

## Geologia/Geociências no Ensino Fundamental e a Formação de Professores

Maurício Compiani (compiani@ige.unicamp.br)  
Departamento de Geociências Aplicadas ao Ensino - Instituto de Geociências - UNICAMP  
Caixa Postal 6.152, CEP 13083-970, Campinas, SP, BRA

Recebido em 16 de março de 2004; aceito em 18 de novembro de 2004

**Palavras-chave:** educação em Geociências, educação ambiental, ensino de Ciências, formação de professores, trabalhos de campo, construtivismo.

### RESUMO

Este trabalho pretende fomentar a idéia de que a Geologia/Geociências é importantíssima para o desenvolvimento cognitivo das crianças da escola elementar (5ª a 8ª séries) e, conjuntamente com os trabalhos de campo, cumprem papel distinto da Física, da Química e da Biologia neste nível escolar. Uma das especificidades é a atividade de campo que, sob enfoque da interdisciplinaridade, pode favorecer a construção de uma visão mais integrada e abrangente das questões sócio-ambientais ao propiciar: a inter-relação entre ambiente, Geologia e sociedade; a inter-relação de campos de conhecimentos específicos; a integração e organização pedagógica da própria disciplina ou curso. Somado a isso, discuto que o tratamento dos temas sócio-ambientais com uma postura interdisciplinar, a formação de professores reflexivos e o construtivismo são pilares fundamentais para a formação de sujeitos autônomos e críticos, com um critério moral e ético próprio, e capazes de contribuir para enfrentar problemas apresentados hoje pela humanidade decorrentes da globalização, domínio tecnológico e crise sócio-ambiental. Essas idéias, e a necessidade de torná-las operacionais para um processo de formação docente, conduzem à discussão das concepções de natureza e de educação que envolvam: novas atitudes e valores frente às relações seres humanos-Terra; Geologia como Ciência histórica, interpretativa e abrangente da natureza; revitalização dos trabalhos de campo; o exercício da interdisciplinaridade. Como também, conduzem à discussão do papel da formação de professores como profissionais críticos, cuja função principal talvez seja desenvolver na escola uma concepção de investigação de professores e alunos, favorecendo a autonomia, o respeito à diversidade, a cooperação e a ação transformadora por uma sociedade mais justa e mais integrada com a natureza.

**Keywords:** Geosciences education, environmental education, Science teaching, continued training of the teachers, fieldworks, constructivism.

### ABSTRACT

This paper aims to foster the idea that Geology and Geosciences themes and field work are quite important for the cognitive development of secondary school pupils of the 5th to 8th grades (11 to 14 years of age) and have a role distinct from that of physics, chemistry and biology at this level. One of the distinctive features is the field work, having an interdisciplinary approach, is able to favor the building of a more integrated and broader view of the socio-environmental issues by showing: **1.** the relation among environment, geology and society; **2.** the relation between specific fields of knowledge; **3.** the pedagogical integration and organization of the subject or course. In addition, I discuss the approach to socio-environmental themes in an interdisciplinary view, the training of reflective teachers and constructivism, which comprises the basic framework for independent, critical people with their own ethical and moral evaluation, capable of taking part in confronting the problems faced at present by humanity as a result of the state of globalization, technological domination and socio-environmental crisis. These assumptions, and the need to make them operational to ensure the training of teaching staff, lead us to the discussion on the concepts of nature and education, which involve: new attitudes and values with regard to the relationships between human-beings and Earth; Geology as a historical science, interpreting and encompassing nature; revitalizing field work; school as one of the social environments for the construction of knowledge; and the exercise of the interdisciplinary studies. These assumptions also lead us to the discussion on the teaching training role, teachers as critical professionals, in order to favor critical attitudes, independence, respect for diversity, the cooperative attitude and transformer action towards a fairer society more integrated with nature.

## INTRODUÇÃO

Este artigo é parte do meu trabalho de Livre-Docência intitulado “Geociências no ensino fundamental e a formação de professores: o papel dos trabalhos de campo” (Compiani, 2003). Desde 1981, quando me formei, venho dedicando a minha docência e pesquisa para a melhoria do ensino elementar e secundário, trabalhando, principalmente, com a formação de professores de Ciências e Geografia. Demonstrar, discutir e pesquisar a importância da Geologia/Geociências para estes níveis escolares foi e continua sendo a minha tônica. Designo Geologia/Geociências aqueles conteúdos de Geologia, Meteorologia e alguns aspectos da Astronomia, que não constam como disciplina no currículo da escola fundamental, mas são abordados em Geografia e Ciências. Também incluí muitos conteúdos de Geociências que antes eram apenas tratados na Geografia Física e que hoje estão também em Ciências, tais como: Pedologia, Climatologia e Hidrologia. Trabalhando com os professores fui construindo uma hipótese de que a Geologia/Geociências são importantíssimas para o desenvolvimento cognitivo das crianças da escola elementar (5ª a 8ª séries) e, conjuntamente com os trabalhos de campo, cumprem papel distinto da Física, da Química e da Biologia neste nível escolar. Para testar tal hipótese trabalhei diretamente com os alunos no estudo de caso desenvolvido para o meu doutorado (Compiani, 1996a) e, posteriormente, como doutor e coordenador, desenvolvi o projeto “*Geociências e a formação continuada de professores em exercício do ensino fundamental*” (Apoiado pela FINEP: 63.96.0785.00, pelo CNPq: 524360/96-0 e pela FAPESP: 96/2566-4) que foi a grande experiência, até o presente momento, fonte de vários dados que corroboram a minha hipótese, da qual neste artigo pretendo mostrar algumas facetas, enfatizando a formação de professores como profissionais críticos para tratar os problemas sócio-ambientais.

Esta minha hipótese choca-se com a opinião da maioria dos geólogos e de muitos educadores que acreditam seja a natureza sintética e complexa do conhecimento geológico impeditiva para ensinamentos a esta faixa de idade, até mesmo os traços rudimentares de Geologia. Da parte dos geólogos, veremos que esta predominante idéia deriva de concepções de ciências e por consequência de um modo de olhar o ensino/aprendizagem deste nível com a cabeça da universidade, ou seja, com os parâmetros hierarquizados e sistematizados da Geologia. Esta visão privilegia o corpo organizado de conhecimentos disciplinares e de métodos que se propõe transmitir de maneira racional e técnica, isto é, não aceitam o ensino da Geologia antes de sua existência possível como verdadeira disciplina formalizada. É quase impossível discutir com esses geólogos, pois posições

irredutíveis sobre o Homem e sobre a criança são tomadas. A eles, juntam-se muitos educadores que expressam, também, escolas de pensamentos que entendem de modo diverso a relação entre assimilação de informação e o desenvolvimento interno de um conceito científico na mente da criança. Essa predominante visão acredita que os conceitos científicos não têm história interna, isto é, não sofrem qualquer desenvolvimento, mas são absorvidos de forma acabada por um processo de compreensão e assimilação com base em operações associativas que desenvolvem a memória e um simples hábito mental de concentração. Mesmo aqueles geólogos que se preocupam com a formação pré-universitária, em sua maioria, trabalham com o ensino secundário, o que acarreta, por comodidade ou por posições assumidas, não lidar com o ensino elementar, a não visualização e as novas possibilidades que se abrem para a ampliação de nossas práticas e idéias sobre educação. Devemos, ao contrário, buscar uma nova postura: mais aberta. Entender que epistemo e psicologicamente os parâmetros para se trabalhar com estas idades são muito diferentes do nosso habitat: “a universidade”. Precisamos sair da “casca”, isto é, temos o desafio de construir estes parâmetros. Esta visão a ser construída, sem dúvida, aceita a existência de um processo de desenvolvimento interno da criança na vida escolar, mas é importante estar atento para não cair no quase oposto da visão predominante, ou seja, defender que os processos da vida escolar não diferem daqueles de sua experiência cotidiana e que não há sentido em separar estes dois processos e, assim, o ensino chega a ter um papel secundário.

Estudos em todo o mundo apontam que o desenvolvimento de atitudes e a aquisição de conhecimentos e métodos começam muito cedo, já na escola elementar. Assim, aceitemos o desafio para uma postura nova! Se entendermos, de fato, o escrito nas primeiras linhas desse parágrafo, a articulação a ser feita com atitudes e conhecimentos será distinta da maioria dos geólogos e muitos educadores. Ou seja, a aquisição de conhecimentos é fundamental e inseparável dos métodos e atitudes de sua construção; é inseparável de esquemas conceituais, que por mais simples: prejudgam, iniciam a diferenciação do mundo e indicam um modo de viver e ver o mundo. Os próprios esquemas conceituais são verdadeiros instrumentos de indagação que dirigem nosso olhar do mundo. A cada novo esquema conceitual adquirido temos a reestruturação de toda a estrutura cognitiva existente. Por isso, a atividade de pesquisa que constitui o questionamento, a curiosidade, o desejo de procurar respostas através de sua investigação própria e os intercâmbios entre colegas, deve ser o motor do ensino elementar. Pois ambos processos e produtos são inseparáveis.

## NA LITERATURA, O QUE ENCONTRAMOS?

As minhas hipóteses indicam que o conhecimento geológico é tão ou mais importante para o ensino elementar do que para o secundário. Por isso temos uma grande tarefa pela frente, já que, praticamente, não existem estudos que se propõem a desenvolver uma nova abordagem da didática da Geologia na escola elementar. O primeiro trabalho, provavelmente, é de Pedemonte (1992), que enumera uma série de problemas cognitivos e epistemológicos para o ensino/aprendizagem de Geologia na escola elementar. O estudo aponta as limitações e alerta para poucos pontos possíveis de serem trabalhados na escola elementar. Creio que são necessários estudos sobre o que professores e crianças podem fazer em sala de aula com temas geocientíficos e devemos avançar para realizá-los. Olhando a pouca bibliografia referente ao assunto temos as abordagens piagetianas que enfatizam os estágios genéticos e as respectivas operações (concretas e formais) a serem realizadas de acordo com os estágios (vide Glenn, 1977; Lillo e Redonet, 1985). Para os trabalhos mais recentes não estão devidamente claros os pressupostos teóricos. Todos pretendem ser construtivistas, mas qual base? Na interface Física/Geociências temos os trabalhos de Nussbaum (1979), Nussbaum e Novak (1976), Mali e Howe (1979), Nussbaum e Sharoni-Dagan (1983), que não fazem apenas um esboço de concepções prévias, mas apóiam-se e praticam a construção do conhecimento a partir do conflito cognitivo nos modos piagetianos. Thompson (1986) e Mayer et al. (1992) alertam-nos para a emergência de novas visões. Quase todos fazem levantamentos das concepções prévias em Geologia ou Geociências, sendo difícil verificar a qual base teórica construtivista pertencem: Happs (1982a, 1982b, 1982c, 1985), Marques (1988), Yús e Rebollo (1988), Jaén e De Pro (1988), Bezzi (1989), De Pro e Jaén (1990), Praia e Marques (1990), Pedrinaci e Alvarez (1992), Gallegos (1992), Yús e Rebollo (1992) e também encontram-se trabalhos na interface Física/Geociências: Cohen e Hagan (1979), Klein (1982), Sneider e Pulos (1983), Jones e Lynch (1987). Poucos autores enfatizam as descobertas das idéias prévias com os mesmos conceitos ao longo da história das Ciências (Pedrinaci, 1987; Granda Vera, 1988).

Outros trabalhos apontam a importância da Geologia/Geociências quanto à natureza mesma de seu conteúdo, que implica o uso e amplia as noções de espaço e tempo (ao trabalhar com imensas escalas espaciais e temporais), de relações de causalidades, do argumentar e do narrar históricos e de uma visão menos antropocêntrica de natureza (Compiani, 1990, 1993, 1996b, 1998; Gonçalves, 1989; Compiani e Paschoale, 1990; Massa, 1994; Brusi et al., 1994; Bezzi, 1995). O ensino de Geociências permite aos estudan-

tes, numa extensão quase que exclusiva se comparado ao de outras Ciências, o desenvolvimento de habilidades cognitivas essenciais e de visão espacial, na medida em que envolve as dimensões locais, regionais e planetárias do espaço (Kali; Orion; Mazor, 1993) e sua representação bi e tridimensional. Vale ainda citar, além dos que já foram referidos acima, os estudos de Cuello (1988), Italia (1988), Brooks (1991), Alvarez et al. (1992) e Ault (1994) que reforçam que esta área do conhecimento propicia o desenvolvimento de múltiplas habilidades e diversificadas formas de pensamento para os alunos.

## DEVEMOS NOS ORIENTAR POR QUAIS IDÉIAS?

Devido ao meu forte vínculo com os trabalhos de campo, desde as excursões de que participava, com grande afinho, patrocinadas pelo Centro Acadêmico (Centro Paulista de Estudos Geológicos - CEPEGE) do curso de Geologia da Universidade de São Paulo (USP) para o “batismo” dos calouros em Geologia, os meus primeiros trabalhos e até o presente momento, debruço-me sobre o papel que as atividades de campo em Geologia/Geociências cumprem, principalmente, para a formação de nossas crianças, futuros cidadãos.

Acredito que o ensino de Geologia/Geociências, com destaque para os trabalhos de campo, podem contribuir na formação das crianças para a “alfabetização na natureza” pois estimulam o desenvolvimento de conhecimentos como: intuição e desenvolvimento da linguagem visual, apreciação de formas e estética, raciocínio e representação espacial, raciocínios de causalidade e a narrativa envolvida nos discursos históricos da Geologia/Geociências.

Mais complexo ainda, mas de fundamental importância a ser enfrentado, no meu modo de ver, já na escola básica e, com um papel imprescindível da Geologia/Geociências, é o tratamento da Terra como uma unidade de estudo devido aos problemas práticos e teóricos postos pela crise sócio-ambiental (ponto de vista defendido também por Amaral (1995), mas com matizes e concepções diferentes, por exemplo, a idéia de planetização e educação ambiental no ensino de Ciências). Esta tarefa deve ser conjunta com as demais Ciências, mas venho trabalhando para mostrar o quanto a Geologia/Geociências, como Ciências naturais, são necessárias, pois têm contribuição própria e fundamental, já que diferem da Física, Química e Biologia em sua estrutura conceitual, princípios e metodologia científica. Geologia/Geociências são das mais importantes, ao trabalharem os processos físico-químicos e a matéria inorgânica e orgânica com escalas espaciais e temporais amplíssimas e diversificadas, descrevendo, formulando e explicando a história do planeta por meio dos raciocínios históricos. As

Ciências históricas destacam-se pelo decisivo papel da lógica narrativa em suas explanações, como também pelo decisivo papel do contexto. Isso leva também a uma distinta noção do conceito de observação, tão amarrado ao conceito de experimentação em Física e Química e com frágil amarração em Geologia/Geociências. Aquelas são Ciências empíricas e hipotético-dedutivas, mais analíticas e estas são descritivas e históricas, mais qualitativas. No fazer científico da Geologia/Geociências, a etapa de elaboração de hipóteses e os raciocínios históricos são absolutamente fundamentais.

Bastante complexo e de importância educacional pedagógica é a concepção de que as atividades de campo podem favorecer a construção de uma visão holística das questões sócio-ambientais ao propiciar: a inter-relação entre ambiente, Geologia e sociedade; a inter-relação de campos de conhecimentos específicos; a integração e organização pedagógica da própria disciplina ou curso.

Dois dos princípios pedagógicos das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) e que norteiam os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), que são a contextualização e interdisciplinaridade, serão motivo de breve discussão neste artigo. A preocupação de articular os conteúdos com a realidade histórica do educando, e de tornar o plano de ensino contextualizado, potencialmente, pode permitir que o aluno analise e transforme a realidade. Contudo, estas são ações que exigem do professor uma atitude reflexiva diante de sua prática. Esta atitude, como afirma Lüdke (1995), oportuniza ao professor ser participante do saber que se elabora e reelabora a cada momento.

Estas idéias desenvolvi em nosso projeto de formação continuada para professores do ensino fundamental. Nesse projeto, de algum modo, procuramos tratar e superar algumas características marcantes da formação inicial de professores (adaptado de Brasil, 2001) que são:

- a. basicamente teórica, enciclopédica e transmissiva;
- b. com foco exclusivo na docência;
- c. desconsidera os “pontos de partida”, as “idéias prévias” dos alunos/educadores;
- d. desconsidera a própria prática pedagógica como fonte formadora;
- e. é centrada na linguagem verbal, prioritariamente escrita;
- f. prioriza o discurso pedagógico demonstrativo/ilustrativo.

O livro didático e as tradicionais aulas são descontextualizadas e centradas no enciclopedismo das definições. Quando há alguns trabalhos práticos, são demonstrações ilustrando as definições já vistas. Ensinam-se repertórios e definições. Essas informações de um modo geral são trabalhadas pelos professores de modo isolado e frag-

mentado do mesmo modo que as informações se encontram divididas nas unidades e subunidades dos livros didáticos. A escola, de um certo modo, ignora a vida, pois idealiza um aluno abstrato, sem tempo e sem espaço. O aluno real, com sua experiência social e individual em sua localidade, é ignorado. Por não ter um interlocutor real, a escola é incapaz de ocupar o seu lugar, de produtora de conhecimento gerido da interação entre o mundo cotidiano e científico. É preciso situar as informações e os dados em seu contexto para que adquiram sentido. Tudo isso reforça que devemos dar maior atenção à seqüência de um trabalho pedagógico na sala de aula, no qual sejam considerados o acontecimento, a localidade, o contexto e o processo interativo. A sala de aula deve ser um local do diálogo, compartilhamento, complexidade, contextualização e solidariedade. Pela explícita valorização do contexto exposta anteriormente, os trabalhos de campo e os estudos do meio adquirem relevância como práticas pedagógicas nas escolas.

Há algumas crenças que devemos começar a enfrentar. Contexto chama atenção para o ambiente e categorias geocientíficas como espaço/tempo, territorialidade, localidade, lugar, paisagem. Em se tratando da localidade, em parte devido ao uso nacional dos livros e em parte devido à crença equivocada de que se deve conhecer os conceitos genéricos e que estes são diretamente aplicáveis à localidade ou a situações específicas, justamente o contexto sócio-histórico das localidades desaparece do escopo desses livros que reúnem os conteúdos tal qual fazem os almanaques que priorizam temas gerais e curiosidades.

Ambiente e contexto colocam-nos frente às categorias de totalidade e complexidade muito em voga nas Ciências ambientais. A introdução dessas categorias na escola se inicia com a tentativa de mudança do conhecimento escolar como acabado, fragmentando e descontextualizado a partir de propostas com atividades teórico-práticas calcadas em trabalhos de campo, enfocando dialeticamente o local/global, o particular/geral e o generalizável/histórico. O enfoque dialético anterior aponta para a necessidade de compreensão e práticas da transferência crítica defendida por Kincheloe (1997). Segundo o autor, os seres humanos remodelam as estruturas cognitivas para dar conta dos aspectos únicos no novo contexto percebido, aprendendo a partir de comparações em diferentes contextos. A contextualização é inseparável da cognição e da ação. É através do conhecimento de uma variedade comparável de contextos que se começa a entender similaridades e diferenças e, assim, pode-se antecipar o que acontecerá em situações similares e, diante de cada nova situação, estar mais apto para decisões e cada vez mais apto para as decisões criativas e com uma maior fundamentação prático-teórica. Para o autor, a pesquisa-ação melhora nossa capacidade para a transferência crítica ao propiciar quadros detalhados

e entendimentos interpretativos das similaridades e diferenças dos vários contextos. A pesquisa-ação foi uma das orientações de nosso projeto de educação continuada com professores do ensino fundamental de Campinas. Outra aposta minha é o tratamento transversal com enfoques de ensino-aprendizagem globalizadores-integradores do ambiente e local, não perdendo de vista a importância que as dimensões da complexidade e da história têm para dar conta de questões prementes do atual quadro de globalização, domínio tecnológico e crise sócio-ambiental.

Vou ao tema principal de minhas preocupações e de fundamental relevância para o Brasil que é a “Formação de professores e Geociências”. Algumas das questões apontadas nos parágrafos anteriores servem como pano de fundo muitas vezes orientador para a formação de professores e outras realçam questões que de algum modo deveremos enfrentar, se nossa opção é o ensino de Geologia/Geociências no ensino fundamental.

### **FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE GEOCIÊNCIAS, PROFISSIONAIS CRÍTICOS FRENTE AOS PROBLEMAS SÓCIO-AMBIENTAIS**

Uma das principais questões do debate em pauta na formação de professores para tratar das questões sócio-ambientais é aquela que envolve a relação dos seres humanos com a natureza, pois segundo meu ponto de vista, qualquer abordagem que privilegie o tratamento mais integrado do planeta não escapa à discussão sobre a “humanização da natureza” (transformação da natureza pela atividade humana) e a “naturalização dos seres humanos”, esta de mais difícil compreensão, pois envolve a compreensão da metamorfose do ser humano natural limitado em ser humano natural universal. Essa questão da relação homem/natureza foi baseada em Srour (1978) que se apoiou em Marx. Tanto a formação de professores quanto a relação entre seres humanos e natureza são, aliás, questões bastante complexas em si mesmas. Meu desafio já consiste em tratá-las e, mais ousado ainda, é tentar a integração da faceta mais prática, que é o exercício da formação de professores, profissionais críticos, frente aos problemas sócio-ambientais.

No atual quadro de globalização, domínio tecnológico e crise sócio-ambiental, defendo como no tratado das ONGs exposto na RIO 92 que haja alguns princípios para a educação que necessitamos começar a formular e a praticar em nível o mais global possível. Alguns desses princípios são:

1. a educação é um direito de todos, e todos somos aprendizes e educadores;
2. a educação é individual e coletiva, tem o propósito de formar cidadãos com consciência local e planetária que res-

peitem a autodeterminação dos povos e a soberania das nações;

3. a educação não é neutra, mas ideológica; é um ato político, baseado em valores para a transformação social;

4. a educação deve propiciar que todos trabalhem conflitos de maneira justa e humana;

5. a educação deve envolver uma perspectiva holística, enfocando a relação entre o ser humano, a natureza e o universo de forma interdisciplinar. Mais especificamente parece-me que muitos concordam com a meta de busca da integração de conceitos de meio ambiente e desenvolvimento em todos os programas de ensino, com ênfase na dimensão crítica das causas dos problemas ambientais em um contexto local e suas conexões com o global, vinculando os dados políticos, técnicos e científicos disponíveis para o entendimento desses problemas e também dando a maior atenção para o desenvolvimento do aperfeiçoamento e do treinamento dos responsáveis por decisões políticas em todos os níveis.

Iluminado por vários textos, em especial pelo de García (1987), é importante adotar alguns fundamentos ideológicos para a prática e concepção educacional, que resumidamente assinalo a seguir:

1. frente ao educador técnico-especialista, é necessária a formação do educador investigador e crítico;

2. frente à hierarquização e centralismo dominantes na estrutura escolar, é proposto um modelo interativo que dê conta da horizontalidade e policentrismo necessários para o tratamento dos problemas sócio-ambientais;

3. frente à fragmentação e à especialização do saber, é proposta a interdisciplinaridade que dê conta dos enfoques de ensino-aprendizagem globalizadores-integradores;

4. frente ao individualismo e à competição, é proposta uma investigação da realidade baseada na confrontação de hipóteses, no trabalho de grupo e em atitudes solidárias e éticas;

5. frente à descontextualização do conhecimento escolar, são propostas atividades teórico-práticas calcadas em trabalhos de campo enfocando dialeticamente o local/global, o particular/geral e o generalizável/histórico;

6. frente a um modelo que fomenta a passividade, são propostas a construção ativa de conhecimentos, a ação, a participação e a tomada de decisões na solução de problemas que têm implicações políticas, sociais e ambientais.

Essas assunções, e a necessidade de torná-las operacionais para um processo de formação docente, conduzem à discussão, num primeiro momento, das concepções de natureza e de educação que envolvam: novas atitudes e valores frente às relações seres humanos-Terra; Geologia

como Ciência histórica, interpretativa e abrangente da natureza; revitalização dos trabalhos de campo; o exercício da interdisciplinaridade. Num segundo momento, vou discutir o papel da formação de professores como profissionais críticos.

## NOVAS ATITUDES E VALORES FRENTE ÀS RELAÇÕES SERES HUMANOS-TERRA

No Brasil, o meio ambiente não é um valor cultural porque há um histórico jogo de interesses objetivando mascarar e camuflar o que, para mim, é o ponto de partida dessa discussão, que é 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, mas sim uma questão eminentemente política (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 valores tão ou mais decisivos que movem a apropriação pelo ser humano, que são os valores afetivos, estéticos, éticos, conceituais, religiosos e ideológicos. Paschoale (1989) relativiza o conhecimento técnico frisando que:

*“a apropriação da natureza nada mais é do que a projeção sobre ela desse sistema de crenças - o conjunto de valores que abarca até a própria concepção de Ciência - projeção que ao mesmo tempo procura a legitimação desse conjunto de crenças”* (p. 128).

Posso complementar a base teórica que substancia as discussões e decisões relativas aos problemas sócio-ambientais com as idéias de Ab’Saber (1991), que afirma que necessitamos 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 modificada, do lugar de cada um nos espaços sociais criados pelas condições sócio-econômicas. 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 o 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).

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 e Paschoale, 1990).

Meu objetivo principal na utilização do conhecimento geológico na educação, em qualquer nível, é o de estruturar uma concepção de natureza, de ambiente, como resultante de um longo processo de desenvolvimento do qual a esfera da organização social (a noosfera) faz parte. A Geologia tem importante papel para a compreensão do processo de alteração deste *modus operandi* ambiental, através da percepção do papel qualitativamente diferente que a noosfera vem desempenhando, ao modificar, criar/destruir, enfim, ao constituir os processos terrestres. O trabalho humano, expressão da noosfera, é um poderosíssimo agente geológico. Segundo Paschoale (1989), o trabalho e o conhecimento realizam a apropriação da natureza e, ao fazê-la, recriam esta natureza. 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 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, reinterpretam-se a história e a previsão de fenômenos futuros. Exemplo dramático deste fato é a urbanização intensa sem o mínimo planejamento, como na periferia da cidade de São Paulo, uma metrópole. A ocupação desordenada das encostas tem causado, no mínimo, diversos escorregamentos, com moradias destruídas e mortes e, além disso, grandes descargas de material sólido nas cabeceiras dos inúmeros córregos, com enchentes nos períodos de chuvas intensas.

Devemos ter sensibilidade especial para as questões da natureza e da melhoria da sociedade. Garantir a existência de um ambiente sadio para toda a humanidade implica a conscientização realmente abrangente, que só pode ter ressonância com um processo educativo que envolva ética, moral, ideologia e Ciência, e uma renovada

filosofia de vida. Como colocam Brown e Lubchenco (apud Mayer e Kumano, 2001):

*“as prioridades da ciência devem mudar a fim de afrontar os problemas sociais e ambientais trazidos em larga medida pelos efeitos colaterais de políticas em ciência e tecnologia durante o século passado. (...) Somente então pode-se estar preparado para relevantes questões atuais e futuras enfrentadas por nações democráticas e percebidas como úteis por seus cidadãos”.*

## **GEOLOGIA COMO CIÊNCIA HISTÓRICA, INTERPRETATIVA E ABRANGENTE DA NATUREZA**

A partir de 1960, nos currículos de Ciências houve uma centralização do foco de interesses sobre a estrutura da Ciência, conhecimento científico e método científico, e pouco se discutiu e se experimentou em relação aos aspectos aplicados, tecnológicos e culturais das Ciências (Caamaño Ros, 1988). Uma rápida mudança tem ocorrido nos currículos, desde 1970, na direção de entender a Ciência como uma atividade humana, aumentando a ênfase no entendimento do que o cientista faz, nos aspectos sociais, políticos e tecnológicos (Hodson, 1985; Matthews, 1994) e, particularmente, na responsabilidade pública das Ciências frente aos atuais graves problemas sócio-econômico-ambientais (Solbes e Vilches, 1989).

Também no ensino de Geologia e Geociências ampliam-se as abordagens nesse rumo, porém, as tentativas muitas vezes são pragmáticas e reducionistas, pois carecem de uma base teórico-metodológica mais sólida e, sobretudo, específica, pois como pode ser facilmente constatado, a imensa maioria dos trabalhos sobre Filosofia (e também História) da Ciência tomou como base as Ciências físico-matemáticas erigindo-as em modelos para o desenvolvimento científico. Defendo que essas novas experiências educacionais 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, na análise histórica e sociológica que permite uma melhor conexão entre ensino e problemas reais a fim de formar estudantes atuantes na sociedade, é necessário explicitar as profundas relações entre Ciência, técnica e o entorno social/natural, relações estas que devem ser historicamente contextualizadas. 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 (p. ex.: o efeito estufa). 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 existentes. Essa discussão reveste-se de absoluta importância ao levarmos em consideração tanto as premissas da educação multicultural em sociedades democráticas (e multiétnicas) quanto os desafios do ensino de Ciências em países situados fora do eixo Norte Atlântico. Essa rica discussão a respeito dos processos de expansão e “aclimatação” da Ciência europeia em contextos extra-europeus é bastante longa e complexa, e foge ao escopo desse artigo. Para uma revisão atualizada, ver o vol. 15, 2000, da revista *Osiris*. Reflexões preliminares sobre essa questão e desdobramentos no ensino de Geociências podem ser encontradas em: Figueirôa e Lopes (1996).

Do entrechoque entre as análises epistemológica e histórica-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 indissolúvelmente 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.

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 na educação básica formando o cidadão comum, pois a ambos é necessário um entendimento claro sobre os processos globalizadores e a interdependência entre sociedade e natureza. Múltiplos exemplos poderiam ser citados aqui, como as regiões de enchentes sistemáticas da cidade de São Paulo devido à urbanização intencional, a partir dos anos 1930, dos fundos de vale e das planícies de inundação dos dois grandes rios que cortam a cidade. Como reforço dessa tese, vale citar Seddon (1996), que ao relembrar o caso, entre outros, das profundas diferenças arquitetônicas e urbanísticas entre New York e Tokyo condicionadas pelo tipo de substrato rochoso, conclui:

*“o conhecimento da história da Terra pode enriquecer enormemente nosso conhecimento da história humana. (...) A história que eu aprendi na escola era sobre atores humanos em um palco. Ignorando-se quase que inteiramente o próprio palco, o local no qual suas ações acontecem e que influencia com frequência profundamente as ações dos homens. A história humana sem a história ambiental é parcial”* (p. 491).

É importante adotar uma visão mais abrangente de Geologia que a vê como uma Ciência histórica da natureza (Potapova, 1968; Paschoale, 1989). Esta visão entende 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 compreender 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, idéias que a professora Maria Adélia Aparecida de Souza vem desenvolvendo na disciplina Ciências do Sistema Terra do curso de graduação em Ciências da Terra da UNICAMP. Alicerçada em concepções teóricas diferentes, essa visão, no entanto, não difere *grosso modo* da abordagem da *system sciences* para as Ciências geológicas, tal como sistematizado e definido pelo “Earth System Sciences Committee”. Segundo esse comitê, os experimentos controlados são impossíveis de serem construídos em sistemas científicos, o que torna crucial a Ciência histórica e uma série de diferentes critérios para as explicações devem ser usados:

1. um desses é o uso de raciocínio por analogias;
2. outro é o desafio de identificar e definir o objeto de estudo;
3. um terceiro, as Ciências históricas são distintas pelo decisivo papel da lógica narrativa em suas explicações;
4. por fim, o conceito da Terra como um sistema fornece uma visão holística de Ciência e do sistema Terra, uma visão que inclui pessoa e suas interações como elemento integrador do sistema Terra (Mayer et al., 1992).

Nessa abordagem, em minha opinião, são fundamentais as Ciências humanas que, segundo Ab’Saber (1991), propiciam certo conhecimento articulado sobre a região que serve de suporte para seres humanos-habitantes, seres humanos-produtores, e seres humanos integrados em certas condicionantes sócio-econômicas. Tal abordagem envolve todas as escalas, começando em casa. Atinge a rua e a praça. Engloba o bairro. Abrange a cidade ou Metrópole. Ultrapassa as periferias. Repensa o destino dos bolsões de pobreza. Atinge as peculiaridades e diversidades regionais, para só, depois, integrar os espaços nacionais e, assim, colaborar com os diferentes níveis de sanidade exigidos pela escala planetária, que deu guarida à vida e deu origem aos atributos básicos do ser que pensa o Universo.

De outro ponto de vista, os problemas ambientais vêm colocando enormes desafios cuja superação ou, ao menos, o enfrentamento, passa obrigatoriamente pela formação e

informação dos cidadãos em diversos níveis. As Geociências, ao lidarem com a compreensão global dos processos terrestres, sejam eles passados ou atuais, bem como com a procura e exploração de recursos minerais imprescindíveis à sociedade (água, minerais industriais, minérios metálicos, combustíveis fósseis etc.) desempenham importante papel na formação da cidadania e, por conseguinte, de uma consciência ambiental. Ao mesmo tempo, e de não menor importância, a educação em Geociências perpassa a discussão fundamental das relações entre Ciência, tecnologia, sociedade e natureza, inclusive histórica e teoricamente, ampliando o desenvolvimento da “cultura científica” dos indivíduos, essencial para o pleno exercício da cidadania nas sociedades contemporâneas.

Cultura científica necessária, principalmente, nos dias de hoje, em que nossa sociedade está começando a reconhecer os problemas da continuidade ilimitada do crescimento econômico. Hoje, segundo Frodeman e Turner (1996), nos debates públicos, a visão de desenvolvimento econômico compete com uma variedade de outras visões, tais como saúde humana, diversidade cultural, preservação da biodiversidade e beleza natural. Desse modo, o papel dos profissionais de Geologia está mudando: por exemplo, ao invés de fornecerem apenas dados objetivos para a exploração mineral, esses profissionais são freqüentemente chamados para avaliar questões (mitigação dos riscos geológicos) em que as respostas não são claras e nem objetivas, envolvendo valores científicos, econômicos, políticos, éticos e estéticos conflitantes.

## REVITALIZAÇÃO DOS TRABALHOS DE CAMPO

Na relação local/global tão necessária para enfrentar os problemas sócio-ambientais, há um lema que necessita ser revisto: “*pensar globalmente e atuar localmente*”. Atualmente, está claro que precisamos também atuar globalmente, pois uma série de problemas ambientais ocorrem em escalas que afetam desde alguns países, continentes, até o planeta como um todo. Infelizmente, uma série de projetos de ensino, principalmente voltados para os problemas urbanos, ainda trata somente dos problemas locais sem derivar para os problemas globais. Precisamos formar cidadãos líderes que tenham um olhar interdisciplinar e saibam focar disciplinarmente para resolver alguns problemas e situações. Seria uma dialética do disciplinar com o interdisciplinar. Seria um pensar globalmente e saber atuar local e globalmente. Mais ainda, cidadãos que saibam fazer mediações entre culturas, saberes acadêmicos e cotidianos, valores, entre interesses e imagens do futuro.

A relação local/global necessita das metodologias de estudos do meio e trabalhos de campo. Segundo Santos e Compiani (1998), o trabalho de campo pode ser utilizado no

ensino como uma estratégia em que todas as coisas podem tomar parte de um processo maior: o efeito holográfico, onde todas as partes contêm o todo. A idéia é enfrentar a dominante 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. Por meio das atividades de campo, a categoria geocientífica “lugar” é entendida como o *locus* de ligação com o todo, uma interação sutil da particularidade e da generalização.

Para Santos (1997), lugar é cada vez mais “*objeto de uma razão global e de uma razão local, convivendo dialeticamente*” (p. 273). Espaço global está no mundo e no lugar e o espaço local e global compõem o holograma mundial e local. O lugar assume na atualidade uma nova dimensão, sendo entendido como:

“*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*” (Santos, 1994, p. 18-19).

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. Enfim, a atividade de campo é o *locus* de constituição da dialética e do círculo hermenêutico (veja-se Frodeman, 1995) entre as partes e o todo, o particular e o geral, o generalizável e o histórico. Esse caráter dialético realça a integração do todo (desenvolvimento histórico da Terra) e suas partes (processos, esferas constituintes, estruturas, formas fixadas etc.), como também o aspecto orgânico do conhecimento, já que a própria constituição da totalidade tem sua gênese e desenvolvimento histórico.

O campo é o próprio contexto no qual o observador pode pressupor seu sentido, o que é um elemento chave na construção do modo de pensar geocientífico (e também biológico). 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. A consciência deve ser entendida como uma parte de um processo maior. Por isso, a perspectiva de uma abordagem mais abrangente de Geologia, Geociências e Ciências do Sistema Terra, necessariamente, revitaliza a pesquisa de campo por parte dos professores e alunos. Com apoio de Ab’Saber (1991), mais do que nunca, essa perspectiva exige método,

noção de escala, boa percepção das relações entre tempo e espaço, entendimento da conjuntura social, conhecimentos sobre diferentes realidades regionais, culturas e diferentes códigos de linguagem, adaptados às concepções prévias do alunado. E exige, sobretudo, respeitar e acreditar no valor da multiplicidade e diversidade dos vários “mundos” que coexistem em nossas sociedades. Implica exercício permanente de interdisciplinaridade e o enfrentar de questões cotidianas. Questiona as velhas disciplinas aperfeiçoando novas linhas teóricas na tentativa de entendimento mais amplo. Sinaliza para a conquista ou reconquista da cidadania.

Em nosso projeto de formação continuada para o ensino fundamental com temas de Geociências (Compiani et al., 1997; Compiani, 1999; Compiani et al., 2001), as professoras em seus relatos analíticos das experiências ressaltam que esses estudos do meio:

- a. permitiram contato direto com a natureza e seus processos;
- b. foram o *locus* privilegiado para a integração de saberes prévios, informações adquiridas em sala e observações/dados obtidos no campo;
- c. remeteram à localidade e ao cotidiano dos alunos;
- d. despertaram nos estudantes novo entusiasmo pelo aprender. Os trabalhos de campo são um dos resultados metodológicos mais importantes do projeto. Ele foi um dos “instrumentais” mais poderosos para contextualizar o ensino, levando em conta o entorno da escola de modo amplo: sócio-ambientalmente.

## O EXERCÍCIO DA INTERDISCIPLINARIDADE

A estrutura da escola fundamental brasileira de 5ª a 8ª séries tem ainda o seu currículo muito determinado e organizado a partir das contribuições de cada uma das tradicionais disciplinas científicas, apesar da implantação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Predomina uma cultura disciplinar. Os PCN, com sua ênfase nos temas transversais, abriram possibilidades para o teste de outras formas de organizar o currículo escolar, como o exercício da interdisciplinaridade, de temas geradores e de fios condutores do tipo “conceitos estruturantes” (Compiani e Gonçalves, 1996). Como a Geologia/Geociências não tem uma tradição de ser ensinada na forma disciplinar, pois não participa do currículo enquanto uma disciplina, em nosso projeto de formação continuada de professores em exercício do ensino fundamental tivemos muita liberdade e trilhamos caminhos interessantes e promissores de integração entre as diferentes disciplinas com a Geologia/Geociências. Não apenas isso. Pela pesquisa-ação dessa prática, hoje, sabemos que as escolas públicas não estão minimamente preparadas para

uma estrutura pedagógica que trate o ensino de forma interdisciplinar. Não há qualquer estrutura mais coletiva de troca, de espaço de trabalho conjunto entre professores. Tão fragmentado como o ensino por disciplinas tradicionais é o dia-a-dia pedagógico de uma escola. Não há uma cultura de tratamento interdisciplinar nem na formação inicial de qualquer docente nem na vida escolar. Há experiências de desenvolvimento profissional de docentes introduzindo essa cultura e transformando as práticas escolares, mas esbarrando na estrutura autoritária, estática e burocrática das escolas.

O desafio dos temas transversais amplifica essas barreiras atuais da escola e ilumina a possibilidade histórica, de se fazer frente à concepção compartimentada e reducionista do saber que caracterizou a escola dos últimos anos. Segundo Yus Ramos (1998), educar na transversalidade implica uma mudança importante na perspectiva do currículo escolar, à medida que vai além da simples complementação das áreas disciplinares. Para o autor, as práticas, a seguir, nem de perto aparentam ser transversais:

**a.** criar novas disciplinas e acrescentar às clássicas acadêmicas em horário específico, como acontece com as optativas;

**b.** criar unidades didáticas isoladas anexas a um temário superabundante de conteúdos acadêmicos de determinadas disciplinas;

**c.** criar temas que o professorado pode incluir opcionalmente no currículo, à medida que seja compatível ou reforce o restante do currículo acadêmico (currículo à la carte);

**d.** criar um conjunto de temas para distribuir igualmente entre cada uma das disciplinas, forçando os temas acadêmicos a permitirem a entrada de temas transversais.

O tratamento da transversalidade ainda não é nada claro e acredito que somente a sua prática efetiva é que começará a demarcar o campo teórico dessas experiências. Buscando práticas interdisciplinares exercitamos a idéia de conceitos estruturantes. Eles não têm a pretensão de serem transversais e são escolhidos dentro do corpo de disciplinas e conhecimentos escolares de um ano letivo com a pretensão de organizar, estruturar e integrar essas próprias disciplinas nas dimensões horizontal e vertical. Por nascerem dentro do campo científico e não no “embate” com o campo cotidiano, se diferenciam dos temas geradores de natureza freireana. É um nascimento configurado, eu diria orientado pelo conhecimento escolar, mas isso em hipótese alguma altera o caráter construtivista de trabalho em sala de aula a partir dele. A sua origem delimita as opções de temas estruturantes que estão amarrados e propiciam a própria integração entre disciplinas do corpo de conhecimento que os origina. O fato de nascer da “barriga científica” não significa que o seu período de gestação não tenha sido “alimentado”

pelos problemas sócio-econômico-ambientais de sua época.

A idéia das dimensões horizontal e vertical é que o conceito consiga ser tratado por diferentes olhares. A horizontalidade faz com que esse fenômeno seja contextualizado e comparado com outros a partir de sua localidade, acentuando-se as particularidades, singularidades. Em cada local pode-se desenvolver a respectiva historicidade, buscas de compreensão dos fenômenos em termos de causalidades, abordagem dialética, sistêmica etc. A verticalidade observa esses diferentes contextos buscando generalizações que possam explicá-los em conjunto ou conjuntos; aqui há um rumo para a descontextualização e a compreensão dos fenômenos vai caminhando para propriedades, definições.

Posso simplificadamente escrever:

**1.** horizontalidade – local – particular/singular/histórico rumo à contextualização;

**2.** verticalidade – global – generalizável/propriedades rumo à descontextualização.

É uma dialética da contextualização e descontextualização que gera consciência, compreensões, explicações, atitudes e ações mais reflexivas e críticas historicamente contextualizadas.

É na localidade que estão as marcas, os registros que atestam o que existiu. Estão sempre espacialmente e temporalmente marcados. O processo de reconstrução histórica por meio dos registros realça a relação de indexalidade. O índice é um modo de relação entre o signo e o seu referente que remete ao contato ou conexão físicos. O fóssil, a fotografia, o documento, a memória por meio da oralidade são índices: marcas daquilo que realmente existiu. Segundo Dubois (2000), exercem uma função de atestação. Um exemplo com a fotografia: a imagem fotográfica é sempre uma representação singular. Em relação ao retrato, a fotografia de uma pessoa é sempre a fotografia dela e não de uma outra pessoa. É o princípio da identidade.

Num dos exercícios de interdisciplinaridade, as disciplinas de Português e Geografia agiram ao mesmo tempo com trocas de informações, interpenetrando-se em seus campos de ação para que os alunos estabelecessem uma relação de sentidos. Sentidos esses que forneceram saltos qualitativos para que entendessem o local onde vivem e se percebessem como agentes modificadores de sua própria realidade, construindo os conceitos pela “fusão” entre o que já conheciam do bairro (pelo seu saber popular) e o que lhes foi acrescentado (por meio do saber sistematizado).

Houve uma série de experiências com o ensino de Língua Portuguesa, História, Geografia, Ciências e Matemática ensaiando integrações com a Geologia/Geociências, desenvolvendo procedimentos e linguagens que fizessem a ponte com os conhecimentos mais cotidianos dos alunos. A idéia

foi trazer para dentro da sala de aula o contexto geográfico, histórico e cultural em que se insere a escola. Há toda uma cultura escolar de transmissão de informações baseadas em definições e conteúdos descontextualizados e sem maiores aberturas para relações entre disciplinas e o mundo cotidiano. O conteúdo da maioria dos livros didáticos é descritivo, não havendo preocupação de trabalhar com níveis mais complexos de conceitos e problemas a partir de, e em integração com, o contexto em que se inserem a escola e os alunos.

No projeto, há uma série de avanços no campo da metodologia do ensino em Geociências na escola fundamental que foram conseguidos a partir de uma predisposição de integrar disciplinas. Por exemplo:

1. cognições e gêneros lingüísticos no estudo de paisagens geocientíficas na disciplina de Português (Teixeira e Compiani, 1999), atividades que integram narrativas individuais e sociais com discursos narrativos geográficos e históricos (Santos et al., 2001);

2. Matemática e as observações, as formas geométricas e os raciocínios espaciais;

3. práticas de campo e estudos do meio, tais como: articulação de observação/leitura com elaboração de textos/narrativas, observação/leitura/representação e os conceitos de lugar, paisagem e território;

4. integração com outros conhecimentos, apreciação estética da Terra, valores ético ambientais, religiosos, cotidianos (Alcântara e Gonçalves, 1999);

5. práticas mais interdisciplinares com conceitos estruturantes que foram ensaios entre Geociências e as disciplinas, por exemplo, atividades com o conceito de tempo e ciclo da água (Sugahara e Compiani, 1999; Souza e Compiani, 1999; Sugahara et al., 2002).

Os temas de Geociências foram tratados e integrados a outros conhecimentos (bastante diversificados), muitas vezes constituindo o próprio elemento gerador ou facilitador da integração por intermédio da adoção de conceitos estruturantes geocientíficos (como “escalas”, “ciclos naturais”, “tempo”, “integração entre esferas terrestres”, p. ex.); especial atenção foi dada a temas que trabalhassem com uma variedade de processos em diferentes escalas de espaço e tempo, bem como com uma diversidade de relações de causa e efeito, desde a linear até explicações causais múltiplas; também, incentivou-se a adoção de temas que trabalhassem com analogias, padrões espaço-temporais, modelos, narrativas sucessivo-causais e o argumentar histórico.

Segundo Yus Ramos (1998), o tratamento de temas transversais e a prática interdisciplinar são pilares fundamentais para a formação de sujeitos autônomos e críticos, capazes de fazer frente aos problemas sócio-ambientais. Em acordo

com o autor, precisamos ir incorporando novas propostas, pesquisando novas formas de estruturar currículos e ir praticando novos itinerários curriculares mais complexos para dar conta dos problemas atuais.

## FORMAR PROFESSORES PROFISSIONAIS CRÍTICOS

Há, na escola, o trabalho pedagógico com pouca atenção a uma questão que julgo de suma importância que é a delimitação de problemas a serem estudados/enfrentados numa situação de ensino-aprendizagem, no bairro, na cidade etc. Essa delimitação é conflituosa, e assim o são, principalmente, os problemas sócio-ambientais. Não é nada técnico delimitar um problema e, democraticamente, levar adiante as decisões e soluções. Diante de um problema e das decisões práticas a serem tomadas, há toda uma zona de incertezas, de casos singulares e de conflitos de valores que escapam aos cânones da racionalidade técnica. Quando uma situação problemática é incerta, a solução técnica depende da construção prévia de um problema bem definido, o que em si não é uma tarefa técnica. Em situações de conflito de valores, não há metas claras e consistentes que guiem a seleção técnica dos meios. É dessas zonas indeterminadas da prática e da teoria que a formação de educadores reflexivos e críticos deve dar conta.

A perspectiva crítico-dialógica reconhece que existe uma relação íntima entre interesse e conhecimento. Nossas concepções de mundo são consequência de nossos particulares interesses como indivíduo, grupo de idade, sexo, raça, grupo profissional e classe social. Vemos e vivemos a vida de uma determinada maneira porque nossos interesses são parte constituinte principal de nossas decisões. A essas idéias de Habermas (1987) como seu alerta em relação ao cientificismo - processo global de aplicação tecnológica do conhecimento científico ao cotidiano da vida, que fez da Ciência uma condição *sine qua non* para a sobrevivência ou o aniquilamento da espécie. Para o autor, todo conhecimento é posto em movimento por interesses que o orientam, dirigem-no, comandam-no. É nesses interesses - e não na suposta imparcialidade do chamado método científico -, que a pretensão de universalidade do saber pode ser avaliada. É por isso que em primeiro plano se situam as questões éticas e morais, os fins e os valores, as decisões e as ações.

A valorização interessada na pretensa neutralidade do método científico tem sido mantida pela ideologia da visão positivista do conhecimento, a qual se apóia fortemente na necessidade da generalização formal, que por sua vez, sinteticamente, se ampara em:

1. descartar tudo o que é acessório e contingente para poder quantificar e generalizar;

2. desaparecer com as diferenças, o tempo e os fenômenos irreversíveis, marcadamente históricos;

3. fragmentar buscando resultados e soluções parciais com muitas variáveis;

4. cair na armadilha dos modelos X exemplos ou do tipo X casos. Como esta visão pode dar conta de fenômenos irreduzivelmente complexos, ou seja, os interessantes fenômenos da biologia, do movimento dos continentes e oceanos, da sociedade humana e da história? O reconhecimento dos sistemas complexos põe em cheque o positivismo científico e mais do que isso: mostra que não se pode ter a Ciência, seu método científico como o único discurso legitimável.

Positivismo e cientificismo articulam-se com os princípios cartesianos racionalistas de conhecimento valendo-se de categorias apenas cognitivas tais como: intelectualidade conceitual e conteúdo sistematizado associados à linearidade, à hierarquização, à causalidade, à compartimentalização e à quantificação (priorizando cálculos e fórmulas).

Por outro lado, os problemas hoje postos pela crise sócio-econômico-ambiental apontam para a busca de inovações em todos os sentidos e estão mostrando os profundos limites da primazia, ainda presente, do positivismo. Faz-se necessário começarmos a trabalhar com novos interesses, que nas correntes de educação ambiental estão sendo chamados de paradigma indiciário, e que pode ser rapidamente resumido em:

1. levar em conta as diferenças, os pequenos indícios e as pistas;

2. confrontar os valores exibidos com valores praticados;

3. dar espaço para os alunos, o público alvo, ouvindo, respeitando e incorporando, na prática da sala de aula, suas idéias, opiniões e cultura;

4. reconhecer ambigüidades e redundâncias como riquezas;

5. reconhecer e respeitar a multiplicidade e diversidade das várias culturas (Mayer, 1998).

Nesse contexto estabelecem-se outras categorias como ações, interação, interlocução, tessitura, redes, compartilhamento, complexidade, auto-organização, ajudas mútuas, solidariedade, crenças, acontecimento e significados.

A investigação na escola, de professores e alunos, precisa favorecer o espírito crítico, a autonomia, o respeito à diversidade, a cooperação e a ação transformadora por uma sociedade mais justa e mais integrada com a natureza. Política e eticamente, há uma ênfase muito grande na busca do consenso. Penso que os problemas sócio-ambientais são complexos e, mais ainda, as propostas de soluções são sempre conflituosas e políticas. Ora, na maioria das vezes não há consenso. Ressaltar a singularidade, complexidade e di-

versidade muitas vezes não passa pelo consenso e sim pela necessidade de tomada de posição e de decisões democráticas. Por isso, os contrastes de idéias e experiências precisam favorecer o surgimento de dilemas intelectuais, éticos e ideológicos. Como, por exemplo, o poder molda as vidas dos profissionais, o poder serve para produzir conhecimentos, professores que desejam ser reconhecidos como bem-sucedidos aprendem a seguir normas particulares e convenções que podem ter pouca relação com o ensinar e o aprender em si. Outro exemplo é o do conhecimento curricular, produzido por analistas que raramente se preocupam em como as vozes sociais são representadas no currículo e quais delas são excluídas. As decisões democráticas não agradam a todos e nem devem agradar. Sempre haverá conflito. O importante é criarmos espaço para aflorar e debater os conflitos e mecanismos democráticos de decisões.

Minha posição é que professores reflexivos podem tomar em suas mãos a postura da pesquisa-ação, como ato cognitivo e crítico, propiciando avanços significativos como estofo das inovações necessárias. Isto porque ela pode integrar o processo dialógico e reflexivo de discussão democrática e de crítica filosófica com o processo sistemático e metódico de observação e análise de suas aulas, da escola, da política educacional (Carr, 1996).

Mais ampla e profundamente do que isso, Carr (1996) defende em seu livro que, para tratar de questões que transtornam ou preocupam os profissionais da educação, é necessário que os mesmos participem das teorizações sobre a educação, como um aspecto do processo de melhoria da prática educativa.

Segundo Elliott (1994), a investigação educativa em sala de aula implica necessariamente os professores e alunos como participantes ativos no processo de investigação. Se Carr e Elliott estão corretos, são os problemas práticos cotidianos experimentados pelos professores que potencialmente podem ser transformados em problemas de pesquisa. Isso coloca, como um dos centros da pesquisa, a sala de aula, na direção do que Cachapuz (1997) considera como crucial para o desenvolvimento futuro das investigações em didática das Ciências: ou seja, a idéia é dar maior ênfase a estudos que sejam típicos do contexto em que se desenvolve o processo de ensino-aprendizagem e buscar tratar pesquisadores, professores e alunos como sujeitos reais e sociais, e não como meras amostras estatísticas.

As características do pensamento e postura do professor não são características pessoais desse professor, mas sim de um professor engajado com outros em atividades sociais, com o ambiente e cultura escolar. Daí que a formação permanente de professores, além de ser uma heurística da prática, é também um grande problema teórico: ela constitui uma unidade de estudo que integra dinamicamente, dialeticamente o professor e o ambiente escolar.

O foco deve caminhar do indivíduo como tal para o indiví-

duo na atividade social. O foco está no sistema social no qual espero que os professores aprendam e ensinem, com o entendimento de que este sistema é mútua e ativamente criado por eles e por nós (formadores) e por eles e seus alunos.

Se é o professor quem deverá ser o agente das pretendidas mudanças de aprendizagem dos alunos, deverá ter a preocupação de articular os conteúdos com a realidade histórica do educando, e de tornar o plano de ensino contextualizado, permitindo que o aluno analise e transforme a realidade. Então, estas são ações que exigem do professor uma atitude reflexiva diante de sua prática. Esta atitude, como afirma Lüdke (1995), dá a oportunidade ao professor de ser participante do saber que se elabora e reelabora a cada momento ou, em outras palavras, o professor deverá ser pesquisador de suas próprias aulas, de seu próprio processo de ação.

A novidade de nossos objetivos, desenvolvido em nosso projeto de formação continuada, é a de que os professores fossem, em parceria conosco, desenvolvendo práticas, conhecimentos, atividades e materiais em sala de aula e se introduzindo nas investigações educativas sobre suas práticas em sala de aula. É necessário valorizar a atividade do professor ressaltando o enfoque prático-reflexivo de sua atividade didática. Isso implica redimensionar a concepção de professor: sua tarefa não pode ser a de um mero técnico que aplica receitas feitas e experimentadas pelos educadores de gabinete, porque se admite o caráter singular, dinâmico e variável de cada contexto escolar, classe e, também, professor. Assim, uma exigência da atividade docente é a de que ele pratique, de modo aberto e criativo, a investigação.

Esse trabalho de investigação não pode ser solitário. A tarefa do docente deve ser entendida como um trabalho coletivo. Essa formação permanente para e pela investigação deve ser, necessariamente, um trabalho mais coletivo. Nos grupos de professores em ação crítica, o professor passa a ter a sua prática como objeto de pesquisa, tematizando-a, lançando um olhar sobre o mundo ao seu redor. O desenvolvimento profissional e a formação permanente em exercício passam a ser temas do dia-a-dia.

Sem um trabalho de formação reflexiva e crítica os professores seguem rotina e permanecem com sua prática e seus conhecimentos, não se abrindo a mudanças e se mostrando inseguros para promover inovações. Com um trabalho formativo necessariamente mais coletivo, o educador passa a ter a sua prática como objeto de pesquisa, tematizando-a. Esse processo é conflituoso, pois não é nada fácil pensar o seu próprio trabalho e sua ação. O papel da reflexão de sua prática aqui é basilar. Nós remodelamos as estruturas cognitivas para dar conta dos aspectos únicos no novo contexto percebido, nós aprendemos a partir de comparações em diferentes contextos. A contextualização é inseparável da cognição e da ação. Através do conhecimento de uma variedade comparável de contextos nós começamos a entender similaridades e

diferenças e, assim, podemos antecipar o que acontecerá em situações similares e diante de cada nova situação estaremos mais aptos para decisões criativas e com uma maior fundamentação teórica. A prática reflexiva melhora nossa capacidade para a transferência crítica ao propiciar quadros detalhados e entendimentos interpretativos das similaridades e diferenças dos vários contextos. A prática reflexiva implica necessariamente o educador e os alunos como participantes ativos no processo de investigação.

Sobre o assunto, Geraldi (1998) indica para os professores: entrem para um grupo e comecem a estudar e a fazer alterações da sua prática na sala de aula. Essas práticas começam a trazer problematizações, dúvidas, conflitos etc. Passar a enfrentar essa prática é o que ele chama de prática intelectual. As necessidades que vêm da própria prática é que produzem o professor que busca soluções para os problemas que ele mesmo criou por meio de sua prática. O plano curricular tem que ser a oficialização de uma prática. Segundo ele, é a valorização dos processos e práticas interlocutivos que faz do aluno um aluno capaz, e não apenas o conjunto de informações de que ele dispõe. Uma proposta de ensino que leve em conta o acontecimento enunciativo da sala de aula e a relação de interlocução, de interação na sala de aula, produz saberes, produz discursos. São várias vozes dentro do discurso do professor e alunos. O professor precisa viver o acontecimento. O texto de Geraldi vai contra a "obsessão" pela objetividade, recuperando a enunciação, o acontecimento.

A prática reflexiva que vim discutindo até aqui leva-nos a uma maior liberdade metodológica, a qual permite o direito de mudança das estratégias face às novas circunstâncias. Ganha-se liberdade para conduzir a prática de ensino e o olhar crítico sobre essa prática de forma contingente ao contexto.

Para Kincheloe (1997), a pesquisa-ação como ato cognitivo e crítico pode propiciar, dentre vários benefícios, dois dos mais importantes:

1. levar os professores ao reino crítico da produção do conhecimento, porque ela se constitui na organização das informações e na sua interpretação;

2. adquirir confiança na prática reflexiva.

E, de minha parte, acrescento mais dois benefícios, inspirados nas idéias de Liston e Zeichner (1993) sobre o professor reflexivo:

3. tornam-se atentos para o contexto institucional e cultural no qual ensinam;

4. tomam parte do desenvolvimento curricular e se envolvem efetivamente para a sua mudança.

O aparato da pesquisa tem o potencial, pela sua estrutura altamente sistematizada, de propiciar que aquela complexi-

dade da sala de aula, aquela incapacidade dos professores de manipular a variedade de causas e fatores seja transformada numa análise voluntária, numa prontidão para a ação, para a busca da sistematização. A pesquisa-ação induz a atenção para o acontecimento, o local, o contexto e o processo interativo da sala de aula. Na sala de aula, os enunciados agem não apenas como meio de comunicação, como acontece nas salas em que não há, por parte do professor, uma postura para a reflexão e a crítica, mas também - e principalmente - como objeto de estudo. A idéia é manipular conscientemente este sistema simbólico e interativo da sala de aula. A prática cotidiana do professor, com toda a sua experiência pessoal, demarca o caminho para uma prática mais profunda. Num sentido freireano, a percepção e a postura dos professores são transformadas pela interação com a prática mais sistematizada que a pesquisa-ação inicia. Então, pesquisa-ação e prática pedagógica cotidiana integram-se a um sistema de conhecimento, adquirindo conscientização e controle.

Para Contreras (1997), aceitar que o currículo pode ser desenvolvido localmente, supõe um explícito reconhecimento do papel de mediação que têm as escolas e os professores em sua implementação e desenvolvimento. Para isso, devem ocorrer mudanças efetivas na prática escolar, na concepção de professor e no seu ensino. Antes, pensava-se de um modo bastante causal e linear: a mudança e substituição da prática do professor por outra mais adequada e melhor transformariam o ensino e a escola. Hoje, sabemos que é um processo mais contínuo, orgânico e complexo de desenvolvimento do profissionalismo do professor e da gestão democrática das escolas. Antes, tratava-se de introduzir produtos acabados (materiais didáticos, técnica docente, projeto curricular) para aplicação pelos professores em suas escolas. Nesse caso, o processo de formação é o treinamento desses professores. Agora, pretende-se a introdução de estratégias e processos que tenham o desenvolvimento profissional como parte central da formação dos professores que levem os professores e suas escolas a elaborarem e implementarem seus métodos e produtos do ensino-aprendizagem em uma realidade concreta social/histórica. De um ponto de vista ideal, espera-se que esses processos no território nacionais culminem na gestação de um currículo nacional. Essas novas estratégias dar-se-ão em centros de formação com parcerias colaborativas entre rede pública, ONGs e universidades. O processo de formação dar-se-á de forma contínua e permanente e no exercício da própria profissão de educador. Novas pautas são colocadas e o nosso projeto traz vários resultados e reflexões sobre essas pautas que são: formas de trabalho em equipe, procedimentos para elaboração e desenvolvimento de projetos educativos, maneiras de envolver os professores neste tipo de tarefas, criação de uma cultura de integração entre disciplinas, criação de uma cultura de reflexão crítica sobre a prática escolar que pode gerar um

novo profissional que tenha como um dos atributos a pesquisa escolar, entre outras tantas pautas importantes.

O tratamento dos temas sócio-ambientais com uma postura interdisciplinar, a formação de professores reflexivos e o construtivismo são pilares fundamentais para a formação de sujeitos autônomos e críticos, com um critério moral e ético próprio, e capazes de fazer frente aos problemas apresentados hoje pela humanidade. Esses pilares são opções ideológicas que orientam novas propostas metodológicas relevantes para a formação das novas gerações. Essa é uma outra grande batalha que devemos fazer frente no Brasil, pois a comunidade educativa, a grande maioria dos professores do ensino fundamental não percebe a importância da Geologia/Geociências para a formação de novas gerações.

## IDÉIAS FINAIS

Devemos compreender seriamente que a Geologia é uma maneira de viver, de enxergar o mundo, de explicar o mundo. Se acreditamos que, em uma sociedade democrática, os sujeitos são mais atuantes e transformadores de acordo com a sua bagagem cultural no sentido mais amplo, como privar estes cidadãos de um conhecimento fundamental para a “alfabetização da natureza”, como privá-los de uma concepção de mundo? A Geologia é um dos modos que a prática social se apropria do mundo. Não defendo a supremacia da Ciência em relação a outras práticas sociais, mas estou consciente do papel que o conhecimento geológico desempenha no desenvolver das capacidades da inteligência espacial, do argumentar histórico-comparativo, de uma visão de natureza menos antropocêntrica entre outras tantas coisas importantes. Apenas um exemplo, os problemas ambientais apontam para uma visão geobiocêntrica do mundo. O hábito, as leis, as regras sociais são baseadas na tradição. Os problemas ambientais mudam radicalmente este ponto de vista, pois regras a serem adotadas e hábitos a serem adquiridos e leis a serem feitas devem basear-se na previsão, no suposto, no hipotético.

Tentei demonstrar que as peculiaridades dos fundamentos metodológicos da Geologia adicionam mais ingredientes nas recentes discussões sobre filosofia, sociologia e história das Ciências, quero dizer, ao desenvolver a Geologia como um corpo único de conhecimento, estou reforçando o que vários filósofos atuais, apesar de diferenças internas, vêm defendendo: o desenvolvimento conceitual baseia-se essencialmente na fixação de crenças, na inferência não-demonstrativa e na formação e confirmação de hipóteses.

Pozo et al. (1991) apontam que uma das regras habituais do raciocínio causal cotidiano dos alunos é a contigüidade espacial e temporal entre causa e efeito. A causa deve estar próxima espacialmente, se não em contato direto com o efeito e há uma tendência em buscar as causas dos fatos nos

fenômenos imediatamente anteriores aos efeitos. Também apontam a dificuldade dos alunos em usar explicações causais múltiplas, talvez porque o raciocínio correlacional é um dos menos desenvolvidos, não só entre adolescentes, mas entre adultos universitários.

Acredito que formar professores para o ensino de Geologia/Geociências com ênfase nos trabalhos de campo, o trabalho com hipóteses, as narrativas, os desenhos vão ter grande potencial como estratégia didática, pois vai ao encontro à preocupação exposta anteriormente. Esses professores, conhecedores de Geologia/Geociências podem auxiliar na superação do raciocínio causal linear e simples, normalmente usado para explicar fenômenos científicos e cotidianos, já que a amplitude da escala e do tempo geológico introduz dificuldades cognitivas específicas para a compreensão dos fenômenos, frente ao mundo “mais contíguo” das transformações físicas e químicas; podem auxiliar na compreensão das relações sincrônicas e diacrônicas de aspectos espaciais e temporais dos fenômenos; bem como auxiliar o desenvolvimento de um raciocínio correlacional, histórico-comparativo e sintético. Esse pensamento, mais complexo, acredito ser de fundamental importância para auxiliar na resolução dos problemas sócio-ambientais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. (Re) *Conceituando educação ambiental*. Rio de Janeiro: CNPq; Museu de Astronomia e Ciências Afins, 1991.
- ALCÂNTARA, H.; GONÇALVES, P. W. Integração do ensino de Geografia e de Geociências: questão do criacionismo e tolerância religiosa. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPEC, 22., 1999, Caxambu. *Anais...* Caxambu: ANPED, 1999. 1 CD-ROM.
- ALVAREZ, R.; BERJILLOS, P.; GARCÍA DE LA TORRE, E.; MELERO, J.; PEDRINACI, E.; SEQUEIROS, L. Treinta razones para aprender mas geología en la educación secundaria. In: SIMP. ENS. GEOL., 7., 1992, Compostela. *Comunicaciones...* Compostela: I.C.E., 1992. p. 231-240.
- AMARAL, I. A. *Em busca da planetização do ensino de ciências para a educação ambiental*. 1995. 2 v. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas.
- AULT, C. R. Research on problem solving: Earth Science. In: GABEL, D. L. (Ed.). *Handbook of research on science teaching and learning*. New York: Macmillan Publis, 1994. p. 269-283.
- BEZZI, A. Geology and Society: a survey on pupil' ideas as an instance of a broader prospect for educational research in Earth Science. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 28., 1989, Washington-DC. Não publicado.
- BEZZI, A. Water cycle and constructivism: some “epistemological” speculations. *Cadernos do IG/UNICAMP*, Campinas, v. 5, n.1, p. 31-46, 1995.
- BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. *Programa de Formação de Professores Alfabetizadores: guias de orientações metodológicas gerais*. Brasília: Secretaria da Educação Fundamental, 2001. 198 p.
- BROOKS, M. Why should Geology be taught in our schools. *Teaching Earth Sciences*, v. 16, p. 53-54, 1991.
- BRUSI, D.; LLUIS, P.; PEP, M. El espacio y el tiempo en geología. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, Madrid, n. extra, p. 44-53, 1994.
- CAAMAÑO ROS, A. Tendencias actuales en el currículo de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 6, n. 3, p. 265-277, 1988.
- CACHAPUZ, A. F. Investigação em didáctica das Ciências em Portugal: um balanço crítico. In: PIMENTA, S. G. (Org.). *Didática e formação de professores: percursos e perspectivas no Brasil e em Portugal*. São Paulo: Cortez, 1997. p. 205-240.
- CARR, W. *Una teoría para la educación: hacia una investigación educativa crítica*. Madrid: Morata, 1996. 173 p.
- COHEN, M. R.; KAGAN, M. H. Where does the old moon go? *Science Teacher*, v. 48, n. 8, p. 22-23, 1979.
- COMPIANI, M. Fieldwork teaching and the in-service training of primary/secondary school science teachers in Brazil. In: STOW, D. A. V.; McCALL, G. J. H. (Ed.). *Geoscience education and training -in schools and universities*, for industry and public awareness. Rotterdam: A. A. Balkema, 1996b. p. 329-340.
- COMPIANI, M. *As Geociências no ensino fundamental: um estudo de caso sobre o tema “A formação do Universo”*. 1996a. 216 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas.
- COMPIANI, M. *Geociências no Ensino Fundamental e a formação de professores: o papel dos trabalhos de campo*. 2003. 99 p. Tese (Livre-Docência) - Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas.
- COMPIANI, M. Geologia pra que te quero no ensino de

- ciências. *Educação & Sociedade*, Campinas, n. 36, p. 100-117, 1990.
- COMPIANI, M. A narrativa histórica das Geociências na sala de aula no ensino fundamental. In: ALMEIDA, M. J. P. M., SILVA, H. C. (Org.). *Linguagens, leituras e ensino da ciência*. Campinas: Mercado de Letras, 1998. cap. 9, p. 163-182.
- COMPIANI, M. O papel do método das múltiplas hipóteses de trabalho no ensino de Ciências. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, n. extra, p. 49-50, 1993.
- COMPIANI, M. Reflexiones y resultados parciales del convenio de colaboración universidad/escuela pública para la formación permanente de profesores en ejercicio con temas de geociencias. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, Girona, v. 7, n. 1, p. 38-46, 1999.
- COMPIANI, M.; FIGUEIRÔA, S. F. M.; GONÇALVES, P. W.; LOPES, M. M.; NOGUEIRA, A. Geociências e a formação continuada de professores em exercício do Ensino Fundamental - em busca de diretrizes. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, n. extra, p. 23-24, 1997.
- COMPIANI, M.; FIGUEIRÔA, S. F. M.; GONÇALVES, P. W.; NEWERLA, V. B.; NOGUEIRA, A.; ALTONAMI, A.; FINCO, G.; SILVA, F. K. M.; SILVA, R. B. EQUIPE DAREDE PÚBLICA. *Geociências e a formação continuada de professores em exercício do ensino fundamental*. Campinas: Departamento de Geociências Aplicadas ao Ensino. IG/UNICAMP, 2001. 286 p. + Relatórios Científicos individuais de cada professor. (Relatório Científico Final, Processo FAPESP 96/2566-4).
- COMPIANI, M.; GONÇALVES, P. W. Epistemología e Historia de la Geología como fuentes para la selección y organización del currículum. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, Girona, v. 4, n. 1, p. 38-45, 1996.
- 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. GEOL., 6., 1990, Tenerife- Espanha. *Anais...* Tenerife: Universidad de la Laguna, 1990. p. 21-33.
- CONTRERAS, J. *La autonomía del profesorado*. Madrid: Morata, 1997. 227 p.
- CUELLO, A. La Geología como área interdisciplinar. *Henares*: revista de Geología, Madrid, n. 2, p. 367-387, 1988.
- DE PRO, A.; JAÉN, M. Ideas de los alumnos de Magisterio respecto a los cambios que se producen en la superficie terrestre. In: SIMP. ENS. GEOL., 6., 1990, Tenerife. *Comunicaciones...* Tenerife: Universidad de La Laguna, 1990. p. 373-388.
- DUBOIS, Philippe [entrevista]. *Correio Popular*, Campinas, 19 nov. 2000. Caderno Ciência.
- ELLIOTT, J. *La investigación-acción en educación*. 2. ed. Madrid: Morata, 1994. 334 p.
- FIGUEIRÔA, S. F. M.; LOPES, M. M. La historia de la geología y su potencial educacional: reflexiones desde America Latina. *Enseñanza de las ciencias de la Tierra*: Espanha, v. 4, n. 1, p. 71-76, jul. 1996.
- FRODEMAN, R. Geological reasoning: Geology as an interpretive and historical science. *GSA Bulletin*, v. 107, n. 8, p. 960-968, 1995.
- FRODEMAN, R.; TURNER, C. Geology in a post-industrial society. *Journal of Geoscience Education*, v. 44, p. 36-37, 1996.
- GALLEGOS, J. A. La percepción del tiempo geológico. In: SIMP. ENS. GEOLOGÍA, 7., 1992, Compostela. *Comunicaciones...* Compostela: I.C.E., p. 185-202, 1992.
- GARCÍA, E. La interacción con el medio en relación con la investigación en la escuela. *Investigación en la Escuela*, Sevilla, n. 1, p. 57-62, 1987.
- GERALDI, J. W. Recuperando as práticas de interlocução na sala de aula [entrevista]. *Presença Pedagógica*, Belo Horizonte, v. 4, n. 24, p. 5-19, 1998.
- GLENN, W. H. Concrete and formal thinking in the Earth Science Classroom. *Journal of Geological Education*, v. 25, p. 119-122, 1977.
- GONÇALVES, P. W. *Como se entrelaçam espaço e tempo no conhecimento da Terra?* 1989. 130 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas.
- GRANDA VERA, A. Esquemas conceptuales previos de los alumnos en geología. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 6, n. 3, p. 239-243, 1988.
- HABERMAS, J. *Conhecimento e interesse*. Rio de Janeiro: Guanabara, 1987. 367 p.
- HAPPS, J. C. Classifying rocks and minerals: a conceptual tug-of-war. *New Zealand Science Teacher*, v. 34, p. 20-25, 1982b.
- HAPPS, J. C. Regression in learning outcomes: some

- examples from the Earth Sciences. *Geology Teaching*, v. 10, p. 87-94, 1985.
- HAPPS, J. C. Some aspects of student understanding of two New Zealand landforms. *Science Teacher*, v. 2, n. 32, p. 4-12, 1982c.
- HAPPS, J. C. Some aspects of student understanding of soil. *Australian Science Teachers Journal*, v. 28, p. 25-31, 1982c.
- HODSON, D. Philosophy of science, science and science education. *Studies in Science Education*, University of Leeds, v. 12, p. 25-57, 1985.
- CONSIGLIO NAZIONALE DI RICERCA (Italia). *Il ruolo delle scienze della Terra nei curricula del biennio della scuola secondaria superiore*. Modena: Mucchi SpA, 1988. 169 p.
- JAÉN, M.; DE PRO, A. Análisis diagnóstico del aprendizaje de geología en la formación básica. I-erosión, transporte y sedimentación. In: SIMP. ENS. GEOLOGÍA, 5., 1988, Madrid. *Henares: revista de Geología*, n. 2, p. 165-172, 1988.
- JONES, L. B.; LYNCH, P. P. Children's conceptions of the Earth, sun and moon. *International Journal of Science Education*, London, v. 9, n. 1, p. 43-53, 1987.
- KALI, Y.; ORION, N.; MAZOR, E. Three dimensional thinking in structural geology - a computer based unit for high-school students. INTERNATIONAL CONFERENCE ON GEOSCIENCE EDUCATION AND TRAINING, 1993, Southampton, UK.
- KLEIN, C. A. Children's concepts of the Earth and Sun: a cross-cultural study. *Science Education*, v. 65, n. 1, p. 95-107, 1982.
- KINCHELOE, J. L. *A formação do professor como compromisso político: mapeando o pós-moderno*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. 262 p.
- LILLO, J.; REDONET, L. F. *Didáctica de las Ciencias Naturales*. Valencia: ECIR, 1985. p. 108-111.
- LISTON, D. P.; ZEICHNER, K. M. *Formación del profesorado y condiciones sociales de la escolarización*. Madrid: Morata, 1993. 277 p.
- LÜDKE, M. A pesquisa na formação do professor. In: Fazenda, I. C. A. (Org.). *A pesquisa em educação e as transformações do conhecimento*. Campinas: Papirus, 1995. p. 111-120.
- MALI, G. B.; HOWE, A. Development of Earth and gravity concepts among Nepali children. *Science Education*, v. 63, n. 5, p. 685-691, 1979.
- MARQUES, L. M. F. *Alternative frameworks of urban portuguese pupils aged 10/11 and 14/15 with respect to earth, life and volcanoes*. Keele: University of Keele, Master, 1988. 385 p.
- MASSA, B. La adquisición precoz de conceptos abstractos: algunas consideraciones sobre la observación en geología. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, Madrid, n. extra, p. 34-39, 1994.
- MATTHEWS, M. R. Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 12, n. 2, p. 255-277, 1994.
- MAYER, M. Educación Ambiental: de la acción a la investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 16, n. 2, 1998.
- MAYER, V. J.; ARMSTRONG, R. E.; BARROW, L. H.; BROWN, S. M.; CROWDER, J. N.; FORTNER, R. W.; GRAHAM M.; HOYT, W. H.; HUMPHRIS, S. E.; JAX, D. W.; SHAY, E. L.; SHROPSHIRE, K. L. The role of planet Earth in the new science curriculum. *Journal of Geological Education*, v. 40, p. 66-73, 1992.
- MAYER, V. J.; KUMANO, Y. The role of system science in future school science curricula. In: MAYER, V. J. (Org.). *Global science literacy: the international standard for science literacy*. Columbus: The Ohio State University, 2001. Disponível em: <http://earthsys.ag.ohio-state.edu/global/gsl.html>.
- NUSSBAUM, J. Children's conceptions of Earth as a cosmic body: a cross-age study. *Science Education*, v. 63, n. 1, p. 83-93, 1979.
- NUSSBAUM, J.; NOVAK, J. D. An assessment of children's concepts of Earth utilizing structured interviews. *Science Education*, v. 60, n. 4, p. 535-550, 1976.
- NUSSBAUM, J.; SHARONI-DAGAN. Changes in Second Grade children's preconceptions about Earth as a cosmic body resulting from a short series of auto-tutorial lessons. *Science Education*, v. 67, n. 1, p. 99-114, 1983.
- PASCHOALE, C. *Geologia como semiótica da Natureza*. 1989. 138 p. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica, São Paulo.

- PEDEMONTE, G. M. La didattica delle scienze della Terra: alcuni problemi nodali per l'insegnamento e l'apprendimento. *Annali della Pubblica Istruzione*, v. 38, n. 5-6, p. 579-592, 1992.
- PEDRINACI, E. Representaciones de los alumnos sobre los cambios geológicos. *Investigación en la Escuela*, n. 2, p. 65-74, 1987.
- PEDRINACI, E.; ALVAREZ, R. Obstáculos en la construcción de las nociones acerca del origen de las rocas. In: SIMP. ENS. GEOL., 7., 1992, Compostela. *Comunicaciones... I.C.E.*: Compostela, 1992. p. 173-184.
- POTAPOVA, M. S. Geology as an historical science of nature. In: *Interaction of sciences in the study of the Earth*. Tradução de C. Paschoale. Moscou: Progress, 1968. p. 117-126.
- POZO, J.; SANZ, A.; GÓMEZ CRESPO, M. A.; LIMÓN, M. Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 9, n. 1, p. 83-94, 1991.
- PRAIA, J.; MARQUES, L. As «idéias intuitivas» em classes de geociências: alguns elementos sobre a investigação actual. *Revista O Professor*, p. 8-15, 1990.
- SANTOS, C.; COMPIANI, M. Trabajo de campo en geomorfología y la cognición del medio ambiente. In: SIMP. ENS. GEOLOGÍA, 10., 1998, Mallorca. *Documentos... Mallorca: AEPECT*, 1998. p. 179-184.
- SANTOS, I. H.; COMPIANI, M.; NEWERLA, V. Construindo o conceito tempo - professora e alunos aprendendo juntos o conceito tempo. *Ciência & Ensino*, Campinas, n. 11, p. 19-26, 2002.
- SANTOS, Milton. *A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. 2. ed. São Paulo: Hucitec, 1997.
- SANTOS, Milton. *Técnica, espaço, tempo: globalização e meio técnico científico informacional*. São Paulo: Hucitec, 1994.
- SEDDON, G. Thinking like a geologist: the culture of geology (Mawson Lecture 1996). *Australian Journal of Earth Sciences*, v. 43, p. 487-495, 1996.
- SNEIDER, C.; PULOS, S. Children's cosmographies: understanding the Earth's shape and gravity. *Science Education*, v. 67, n. 2, p. 205-221, 1983.
- SOLBES, J.; VILCHES, A. Interacciones ciencia/técnica/sociedad: un instrumento de cambio actitudinal. *Enseñanzas de las Ciencias*, Barcelona, v. 7, n. 1, p. 14-20, 1989.
- SOUZA, M. J. L.; COMPIANI, M. As interações discursivas na sala de aula de ciências com o tema 'as interações solo-plantas'. In: ENCONTRO SOBRE LINGUAGENS, LEITURAS E ENSINO DAS CIÊNCIAS, 3., Campinas, 1999. *Anais... 1 CD-ROM*.
- SROUR, R. H. *Modo de produção: elementos da problemática*. Rio de Janeiro: Graal, 1978.
- SUGAHARA, N. N. G.; COMPIANI, M. Explicações, representações visuais sobre o ensino da água mineral nas salas de aula de ciências. In: ENCONTRO SOBRE LINGUAGENS, LEITURAS E ENSINO DAS CIÊNCIAS, 3., 1999, Campinas. *Anais... 1 CD-ROM*.
- SUGAHARA, N. N. G.; COMPIANI, M.; NEWERLA, V. Idéias prévias – um ponto de partida no ensino do ciclo hidrológico em aulas de ciências. *Ciência & Ensino*, Campinas, n. 10, p. 3-8, 2001.
- TEIXEIRA, L. M. G.; COMPIANI, M. Leitura e produções de textos a partir de representações visuais geocientíficas. In: ENCONTRO SOBRE LINGUAGENS, LEITURAS E ENSINO DAS CIÊNCIAS, 3., 1999, Campinas. *Anais... 1 CD-ROM*.
- THOMPSON, D. B. Our assumptions and their alternative frameworks. *Geology Teaching*, v. 11, n. 3, p. 106-108, 1986.
- YUS, R.; REBOLLO, M. Elementos de un modelo didáctico de enfoque constructivista para la enseñanza de la geología en el ciclo 12/16 años. In: SIMP. ENS. GEOLOGÍA, 5., 1988, Madrid. *Henares: revista de Geología*, n. 2, p. 153-160, 1988.
- YUS, R.; REBOLLO, M. Concepciones de los alumnos de 12/17 años sobre el suelo y procesos edafogéticos: implicaciones para su enseñanza en la etapa Secundaria Obligatoria. In: SIMP. ENS. GEOL., 7., 1992, Compostela. *Comunicaciones... I.C.E.*: Compostela, 1992. p. 203-220.
- YUS RAMOS, R. Temas transversais: a escola da ultramodernidade. *Pátio: revista pedagógica*, n. 5, maio/jul., 1998. Disponível em: <http://www.artmed.com.br/patioonline/patio.htm?PHPSESSID=fc56b3dd70b0f6738bb33c850f8ab975>. Acesso em: 22 dez. 2004.