

ESTUDO DE CASO E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: UMA FORMA DE APRENDER EM/SOBRE/NA CIÊNCIA

Vívian B. Branco Newerla¹

vivian@ige.unicamp.br

Sílvia Fernanda de Mendonça Figueirôa²

figueroa@ige.unicamp.br

Maurício Compiani²

compiani@ige.unicamp.br

Depto. de Geociências Aplicadas ao Ensino

Instituto de Geociências, UNICAMP

Caixa Postal 6152, Cidade Universitária Zeferino Vaz

13085-970 Campinas, SP, Brasil

Resumo

A compreensão da ciência de uma maneira ampla no ensino de ciências inclui conhecer um conjunto de conceitos, a natureza da atividade científica e a condução de atividades investigativas. De outro lado, é cada vez mais importante que o ensino de ciências trate de temas socialmente relevantes, como por exemplo de questões ambientais. A História da Ciência, ao evidenciar a dinâmica científica, a História do Ambiente, ao discutir a relação homem e natureza, e a Geologia, ao incluir o ser humano no processo de transformação natural, têm um papel de destaque na compreensão ampla da ciência com ênfase na problemática ambiental. Para articular e operacionalizar estes aspectos, propõe-se o estudo de caso da região das bacias dos rios do Peixe e Feio, com problemas ambientais importantes, e estudada pela Comissão Geográfica e Geológica no início do século passado.

Palavras-chave: Ensino de Ciência; História das Ciências; Meio Ambiente e Geologia; Comissão Geográfica e Geológica do Estado de São Paulo.

Introdução

Apoiado em inúmeros trabalhos de pesquisa, Hodson (1985) avalia que os professores e materiais didáticos por eles utilizados colocam muito mais ênfase nos objetivos relacionados à aquisição de conhecimento do que naqueles relacionados à compreensão da natureza da ciência ou ao desenvolvimento de atitudes. Para Hodson (1985) e outros autores, o contexto da sociedade contemporânea e as inúmeras dificuldades enfrentadas para fornecer uma educação científica aos cidadãos exigem, apoiada numa psicologia da aprendizagem, a contextualização das ciências para o ensino, fornecendo e discutindo suas bases históricas, filosóficas e sociológicas. Uma educação científica socialmente relevante, segundo o autor, deve abranger tanto os produtos e processos da ciência como as questões sobre o valor da ciência. Assim, um programa de ensino das ciências deve objetivar os seguintes aspectos: (1) o conhecimento científico (fatos, princípios e teorias relevantes ao tema); (2) os processos e métodos da ciência (raciocínios e investigações); (3) trabalhos práticos; (4) apreciação das relações complexas entre ciência e sociedade; (5) fomento de interesse pelas ciências.

¹ Doutoranda do Departamento de Geociências Aplicadas ao Ensino (DGAE).

² Professores Livre-docentes do Departamento de Geociências Aplicadas ao Ensino (DGAE).

A concepção denominada 'Ciência, Tecnologia e Sociedade' (CTS)³ aponta igualmente para um "ensino que ultrapasse a meta de uma aprendizagem de conceitos e de teorias relacionadas com conteúdos canônicos, em direção a um ensino que tenha uma validade cultural para além da científica ..., assim, ao contrário de isolar, procura estabelecer interconexões entre as ciências naturais e os campos social, tecnológico, comportamental, cognitivo, ético e comunicativo." (Santos, 2001). Além disso, o ensino de ciências deve tratar de situações que tenham importância social, com destaque para aquelas que tratam da problemática ambiental.

Se ao ensino de ciências faltam aspectos que propiciem um entendimento mais amplo da atividade científica, há também a fragmentação do conhecimento que bloqueia os mecanismos de análise de problemas reais, ao não facilitar a relação de conceitos, procedimentos e atitudes trabalhados em diferentes matérias do currículo. A categoria localidade pode ser utilizada no ensino como uma estratégia para superar esta fragmentação e permitir o estudo de situações reais. A atenção para o local, segundo Kincheloe (1997), traz o foco para o particular, mas num sentido que, contextualmente, se baseia num entendimento maior do entorno e dos processos que o moldam. O sentido de local aguça nosso entendimento do concreto, do singular e do histórico, mas, conjugadamente, aguça o entendimento do abstrato, das propriedades, do processo histórico e da natureza. Espaço global está no mundo e no lugar e o espaço local e global compõem o holograma mundial e local (Santos, 1994). O lugar assume na atualidade uma nova dimensão e é "o ponto de encontro de lógicas que trabalham em diferentes escalas, reveladoras de níveis diversos, e às vezes contrastantes, na busca da eficácia e do lucro, no uso de tecnologias do capital e do trabalho. O lugar é o ponto de encontro de interesses longínquos e próximos, mundiais e globais" (op. cit, 18-19).

São muito raras as tentativas que procuram operacionalizar e articular estudos de caso e a história, sociologia e epistemologia das ciências no ensino de ciências. Adicionar a esta tentativa de articulação aspectos ambientais numa perspectiva científica e histórica também é pouco realizado. A proposta de trabalho aqui discutida caminha nesta confluência entre problemas ambientais, ensino de ciência dentro desta perspectiva abrangente, envolvendo além de conteúdos científicos, também história da ciência e história do ambiente. Tais conteúdos se entrelaçam a partir do estudo de caso das bacias dos Rios Feio/Aguapeí e do Peixe, situadas na região Oeste do Estado de São Paulo, investigadas cientificamente, pela primeira vez, durante as expedições realizadas pela Comissão Geográfica e Geológica do Estado de São Paulo nesta região no começo do século XX.

Estudo de Caso

1. As Bacias do Rio Feio/Aguapeí e do Peixe⁴, o estudo dos processos naturais e das questões ambientais e a contribuição da Geologia na compreensão do ambiente.

As bacias do Rio Feio/Aguapeí e do Peixe, no Oeste de Estado de São Paulo, ocupam uma área de 21.167 km². Os principais rios, que dão nome às bacias, nascem na Serra de

³ Auler & Delizoicov (2001) chamam a atenção que o rótulo CTS abarca perspectivas diferenciadas para as suas interrelações. Uma delas, considerada reducionista, limita o ensino de ciências a conceitos e trata os artefatos tecnológicos numa dimensão apenas técnica, apoiando e reforçando as idéias de superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, do papel salvacionista da ciência e tecnologia e do determinismo tecnológico. A perspectiva ampliada tem seu foco na dialogicidade e problematização, considerando os conteúdos meios para a compreensão de temas socialmente relevantes e lançando um olhar crítico sobre o papel da atividade científica e dos produtos da ciência e suas interrelações sociais.

⁴ Dados coletados no relatório de recursos hídricos, mencionado nas referências.

Agudos, percorrem a região no sentido L-O, como todos os rios da porção Oeste, e deságuam no Rio Paraná. Ao Norte, o limite é a Bacia do Rio Tietê e ao Sul, a Bacia do Rio Paranapanema. Cinquenta e nove municípios se distribuem pela região, com as cidades situadas, em geral, no divisor de águas entre as bacias. Duas cidades são de médio porte: Marília e Presidente Prudente e possuem atividades nos setores de indústria (alimentícia e relacionados à produção agropecuária), comércio e serviços. O censo de 1996 estima uma população de 900 mil pessoas, das quais 576 mil estão em áreas urbanas. A área rural é predominantemente ocupada por pastagens (75% da área em média) seguido de culturas diversas (22%) e pouco expressiva cobertura vegetal natural (3%).

O meio físico é constituído por rochas vulcânicas e sedimentares (arenitos em geral) no Domínio Geológico da Bacia do Paraná. Este substrato forma um relevo de colinas, morros e morrotes. Este tipo substrato, rochas e o solo que dela se origina, sem a presença de vegetação e com um uso e ocupação de solo que ignora técnicas de preservação básicas, é altamente erodível e a perda anual de solo é muito superior à capacidade de recuperação. Além das conseqüências para a agricultura e pecuária, a erosão acentuada danifica também as áreas urbanas e as drenagens da região, já afetadas pelo lançamento de esgotos sem tratamento. O assoreamento dos rios locais é um dos mais graves impactos nos recursos hídricos, promovendo enchentes, perda de capacidade de armazenamento d'água nos reservatórios, incremento dos poluentes químicos, causando prejuízos para o abastecimento de água e produção de energia elétrica. Nestas bacias, praticamente todas as drenagens encontram-se comprometidas pelo assoreamento. O regime pluvial foi alterado pela instalação de pequenas usinas hidrelétricas nas regiões onde outrora havia saltos no seu percurso e as águas dos reservatórios das grandes usinas do Rio Paraná afetam as porções mais baixas destes rios. As grandes lagoas e áreas inundáveis ao longo das margens, criadouros de pássaros e peixes, foram eliminadas e o rio, antes *do peixe*, hoje a ele não mais pertence. O substrato frágil e bastante permeável, por outro lado, propiciou, ao longo do tempo geológico, a formação de um aquífero extenso e importante, o aquífero de Botucatu. As águas superficiais, afetadas pelo uso indiscriminado e conflitante destes recursos, estão sendo cada vez mais substituídas nas cidades da região pelo uso de águas subterrâneas. No entanto, a manutenção da exploração em condições estáveis e com qualidade depende de uma política de preservação das áreas de recarga, mantendo-as pouco ocupadas e evitando sua contaminação por poluentes.

A visão deste quadro atual instiga a tentar compreender os processos naturais atuantes, assim como os processos biológicos e físico-químicos a eles associados e o papel do homem na modelagem da paisagem, a indagar qual era o aspecto desta paisagem antes da colonização, e mesmo a desejar a projeção de um outro futuro. Os conceitos físicos, químicos e biológicos, desarticulados e distantes do cotidiano nos manuais escolares e paradáticos e do dia-a-dia dos cidadãos, ganham sentido e articulação com diferentes temporalidades se relacionados à dinâmica dos processos naturais de natureza geocientífica. As barreiras disciplinares, se a intenção é compreender o global localmente, não se sustentam e um único campo disciplinar não explica suficientemente a problemática posta. Os fatos fazem sentido somente no contexto criado por outros fatos. Os fatos são mais do que pedaços de informações: eles são parte de um processo mais amplo, compreensível apenas por meio de um diálogo interdisciplinar, no tempo e no espaço.

Para que essa compreensão seja possível é essencial adotarmos uma visão mais abrangente de Geologia, que a vê como uma ciência histórica da natureza (Potapova 1968, Paschoale 1989). Esta visão considera que os processos histórico-geológicos são tão importantes para desvendar a evolução do planeta como para compreender a atual e futura configuração da crosta e da Terra. Assim, busca entender a grande importância da esfera social na atual e futura configuração do planeta. Essa concepção de Geologia auxilia em

muito as recentes tentativas de tratar a Terra como uma totalidade, abordando-a sob o enfoque das Ciências da Terra segundo duas grandes perspectivas integradas: sistema-processo mundo, que se refere aos aspectos geográficos, e sistema-processo Terra, para os aspectos geológicos. Qualquer apropriação insere-se no curso de evolução do planeta, uma vez que atua sobre os processos naturais que se desenvolvem sob determinadas taxas, intensidades ou velocidades. De tal forma que a transformação resultante (a natureza recriada) constitui-se no processo de desenvolvimento histórico do planeta, que passa então a ser outro, mesmo se não nos dermos conta de tal transformação no momento em que ela ocorre. A apropriação da natureza pelos seres humanos produz influência decisiva sobre o processo geral de desenvolvimento do planeta, uma vez que toda e qualquer mudança no desenho do ambiente deve ser enfocada sob uma perspectiva de desenvolvimento histórico. Por isso, a partir de cada novo desenvolvimento e entendimento dos fenômenos produzidos por agentes naturais, reinterpreta-se a história e a previsão de fenômenos futuros.

Nessa perspectiva, a Geologia tem papel de destaque junto às Ciências para formar uma visão de natureza abrangente, histórica e orgânica, e para contribuir no ensino, tanto nas universidades, formando os diferentes profissionais, quanto nas escolas, formando o cidadão comum, pois ambos necessitam de um entendimento claro sobre os processos globalizadores e a interdependência entre Sociedade e Natureza.

2. A Comissão Geográfica e Geológica do Estado de São Paulo⁵ e os mitos da neutralidade científica, da ciência pura versus ciência aplicada, do cientista criador à margem de questões políticas e econômicas.

As vilas e hoje cidades são situações recentes nos vales do Peixe e Feio/Aguapeí e começam a surgir apenas nas décadas entre 20 e 30 no século XX, acompanhando as rotas dos trens que percorrem os divisores de água, os altos topográficos e as propriedades agrícolas, quase exclusivamente cafeiras, que vão se instalando ao longo e nas proximidades das rotas ferroviárias. Mas nem as propriedades agrícolas e nem as ferrovias chegam antes dos conflitos de terra. A região é palco da disputa pela terra pública muito antes da sua efetiva ocupação. A Lei n.º 601, denominada Lei de Terras de 1850, extinguiu a apropriação de terras, punindo quem o fizesse, mas oferecia um prazo para que as antigas posses fossem validadas. Isto provocou uma corrida de candidatos às terras públicas às paróquias das vilas, que exerciam na época o papel dos atuais cartórios em todo país. Não foi diferente na região das bacias dos rios do Peixe e Feio. Estes candidatos a proprietários disputavam imensas extensões de terra e tentavam provar que habitavam e exerciam uma atividade econômica na região antes da promulgação da Lei. A dificuldade do Estado de arbitrar e fiscalizar a situação fundiária resultou em disputas longas, acirradas e juridicamente suspeitas que se estendem até os dias de hoje, como acontece no famoso pontal do Paranapanema, no extremo Oeste de São Paulo.

A terra era um bem inestimável no último quartel do século XIX, não somente porque a economia agrária e exportadora do café era latifundiária. Mas também porque as técnicas de manejo do solo rapidamente o esgotavam, gerando uma contínua demanda por novas áreas agricultáveis. Uma outra razão que torna vital o acesso à terra é o fato de que ela é mercadoria. Como mercadoria, ela é comercializada e avaliza empréstimos, gerando capital tanto para reinvestir na própria cultura como para financiar velhos ou novos empreendimentos comerciais e industriais⁶. A terra também era fundamental no projeto de colonização do

⁵ A partir de Figuerôa (1987), Figuerôa (1997), Newerla (2000)

⁶ Dean (s.d.) mostra como os capitais advindos de atividades comerciais financiaram, num primeiro momento, a cafeicultura, para depois retornar para as mesmas e também para atividades financeiras e industriais. O café exige um alto capital de giro inicial para financiar numerosa mão-de-obra, para aquisição de máquinas de beneficiamento dos grãos, para armazenagem do produto e para o pagamento de transporte até os portos.

governo como forma de atrair um contingente de trabalhadores para o país, assunto candente na época, porque segundo uma das visões (não sem opositores) ao colono deveria ser oferecida a possibilidade de adquirir pequenas propriedades agrícolas.

No âmbito das atividades científicas, como afirma Figueirôa (1997), o período pós-1870 até os primeiros anos do século XX é considerado, inclusive por seus contemporâneos, como um marco qualitativo e quantitativo. Surgem inúmeras instituições científicas importantes. Processos de institucionalização e profissionalização das ciências e processos de formação de recursos humanos para o exercício de atividades técnicas, científicas e administrativas, permitidos sem dúvida por uma economia dinamizada, mas também pela necessidade de uma infra-estrutura e de técnicas para possibilitar tanto a atividade econômica exportadora, como para gerir e ordenar a crescente urbanização, o aumento populacional, os enormes problemas de saúde pública e uma sociedade muito mais complexa. Todo esse conjunto de mudanças necessita e exige uma alteração do papel do Estado e do governo que interfere, ao mesmo tempo em que sofre a influência das outras esferas. O grande número de instituições criadas e as reformulações nas existentes, entre o final do século XIX e primeiros anos do novo século, evidenciam o papel de destaque no Governo da implementação das atividades científicas no país.

Tanto o mundo europeu quanto o “periférico” sofreu o impacto de máquinas e “maravilhas modernas”: trem, telégrafo, maquinário industrial, bicicleta, fotografia, telefone, iluminação pública, energia elétrica, máquina de costura, etc., que aceleram atividades, transformam o privado e o público, transportam pessoas, idéias e imagens e aumentam os usos de recursos naturais. A ciência, tida como a fundadora deste novo aspecto da sociedade humana, sofre um contínuo processo de valorização. A ciência, esteio da transformação da natureza, pode ser potencialmente também esteio de um novo homem e de uma nova sociedade. O “futuro” ao lado do “presente”, das expectativas e necessidades diretas de um segmento da sociedade paulista.

Em meio à demanda por terra, a um papel cada vez mais atuante e influente do Estado, a uma situação de expansão econômica, a um processo de valorização e institucionalização da ciência, é criada, em abril de 1886, a Comissão Geográfica da Província de São Paulo, instituição científica que, superando a transitoriedade que o nome sugere, atuou no Estado até 1931. Desempenhou papel fundamental no reconhecimento, mapeamento e estudo da região nas áreas de História Natural e Geografia e foi o núcleo inicial de diversas instituições paulistas ainda existentes como: Instituto de Botânica, Instituto Florestal, Instituto Astronômico e Geofísico, Museu Paulista, Instituto Geográfico e Cartográfico, Instituto Geológico.

Os responsáveis pela criação da Comissão foram o Presidente da Província de São Paulo, João Alfredo Corrêa de Oliveira, seu proponente executivo, e Antônio Carlos de Arruda Botelho, Visconde do Pinhal, líder do partido liberal na Assembléia Legislativa, fazendeiro e industrial, autor do projeto de lei e da justificativa acompanhante. Aliados neste projeto, concordando que a instituição deveria servir de apoio às iniciativas públicas e privadas, mas com significativas diferenças quando ao papel que a ciência e a Comissão deveriam desempenhar no projeto econômico e desenvolvimentista do Estado. Para Corrêa de Oliveira, à Província em franco desenvolvimento, faltam informações. Tratando da função a ser desempenhada pela Comissão, para o presidente da Província “*avulta a ausência de informações exatas e minuciosas sobre a Geografia, relevo do solo, vias de comunicação, estrutura geológica, riqueza mineral e caráter das diversas qualidades de terras. ... É a meu ver uma das mais urgentes necessidades da Província o estudo do seu território ...*”.⁷ Já Botelho diz que: “*sabem todos a extensão da província de São Paulo e quanto ainda há coberto e, por assim dizer, desconhecido. Devem também saber, que é ... justamente nesta parte onde se acham conciliados a uberdade da terra com o clima temperado, primeira*

⁷ Parecer de Botelho e relatório Corrêa de Oliveira, reproduzido em Lefevre, 1966, p. 30.

condição de nossa principal lavoura que é a do café ...”. Deve-se, em virtude de haver o desconhecido, buscar informações completas? Botelho prossegue, afirmando que, sobre o “*coberto e desconhecido*”, sabe-se que a qualidade da terra é boa, o clima é temperado e, assim, propício ao café. Mas, se o dito desconhecido, segundo ele, não é tão desconhecido assim, o que é, de fato, desconhecido? Ou melhor, o que é que torna a região, tão sabidamente urbe, desconhecida? “*Falta de conhecimento topográfico da província*” diz Botelho, “... *não se apresenta um mapa porque não há*”, prossegue. Estudos minuciosos e detalhados para um e mapas para outro, objetivos diferentes.

E em relação às justificativas? Para quem ou a quem serve o conhecimento? Ambos mencionam a utilidade tanto para a administração pública quanto para o setor privado. Para o presidente da Província, há necessidade para a administração pública de se “*formar um plano geral que atenda às necessidades do seu desenvolvimento [da Província], e para estudar com segurança as questões que se prendem a este objeto ...*” e para o setor privado, os estudos permitem uma avaliação mais precisa dos riscos do investimento, a “*justa ponderação dos cometimentos da iniciativa particular*” e, em consequência disto, servem “... *para dilatar o campo das explorações industriais e agrícolas...*”. Para ele, cabe à ciência orientar a ação e ao planejamento orientar o desenvolvimento. Já para Botelho, o conhecimento cartográfico da Província é necessário à administração pública, principalmente, por contribuir para regulamentar a situação fundiária, para regularizar as grilagens, pois “*vêm-se os administradores da Província embaraçados ... porque seus próprios engenheiros fiscais também embaraçam-se pelo mesmo motivo, com a falta de conhecimento topográfico da província*” e para guiar os “*contratos que têm de celebrar com as diferentes companhias ou empresas que propõem-se a realizar ... melhoramentos*”. Para o setor privado, para vencer mais facilmente as dificuldades da posse das terras estatais: *A um pedido de privilégio [solicitação para regularização de posse], não se apresenta um mapa porque não há, e assim vai-se contratando às vezes serviços com prejuízo, até de direitos adquiridos, vai se vetando a esmo os privilégios adquiridos*” [direitos de posse adquiridos pelo uso comprovado da terra e anterior a 1850]. O texto de Botelho expõe a ‘*embaraçadíssima*’ situação fundiária na qual nem o Governo sabia a extensão precisa e localização das terras devolutas, apesar de arbitrar sobre a posse da terra, nem grileiros ou posseiros conseguiam obtê-la sem riscos e sem um oneroso investimento de tempo e dinheiro em morosos processos judiciais. Neste emaranhado de interesses, na falta de um árbitro habilitado, cabe ao conhecimento cientificamente balizado ordenar o espaço a fim de dirimir dúvidas.

Assim, a função da Comissão e o papel da ciência definem-se e, ao mesmo tempo, justificam-se quando Botelho afirma que para levantar uma carta topográfica são necessários “*estudos, que demandam de um conhecimento geral, que só se pode obter por uma comissão composta de homens profissionais, devidamente habilitados com os indispensáveis instrumentos, com os quais possam se habilitar devidamente para um trabalho seguro e positivo*”. O adjetivo positivo para o trabalho científico, que pode significar aquilo que não admite dúvida, indiscutível, real, efetivo, baseado nos fatos da experiência, direto, objetivo, prático, sugere o lugar do conhecimento: realizado para fins objetivos e práticos e do “*status*” do conhecimento: real, indiscutível e traça um perfil do que é ser cientista: “*homens profissionais devidamente habilitados com os indispensáveis instrumentos*”.

É entre o presente e o futuro que se colocam dois dos principais articuladores da Comissão Geográfica e Geológica: Corrêa de Oliveira, presidente da Província e Botelho, chefe do partido liberal na Assembléia Legislativa Provincial. O primeiro, ao enfatizar o papel da Ciência na coleta detalhada de dados com vistas à elaboração de um plano geral, lança seus olhos também para o futuro, entende que a ciência e a técnica orientando e balizando a ação. O outro mira o presente, buscando com e na Ciência a solução imediata: a posse e uso da terra. Botelho recorre à ciência, quando a tradição e a crença não conseguem resolver o

problema. O conhecimento científico tem lugar certo e determinado para a sua aplicação. As matas interioranas urbanas e o clima temperado, como todos “*devem também saber*”, independente do aval do conhecimento científico. No entanto, uma carta topográfica demanda “*os necessários estudos*”, “*um conhecimento geral*”, “*uma comissão composta de homens profissionais*” e “*os indispensáveis instrumentos*”.

Por um período que se prolonga até janeiro de 1905, assume a direção da CGG o geólogo norte-americano Orville Derby. A resolução com as “Instruções para a exploração ...”, publicada em 7 de abril de 1886, além de detalhar o funcionamento da Comissão, já traz, no terceiro artigo, a determinação para realizar a sua primeira tarefa: “*na exploração dos rios, começando pelo do Paranapanema, a que se procederá desde já, se prestará a maior atenção às condições de navegabilidade dos mesmos rios, de modo que se levantem com toda a exatidão em escala conveniente, plantas especiais dos obstáculos que exijam obras*”.

Por que, tão logo é criada, decide-se que a Comissão inicie sua atuação no vale do Paranapanema? Se o perfil da instituição, objetivando um amplo levantamento dos recursos da Província, manteve-se fiel ao que fora proposto por Corrêa de Oliveira, presidente da Província, a primeira tarefa da Comissão também atende diretamente ao projeto de Arruda Botelho, autor do projeto de lei, as suas preocupações com a demarcação de terras. Apenas um dia antes da redação do texto de criação da Comissão, uma portaria do Ministério da Agricultura, Comércio e Obras Públicas nomeia para o cargo de Juiz Comissário da Comissão de Terras do Vale do Paranapanema o Dr. José R. da S. Pirajá (Creddo, 1987) visando a discriminação das terras particulares e públicas. A avaliação feita por Pirajá indica que 24 medições de terra haviam sido feitas na área entre 1882-1886 e relata vários erros nos trabalhos realizados por pessoas sem habilitação adequada. Na Assembléia Legislativa, o deputado Jaguaribe Filho, representante dos proprietários de terra da região do Vale do Paranapanema defende, para o desenvolvimento da localidade, a implantação de vias de comunicação, aproveitando o trecho navegável do Paranapanema. Como poderia ser outra a missão da Comissão, senão mapear o Rio Paranapanema para fornecer a primeira base referencial da área para demarcar de terras e estudar as condições de navegabilidade do rio? Atendendo a dois senhores a expedição também elabora um rico relatório com informações físicas e regionais com vista a atender a necessidade expressa.

Este vínculo estreito entre ciência e política nem é peculiar à Comissão, nem ao país. O quadro novo esboçado para a ciência na América Latina⁸ revela uma aproximação muito estreita entre cientistas, instituições científicas, organizações políticas e governos. Por seu lado, a ciência tem um papel de legitimação do Estado nacional moderno, revestindo-o de um caráter avançado e transformador das marcas culturais e sociais da herança colonial e das tradições locais: “*As constituições americanas expressam bem o ideal de fazer da ciência um assunto de interesse republicano (RES PUBLICA). Ciência e Liberdade estão nessa ótica dos conceitos (e das realidades documentadas) implicadas na experiência histórica da América Latina.*” (Saldaña, 1993, p. 88). Este vínculo com as organizações políticas e governos pode ser direta ou indiretamente percebido pelos cientistas, mas ao integrar um processo social mais amplo liga-se dinamicamente à prática científica e ao estado de conhecimento. Assim, a ciência é uma atividade social que tem ou quer ter uma resposta aos problemas do país, ao mesmo tempo em que atividade dirigida e organizada pelos poderes públicos que, explícita ou implicitamente, têm um projeto para o país (Lafuente, 1986).

A apreciação das relações complexas entre ciência e sociedade pode ser tratada dentro de dois âmbitos: no intra-comunitário estritamente e num contexto mais amplo que também abrange as relações econômicas, políticas, com outras esferas sociais e concepções ideológicas. Esta última compreensão contrapõe-se de imediato a uma visão tradicional

⁸ A caracterização da ciência na América Latina, a partir desse ponto, é construída tendo como referência os trabalhos de Lafuente (1986), Saldaña (1993), Saldaña e Ortega (1992), Vessuri (1986), Polanco (1986).

defensora de que o pensamento científico é independente de aspectos sociais. Para esta última, a ciência é neutra, impulsionada pela sua própria lógica e funcionando independentemente das questões sócio-histórica-econômicas e os cientistas, pessoas objetivas, abertas à comunidade, libertas das pressões sociais e econômicas, voltadas inteiramente à procura da verdade e possuidoras de um método todo poderoso e infalível para determinar a verdade sobre o universo. Ainda que submetida à crítica por muitos filósofos, historiadores, sociólogos da ciência, a visão tradicional resiste no âmbito da educação em ciências, mantendo-se nos materiais didáticos produzidos e, principalmente, na prática dos professores⁹. A ciência e os cientistas são ainda retratados de forma idealizada e estereotipada e mesmo professores com visões mais críticas não conseguem pô-las em prática. Por seu turno, os manuais que pretenderam incorporar uma nova concepção se restringiram a um capítulo introdutório, mantendo a visão tradicional, incoerentemente, nas páginas seguintes¹⁰. O estudo parcial do contexto da época e de apenas dois documentos que balizam a criação da Comissão Geológica e Geográfica do Estado de São Paulo coloca sob suspeita a tão propalada mitologia sustentada pela visão tradicional de história da ciência.

3. Expedições de Exploração do Sertão: História do Ambiente e Ideologias

Há quase 100 anos, em 1904 e 1905, a Comissão levou a cabo um conjunto de expedições que percorrem os principais rios do Oeste paulista, dentre eles o Feio/Aguapeí e do Peixe, numa região ainda florestada, habitada por índios e posseiros, sobre a qual não havia informações nem cartográficas, nem de seus aspectos naturais compiladas segundo parâmetros científicos da época. Seus relatórios descrevem e mapeiam os rios com minúcias, descrevem a paisagem, apresentam os primeiros estudos da flora, fauna, geologia da região e dados meteorológicos, além de dados sobre os índios da região. As fotos, quando retratam a natureza - rios, cachoeiras e matas -, mostram muitas vezes uma paisagem exuberante. Estampam uma região com impacto humano pouco significativo. São dados científicos de uma paisagem que será profundamente transformada em um curto espaço de tempo.

Antecedidos pelos grileiros, contemporâneos aos construtores de ferrovias e aos pioneiros, os pesquisadores portavam conjuntamente com os instrumentos de medição, com os cadernos de anotação, com os olhos atentos e analíticos, com as máquinas fotográficas, uma visão sobre a relação homem e natureza, que por meio e em meio dos relatórios posteriormente produzidos é divulgada ao público letrado em geral.

A grande diversidade vegetal encontrada na área é objeto de avaliação de um dos técnicos da expedição, Cornélio Schmidt, que considera que *"a afamada riqueza vegetal não tem grande valor aqui nesta região sob o ponto de vista comercial, porque as espécies vegetais são tão variadas numa mesma extensão pequena, que não é possível fazer assunto de comércio ou indústria de uma espécie"*. (Rel. Paraná, 1911, p. 17). Esta mata e a mata em geral, não possui valor em si própria, assim como os demais sistemas naturais. O seu valor está na possibilidade de ser indicativa de solo de boa qualidade e o que tem realmente valor é o que esta sob ela, como relata o botânico Gustavo Edwall: *"os cerradões encerram em si a melhor parte da vegetação sendo, por isso, o seu solo considerado terra boa. No atual estado virgem, realmente merece toda a nossa atenção, porque ... promete ser de extraordinária força para as culturas vindouras, apesar de sua consistência leve."* (Rel. Feio, 1910, p. 17). O critério que ambos usam para valorar mata e solo está intimamente ligado a sua possibilidade de uso e de geração de riqueza, ou seja, quando um produto natural se transforma em recurso. Não utilizar um recurso não é manter uma reserva, mas relegá-lo ao abandono, como afirma

⁹ O tema é tratado em inúmeros trabalhos. Citando apenas três autores que, por sua vez, comentam dezenas de outros trabalhos, podemos mencionar: Benson (1989), Hodson (1985) e Pomeroy (1993).

¹⁰ Lederman, McComas & Mathews (1998).

outro integrante da equipe, Mamede Rocha: "*no chão, como um tapete profundo, acumula-se o húmus, muitas vezes secular Toda essa força vegetativa, que aí jaz abandonada, há de um dia transformar-se em belas searas, à luz radiante do sol pelo trabalho inteligente do homem civilizado*". (Rel. Tietê, 1911, p. 4). Os recursos naturais estão na natureza para serem utilizados pelo homem, e segundo Schmidt, a natureza clama para que realize a razão de sua existência que é servir ao homem: ... "*inumerável era a quantidade de pássaros ... o tucano de bico amarelo, a araponga de grito metálico e o sabiá com o seu canto mavioso ... davam uma nota original como que protestando perante nós os civilizados contra o abandono e solidão em que jaz o sertão.*" (Rel. Paraná, 1911, p. 18). Como explicita João Pedro Cardoso, chefe da Comissão, o uso dos recursos e da técnica é a via, de mão única, para o desenvolvimento e conseqüentemente para o progresso, por meio do trabalho: "... *teremos aí [cachoeira dos rios] uma grande fonte de atividade... quando suas águas passarem pelos mecanismos e imprimirem força, produzirem energia elétrica, etc., eliminando o combustível e levando a grande distância a ação do seu valor e da sua importância como grande fator do desenvolvimento da produção, em vez de rolarem livremente sobre blocos de grés cobrindo-os de alta espuma branca e fazendo desprender nuvens multicores a perderem-se no infinito como que anunciando que aí será mais tarde um centro de irradiação de trabalho e progresso.*" Rel. Tietê (1911, p.12).

A idéia de progresso por meio da produção industrial e agrícola, tendo como esteio a tecnologia e a ciência, é um conceito chave para a compreensão da relação entre homem e natureza no século XX e seus reflexos no século XXI. E a idéia de progresso é parte integrante e indissociável dos trabalhos da Comissão realizados nos rios Feio, do Peixe e também nos rios Tietê e Paraná na mesma época. A visão de progresso defende a concepção de que existe uma única rota a ser seguida pela humanidade, determinada historicamente, a qual incorpora os avanços tecnológicos e científicos. Persegui-la e atingir o seu término é alcançar a civilização. Frequentemente a palavra 'progresso' vem acompanhada de palavras que fazem alusão a caminho, trilha, senda, indicando algo que parte de algum lugar para chegar a outro predeterminado, acompanhadas por referências às novas máquinas e aos avanços científicos. Esta idéia explícita em vários trechos do texto dos relatórios, perpassa as fotografias e mapas, assim como influi no *modus operandi* da própria atividade científica e técnica.

O estudo dos relatórios revela a história, recentíssima para os padrões de tempo geológico do ambiente, a partir desta interação homem e natureza ao fornecer dados para comparar a paisagem ontem e hoje e, da mesma forma, revela o papel da ciência nesta apropriação, explicitando a influência do ideário de forma ampla na atividade científica, desde as próprias teorias e conceitos até seus produtos.

Conclusões

No Brasil, o meio ambiente, a natureza, não são um valor cultural, porque há um histórico jogo de interesses objetivando mascarar e camuflar o que, para nós, é o ponto de partida dessa discussão: compreender que construir novas atitudes e valores em relação ao meio ambiente implica entender que a crise ambiental não é um fato restrito ao campo da ciência ou da técnica (Paschoale, 1989). Isto porque a apropriação da natureza é realizada segundo o conhecimento científico que temos sobre ela, mas não se limita a este conhecimento. Entram em cena vários outros conjuntos de fatores - econômicos, políticos, sociais - e valores - afetivos, estéticos, éticos, conceituais, religiosos e ideológicos -, tão ou mais decisivos a movimentar a apropriação pelo ser humano.

As discussões e decisões relativas aos problemas sócio-ambientais necessitam de um entendimento claro sobre a projeção dos homens em espaços terrestres, herdados da natureza e da história; do lugar de cada um nos espaços remanescentes de uma natureza modificada¹¹; do lugar de cada um nos espaços sociais criados pelas condições sócio-econômicas (Ab'Saber, 1991). A crise sócio-ambiental obriga-nos a um entendimento, o mais claro e global possível, da interdependência sociedade/natureza. A Geologia tem papel de destaque junto às ciências para formar uma visão de natureza abrangente, histórica e orgânica, pois, em função de ser um tipo específico de racionalidade que explica o planeta, auxilia a compreensão da dinâmica da própria interação dos seres humanos com seu habitat. Isso permite levar os alunos a serem conscientes da história e do desenvolvimento do planeta, permitindo também pensar os interesses e o papel dos seres humanos, organizados socialmente, nas transformações do ambiente (Paschoale 1989, Compiani & Paschoale, 1990).

Defendemos que as novas experiências educacionais no âmbito da Geologia devem se apoiar na análise epistemológica da estrutura interna da Geologia: os alunos precisam aprender os conceitos fundamentais, seu valor explicativo e sua função dentro da “arquitetura da Ciência Geologia”. Há um “pensar geológico” que foge à lógica binária à qual estamos acostumados, e que é reforçada pelo ensino de ciências tradicional. Por outro lado, é necessário explicitar as profundas relações entre ciência, técnica e o entorno social/natural, relações estas que devem ser historicamente contextualizadas. A análise histórica e sociológica permite uma melhor conexão entre ensino e problemas reais, a fim de formar estudantes atuantes na sociedade. Precisa ser esclarecido que a ciência moderna, essa que remodelou nossa visão de mundo pós-Renascimento e que segue influenciando nossas vidas até o presente, emergiu num determinado espaço-tempo histórico. Os contextos de sua emergência e de sua posterior evolução lhe conferiram seu caráter de força produtiva (e destrutiva), capaz de revolucionar os métodos de produção e, por outro lado, de provocar alterações ambientais em nível planetário. Ao mesmo tempo, o processo de expansão da ciência moderna para contextos extra-europeus (e mesmo para as periferias da Europa) marcou-a com traços do diálogo obrigatório - e, muitas vezes, difícil -, com as culturas e saberes locais previamente existentes¹². Essa discussão reveste-se de absoluta importância ao levarmos em consideração tanto as premissas da educação multicultural em sociedades democráticas (e multi-étnicas) quanto os desafios do ensino de ciências em países situados fora do eixo Norte Atlântico.

Do entrechoque entre as análises epistemológica e histórico-sociológica pode-se abrir todo um caminho de reflexão e de atuação educacional do qual ainda sabemos muito pouco: o papel da esfera social constituindo-se, indissolavelmente, com outros fatores no processo geral histórico-geológico da Terra. À Geologia cabe contribuir para a apropriação material do planeta, discutindo e fundamentando em valores (ideológicos, morais, éticos, etc.) esta apropriação e suas consequências sociais e ambientais.

Estudos de caso, como este, enfocando a realidade local e tratando de temas relacionados aos problemas ambientais historicamente determinados, podem ser uma alternativa para as concepções que defendem um ensino de ciências com uma concepção ampla, com conteúdos articulados e socialmente relevante.

¹¹ Segundo Paschoale (1989), do ponto de vista geológico (o que equivale dizer, de uma perspectiva temporal e espacial de dimensões amplas) não faz sentido a separação entre homem e natureza, entre processos naturais e artificiais, pois segundo a autor: *"num mundo onde cada vez mais o Homem imprime a sua marca, a de natureza 'recriada', é difícil ou inútil estabelecer os limites entre o natural e o artificial. O próprio conceito de natureza vem sendo modificado também."* (p. 128-129).

¹² A “aclimatação” da ciência européia em contextos extra-europeus é bastante longa e complexa,. Ver o vol. 15, 2000, da revista *Osiris*. Reflexões preliminares sobre essa questão e desdobramentos no ensino de Geociências podem ser encontradas em: Figueirôa, S. e Lopes, M^a. M. (1996)

Referências Bibliográficas

- AB'SABER, A. N. (Re)Conceituando educação ambiental. Museu de Astronomia e Ciências Afins (folder). Rio de Janeiro, novembro de 1991
- AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização Científica e Tecnológica Para Quê?. In: ENPEC, 2, 1999. Atibaia, SP. Anais ... , Porto Alegre, Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), 2001, 1 CD-ROM.
- BRASIL. Lei n.º 601, de 18 de setembro de 1850. Dispõe sobre as terras devolutas, possuídas por título de sesmaria e por título de posse. <http://www.webhistoria.com.br/lei1850.html>
- COMISSÃO GEOGRÁFICA E GEOLÓGICA. Exploração do rio Paraná. São Paulo, 2ª ed., 1911, 24p. mapas e fotos.
- COMISSÃO GEOGRÁFICA E GEOLÓGICA. Exploração do rio Peixe. São Paulo, Typ. Brazil de Rothschild & Cia., 2ª ed., 1913, 16p. mapas e fotos.
- COMISSÃO GEOGRÁFICA E GEOLÓGICA. Exploração do rio Tietê: barra do rio Jacaré-Guassú ao rio Paraná. São Paulo, 3ª ed., 1930, 18p. mapas e fotos.
- COMISSÃO GEOGRÁFICA E GEOLÓGICA. Exploração dos rios Feio e Aguapehy: extremo sertão do estado. São Paulo, 2ª ed., 1910, 26p. mapas e fotos.
- COMPIANI, M. & PASCHOALE, C. Geologia como forma de conhecimento sintético e histórico sobre o planeta e sua adequação ao ensino de Ciências. In: SIMP. ENS. GEO., 6, Tenerife, Espanha, 1990. Anais, Universidad de la Laguna, Tenerife, 1990, pp.21-34.
- COMPIANI, Maurício. Formação de Professores, Profissionais Críticos no Ensino de Ciências frente à Problemas Ambientais. In: Jornadas Nacionales de Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 3, 2001, Caracas. Anais ..., Caracas, 2001. Conferência de Abertura.
- CREDDO, Maria do Carmo S. di. A propriedade da terra no Vale do Paranapanema: a fazenda Taquaral (1850-1910). São Paulo, tese de doutorado em História, USP, 1987.
- DEAN, Warren. A Industrialização de São Paulo (1880-1945). 3ª ed. Rio de Janeiro, Difel, s/d, 269p. 1ª Parte: Origens Econômicas e Sociais do Empresariado, 1880-1914, p. 9-75.
- DIAGNÓSTICO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS AGUAPEÍ/PEIXE. Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí/Peixe. Relatório 0. Marília, Consórcio Intermunicipal Pró Recuperação do Rio do Peixe e Comitê das Bacias ..., Nov. 1998. 1 CD Rom.
- FIGUEIRÔA, Sílvia F. de M. Modernos Bandeirantes: a Comissão Geográfica e Geológica de São Paulo e a Exploração Científica do Território Paulista (1886-1931). São Paulo, 1987. 162 p. Dissertação de Mestrado em História da Ciência, USP.
- _____. As Ciências Geológicas no Brasil: Uma História Institucional, 1875-1934. São Paulo, HUCITEC, 1997, 270p.
- FIGUEIRÔA, Sílvia F. de M.; LOPES, Maria M. La Historia de la Geologia y su potencial educativo: una reflexión desde America Latina. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, Girona, v. 4, n. 1, p. 71-76, jul. 1996.
- HODSON, Derek. Philosophy of science, science and science Education. Studies in Science Education. University of Leeds, v. 12, p.25-57, 1985.
- KINCHELOE, J.L. A formação do professor como compromisso político: mapeando o pós-moderno. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997, 262pp.

LAFUENTE, Antonio; ORTEGA, Maria L. Modelos de mundialización de la ciencia. Arbor, Madrid, t. CXLII, p.93-117, jun.- ago. 1992

LEDERMAN, Norman; McCOMAS, William; MATHEWS, Michael. Editorial. **Science & Education**, vol.7, n. 6, 1998, pp.507-509.

LEFEVRE, Valdemar. LXXX Aniversário dos Serviços Geográficos e Geológicos de São Paulo. Revista O IGG. São Paulo, v. 18, n. 1, p. 15-31, 1966.

NEWERLA, Vívian B. As expedições paulistas no período 1886-1931 e seu uso educativo. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 6, 1997. Rio de Janeiro. Anais ... Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de História da Ciência, 1997, p.443-447.

NEWERLA, Vívian B. Rios vistos e revistos: as expedições da Comissão Geográfica e Geológica de São Paulo e a Exploração Científica do Território Paulista (1886-1931). Campinas, 2000. 162 p. Dissertação de Mestrado em Geociências (IG), UNICAMP.

PASCHOALE, C. Geologia como Semiótica da Natureza. São Paulo: PUC/SP, Dissertação de Mestrado, 1989, 138pp.

PESTRE, Dominique. Por uma Nova História Social e Cultural das Ciências: novas definições, novos objetos, novas abordagens. Cadernos IG/UNICAMP, Campinas, v. 6, n. 1, p. 3-56, jan.- jun. 1996. Tradução por Sílvia F. de M. Figueirôa.

POTAPOVA, M.S. Geology as an historical science of nature. In: Interaction of sciences in the study of the Earth. Moscou: Progress.

SALDAÑA G., Juan Jose. Nuevas tendencias en la historia latinoamericana de las ciencias. Cuadernos Americanos, México, v. 2, n. 38, p. 69-91, mar. - abr. 1993.

SANTOS, Maria Eduarda do N. V. M. dos. Encruzilhada de Mudança no limiar do Século XXI: co-construção do saber científico e da cidadania via ensino de ciências. In: ENPEC, 2, 1999. Atibaia, SP. Anais ... , Porto Alegre, ABRAPEC, 2001, 1 CD-ROM.

SANTOS, Milton. Técnica, Espaço, Tempo: Globalização e Meio Técnico Científico Informacional. São Paulo: Hucitec, 1994.