terra sem formar precursores ácidos (SO_3 , NO_2). Outro modelo criado pelos cientistas americanos tem por objetivo estimular os impactos de medidas alternativas de controle da poluição. Reservando uma atenção especial à região noroeste americana, este modelo considera as concentrações de sete elementos para identificar a origem das emissões. A estimativa é de que as chuvas ácidas ocorridas no noroeste americano são, em 80%, produzidas no meio-oeste.

O resultado mais importante desta simulação do que se passa na natureza é que, uma vez determinada a relação quantitativa

entre fonte e receptor, será possível fazer uma relação custo/benefício para se escolher a melhor estratégia de combate à poluição. As medidas preventivas envolvem quantias que chegam a milhões de dólares. Torna-se então fundamental saber se a redução em 30% da emissão de SO_2 acarreta uma diminuição em também 30% da deposição de enxofre na área receptora. Estes cálculos podem inclusive servir de base para uma legislação moderna sobre o assunto, que previna efeitos desastrosos sem comprometer o desenvolvimento econômico de um país. Ou podem orientar uma política industrial mais afinada, que examine a distribuição de fábricas e usinas termoeletricas nas regiões mais adequadas.

A demora na adoção de medidas preventivas talvez se deva ao fato de que os níveis de SO_x e NO_x necessários para se evitar a chuva ácida são inferiores aos níveis exigidos para proteger a saúde pública. Os danos ocasionados à vida humana são os que mobilizam a opinião pública e, portanto, os que merecem atenção e medidas efetivas por parte das autoridades governamentais. Somente quando as conseqüências da chuva ácida forem amplamente conhecidas, a pressão social conseguirá vencer a inércia das indústrias e dos governos.

Os cientistas europeus já se encarregaram de fazer um 'balanço da exportação de poluentes' que incluiu vários países (figura 3). A Inglaterra é uma pequena importadora de SO_2 se comparada aos altos índices de poluentes recebidos pela Noruega. A Alemanha Ocidental tem um balanço quase zero enquanto a Polônia e os Estados Unidos são os maiores exportadores de poluição do hemisfério norte. E como conseqüência deste 'balanço', a convenção européia formou o chamado 'clube dos 30%', formado por países que se comprometiam a reduzir em 30% sua produção de

poluentes. Até o momento, Inglaterra, Polônia e Estados Unidos ainda se negam a participar do acordo. Mas a Alemanha Ocidental, de início relutante, apressou-se em aderir, quando um estudo mostrou que suas florestas se encontravam seriamente ameaçadas pela chuva ácida.

O que se constata hoje é que a determinação das autoridades governamentais em controlar suas fontes poluidoras varia de acordo com a quantidade de poluição externa que o seu país recebe. Quando a importação é maior do que 50%, o governo logo toma a iniciativa do controle e inicia gestões para um acordo internacional. Quando ao contrário esta importação é menos do que 50%, seus representantes começam a levantar dúvidas sobre a seriedade do problema e a melhor forma de controlá-lo.

País	SO ₂ ton/mês	% contribuição externa
Inglaterra	847.000	20
Noruega	255.000	92
Alemanha Ocidental	1.158.000	52

Eno Brasil, como está o controle sobre os índices de acidez da água? Aqui existem pelo menos duas áreas críticas emissoras de poluentes: Cubatão, em São Paulo, e Criciúma, em Santa Catarina. Há, porém, diferenças quanto às fontes geradoras desta poluição. Em Criciúma, ela é decorrente da exploração e combustão de carvão com alto teor de enxofre enquanto que em Cubatão as indústrias petroquímicas e metalúrgicas são as fontes principais. Ainda que a maior parte dos poluentes permaneça nos locais de produção, existem indícios da ocorrência de chuvas ácidas em São Paulo. E à medida que estas áreas industriais e mineiras se expandirem, mais nítido se tornará o fenômeno e mais facilmente serão detectados os altos índices de óxido de enxofre e nitrogênio.

A relação entre carvão e enxofre no Brasil é muito especial. Estima-se em 23,1 bilhões de toneladas as reservas de carvão da bacia sedimentar do Paraná e de xisto da formação de Irati. Deste total, mais de um bilhão de toneladas correspondem a enxofre, principalmente na forma de pirita carbonosa. Apesar disto, o Brasil é o quinto maior importador de enxofre do mundo. Diante destes referenciais, pode-se ter uma idéia da importância de se convencer o parque industrial brasileiro a aproveitar este

enxofre associado ao carvão e ao xisto, a fim de evitar a sua perda na forma de emissão poluidora.

A maior termoeletrica da América Latina é a Jorge Lacerda, em Imbituba (Santa Catarina), que consome carvão-vapor com um teor de enxofre entre 2,5 e 3,0%. Em 1986, a usina consumiu um milhão e 900 mil toneladas e lançou ao ar cerca de 300 toneladas por dia de SO₂, que corresponderiam a 11.300 km² com um depósito de dez gramas de SO₂ por metro quadrado ou cerca de 14% da área total de Santa Catarina. A situação chegou a tal ponto que, em 1977, o governo do estado recebeu a informação de que a rede hidrográfica estava quase inteiramente comprometida, com os rios apresentando um pH entre 2,0 e 3,0. Para este quadro dramático contribuíram tanto a termoeletrica e a fábrica de ácido

sulfúrico quanto os depósitos de rejeitos e pirita, as coqueiras (indústrias que produzem coque) e os pré-lavadores (primeira fase de eliminação da pirita, à saída da mina). Em 1982, a região sul de Santa Catarina foi declarada 'área crítica' para efeito de controle de poluição.

Cogitou-se que a solução seria a substituição das atuais chaminés de 60 metros da termoeletrica Jorge Lacerda I e II por outras com altura de 150 metros (sendo que a usina 4 teria uma chaminé de 200 metros) de modo a diminuir a poluição local sem reduzir a taxa de poluente. Neste caso, porém, é bom lembrar que a construção de chaminés na Inglaterra redundou num aumento da poluição em regiões da Suécia e Noruega. Trata-se, portanto, de uma falsa solução para o problema. Ainda assim, a situação brasileira pode ser considerada amena, em contraste com zonas emissoras da Europa e dos Estados Unidos. Aqui estamos em tempo de exercer um controle efetivo da poluição sem que haja a demanda de altos investimentos.

Níveis elevados de emissão de óxido de enxofre e nitrogênio exigem medidas de controle de altos custos, normalmente encarados pelas indústrias na rubrica dos 'investimentos adicionais'. São os primeiros a serem cortados em momentos de crise.

Por isto, a pressão governamental precisa ser intensa e os grupos sociais interessados numa efetiva redução da poluição devem participar diretamente das agências que cuidam do meio ambiente na administração pública. As emissões de SO₂ podem ser reduzidas a níveis aceitáveis, utilizando-se tecnologia avançada na limpeza dos carvões com teor moderado de enxofre, entre 0,75 e 2,15%. Carvões com alto teor de enxofre precisam também de dessulfurização dos gases efluentes da combustão.

Todos os métodos para dessulfurizar o carvão tratam de eliminar o enxofre que aparece na forma de pirita. Nesta linha, são três as tecnologias mais promissoras: métodos de flotação avançada, aglomeração seletiva e ciclones usando líquidos pesados. Qualquer uma dessas tecnologias poderia reduzir as emissões de enxofre a custos que equivaleriam à metade do que se costuma pagar para limpar os gases efluentes, usando-se o método dos calcários, uma tecnologia parcialmente dominada, que produz enormes quantidades de gesso inútil.

O Laboratório de Físico-Química Orgânica da Universidade Federal de Santa Catarina tem desenvolvido projetos orientados para a separação carvão/pirita por meio da flotação, estudando seu mecanismo, e usando novos compostos que seletivamente separam a pirita do carvão (coletores). No que se refere à dessulfurização dos produtos da combustão, os estudos se concentram nas reações da sulfogazeificação do carvão, que eliminam o SO₂ por reação com o carvão, para produzir sulfeto de carbono, produto que tem importantes aplicações industriais. Estudam-se as etapas envolvidas nesta dessulfurização e os catalisadores que melhorem o rendimento.

No Brasil, os pesquisadores estão numa corrida contra o tempo. É indispensável desenvolver uma tecnologia barata e eficiente no controle da poluição antes que os níveis de emissão de poluentes na atmosfera se tornem muito elevados. A expansão do parque industrial tende a agravar a situação e, o que é pior, encarecer drasticamente o controle. A experiência noutros cenários mostra que não são suficientes as evidências científicas para chegar a uma tomada de decisão efetiva. O custo dessa decisão tem sido, até agora, um fator definitivo, sem que os critérios científicos consigam se impor.

Eduardo Humeres
Departamento de Química,
Universidade Federal de Santa Catarina

ANEXO L – ROTEIRO DE ENTREVISTA

Para a afirmativa

1. Você trabalharia com esse tema nas suas aulas de química? Por que?
2. Haveria outros problemas resultantes da mineração do carvão que seriam possíveis de se trabalhar no ensino médio, além da chuva ácida?
3. Qual aspecto mais chamou sua atenção nesse texto?
4. E acerca da abordagem química desse texto, qual o seu parecer?
5. Desse texto qual conhecimento químico você trabalharia?
6. Que outros conhecimentos químicos não contemplados nesse texto que você abordaria?
7. E essas reações dos intermediários, (apontar) você trabalharia com seus alunos?
8. Como você abordaria esse tema?
9. E sobre as causas e conseqüências da chuva ácida trabalharia com seus alunos? Como?
10. E sobre os métodos de controle da chuva ácida. Você considera que seria importante abordar? Como o faria?
11. Qual objetivo buscaria alcançar com o ensino dessa temática?
12. Há algum aspecto que não esteja contemplado no texto que você trabalharia?

Para a negativa:

1. Por que?
2. Quais seriam as dificuldades?
3. Considera que além da chuva ácida, haveria outros problemas resultantes da mineração do carvão que seriam possíveis de se trabalhar no ensino médio, além da chuva ácida?
4. Qual seu parecer sobre o texto?



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

“A CHUVA ÁCIDA NA PERSPECTIVA DE TEMA SOCIAL: UM ESTUDO COM
PROFESSORES DE QUÍMICA EM CRICIÚMA (SC)”

Dissertação submetida ao Colegiado
do Curso de Mestrado em Educação
Científica e Tecnológica em
cumprimento parcial para a
obtenção do título de Mestre em
Educação Científica e Tecnológica

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA em 19/08/2005

Dr. Carlos Alberto Marques (Orientador)
Dr. Wildson Luiz Pereira dos Santos (Examinador)
Dr. Demétrio Delizoicov Neto (Examinador)
Dr. Irlan von Linsingen (Suplente)

Dr. José André Peres Angotti
Coordenador do PPGECT

Juliana Cardoso Coelho

Florianópolis, Santa Catarina, agosto de 2005

DEDICATÓRIA



*Dedico ao meu pai (foto),
e a todos os mineiros que também morreram de pneumoconiose. Vítimas da estrutura social
desumanizante. A história de vocês não morreu. Ela será resgatada por aqueles que optarem
pela esperança e por mudanças.*

AGRADECIMENTOS

Este trabalho não é uma produção individual, dele foram co-participantes muitas pessoas que contribuíram direta ou indiretamente com a sua concretização. A estas pessoas deixo manifesto a minha gratidão:

À minha mãe Nelsi, a única certeza quando tudo se fez incerto. Que proporcionou condições para a minha formação inicial e também à continuada. Seu apoio incondicional foi fundamental para a realização desse trabalho.

Ao meu irmão Aurênio, que também ajudou para a concretização do meu desejo de estudar.

Ao professor Carlos Alberto Marques pela orientação e também por contribuir com a minha formação inicial e continuada.

Aos professores Demétrio Delizoicov e Edmundo C. de Moraes, ambos participantes da etapa de pré-análise do projeto, e que muito contribuíram principalmente com os aspectos metodológicos da pesquisa. Minha admiração e gratidão.

Ao Professor Wildson Luiz Pereira dos Santos, pelas bibliografias e também pela participação na banca examinadora.

Especialmente aos professores de Criciúma, integrantes dessa pesquisa.

Aos tios Leonardo e Edith, da cidade de Criciúma, que me acolheram em sua casa por ocasião da coleta de dados.

Ao Doutor Albino José de Souza Filho, pelas bibliografias concedidas e pela luta empreendida para salvar a vida de meu pai e a de tantos outros mineiros.

Aos anônimos que encontrei na cidade de Criciúma e que muito contribuíram com a pesquisa, facilitando o acesso aos professores.

A todos que me incentivaram, também aqueles que contribuíram com a indicação de bibliografias e aos que compartilharam comigo idéias e discussões sobre a pesquisa.

Especialmente ao Fábio Peres Gonçalves pela indicação do artigo que auxiliou a análise qualitativa dos dados.

Ao povo brasileiro que por intermédio da CAPES concedeu apoio financeiro, mesmo que proporcional, sem o qual teria sido muito difícil a disponibilidade de tempo para a realização da coleta de dados.

“O ensino que chamamos útil, é realmente útil, para manter a situação. Só um ensino de Química questionador pode transformar-se num ensino libertador. Temos que romper a associação do ensino de Química ao processo de dominação e de manutenção do poder.” (CHASSOT, 1990, p.31).

RESUMO

Este trabalho trata sobre a contextualização no ensino de Química por meio de temas sociais a partir de contextos relevantes para os estudantes. Para tanto, investiga qual a compreensão que um grupo de professores de Química de Criciúma (SC) — cidade comprometida pela exploração e uso do carvão — possui a respeito desse contexto como possibilidade para a abordagem temática. A pesquisa foi organizada em duas etapas: a partir de uma amostra de quinze professores buscou-se identificar práticas pedagógicas em termos de uma aproximação de situações-problema cotidianas e as dificuldades que encontram para trabalhar com temas nas aulas de Química. Em um segundo momento, a partir dos resultados obtidos, foi feita uma seleção de professores para uma entrevista semi-estruturada em que se utilizou um texto que discute sobre a região Sul do Estado de Santa Catarina como área crítica nacional em termos de controle de poluição e particularmente o problema da chuva ácida na perspectiva do enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e da Química Verde. Da análise dos resultados foi possível concluir que não há, por parte dos professores, uma compreensão maior desse contexto e, de sua utilização no ensino de Química. Quanto às práticas pedagógicas do grupo de professores predominou o que se denominou de distanciamento das situações-problema cotidianas, centradas na ênfase conceitual. Essas práticas foram bem caracterizadas na etapa subsequente da pesquisa onde, frente ao tema social apresentado através do texto a seis professores, três focalizaram o ensino de conceitos e outros três conferiram relevância ao contexto. Os resultados da pesquisa indicam que é grande o desafio para trabalhar o tema num enfoque CTS e da Química Verde, pois apenas um professor aproxima-se de uma abordagem na perspectiva de tema social. Fundamenta-se nos resultados obtidos para sugerir aspectos a serem contemplados em cursos de formação, tanto inicial como continuada, de professores de Química visando contribuir com abordagens temáticas na perspectiva de uma formação para o exercício da cidadania.

Palavras-chave: Ensino de Química, Contextualização, Química Verde.

ABSTRACT

This work analyzes the contextualization of the teaching of chemistry for students through social topics involving relevant contexts. In order to achieve that, it investigates what a group of teachers of chemistry from Criciúma (SC) – a city that explores coal and its usage – think of that context as a possibility of a thematic approach. The research was organized and divided into two parts: first, it was analyzed 15 (fifteen) teachers' work and pedagogical practices that were identified in relation to day-to-day problem situations and the difficulties they find to work with some themes in chemistry classes. Second, it was analyzed the results they got and it was made a semistructured interview with a selection of teachers in which it was used a text on south region of the Santa Catarina State as a national critical area in terms of pollution control and particularly, the problem of acid rain in the perspective of the Society-Technology-Science (STS) and Green Chemistry. From the analyzes of the results they concluded that teachers do not have a bigger comprehension of that context and its use in the teaching of chemistry. In relation to the group of teachers' pedagogical practices prevailed the remoteness of the day-to-day problem situations on conceptual emphasis. These practices were very well featured in the subsequent part of the research on the face of the social theme presented to 6 (six) teachers through the text, (3) three of them have focused on the teaching of concepts and other 3 (three) have given relevance to the context. The results of the research revealed how big is the challenge to work the theme within an STS focus and Green Chemistry because only one teacher got closer to an approach in the perspective of social theme. It is based on the results got to suggest some aspects to be contemplated in courses of formation as initial as continuous of chemistry teachers who try to contribute with thematic approaches in the perspective of a formation to citizenship practice.

Keywords: Contextualization, Green Chemistry, Teaching of Chemistry.

SUMÁRIO

RESUMO	07
ABSTRACT	08
INTRODUÇÃO	11
1 FUNÇÃO SOCIAL DO ENSINO DE QUÍMICA	14
1.1 Temas químicos sociais e documentos curriculares orientadores	14
1.2 Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) no contexto nacional	20
1.3 A contextualização no ensino de Química	28
2 MEIO AMBIENTE E REGIÃO CARBONÍFERA SUL-CATARINENSE	33
2.1 Meio ambiente: concepções e implicações na prática pedagógica	33
2.2 O contexto local	40
2.3. Química verde e a prevenção da chuva ácida	53
3 A APROXIMAÇÃO DO CONTEXTO LOCAL	56
3.1 O primeiro momento investigativo	56
3.2 O segundo momento investigativo	57
3.2.1 A delimitação do grupo de professores	57
3.2.2 Critérios de análise dos textos produzidos	59
3.3 Análise da aproximação do contexto	60
3.3.1 O distanciamento das situações-problema cotidianas	63
3.3.1.1 A indistinção entre abordagem temática e abordagem conceitual	65
3.3.1.2 O cotidiano: elemento motivador da aprendizagem conceitual	67
3.3.1.3 Os excessos de exercícios para treinamentos	68
3.3.2 O distanciamento do conteudismo	69
3.3.2.1 A busca pela superação do modelo tradicional de ensino	71
3.3.2.2 Os estudantes: apontando aos professores a direção do “inédito viável”	71
3.3.3 As situações-limites	74
3.3.3.1 O programa conceitual	76
3.3.3.2 A barreira operacional	80
3.3.3.3 A barreira ideológica	83
3.4 Sobre os documentos orientadores da reforma curricular	87
3.5 Critérios de seleção dos professores para a entrevista	90
3.6 Um texto: uma perspectiva de ensino	91
3.6.1 Perspectiva de ensino Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS)	91
3.6.2 Perspectiva pedagógica	95
3.6.3 Aspectos químicos	96
4 O PENSAR DOS PROFESSORES SOBRE A ABORDAGEM DA CHUVA ÁCIDA	98
4.1 A compreensão do contexto	98
4.2 Contextualização: o predomínio conceitual	101
4.2.1 O foco no indivíduo	104
4.2.2 Prevenção: o enfoque na técnica	106

4.3 Contextualização: a relevância do contexto distanciando-se do conteudismo	106
4.4 As “situações-limites”	110
4.4.1 A barreira ideológica	110
4.4.2 O programa conceitual: limite à seleção do conhecimento químico	113
4.4.3 A barreira operacional	116
CONSIDERAÇÕES FINAIS	121
REFERÊNCIAS	128
ANEXOS	
Anexo A — Foto ilustrativa de um córrego poluído	135
Anexo B — Laudos de monitoramento da qualidade do ar	136
Anexo C — Foto ilustrativa de pneumoconiose em mineiro	141
Anexo D — Revolução tecnológica - novos usos para o carvão	142
Anexo E — Questionário	144
Anexo F — Relação do número de escolas	146
Anexo G — Relação do número de escolas próximas a áreas mineradas	147
Anexo H — Reportagem sobre área de proteção ambiental	148
Anexo I — Ficha de identificação	149
Anexo J — Caracterização do grupo de professores	150
Anexo K — Texto	152
Anexo L — Roteiro da entrevista	155

