


Maurício Compiani

Este exemplar corresponde à redação final da dissertação defendida por Maurício Compiani e aprovada pela Comissão julgadora em 22 de dezembro de 1988.
Campinas, 10 de janeiro de 89.


O FAZER GEOLOGIA COM ÊNFASE NO CAMPO NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES
DE CIÊNCIAS PARA O 1º GRAU (5ª a 8ª séries)

Dissertação apresentada sob a orientação do Prof. Dr. Newton César Balzan como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Educação na área de Metodologia do Ensino.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE EDUCAÇÃO

- 1988 -

ERRATA

p. 96, 3ª citação - Leia-se sem grifo nosso

p. 100, 17ª linha - Onde se lê De um modo geral, nas concepções dialéticas temos a Terra como o, Leia-se De modo geral, nas concepções dialéticas a Terra é vista como o

p. 100, 20ª linha - Onde se lê lético, que não é apenas um, Leia-se lético: não apenas um

p. 105, 18ª linha - Onde se lê De um modo geral, Leia-se De modo geral

p. 105, 19ª linha - Onde se lê estudo e de investigação, Leia-se estudo e objeto de investigação

p. 105, 21ª linha - Onde se lê jamaís poderá ser e se move sistematicamente, Leia-se jamaís poderá ser e move-se sistematicamente

p. 105, 23ª linha - Onde se lê e somatória de fatos a outros fatos, de noções a outras noções, Leia-se e através da somatória de fatos e noções

p. 105, 24ª linha - Onde se lê é possível mostrar, Leia-se é possível demonstrar



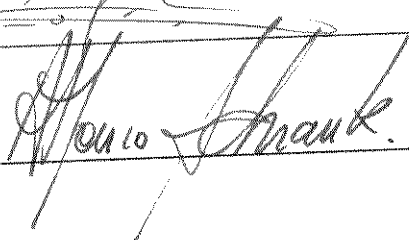
p. 105, 25ª linha - Onde se lê infinito acréscimo, Leia-se acréscimo infinito

p. 105, 31ª linha - Onde se lê isto é, de conformidade, Leia-se de acordo

p. 106, 1ª linha - Onde se lê estejam, Leia-se são

p. 121, 14ª linha - Onde se lê é um espiral, Leia-se é uma espiral

COMISSÃO JULGADORA:



 Paulo Frank.

EM MEMÓRIA:

Erasmo Compiani (Papai)

e

Ernesto Pinsard Vianna (Pinça)

Deixo registrado meus agradecimentos a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a elaboração desta dissertação.

Especialmente ao Newton César Balzan, pela orientação e acompanhamento durante suas diferentes fases.

ÍNDICE

Lista de quadros e ilustrações.....	1
Introdução.....	2
1. A prática docente como geradora de inquietações.....	9
1.1 As bases práticas e teóricas existentes.....	10
1.1.1 Breve histórico da experiência do CEPEGE	10
1.1.2 O enfoque de Geociências.....	16
1.2 A experiência de Santo André.....	19
1.2.1 A excursão didático-geológica.....	21
1.2.2.1 Os princípios e idéias desenvolvidas.....	24
1.2.2.2 O desenvolvimento da metodologia do ensino ..	34
1.3 As inquietações.....	40
1.3.1 Nossa avaliação da excursão.....	41
1.3.2 Identificação dos problemas a serem enfrentados.....	60
2. Alguns referenciais teóricos.....	69
- O referencial teórico epistemológico	
- O referencial teórico metodológico	
- O referencial teórico psico-pedagógico	
3. O fazer Geologia.....	91
3.1 O aspecto epistemológico do fazer Geologia.....	93
3.1.1 A Geologia e o estudo do desenvolvimento da Terra...94	
3.1.2 O Atualismo: o estudo do passado em função do pre-	
sente.....	106
3.2 O aspecto metodológico do fazer Geologia.....	112
3.2.1 Aprofundando a metodologia científica do conheci-	
mento geológico.....	118

3.3 O aspecto psico-pedagógico do fazer Geologia.....	125
3.3.1 As especificidades dos processos cognitivos do fazer Geologia.....	126
3.3.2 As características cognitivas para realizar o fazer Geologia.....	134
4. Procurando um método didático.....	141
5. Diretrizes gerais para a formulação de uma nova proposta metodológica.....	152
5.1 O fazer Geologia com ênfase no campo.....	153
5.2 Para uma compreensão da apropriação da natureza pelo homem.....	165
5.3 Alguns passos para a estruturação da nova proposta.....	175
5.3.1 Os fundamentos da disciplina.....	175
5.3.2 Os estágios de aprendizagem, seus respectivos procedimentos científicos e tarefas cognitivas.....	181
6. De volta à prática.....	186
7. Bibliografia.....	191

Anexos

Anexo 1 - CEPEGE: Excursão geológica para Perus, roteiro do aluno - 1975.....	203
Anexo 2 - CEPEGE: Excursão geológica para Perus, roteiro do aluno - 1982.....	206
Anexo 3 - FFCL de Santo André: Programa da disciplina Elementos de Geologia - 1984.....	210

Anexo 4 - FFCL de Santo André: Excursão geológica para Itaquaquecetuba, roteiro do aluno - 1984.....	217
Anexo 5 - FFCL de Santo André: Excursão geológica para Itaquaquecetuba, roteiro do monitor - 1984.....	221
Anexo 6 - Um estudo mais detalhado sobre a Geologia do Porto de Areia de Itaquaquecetuba.....	223
Anexo 7 - FFCL de Santo André. Questionário de avaliação sobre a disciplina de Elementos de Geologia II - 1985.....	230
Anexo 8 - FFCL de Santo André. Avaliação da disciplina Elementos de Geologia II - 1985.....	233

Quadros e ilustrações

Quadro 1 - Objetivos e fases de aprendizagem da excursão a Perus.....	14
Quadro 2 - Objetivos e fases de aprendizagem da excursão a Itaquaquecetuba.....	25
Figura 1 - Classificação geral das Ciências geológicas, segundo Potapova (1968).....	99
Ilustração 1 - "Sua casa vem da mineração".....	171
Foto 1 - Complexo viário nos E.U.A.....	172

1. INTRODUÇÃO

"(...) enquanto [a formação de professores] não for (...) resolvida de forma satisfatória, será totalmente inútil organizar belos programas ou construir belas teorias a respeito do que deveria ser realizado." (Piaget, 1984, p.25)

A presente dissertação insere-se nas discussões incipientes sobre a Geologia e o ensino de Ciências e contribui, também, para o debate sobre a formação de professores de 1ª e 2ª grau. Mas, como surgiu o interesse em tais temas ?

A relevância desta dissertação nasceu com a prática docente ao ministrar aulas da disciplina "Elementos de Geologia" para a licenciatura de Ciências (1), na Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Santo André, região do ABC Paulista. A disciplina tem um enfoque geológico visando a introdução ao conhecimento geológico, à sua concepção de Ciência, ao seu método e prática científica, sendo voltada para um professor que dará aulas de Ciências no 1ª grau. Por isso essa disciplina tem como referencial o aluno da licenciatura e, indiretamente, a criança do 1ª grau. Desta prática surgiram as dúvidas e inquietações referentes à importância da Geologia para o 1ª grau, pois, com o aprofundamento teórico dessa dissertação, poderíamos reequacionar nossa prática até então. Nossas principais inquietações podem ser resumidas pelas perguntas que se seguem: a

(1) Trata-se de curso de Ciências para o 1ª grau (5ª a 8ª séries), curta duração, em período noturno. Em apenas 2 anos, forma-se um professor "polivalente", preparado para ministrar aulas relativas a 4 áreas diferentes (Biologia, Química, Geologia e Física), que estão compreendidos no currículo de Ciências. Aliás, mesmo predominando o consenso de que em cursos noturnos pouco pode ser feito, estamos mostrando o contrário, ou seja, é possível, sim, trabalhar de modo efetivo e criativo com alunos que normalmente trabalham o dia todo e à noite e sábados estudam.

Geologia é capaz de levar a criança a tomar consciência do planeta e da história de seu desenvolvimento? É capaz de propiciar à criança o entendimento da apropriação do meio-ambiente pelo homem? Os princípios e métodos da Ciência geológica têm alguma importância para o ensino de Ciências de 1ª grau?

Pretendemos demonstrar, também, que este é um trabalho de reflexão sobre a prática docente, uma vez que a própria prática aponta a necessidade deste aprofundamento para a sua posterior continuidade.

Um pequeno quadro mais esclarecedor do tema ao qual nos dedicamos pode ser fornecido pelos poucos trabalhos realizados, nesta área, até a presente data. Pelo breve histórico da situação da Geologia no 1ª e 2ª graus realizado por Paschoale et alii (1981), entre os anos 50 e 80, fica evidente a necessidade de estudos mais aprofundados sobre o conhecimento geológico nestes níveis escolares e suas respectivas licenciaturas no 3ª grau. Os autores indicam que o fato mais evidente é a progressiva marginalização do conteúdo geológico no decorrer das três décadas:

- "a) a Geologia nunca contou com uma disciplina própria nos níveis de escolaridade considerados;
- b) a Geologia foi progressivamente sendo retirada dos conteúdos programáticos das diversas disciplinas de Ciências e Geografia;
- c) diminuiu, com o correr dos anos, a carga horária de Geologia nas diversas licenciaturas correspondentes." (p.159)

Amaral (1981a) fez um estudo detalhado referente ao conhecimento geológico e Geociências no ensino de Ciências de 1ª grau. Segundo o autor, que estudou os Guias Curriculares do Estado de São Paulo (CERHUPÉ, 1975) na parte relativa ao ensino de Ciências do 1ª grau, dos 124 tópicos propostos e distribuídos ao longo das oito séries do 1ª grau, 31 (25%) enquadram-se no âmbito das Geociências, 6 (5%) referem-se estritamente ao conteúdo geológico, totalizando 37 tópicos ou 30% do total. Assim, as Geociências situam-se em segundo lugar, na frente da Física, Química, com um percentual inferior

apenas ao das Biociências.

Ora, tal importância das Geociências e Geologia deveria estar refletida na formação destes professores. Mas não é isso o que ocorre. Segundo o mesmo autor (1981a e 1984), que confirma as conclusões de Paschoale et alii (1981), nas licenciaturas de Ciências para o 1º grau (5ª a 8ª séries), a carga horária prevista para o conhecimento geológico varia de um quarto a um décimo da carga horária de outras áreas de saber no domínio das Ciências Físicas e Naturais.

Temos no ensino de Ciências no 1º grau uma situação muito precária, pois, de fato, o professor desta disciplina pouco sabe sobre a Geologia, porque as licenciaturas não ofereceram condições para o aprendizado dessa Ciência. Como reverter tal situação de desvalorização do conhecimento geológico? Bastaria aumentar a carga horária nas licenciaturas e tratar este saber mais criticamente e de modo mais adequado à criança?

Sem dúvida, a carga horária é irrisória, mas o ponto crucial é outro. Não será o simples aumento do conteúdo geológico mais crítico nas licenciaturas de Ciências para o 1º grau que resolverá a situação de desvalorização da ciência geológica. Podemos ver, por vários estudos já realizados, entre eles o de Frota-Pessoa (1964) e o de Borges (1982), que no 1º grau o ensino informativo de Ciências (chamado de tradicional por estes autores) é associado a aulas predominantemente expositivas, onde a atividade prática inexiste ou limita-se a servir de demonstração do que terá sido visto, anteriormente, na teoria. A Ciência é desenvolvida como se fosse um conjunto de conhecimentos a serem introduzidos na mente dos alunos, e tal ponto de vista origina-se no fato de ela ser aceita como um conjunto sistematizado e acabado de saber.

Parece-nos necessário, pois, para que o futuro professor de

Ciência mude este estado de coisas, que ele tenha uma formação capaz de fornecer subsídios para que ele questione tudo o que lhe foi apresentado de maneira acabada. Por isso, uma das características que vai permear toda a nossa dissertação é o confronto teórico-prático do ensino informativo com o ensino formativo. Dada a nossa opção pelo enfoque formativo, entendemos ser necessário propiciar ao aluno o aprendizado através da vivência dos processos pelos quais se obtém o saber científico, juntamente com a compreensão de fatos, conceitos, princípios, leis e teorias científicas. Neste caso, a Ciência passa a ser considerada uma atividade humana teórico-prática em constante construção, contextualizada no espaço e no tempo, sendo valorizada como um sistema de investigação e não como um conhecimento sistematizado.

Nesse sentido, o problema da desvalorização do conhecimento geológico e a formulação de diretrizes gerais para formar professores de Ciências deve partir da seguinte questão: Como ensinar Geologia de modo formativo e crítico a futuros professores de Ciências de 1ª grau (5ª a 8ª séries) ?

Acreditamos que a procura de um modo formativo precisa compreender a questão central presente na formação destes professores, ou seja, o que significa, exatamente, ensinar o "fazer Geologia". Em outras palavras, estamos postulando que aprender Geologia é fazer Geologia. Tal concepção nasceu em 1982, nas discussões do Projeto de Estudos sobre a Geologia Introdutória (PEGI) do Instituto de Geociências da Univ. Estadual de Campinas (IG-UNICAMP). O primeiro trabalho a desenvolvê-la foi o de Paschoale (1984a), onde o "fazer Geologia" foi conceituado como: "a concretização entre a teoria e prática em Geologia", constituindo-se no "método geral de conhecer a Terra." (p.242). Para nós, sob a perspectiva educacional de formar professores, o fazer Geologia significa, de forma indissociável,

aprender e produzir conhecimentos, uma vez que não se pode separar o conhecimento dos procedimentos para sua obtenção. Por isso, o **fazer Geologia**, a partir de nossa concepção, procura deixar transparente a estrutura e a constituição interna da Geologia. Ou seja, o seu modo de se constituir como Ciência precisa ser praticado, pois os próprios procedimentos da Ciência geológica são tomados como métodos de ensino -sem assumir uma identidade entre eles- para a assimilação deste conhecimento.

Devido às peculiaridades da Geologia, até aqui demonstradas, optamos, desde o início da experiência de Santo André, por incluir as atividades de campo como básicas para seu aprendizado mais efetivo. A partir desta postura, surgiu uma outra inquietação: ensinar o **fazer Geologia** no campo seria capaz de facilitar a apreensão do conhecimento geológico ?

A concepção de campo está voltada para o ensino de Geologia, sendo também mais abrangente do que normalmente os geólogos entendem por campo. Desse modo, reelaborando a definição de Compiani & Gonçalves (1987), campo são as atividades voltadas para ensinar o **fazer Geologia**, inseridas num amplo e complexo processo de obtenção de informações na natureza, que potencialmente podem inter-relacionar o meio-ambiente, a Geologia e a sociedade. Sob o ponto de vista do ensino de Ciências, no 1º grau, a observação da natureza significa o contato com os objetos e fenômenos concretos e as excursões ou trabalhos de campo, como recurso didático, são familiarmente conhecidas como estudos de observações da natureza.

As inquietações decorrentes dessa prática transformaram-se em objetivos a serem alcançados. O amadurecimento de tais inquietações contribuiu para o estabelecimento dos objetivos desta dissertação, que expomos a seguir:

Elaborar as diretrizes gerais para o ensino/aprendizagem de Geologia visando a formação de professores de Ciências para o 1º grau, com ênfase no campo, implicando:

- investigar os métodos e princípios da Geologia relevantes para o ensino de Ciências no 1º grau;
- discutir a contribuição do fazer Geologia para a aquisição do método científico no ensino de Ciências no 1º grau;
- contribuir com um conhecimento geológico crítico, atual e historicamente contextualizado, envolvendo, conseqüentemente, preocupações sociais e ambientais;
- contribuir para a inovação da metodologia do ensino de Ciências no 1º grau mediante uma experiência de ensino de Geologia com ênfase no campo.

Podemos constatar, a partir do que foi dito, que esta dissertação nasceu das inquietações decorrentes da prática docente e caminhou para a busca teórica, uma vez que a elaboração das diretrizes gerais de uma nova proposta e suas implicações por ela acarretadas, necessita de um aprofundamento teórico.

Para que possamos discutir o problema nos termos propostos, optamos por desenvolver o trabalho em cinco capítulos, além dos anexos.

No primeiro capítulo é relatada e discutida a prática docente que originou a dissertação. Trata-se de uma primeira reflexão da experiência realizada. Uma breve avaliação da prática aponta novas inquietações que serão discutidas nos capítulos 2 e 3.

No segundo capítulo aspiramos uma reflexão teórica que cumpre duplo papel: de um lado, busca explicitar o referencial teórico implícito na "prática docente" descrita no capítulo 1, servindo de fundamentação da prática de ensino e aprendizagem realizada; de outro lado, procura estabelecer uma série de premissas teóricas

que serão base para o aprofundamento do **fazer Geologia** no capítulo 3, estruturando, assim, uma dissertação que transcenda a prática anterior, examinada a partir da elaboração dos elementos norteadores da futura proposta exposta no capítulo 5.

No terceiro capítulo vamos aprofundar o **fazer Geologia** a partir de três aspectos: o epistemológico, o metodológico e o psico-pedagógico. Nesses três aspectos, a nível da teoria do conhecimento e da teoria da Geologia, pretendemos, na medida do possível, esclarecer o **fazer Geologia** através do confronto entre concepções diferentes.

No quarto capítulo, com base em aspectos das teorias de ensino/aprendizagem, vamos procurar um método didático que expresse a interação destas teorias com o ensino do **fazer Geologia**.

No quinto capítulo, com base na experiência relatada no capítulo 1 e nas reflexões teóricas dos capítulos 2, 3 e 4, são elaboradas as linhas gerais de uma proposta de ensino de Geologia para formar professores habilitados para o ensino de Ciências no 1º grau (5ª a 8ª séries). Este capítulo é decorrente do estabelecimento de relações entre a teoria do conhecimento, a teoria da Geologia e a teoria de ensino.

No sexto capítulo são assinaladas algumas conclusões desse movimento reflexivo da dissertação: da prática à teoria, e desta última à prática.

1. A PRÁTICA DOCENTE COMO GERADORA DE INQUIETAÇÕES

Todo processo de conhecimento constitui uma operação trabalhosa, uma atividade ininterrupta. Toda prática educacional traz consigo as inquietações que a motivam: toda gama de experiências anteriores, as concepções adotadas, etc. Nesta dissertação pretendemos mostrar que, à medida que realizamos as atividades, já começamos a refletir sobre esta prática, o que gera novas inquietações e novas mudanças nas futuras atividades didáticas.

No presente trabalho partimos de duas experiências anteriores: as excursões realizadas pelo Centro Acadêmico dos alunos do curso de Geologia da Universidade Estadual de São Paulo -USP (Centro Paulista de Estudos Geológicos -CEPEGE) e as excursões constitutivas da disciplina "Elementos de Geologia", da Faculdade de Filosofia Ciência e Letras de Santo André (FFCL). O centro desta pesquisa será esta disciplina e as suas excursões, que serão as primeiras fontes de inquietação de nossa dissertação.

Neste capítulo vamos discutir a nossa prática docente. Para facilitar o entendimento da mesma iniciaremos com as bases práticas e teóricas existentes, isto é, a experiência do CEPEGE e o enfoque de Geociências para disciplinas de Geologia Introdutória no 3o grau. Feito isso, passaremos a descrever e analisar a experiência da FFCL de Santo André, priorizando a excursão didático-geológica realizada em seus aspectos principais: os princípios, as idéias e a metodologia de ensino desenvolvida. Por fim, mostraremos que uma breve avaliação da prática gerou novas inquietações para serem resolvidas, constituindo, assim, o germe das diretrizes gerais para uma nova proposta. E são essas inquietações, apontadas no fim deste capítulo, que balizam as necessidades do aprofundamento teórico que faremos nos capítulos 2 e 3.

1.1 AS BASES PRÁTICAS E TEÓRICAS EXISTENTES

Uma prática de cinco anos com as excursões didático-geológicas no CEPEGE, um arcabouço teórico incipiente sobre essa experiência e noções teóricas do enfoque de Geociências para disciplinas de Geologia Introdutória no 3º grau foram as bases de sustentação da prática docente na FFCL de Santo André.

1.1.1 UM BREVE HISTÓRICO DA EXPERIÊNCIA DO CEPEGE

A partir de 1972 os alunos do curso de Geologia da USP passaram a organizar anualmente uma excursão de um dia para os "calouros", no início das aulas, dentro da programação de "trote". A excursão sempre foi realizada no bairro de Perus, na cidade de São Paulo, região onde várias pedreiras exploram caulim, feldspato (para cerâmica, porcelana, etc.) e pedra britada (para construção civil). O roteiro da excursão pode ser visto no anexo 1 deste trabalho.

Os objetivos da excursão eram o de confraternização entre os alunos ("veteranos" e "calouros"), motivação do aluno recém chegado para a Geologia, crítica à falta de atividades de campo nos primeiros anos do curso e demonstração do árduo trabalho do geólogo no campo. Embora não explicitamente, a importância do campo já se revelava.

A prática dos "veteranos" era no sentido de descrever e identificar os minerais, algumas texturas e estruturas. Após estas observações, os "veteranos" relacionavam o observado com a explicação da gênese dos processos geológicos da região.

Se adotarmos as definições sobre os papéis das atividades de campo no ensino, de Carneiro & Campanha (1979) e de Fernandes et alii

(1981), veremos que a excursão do CEPEGE era ilustrativa e motivadora. Ilustrativa, porque pretendia mostrar, no campo, conceitos teóricos já formulados; motivadora, porque procurava despertar no ingressante o interesse e a expectativa pela Geologia. Para nós, a excursão tinha também um pequeno componente descritivo, que diferia da conceituação de ilustrativa, pois, em alguns dos afloramentos selecionados, o método indutivo foi praticado parcialmente, isto é, foram feitas observações, descrições e classificações no sentido de melhor generalizar os fenômenos aproximando-os dos conceitos teóricos já formulados.

Ora, como não existia, por parte da maioria dos "veteranos", uma preocupação com a concepção de Ciência e educação que estava sendo discutida na excursão, estes difundiam a Ciência como saber sistematizado e acabado, e o ensino como a transmissão desse saber. Tal postura decorria do fato da ênfase na excursão ser ilustrativa, algumas vezes descritiva, com o centro das informações no "veterano", não ocorrendo uma aprendizagem participativa por parte do "calouro" com atividades de campo geradoras de problemas (conforme definição de Carneiro & Campanha (1979) e de Fernandes et alii (1981)) que envolvem a observação, interpretação, descrição, coleta de dados, elaboração e discussão de hipóteses, formulação de explicações históricas, etc.

A excursão do CEPEGE, na verdade, seguia, de um modo geral, as mesmas concepções informativas (tradicionais) de ensino e de Ciência vigentes no curso de Geologia e presentes na maioria de suas excursões. Na busca de concepções de trabalhos de campo com um enfoque formativo, que servisse de alternativa ao ensino tradicional e suas respectivas excursões, surgiu um grupo de alunos organizados no CEPEGE (onde pode-se, dizer éramos os principais formuladores) que, com a colaboração de alguns professores e pós-graduandos do

Instituto de Geociências da USP, iniciou a elaboração de uma nova visão da prática didática nas atividades de campo através das excursões do CEPEGE.

Essa mudança ocorreu a partir de 1978, quando houve uma sensível alteração na estrutura e direcionamento da excursão. Durante cinco anos, de 1978 a 1982, essa experiência foi executada com os alunos ingressantes no curso de Geologia-USP, como parte das atividades do "trote" do CEPEGE. (Vide Paschoale et alii 1978 e Compiani & Gonçalves, 1984)

A nova estrutura da excursão está refletida no roteiro do aluno (ver anexo 2). O mesmo apresenta: Introdução, onde são assinalados os objetivos gerais; Sobre a região, fornecendo uma visão genérica acêrca da geologia local; Objetivos, que são específicos e deles decorrem atividades organizadas em ordem crescente de complexidade a serem realizadas pelos alunos; Atividades, onde são relacionadas as questões que os alunos têm que resolver, originadas pelos objetivos e organizadas em termos de dinâmica individual, pequenos grupos e debate geral.

Os objetivos e as atividades estão organizados em três níveis, ou estágios progressivos de aprendizagem, muito semelhantes aos adotados em disciplinas de Geologia Introdutória por um grupo de professores do IG/USP. (veja esquema 1 na pág. 15) Tais estágios que estão descritos nos trabalhos de Amaral et alii (1978), Amaral (1981) e Paschoale (1983a) são os seguintes: a) aquisição de informações; b) compreensão, aplicação e análise das informações; c) síntese e crítica do conhecimento.

A nova estrutura assinala a preocupação, até então inexistente, com uma aprendizagem participativa por parte dos "calouros", com uma visão metodológica na formulação de objetivos e atividades, partindo de níveis mais simples para atingir os mais complexos,

respeitando as fases de aprendizagem dos alunos. A título de exemplo, eis o pressuposto geral constante do item "Introdução" no roteiro de aluno:

"Nesta excursão propomos uma abordagem diferente ! cremos ser possível adotar uma linha que enfatize um método de trabalho interpretativo ao nível de afloramento, mesmo para alunos do primeiro ano; ou seja, como podemos -diante da situação real de campo, onde dispomos apenas de um quadro parcial de feições registradas nas rochas, conseqüentes de transformações que há muito ocorreram, ou estão muito lentamente ocorrendo- correlacionar as poucas evidências de que dispomos para reconstruir a seqüência de eventos que ocorreram naquele local ?" (anexo 2)

Outra preocupação marcou as experiências desde o início: como desenvolver os princípios básicos da Geologia num processo dinâmico de observação, interpretação, em escala de afloramento ?

Este questionamento refletia uma atenção aos procedimentos científicos da Geologia com conseqüências para a metodologia de ensino, valorizando os processos de aquisição do saber e os conhecimentos construídos, em detrimento da ênfase na transmissão de conteúdos.

Por isso, antes da excursão, havia uma aula preparatória "As Transformações Terrestres" (trata-se de uma aula baseada na 1ª atividade da disciplina "Introdução a Geociências" do curso de Geologia/USP -Amaral, 1978), cujos objetivos são: reconhecer as transformações que ocorrem no tempo e espaço, imperceptíveis aos nossos sentidos; discutir os conceitos de observação, interpretação, evidência e prova.

Na experiência de Perus optamos também por levar os alunos a resolver um determinado problema. Os alunos exercitam os métodos de observação direta na procura de informações e, com alguns princípios da Geologia, elaboram hipóteses explicativas para o afloramento em discussão. Os próprios alunos buscam e organizam seus dados e conclusões baseados no roteiro, sendo guiados pelo coordenador somente no início. Desse modo tendiam a ficar mais claras para o aluno as limitações e a relatividade das observações e interpretações.

Facilitamos a conscientização de que o conhecimento não é um produto acabado e sistematizado, mas algo produzido com dados incompletos através de discussões, conflitos e contradições.

O aprofundamento e detalhamento das discussões preparatórias à excursão, todos os anos, entre os "veteranos", gerou melhoramentos nas atividades propostas e a elaboração de um guia do monitor (2) (CEPEGE, 1982b), que detalha aos "veteranos" coordenadores os pressupostos da excursão. A estrutura básica da excursão -a opção por uma atividade de campo investigativa e geradora de conhecimento- foi aperfeiçoada até 1982.

A estrutura da excursão foi montada, também, para questionar uma visão muito forte entre vários professores de Geologia: não é possível fazer excursões geológicas sem que os alunos tenham um bom arcabouço desta Ciência ! Muitos professores de Geologia, baseados em concepções tradicionais de Ciência como conhecimentos sistematizados e acabados, jamais poderiam levar seus alunos para construir o conhecimento durante a própria atividade de campo. Para tais professores, não se deve fazer excursões nos primeiros anos do curso, porque consideram que os alunos ainda não têm um arcabouço mínimo de conhecimentos e técnicas geológicas para tal; quando muito aceitam excursões meramente ilustrativas para iniciantes, deixando os trabalhos de campo mais "interpretativos" para o final do curso. Em outras palavras, não aceitam a concepção de Ciência como um sistema de investigação em contínua construção de repertórios, o conhecimento como um processo.

(2)O termo monitor talvez não seja o mais adequado, já que todos eram alunos de Geologia, apenas existiam alguns coordenadores, isto é, "veteranos", com mais conhecimento, que participavam da experiência desde o seu início e que orientavam os mais novos a coordenarem os trabalhos de campo com os "calouros".

NIVEIS DE APRENDIZAGEM		
Introdução	Aula: "Transformações Terrestres" Orientação geral: Introdução e Sobre a região	
	ATIVIDADES (dinâmica)	OBJETIVOS
Aquisição de informações	Individual	1.Reconhecer os materiais presentes 2.Reconhecer o modo como estes materiais se associam 3.Reconhecer o modo como estes materiais se dispõem 6.Reconhecer os diferentes tipos de contatos entre os materiais presentes 9.Reconhecer o princípio de interseção de estruturas e corpos geológicos
Compreensão análise e aplicação da informação	Pequenos grupos	4.Reconhecer a importância das observações geológicas em diferentes escalas 5.Reconhecer os conceitos de homogeneidade e heterogeneidade dos materiais presentes 7.Estabelecer os diferentes critérios para a definição dos corpos geológicos 8.Discutir a implicação do conceito de escala para a definição de corpos geológicos, do seu caráter homogêneo ou heterogeneo e seu limites
Síntese e crítica do conhecimento	Pequenos grupos e debate geral	8.Discutir a implicação do conceito de escala para a definição de corpos geológicos, do seu caráter homogêneo ou heterogeneo e seus limites 10.Aplicar os princípios de intersecção para o estabelecimento da sequencia de eventos ocorridos em escala de afloramento

É função da dissertação aprofundar as duas últimas afirmações voltadas para o ensino de Geologia e, com isso, responder à visão tradicional muito enraizada em vários professores. Desse modo, esperamos amadurecer, também, uma premissa chave para este trabalho: o aprendizado de Geologia se alcança através das especificidades de sua prática científica.

1.1.2 O ENFOQUE DE GEOCIÊNCIAS

A experiência na FFCL de Santo André tinha como base teórica o enfoque de Geociências para as disciplinas "Geologia Introdutória" e "Geologia Geral" ou "Elementos de Geologia", no 3º grau. Enfoque este baseado no livro "Investigando a Terra", que é uma adaptação brasileira do projeto americano "Earth Science Curriculum Project" (ESCP, 1980). A adaptação feita por Negrão (1981), em uso na FFCL de Santo André, é a mais fiel às concepções do ESCP; e é justamente a partir desta experiência que iniciamos a nossa prática (3). Vamos, resumidamente, dar uma idéia do enfoque de Geociências.

A explicitação do enfoque de Geociências pode ser encontrada na "Introdução" do livro-guia do professor, na adaptação do ESCP (1980), através do item "Por que ensinar Geociências?". A seguir transcrevemos alguns trechos do referido item:

(3) Já a adaptação feita na disciplina "Geologia Geral", desenvolvida no IG-USP, entre 1973 e 1977 (quando o trabalho foi suspenso), apresenta várias inovações que podem ser entendidas com o relato da mesma pelo seu coordenador, Amaral (1981). Outra prática teve continuidade no curso de Engenharia Civil da FEL-UNICAMP (em Limeira), onde novos avanços teóricos foram alcançados. Aspectos do relato deste experimento podem ser vistos no artigo do seu organizador, Paschoale (1983a). Muitos dos avanços destas duas últimas propostas foram incorporados em nossa prática e nesta dissertação. Além destas adaptações, podem-se ver as idéias principais de outro autor, Avanzo (1974), que trabalhou também com o livro "Investigando a Terra".

"O projeto Investigando a Terra se destina a um curso integrado, interdisciplinar de Ciências e em sua elaboração foram observados vários critérios, dentre os quais um estreito relacionamento do aluno com o meio natural em que vive, a Terra.

Ensinar Ciências através de um estudo do meio em que vive o homem é um procedimento que traz uma série de vantagens, entre as quais a possibilidade de uma unificação, uma inter-relação que inclua tudo que houver sobre o assunto. (...) Matéria, energia, espaço e tempo são colocados em foco através de um estudo centralizado na pesquisa do meio em que o estudante vive na Terra. Tal esquema engloba e correlaciona todas as Ciências. (...) A Astronomia, a Geologia, a Geografia, a Oceanografia e a Meteorologia constituem as partes principais das Geociências. (...) e muitos outros ramos das Geociências se beneficiam da sua incorporação num curso que os relaciona com o mundo real e ênfatiza mais suas semelhanças que suas diferenças." (p.1, grifo nosso)

Ficam bastante claras, nesta citação, algumas semelhanças entre a proposta do ESCP e os pressupostos dos "Estudos do Meio". De acordo com Balzan (1978), em seu artigo "Estudo do Meio", a inclusão destes estudos apontam para "a aceitação da unidade da natureza e da unidade da cultura, as quais freqüentemente fragmentamos devido à nossa incapacidade de apreendê-las em conjunto." (p.115) O ESCP busca tal unidade, a integração, a interdisciplinaridade das Ciências através de um livro-curso (4), onde o agente de ligação é a própria Terra. Para isso, procura as idéias recorrentes, as semelhanças presentes em todas as Ciências e, principalmente, no âmbito das Geociências. Justamente porque busca "as Geociências", não está preocupado em enfatizar as especificidades da Geologia, da Meteorologia, etc.

Aqui temos um aspecto importante a ressaltar: "Investigando a Terra", justamente por procurar as semelhanças entre as Ciências,

(4) O ESCP é rigoroso na concepção de livro-curso produzindo dois livros: um livro do aluno e um do professor, com a mesma seqüência de capítulos, atividades e questões. O guia do professor foi concebido para ser complemento do livro do aluno e um manual de auto-aprendizagem do professor. Além disso, correlacionada com estas atividades existe uma série de materiais didáticos elaborados que pressupõem uma aplicação totalmente orientada pelos recursos de ensino produzidos, pois ele é a expressão dos projetos de ensino elaborados nas décadas de 50 e 60 nos EUA.

não poderia estruturar o seu conteúdo pelos diversos objetos de estudo destas Ciências da Terra. Isso faz com que ele se aproxime dos livros tradicionais de Geologia que se apresentam estruturados conforme o objeto de investigação da Geologia: a Terra, suas camadas, seus processos e produtos. Somente estruturando-se pelo meio natural em que vive o homem (a Terra), o livro poderia buscar a unidade, a integração de Ciências com objetos de estudo tão distintos.

Outro pressuposto básico dos estudos do meio, que aliás é o mesmo de toda uma corrente pedagógica que enfatiza a aprendizagem através da descoberta, é o ensino pela vivência do aluno da prática científica. Esse é o aspecto inovador de "Investigando a Terra": ele incorpora o raciocínio científico à própria exposição do conteúdo, constituindo um dos rigores da sua proposta de livro-curso (veja Paschoale, 1983a). Mas, por outro lado, a busca de uma interdisciplinaridade a nível de um livro-curso também só será possível, com a existência de uma metodologia científica comum, com a aceitação de uma metodologia geral, transferível de um domínio à outro, independente de um conteúdo específico. Por isso, acabam menosprezados conteúdos e objetos de estudos distintos entre as Ciências da Terra que procura unificar.

Cunha (1986), com base em Amaral (1981a) e nos seus estudos sobre as obras de Geologia Introdutória mais utilizadas no país, conclui:

"a diferenciação entre o tratamento fornecido pelas obras de Geologia e Geociências se verifica através da importância conferida ao papel desempenhado pela crosta em relação às demais esferas de materiais terrestres. Assim, as obras de Geologia priorizam a crosta, e as de Geociências fornecem importância um pouco maior para as outras esferas, apesar de darem tratamento relevante para a crosta." (p.13)

Para nós, a procura da interdisciplinaridade das Ciências da Terra, estruturadas em torno do objeto de investigação e a incorporação da metodologia científica comum no livro-curso, é a principal diferença

deste livro de Geociências ("Investigando a Terra") em relação aos demais de Geologia tradicional. Por buscar esta integração das Ciências da Terra, o ESCP trata com mais importância as demais esferas terrestres (hidrosfera, atmosfera, biosfera) em relação às esferas internas (crosta, manto, núcleo) comparativamente aos livros de Geologia que priorizam um pouco mais as esferas internas e, dentre estas, a crosta.

Acreditamos que tenha ficado claro o enfoque de Geociências, uma vez que "Investigando a Terra" é um exemplo típico do mesmo. Além disso, o ESCP é a própria expressão dos projetos de ensino que foram adaptados dos Estados Unidos e aplicados no Brasil nos anos 60 e 70. Nossa proposta não se configura como um projeto de ensino, mas sim como alternativa metodológica para uma disciplina de conhecimento específico.

Devido às discussões do PEGI-UNICAMP, a outros estudos, e à própria experiência em andamento, nos dois últimos anos de sua realização (1983 e 1984) começamos a implementar o enfoque de Geologia, e não de Geociências, em nossa prática docente.

1.2 A EXPERIÊNCIA DE SANTO ANDRÉ

Relataremos, agora, a experiência realizada com as turmas de 2º ano, entre 1982 a 1984, na disciplina "Elementos de Geologia", do curso noturno de licenciatura curta em Ciências na FFCL de Santo André. O curso se desenvolve em dois anos, licenciando, ao seu final, professores de Ciências de 5ª a 8ª séries do 1º grau. Muitos, depois, seguem as habilitações em Biologia, Química ou Física, para ministrá-las, também, no 2º grau. Saem, apesar dos dois diplomas, mal formados com relação às disciplinas que estão autorizados a

ministrar tanto no 1º, quanto no 2º grau.

Antes de falarmos da excursão didático-geológica propriamente dita, vamos indicar alguns pontos importantes sobre a disciplina "Elementos de Geologia". Sem isso, seria impossível um entendimento mais completo da experiência e das inquietações por ela originadas.

A disciplina "Elementos de Geologia" é voltada para a formação dos professores de Ciências anteriormente mencionados. Normalmente, nas licenciaturas curtas de Ciências, a disciplina apresenta a carga horária mínima obrigatória, isto é, 60 horas-aula. Na FFCL de Santo André são 240 h (mesma carga horária de outras Ciências) divididas em 3 aulas semanais de 40 min no 1º ano e 5 aulas no 2º ano (o curso na FFCL de Santo André é anual).

Tal disciplina havia sido organizada pelo professor O.B.M. Negrão (1981) sendo oferecida já há alguns anos. Em 1982 foi introduzida, sob nossa responsabilidade, a experiência em estudo para os alunos do 2º ano do curso. O programa do 1º ano, ministrado por um professor assistente, manteve-se idêntico ao formulado pelo professor Negrão.

A disciplina elaborada por esse professor tinha um enfoque de Geociências que visava a integração e interdisciplinaridade das Ciências da Terra e a aprendizagem pela vivência científica. Enfoque este, baseado no livro-texto "Investigando a Terra", cujos objetivos gerais (5) são os seguintes: Ciência como pesquisa; compreensão de escala; previsão; universalidade das transformações; fluxo e conservação de energia no Universo; adaptação às transformações ambientais; sistemas terrestres no espaço e no tempo; e uniformidade dos processos: uma chave para interpretar o passado. A estes objetivos aquele professor acrescentou a influência do homem no ambiente; e nós, apoiados em Amaral (1981),

(5) Os objetivos gerais da disciplina são praticamente os temas unificadores do ESCP.

acrescentamos os recursos naturais e seu exaurimento (vide anexo 3).

O 1º ano da disciplina apresentava o seguinte conteúdo programático: prólogo; a Terra em transformação; os materiais terrestres e fluxos de energia. No 2º ano o conteúdo programático adquiriu a seguinte configuração: escalas e modelos; o interior da Terra; a circulação atmosférica; o ciclo hidrológico; energia, umidade e clima; intemperismo e erosão; o ciclo das rochas; formação de montanhas; o tempo geológico; e o estudo do passado da Terra.

Com as afirmações anteriores, queremos frisar que a experiência a ser relatada foi baseada nas modificações feitas somente no 2º ano da disciplina "Elementos de Geologia". Sem dúvida, poderíamos também ter feito várias modificações no 1º ano, a partir das realizadas com o 2º ano. As modificações implementadas no 2º ano foram influenciadas pelos "Guias Metodológicos de Aprendizagem de Geologia Geral" (Amaral et alii 1978), bem como pelas experiências de Paschoale (1983a) e pelas discussões ocorridas no PEGI-IG/UNICAMP. As alterações visavam a construir um enfoque geológico para a disciplina "Elementos de Geologia", distinto do enfoque de Geociências até então adotado. Nesta visão se insere o aspecto mais original e criativo das reformulações: as atividades de campo nas licenciaturas em Ciências. Acreditamos que, além de serem originais, as atividades de campo introduzem aspectos epistemológicos e metodológicos fundamentais para o ensino de Geologia Introdutória. Este é o problema central que pretendemos esmiuçar ao longo da dissertação.

1.2.1 A EXCURSÃO DIDÁTICO-GEOLÓGICA

Primeiramente vamos assinalar as diferenças entre a excursão de Santo André e a do CEPEGE. A experiência se inseria, agora, em um

outro contexto, era uma parte da disciplina "Elementos de Geologia" voltada para formar professores de Ciências. Uma parte que constituía, sem dúvida, o "charme" da disciplina. Diferentemente da Geologia/USP, onde a excursão era introdutória, aqui ela era finalizadora, a síntese da disciplina. No CEPEGE tal excursão tinha duas características básicas: responder aos professores que não acreditavam em trabalhos de campo interpretativos sem um arcabouço geológico razoavelmente desenvolvido, e criticar o ensino e as excursões "tradicionais", buscando elaborar uma excursão alternativa com enfoque formativo. Em Santo André, devido às dificuldades de interação com o professor assistente do 1º ano, não concretizamos nosso objetivo de realizar duas excursões. Uma, no 1º ano, com caráter didático de introdução da prática científica geológica e geradora de vários problemas a serem enfrentados durante os dois anos de disciplina; outra, sintetizando a matéria. Na impossibilidade de trabalharmos com o 1º ano, optamos pela realização de uma excursão finalizadora da disciplina no 2º ano, devido às melhores condições de trabalhar com nossas concepções de fazer Geologia com ênfase no campo e com o **Atualismo** (6), já que vários processos naturais atuais seriam aprofundados previamente, no transcorrer da disciplina.

A excursão didática, com duração de um dia (vide o anexo 4), era realizada dentro do último tema do programa: "o estudo do passado da Terra". Antes do trabalho de campo, neste mesmo tema, havia um estudo sobre os tipos de registros encontrados nas rochas e a elaboração de seqüências de eventos com modelos simulados. Após a excursão, finalizando o desenvolvimento do tema e a matéria, ocorria um debate sobre o paleo-ambiente e paleo-clima da região visitada. A excursão tinha como objetivos gerais introduzir o

(6) O **Atualismo** é o princípio metodológico da prática científica do geólogo e será aprofundado no capítulo 3.

aluno nas especificidades da prática científica do geólogo, ou seja, trabalhar com a possibilidade de reconstrução do passado da Terra através da Geologia, além de desenvolver seus princípios e métodos básicos em um processo dinâmico de observação e interpretação em escala de afloramento (Vide Compiani & Gonçalves, 1984a).

Para que estes objetivos fossem atingidos, foi escolhida uma região didaticamente interessante do ponto de vista geológico. O porto de areia exposto no município de Itaquaquecetuba apresenta as características favoráveis que serão listadas a seguir. (o anexo 6 detalha a geologia da Formação Itaquaquecetuba que aflora neste porto). Em primeiro lugar, a presença de depósitos sedimentares facilita os trabalhos de reconstrução do passado da Terra, pois tais depósitos são ótimos para fixar os registros dos processos antigos; em segundo lugar, a presença de sedimentação moderna, semelhante à sedimentação passada, provocada pelo homem nos lagos de rejeitos da mineração, é fundamental para a prática do **Atualismo**; em terceiro lugar, as divergências persistentes sobre a idade e gênese da Formação; em quarto, a importância econômica do recurso mineral explorado; quinto, os problemas ambientais decorrentes desta exploração, mesmo que pouco trabalhados por nós, e em sexto, o número de trabalhos técnicos recentes sobre a região.

A estrutura da excursão de Itaquaquecetuba é bastante semelhante à de Perus, apresentando uma introdução seguida dos aspectos da região, objetivos e atividades, com a mesma estrutura já descrita no histórico da excursão do CEPEGE. Também os objetivos e atividades estão organizados em três níveis de aprendizagem progressivos, conforme podemos ver no esquema 2 na pág. 25.

1.2.1.1 OS PRINCÍPIOS E AS IDÉIAS DESENVOLVIDAS

Uma excursão finalizadora de disciplina de caráter formativo, jamais poderia deixar de trabalhar com os princípios, com a metodologia de produção científica e com os problemas conceituais inerentes à mesma. Neste contexto, a excursão de Itaquaquecetuba desenvolve os seguintes conceitos não hierarquizados e interdependentes: **Atualismo**; **escala de investigação**; **superposição e interseção de estruturas**; e **tempo e espaço geológico**.

Desde o início da experiência de Santo André era nossa intenção dar um grande destaque ao **Atualismo** nos trabalhos de campo. Construímos nosso primeiro roteiro (1982) acreditando que o objetivo acima seria contemplado. Após a primeira excursão, chegamos à conclusão de que só conseguimos trabalhar com a uniformidade dos processos (7). Somente após dois anos de experiências entendemos que a estrutura da excursão não era a mais adequada. Se quiséssemos destacar o **Atualismo**, o melhor modo de começarmos a excursão seria pela observação dos processos atuais e não pela descrição de registros dos processos do passado. A inversão é compreensível, na medida em que estávamos acostumados a justificar os conceitos vistos em sala de aula, por isso, nas duas experiências anteriores, havíamos começado pela descrição do já conhecido: as estruturas, as texturas e a mineralogia dos depósitos sedimentares da Formação Itaquaquecetuba, estudadas em algumas disciplinas durante o nosso curso de Geologia. Ora, iniciamos a terceira experiência desvendando as marcas, os registros que os processos atuais deixam, para posteriormente, de posse destas informações, pretender decifrar os

(7) É um princípio, uma afirmação de que os processos físicos e químicos têm se mantido, com variações de grau e intensidade, ao longo da história da Terra. Portanto, os próprios processos observados no presente são utilizados para desvendar o desenvolvimento do planeta.

NÍVEIS DE APRENDIZAGEM	
Introdução	Aula: "O estudo do passado da Terra" Orientação geral: Introdução e Sobre a região
	<div>ATIVIDADES (dinâmica)</div> <div>OBJETIVOS</div>
Aquisição de informações	<div>Individual</div> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reconhecer os mecanismos de erosão e sedimentação em micro-canais atuais 2. Reconhecer as interfaces (energética e mecânica) entre o embasamento e os sedimentos atuais 4. Reconhecer os minerais, fósseis e litologias presentes 5. Reconhecer estrutura e textura dos sedimentos 6. Reconhecer os diferentes tipos de contatos entre os materiais presentes 10. Reconhecer o princípio da superposição e intersecção de estruturas 12. Reconhecer o princípio de analogia do presente para o passado na reconstituição de processo geológico
Compreensão análise e aplicação de informação	<div>Pequenos grupos</div> <ol style="list-style-type: none"> 3. Relacionar granulometria, forma dos micro-canais com os mecanismos de erosão, sedimentação e a quantidade de energia do sistema 7. Relacionar as litologias presentes 8. Reconhecer a importância das observações geológicas em diferentes escalas 11. Aplicar o princípio da superposição e intersecção de estruturas para interpretar fenômenos geológicos 13. Discutir e aplicar o princípio de analogia do presente para o passado na reconstituição de processos geológicos em depósitos sedimentares 14. Relacionar as estruturas, a mineralogia e a textura com os mecanismos de erosão e sedimentação 15. Aplicar o princípio da analogia do presente para o passado na reconstituição do paleo-clima e do paleo-ambiente da região estudada
Síntese e crítica do conhecimento	<div>Debate Geral</div> <ol style="list-style-type: none"> 14. Relacionar as estruturas, a mineralogia e a textura com os mecanismos de erosão e sedimentação 15. Aplicar o princípio do atualismo para reconstituir o paleo-clima e o paleo-ambiente da região estudada 16. Reconhecer a importância do campo como fonte de conhecimento geológico e o próprio ensino de geologia

registros antigos. É esta última prática da excursão que passaremos a descrever agora.

O Atualismo

O **Atualismo** é um ponto de partida, um princípio metodológico marcante para a Geologia ("somente com o conhecimento do presente se estuda o passado"), um modo de transferir as informações sobre o presente para o passado, uma vez que não há outra maneira de reconstituir fenômenos históricos "irreversíveis, porque a extrapolação empírica dos processos do presente para o passado não pode ser comprovada.

De acordo com a prática da última excursão, no 1º afloramento os alunos são levados para perto de um lago de decantação do porto de areia. O canal de alimentação deste lago carrega uma quantidade de material muito superior à sua capacidade de transporte, e, ao longo deste canal estão se formando micro-canais anastomosados (entrelaçamento e ramificação dos micro-canais -fig. 4 do anexo 6). Com esses processos atuais são feitas várias experiências: comparar a energia de transporte e a deposição em relação às várias granulometrias dos sedimentos ao longo dos micro-canais; relacionar o tipo de depósito e a energia de deposição; verificar a dependência dos diferentes contatos (bruscos ou gradacionais) em relação aos processos erosivos ou deposicionais; relacionar o desnível energético e suas respectivas diferenças em termos de transporte, deposição e erosão entre a área fonte e o nível de base; relacionar a forma dos micro-canais com a energia do sistema. Além destas atividades "in loco", é realizada uma experiência com um modelo de sedimentação: uma garrafa com várias granulometrias é agitada e posta em repouso.

Após estas várias atividades, os alunos passam a estudar, no 2º afloramento, os registros dos micro-canaís que se formaram no passado recentíssimo (1 a 5 anos atrás) e ainda estão preservados. Nesta etapa solicita-se que eles descrevam as estruturas presentes, as formas dos canaís, os contatos, as texturas e a composição mineralógica. Depois destas atividades descritas os alunos fazem um perfil do local examinado e um esquema representativo dos micro-canaís.

Somente ao atingirem o afloramento 3 são observados, descritos e esquematizados os sedimentos da formação Itaquaquecetuba. Em primeiro lugar, os alunos trabalham com a escala de todo o afloramento para posteriormente detalhar suas observações em três feições (corpos geológicos) que estão sob seu alcance visual e manual. Após isso, para discutirem a energia de deposição, o tempo de transporte, a velocidade de deposição, a distância dos sedimentos à área fonte, de cada feição ou parte representativa do afloramento como um todo, são instigados a usarem todas as informações dos processos contemporâneos vistos anteriormente.

Em outras palavras, os alunos são questionados a respeito da possibilidade de os processos observados no presente explicarem as estruturas e litologias do passado. Através do exercício destas analogias monta-se uma concepção de transferência direta dos processos atuais para o passado, processo este que envolve a observação e interpretação dos processos atuais e seus registros, bem como a comparação com os registros de processos do passado. Tais formulações são apoiadas, normalmente, na geralmente não explícita uniformidade dos processos (procedimentos chamados por nós de **Atualismo** mais restrito).

Por fim, cabe aos alunos formular a seqüência histórica dos eventos do afloramento. Em sala de aula este conjunto de observações e interpretações será trabalhado com vistas ao debate

sobre o paleo-clima que teria dado origem a tais depósitos. Os alunos são divididos em grupos para defenderem pontos de vistas opostos: clima semi-árido X clima úmido. Escolhemos estes dois climas pela farta bibliografia disponível, todavia, na maioria dos debates realizados em salda de aula, têm surgido, com bons argumentos, outras explicações.

Se no início ocorria, de maneira mais freqüente, uma transferência de processos para o passado, a partir de sua observação no presente (no afloramento), o debate faz com que eles passem a adquirir a noção mais abrangente de **Atualismo**, encarado como a transferência de todo tipo de informações do presente para o passado. Devemos notar, neste momento, que a noção de transferência por analogia direta entre o presente e o passado (o que chamamos de **Atualismo** mais restrito) é superada. A capacidade de abstração, a memória e as experiências anteriores são aguçadas. Os alunos deixam de se apoiar somente nos dados da excursão para usarem todas as informações que possuem sobre Física, Química, Biologia, Geografia, Desenho, etc., no esforço de contrapor e elaborar as explanações históricas do paleo-clima. De tal forma que um modo de transferir informações sobre o presente para o passado começa a cristalizar-se.

Esta prática questiona, no mínimo, a uniformidade dos processos, criando as raízes para um conceito mais aprofundado e coerente: o **Atualismo**. Sobressai, na verdade, um método de construir a história do planeta e, com isso, a característica sintética da Geologia, que, potencialmente, pode utilizar toda e qualquer informação que outras áreas de saber possuam para auxiliar no melhor entendimento dos processos atuais e seus registros para desvendar os eventos passados e suas marcas.

Escala de investigação

Esta noção diz respeito, principalmente, à escala de representação, de observação e interpretação nas fases de aquisição de informações das atividades de campo. A escala de investigação é trabalhada através da descrição e representação dos materiais existentes no afloramento.

A compreensão de escala implica o aprendizado dos seguintes conceitos: conhecimento da litologia, das estruturas, texturas, conteúdo fossilífero e composição mineralógica. Por outro lado, a elaboração de tais conceitos depende, em última instância, do uso adequado, nas devidas escalas, das noções de homogeneidade, heterogeneidade e representatividade dos materiais observados. Em outras palavras, a relação dos cinco conceitos anteriores com a escala em que se está observando um material é indissolúvel.

No afloramento 2, os alunos trabalham com uma escala manuseável e micro-canais. Assim, são solicitados a descrever e a fazer um perfil dos micro-canais com base, sobretudo, nas observações das formas, das estruturas e dos contatos. Os alunos buscam as formas dos micro-canais, as estruturas que são mais representativas, observando a homogeneidade e a heterogeneidade dos materiais nesta escala. Ora, uma boa observação dos materiais facilita a procura dos possíveis contatos e sua classificação em bruscos, gradacionais, ou inclinados, etc. Após isso, é pedido que selecionem um local que sirva como uma boa amostragem do afloramento. Ocorre, então, um novo trabalho, mais refinado com as observações do afloramento.

Reforçando a discussão anterior, no afloramento 3, é solicitada a esquematização dos diferentes corpos geológicos presentes, na escala de parede, a uma certa distância. Como agora o trabalho se faz com a Formação Itaquaquecetuba, nessa escala é possível observar

duas novas características em relação à atividade anterior: as litologias e os fósseis. Na discussão da separação dos corpos existentes, o contato se revela como um dos critérios de maior importância. Feito isso, os alunos escolhem três feições descritas e passam a observá-las numa escala maior, onde os materiais são manuseáveis. Temos, agora, uma descrição em termos da composição mineralógica, granulometria, grau de seleção e grau de arredondamento dos sedimentos. Quando uma comparação destes esquemas com o realizado no começo da atividade é solicitada aos alunos, procuramos discutir as diferenças entre os esquemas e o grau variável de informações que cada uma das escalas de investigação oferece, assim como demonstrar que o limite das interpretações feitas por eles está diretamente ligado à escala empregada.

Por outro lado, a separação dos corpos geológicos depende também da gênese (mecanismos e processos) do depósito sedimentar, refletida nas litologias, estruturas e texturas do material observado. O aluno que melhor entender os processos atuais vistos no 1º afloramento terá melhores condições para separar os corpos geológicos.

Como todo trabalho é realizado a nível de afloramento, o aluno tende a perceber que certas questões não podem ser respondidas com os dados coletados, notando que deveria realizar perfis e mapear as áreas circunvizinhas para solucionar determinados problemas, isto é, percebe o limite do conhecimento na escala de afloramento.

Superposição e interseção de estruturas

Os princípios de superposição e interseção de estrutura são de grande utilidade na elaboração das seqüências históricas em Geologia. O princípio da superposição afirma que, em uma seqüência de camadas de rocha, a camada mais velha ocupa a base e a mais nova

o topo. O princípio da **interseção** atesta que a estrutura mais nova é aquela que está geometricamente cortando outras estruturas.

No afloramento 3, após terem diferenciado os corpos geológicos e montado os esquemas representativos do observado, os alunos são questionados sobre qual seria o corpo mais velho.

É comum, nesta fase, os alunos afirmarem que o material mais fino sotoposto é o mais novo e o grosseiro sobreposto é o mais velho. Porém, tão comum quanto esta afirmação é aquela que o sobreposto é o mais novo. Exploramos os dois argumentos para permitir uma conclusão mais duradoura.

Na verdade, esta discussão não é nada simples, pois, juntamente com a elaboração da seqüência de eventos do pacote sedimentar, vem à tona todo o aprendizado anterior sobre os mecanismos de formação (energia do meio de transporte, velocidade de transporte e deposição, condições de deposição, proximidade da área fonte, etc.) dos sedimentos. Por outro lado, tal discussão permite uma melhor fixação destes mecanismos.

A confirmação de que o conceito de **superposição e interseção** está formado é feita no último afloramento (4), onde se repete o processo de observação e interpretação e é reconstituída a história geológica do local.

Nesse afloramento, os alunos são colocados diante de um conjunto de falhas e lhes é solicitada a elaboração de um esquema com os corpos existentes. Através da observação das feições geométricas e contatos eles visualizam as camadas e a interseção. Feito isso, devem reconstituir a seqüência de eventos do local, apontando conseqüentemente, o momento em que as falhas se formaram. Somente com o conceito de **superposição** e de mecanismos de sedimentação já organizado, é possível aos estudantes concluir que a falha necessariamente é posterior à deposição no afloramento. Apenas com a

observação das feições geométricas é muito difícil a formulação do princípio da interseção. Seguindo o processo exposto, os alunos acabam por fixar o conceito de superposição e formular o novo conceito de interseção.

Nas discussões realizadas ao longo dos três anos de experiência, um fator determinante na seqüenciação de pacotes sedimentares não foi enfocado: os dobramentos. Isto ocorreu porque o pacote sedimentar da região não está dobrado. Mas, de alguma maneira, a questão deveria ter sido apresentada para discussão, pois as dobras, como se sabe, podem inverter tudo: uma camada de base se visualiza no topo e vice-versa. Ou seja, mesmo um princípio aparentemente simples, como é o da superposição de camadas, pode apresentar complicações decorrentes da configuração da região observada.

Tempo e espaço geológico

As escalas de tempo e espaço em que os fenômenos naturais são tratados, segundo a ótica geológica, são extremamente peculiares e estranhas à experiência humana, em virtude de se situarem, em geral, fora dos limites de percepção direta pelos sentidos do homem.

Antes da excursão, a aula "O estudo do passado da Terra" constitui uma introdução às atividades de campo, tendo como objetivos: reconhecer os principais registros geológicos e as idéias e princípios aplicados numa reconstituição de eventos geológicos. Neste momento são examinados a datação relativa dos eventos geológicos, os princípios de superposição, correlação e o Atualismo.

O tempo geológico em sua escala absoluta não é trabalhado na experiência, preferimos utilizar a escala relativa como básica para as seqüências históricas feitas dos eventos geológicos nos afloramentos, correlacionando e ordenando um evento em relação a outro

pela suposta idade dos dois eventos. Tanto no afloramento 3 (parte C) como no afloramento 4, quando é solicitada a seqüência histórica de eventos, os alunos se apoiam na escala de tempo relativa.

Outra noção importante é a do tempo presente dos processos atuais, ou tempo instantâneo se comparado com o geológico. Neste caso, por exemplo, no afloramento 1, os alunos trabalham, principalmente, por contigüidade (8), observando as transformações e seus registros. Em contrapartida, para a elaboração da história dos eventos passados, necessitam do tempo geológico (gigantesco) e das operações de similaridade para realizarem a transferência de informações do presente para o passado.

Durante a experiência a formulação de esquemas representativos dos afloramentos é exaustivamente trabalhada. A mesma abrange três tipos de operações: o trabalho com a (des)continuidade espacial horizontal e vertical das feições geométricas (estruturas, texturas), a representação do afloramento de três dimensões para duas (papel), e a redução do tamanho envolvido na esquematização (do real para o papel). Ora, no afloramento 2, quando se pede a elaboração de um perfil representativo dos eventos -do mais velho para o mais novo, da parte inferior para a superior do papel, está em jogo o tempo relativo e a noção espacial (vertical e horizontal), uma vez que os alunos têm que procurar e relacionar as (des)continuidades horizontais das estruturas e texturas observadas no afloramento, para representá-las verticalmente no papel.

Na excursão não é feito nenhum exercício de correlação (os métodos de correlação são de grande importância na Geologia e serão discutidos no aspecto metodológico do fazer Geologia) entre perfis dos afloramentos, o que reforçaria a capacidade de abstração da (des)continuidade espacial horizontal e vertical. Foram também restringi-

(8) Operações lineares com os fenômenos em ordem de seqüência antecedente-conseqüente.

dos os exercícios com escalas de espaço no afloramento, não envolvem do as regiões circunvizinhas, etc.

1.2.1.2 O DESENVOLVIMENTO DA METODOLOGIA DO ENSINO

Talvez o melhor caminho para começar uma excursão seja o de procurar responder que tipo de papel tem a atividade de campo em sua disciplina. Em se tratando de Geologia, a mesma será orientada para executar uma habilidade técnica, ou reconhecer fósseis, minerais, estruturas ? Servirá para motivar o aluno a estudar determinado tema ? Deverá ilustrar os vários conceitos vistos nas aulas em sala ? Será orientadora para que o aluno resolva (ou proponha) um problema ?

Na experiência aqui relatada optamos por levar os alunos a resolverem um determinado problema. Organizamos toda a estrutura da excursão de modo que, durante todo o trabalho no campo, procuramos incentivar os alunos a construir a história geológica do afloramento, com suas observações e interpretações. Desse modo, os próprios alunos, questionando os dados coletados, irão buscar a resolução dos problemas propostos.

Assim, tendem a ficar mais claras para o aluno a limitação e relatividade das observações e interpretações. Todas as conclusões apresentadas por um aluno podem ser questionadas por outro, adquirindo-se, desta forma, a capacidade para discutir os temas com a consciência de que o conhecimento não é um produto acabado.

A atividade de campo ilustrativa, ao contrário desta que podemos chamar de investigativa, serve para reforçar os conceitos, ou aplicar habilidades adquiridas em sala de aula. Nessa visão aprende-se Ciência informando-se sobre seu repertório. Deste modo, tende-se a

afirmar e reforçar o conhecimento como produto acabado e inquestionável. Sem dúvida as excursões descritivas são mais "interpretativas", mas pecam porque não passam dos métodos indutivos e afirmação da uniformidade dos processos, desvalorizando os métodos histórico-comparativos (serão discutidos no capítulo 3) e o **Atualismo**, que são utilizados de maneira peculiar por esta Ciência.

A identificação desta dualidade fez com que optássemos por uma atividade de campo investigativa, crítica e construtora de conhecimentos. (9) Tendemos a aproximar, portanto, o aluno das condições do dia-a-dia dos geólogos. Aqui a Ciência é um fazer, uma atividade humana ininterrupta de construção de repertório. Assim, valoriza-se a Ciência como um sistema de investigação.

A atitude do professor e dos monitores (10) está em consonância com o grau de participação dos alunos nas atividades, ao estágio e ao ritmo de aprendizagem dos mesmos, bem como às motivações e os interesses pessoais. Por isso, a clareza das articulações entre objetivos e atividades é fundamental para o professor e para os monitores que coordenam os procedimentos de campo. O "roteiro do monitor" (anexo 5) foi idealizado com essa intenção.

O professor dá o ponto de partida ao apresentar o problema inicial, elemento primordial da aprendizagem. O seguinte passo, a aquisição de informações, enfatiza mais especificamente os métodos de investigação direta, as observações e interpretações em diferentes escalas, bem como toda e qualquer experiência com os processos atuais. Nesta etapa, as atividades são direcionadas pelos monitores e pelo professor, para que os alunos detenham-se nos procedimentos propostos, e não em fatos dispersos.

(9) Definição praticamente idêntica a de Silva et alii (1981) e Paschoale (1984), que apontaram as atividades de campo como **geradora e crítica** da produção do conhecimento geológico.

(10) Estes são alunos que já fizeram a disciplina e colegas professores/geólogos que participaram conjuntamente de todas estas experiências.

O outro nível, compreensão e análise, corresponde ao momento de assimilação do novo conhecimento com ênfase nas operações mentais do estudante. Neste momento ocorrem comparações e contrastes dos dados obtidos, classificações, etc. Os alunos adquirem alguma autonomia frente ao processo de aprendizagem, cabendo aos monitores e professor o papel de facilitar e coordenar este processo. Tem lugar também, neste nível, a aplicação, relacionada à utilização do que foi apreendido; o uso de inferências geológicas é exercitado, ocorre a elaboração de hipóteses, das explanações históricas (explicações que os geólogos constroem para reconstituir os fenômenos singulares do passado terrestre) com o reconhecimento e uso de princípios e métodos histórico-comparativos da Geologia.

Durante o debate geral ocorre a síntese e a crítica, quando serão analisadas as várias explanações históricas formuladas pelos alunos. É o momento do confronto dos vários argumentos construídos, da verificação e síntese das hipóteses e explicações históricas; a concretização da percepção de limitações impostas pelas observações e interpretações realizadas. Em primeiro lugar, pelo caráter de qualquer conhecimento em construção; em segundo, pelas peculiaridades da Geologia, onde escalas de investigação, registros históricos e fenômenos convergentes são determinantes para as explanações históricas e, ao mesmo tempo, limitantes deste conhecimento.

A seguir serão relatados alguns aspectos da metodologia de ensino: a dinâmica das atividades e a diretividade das observações e interpretações.

A dinâmica das atividades

As atividades podem ser subdivididas em três blocos: aula introdutória, trabalhos de campo e debate geral em classe. A atividade de

campo é organizada em três estágios de aprendizagem. Evidentemente o nível de complexidade cresce da introdução para o último estágio, o mesmo ocorrendo com o nível de autonomia dos alunos.

Como a excursão tem o caráter de síntese, muitas vezes, apesar de estarmos na última etapa do desenvolvimento da disciplina, terão faltado algumas informações, que a aula introdutória "O estudo do passado da Terra" tem o objetivo de suprir. Em contrapartida a "introdução" do roteiro da excursão refere-se à apresentação da região e do problema a ser investigado.

A etapa de obtenção de informações pode ser dividida em duas sub-etapas: uma individual e outra em pequeno grupo. Na etapa individual, o aluno faz descrições, esquemas, identifica minerais, estruturas, texturas, etc., nesse momento ele se encontra na fase de reconhecimento. Em seguida, em um pequeno grupo, o aluno verificará se suas observações e interpretações estavam satisfatórias, repensando, através do debate com os colegas, as idéias que formulou sozinho.

O pequeno grupo visa a mostrar que sempre é possível encontrar outra abordagem para as observações e interpretações, e que as idéias individuais precisam passar pelo "crivo" dos colegas; é o momento das comparações, da compreensão e análise das informações coletadas.

Ainda em pequeno grupo ocorrem os procedimentos de aplicação, onde os alunos, conjuntamente, constroem seu conhecimento. Cada aluno é chamado a expor seu pensamento, conseqüentemente, é obrigado a organizá-lo para poder discuti-lo. Quando o debate se faz elaborando a seqüência de eventos do afloramento, os princípios geológicos precisam ser bem articulados, pois, normalmente, há diferentes explicações para o mesmo fato (como ocorre no dia-a-dia da Geologia).

O debate geral, no campo, desempenha um papel limitador que con-

firmará, ou negará, as conclusões apresentadas pelos pequenos grupos. Muitas vezes, quando há um relativo consenso quanto à explicação, no começo do debate geral, o professor e os monitores tendem a construir uma nova argumentação para questionar os alunos e verificar suas conclusões.

O debate geral sobre o paleo-clima, em classe, é extremamente rico, pois utiliza a técnica do confronto de concepções diferentes. No debate, os alunos utilizam, quando necessário, os conhecimentos elaborados nos afloramentos, os acumulados durante o desenrolar da disciplina e os das demais disciplinas de Ciências.

É evidente que o papel do professor e dos monitores vai se modificando no decorrer da excursão: no início são eles que propõem a atividade e o problema, mas, à medida em que os alunos vão obtendo suas próprias informações, a construção do conhecimento vai sendo conferida aos mesmos. O papel do professor e dos monitores assume características coordenativas: cabe a eles garantir que as explicações possuam pressupostos definidos e explícitos, e também uma lógica interna. Se a explicação apresentar estes dois quesitos, ela é válida "a priori" e os alunos devem discuti-la, não importando a explicação "certa" e não sendo, aliás, fundamental chegar a apenas uma só resposta. O importante é perceber as limitações impostas por vários fatores na construção de conhecimentos.

A diretividade das observações e interpretações

Um aspecto metodológico realçado nestas excursões refere-se à fase de aquisição de informação, supostamente muito direcionada, já que objetivamos um aprendizado dos processos de aquisição de informações e seus respectivos produtos construídos, e não a transmissão dos produtos sistematizados e acabados da Geologia. Por

isso, não há um direcionamento para os fatos e fenômenos em si, para que todos observem e obtenham as mesmas informações, uma vez que isso limitaria todas as atividades posteriores e prejudicaria a autonomia de aprendizagem do aluno. Nossa intenção é apurar e reensinar o que foi deseducado pela escola: a percepção e observação de novos fenômenos. Assim, a seqüência das investigações diretas nas diferentes escalas (amostra de mão, paredes e afloramentos como um todo) são dirigidas.

No estágio de aquisição de informações, isto é, nos afloramentos 3 e 4, referentes aos estudos com os registros da Formação Itaquaquecetuba, são trabalhadas as escalas de investigação de maneira bastante direcionada pelo professor e monitores. Partimos do todo (afloramento à distância) para que o aluno, ao esquematizar a parede do mesmo, adquira a noção, aparentemente fragmentária, desarticulada e incoerente, que existe inicialmente entre o todo e as partes.

Em seguida a observação e a interpretação são direcionadas para uma escala maior das partes representadas no esquema elaborado. Nessa escala as observações tornam-se mais apuradas, mais minuciosas e mais detalhadas. Feito isto, para que adquira um maior autonomia, o aluno é instigado a discutir os diversos mecanismos que produziram as feições, recorrendo aos conhecimentos dos processos atuais e trabalhando com analogias entre o presente e o passado. Já estamos, então, na fase de aplicação e compreensão de informações, com menor direcionamento por parte do professor e dos monitores. O aluno passa a compreender as partes, embora ainda desarticuladas; somente com a volta aos esquemas elaborados de todo o afloramento, ser-lhe-á possível integrar os conhecimentos adquiridos.

Por fim, voltamos a escala primeira (afloramento à distância), onde, com as informações das partes, o estudante reorganiza o esquema elaborado. Neste momento, ele passa a não enxergar as

partes como isoladas, e sim, como articuladas e integradas num todo estruturado.

Em resumo, o professor detém a síntese do conhecimento, das articulações e experiências de toda a excursão, os alunos não. Eles, de início, apresentam uma visão sincrética do problema a ser enfrentado, uma visão desarticulada das partes e do todo, da gênese dos fenômenos do local a ser observado e interpretado. Por isso, são direcionados com relação às escalas que devem investigar, para que percebam que o todo e as partes estão diretamente ligados às escalas de observação. Assim, observam com maior acuidade, e relacionam com maior rigor, os fenômenos à procura das soluções para os problemas colocados pela excursão, de tal modo que, de posse do conhecimento adquirido, os alunos construam, a partir de sua noção sincrética, a visão do todo estruturado.

1.3 AS INQUIETAÇÕES

Nesta parte, vamos apresentar uma avaliação da experiência realizada. Tal avaliação representa o que pôde ser feito na FFCL de Santo André, antes da repentina ruptura da experiência. Por isso, não existe uma opção teórica por uma corrente de avaliação, nem um acompanhamento sistemático da prática

Devido à importância da excursão didático-geológica para a disciplina e para o contexto dessa dissertação vamos, em primeiro lugar trabalhar mais detalhadamente a avaliação da mesma, baseada no exame dos roteiros de estudo da excursão elaborados pela turma de 1984. Depois de feita a avaliação da excursão didático-geológica, apontaremos uma série de inquietações oriundas das reflexões

teóricas sobre nossa prática docente, e também de extrapolações feitas da análise dos questionários sobre a disciplina e a excursão, respondidos pelos alunos da turma de 1984 em 1985 (anexo 8). Tais indagações e problemas nortearão os estudos teóricos para a elaboração das futuras diretrizes do ensino de Geologia nas licenciaturas de Ciências.

1.3.1 NOSSA AVALIAÇÃO DA EXCURSÃO

Os roteiros de estudo (anexo 4) preenchidos pelos alunos, no campo, durante a excursão de 1984 e recolhidos após o debate final da atividade em classe, são a fonte de dados da avaliação que se inicia. Foram analisados 53 roteiros de estudo (nossa amostragem), correspondentes a 70,6% dos alunos da turma de 1984.

Poderíamos proceder a uma análise detalhada, de cada um dos objetivos da excursão, uma vez que, conforme se pode constatar no roteiro de estudo do aluno e no esquema 2 (p.25), existe uma série de metas a serem atingidas, durante e após a excursão. Todavia, a análise recairá apenas sobre as atividades/questões do roteiro, porque cada resposta é capaz de relacionar diversos objetivos, expressar melhor quais são aqueles que queremos ressaltar, permitindo uma maior integração dos mesmos, ao mesmo tempo em que favorece a identificação de nuances relativas à compreensão da prática científica desenvolvida na excursão.

Afloramento 1 (micro-canais anastomosados atuais do porto)

Neste momento da excursão, esperamos que os alunos observem e interpretem um conjunto de processos de erosão e sedimentação que

estão ocorrendo nos atuais micro-canais.

Após as atividades 1, 2 e 3, envolvendo mecanismos de transporte e deposição dos sedimentos, perguntamos: que tipo de relações existem entre o tamanho dos grãos, a deposição ao longo dos micro-canais e a energia de transporte ?

A maioria das respostas são incompletas, mas abordam, pelo menos, um ou outro ponto de maneira mais adequada como, por exemplo, o transporte ou a deposição. Essa é uma falha aparente porque, depois das respostas individuais, a integração das informações é obtida através de discussões feitas em grupos. Vejamos, então, uma resposta (11) completa apresentando uma boa generalização dos processos envolvidos:

"Quando a energia de transporte for maior, maior será o tamanho dos grãos que são transportados, havendo menor deposição. Se a energia for pequena, a deposição dos grãos maiores aumentará; à medida que os micro-canais se alargam a energia de transporte diminui, onde os grãos maiores se depositam e mais além os grãos menores."

A atividade 4 visa à elucidação de contatos fazendo-se uma pequena trincheira entre os sedimentos e o embasamento. Contudo, foram vistos, principalmente, os contatos entre diferentes fases de sedimentação. Ao final desta etapa perguntamos: o contato é brusco ou gradacional ? Isso indica uma predominância dos processos erosivos ou deposicionais ? O que você conclui em termos energéticos ?

A grande maioria (81%) indicou o contato como brusco (apenas 1 aluno respondeu gradacional), 17% mostraram a intenção de apontar a existência de dois tipos de contatos e dois processos. Destes, 9,5% deram respostas do seguinte tipo:

"O contato é gradacional ao longo do canal, e o contato é brusco onde existem diferenças de energia como por exemplo em diferentes níveis. A erosão vertical é predominante em local mais inclinado e há predominância deposicional em locais mais planos."

Os 7,5% restantes optaram por respostas desta natureza:

(11) As respostas serão transcritas sem qualquer correção.

"Brusco e erosivo porque com a força da água os sedimentos são transportados. Gradacional e deposicional porque não existe correnteza e os sedimentos ficam depositados."

Entre aqueles que responderam contato brusco, a opção relativa ao processo predominante foi a seguinte: 60% apontaram a deposição e 22% a erosão.

Os que indicaram a erosão apontaram o contato brusco como uma evidência do processo erosivo provocado pela alta energia de transporte.

Por outro lado, entre os que indicaram processo deposicional existem diversas respostas. A metade (18 alunos) formulou uma generalização para explicar a deposição: a energia de transporte diminuiu, porque só assim o material se deposita sobre uma rocha. Outros dois alunos procuraram evidências observáveis:

"[os micro-canaís] indicam predominância de deposição de material por causa das camadas."

"Se fosse por erosão não haveria a deposição dos sedimentos."

Com relação ao aspecto energético houve uma grande variação nas respostas: quase metade dos alunos concluiu que o contato brusco é indicativo de uma diferença de energia potencial entre a rocha (embasamento) e o material depositado (micro-canaís). Algumas respostas isoladas assinalaram que o declive promove as diferenças de processos erosivos e deposicionais; que a erosão predomina quando a energia é alta e, quando é baixa, a deposição; que, quanto maior for o fluxo energético, maior será o transporte de sedimentos e, por fim, que a energia fornecida é relativamente alta neste processo.

A preferência, por parte dos alunos, em indicar o processo deposicional talvez tenha sido causada pela pergunta, que direcionou para o processo erosivo ou deposicional e, assim, somente uma pequena parte visualizou os dois contatos e processos, sendo capaz de aproximar-se da noção, de que os contatos bruscos indicam diferenças energéticas entre a deposição das micro-camadas, ou podem

indicar também um processo erosivo seguido por deposição posterior, e que os contatos gradacionais são mais indicativos da deposição com energia decrescente. De qualquer forma, identifica-se a falta da noção de interfaces e esta deficiência talvez possa ser suprida com mais exercícios, no afloramento, sobre os mecanismos de erosão e deposição.

A atividade 5 retoma a experiência com a energia do sistema e o seu efeito de erosão e deposição. Após o represamento artificial do micro-canal, e posterior liberação da água, perguntamos: o micro-canal está cavando o seu fundo ou depositando material ?

35% da turma respondeu com conteúdo semelhante ao deste exemplo:

"Cavando próximo a represa formada e depositando mais adiante, pois inicialmente a energia é maior, então cava e depois a energia diminui, então o material começa a ser depositado."

Outros 30% responderam assim:

"Eles tanto cavam como depositam, pois notamos que conforme a energia da água, se ela for com pouca energia ocorre um depósito ou vice-versa."

Outros 20% dos alunos responderam apoiando-se no relevo hipotético de um micro-canal, conforme podemos ver:

"Nas partes mais inclinadas eles cavam o seu fundo e nas partes mais planas estão depositando."

O restante dos alunos (15%) respondeu que, após a liberação da água, houve predominância do processo deposicional, pois a energia foi menor. Entre eles houve uma diversidade de respostas, mas estas últimas se distanciam do que a maioria dos alunos observou.

Sobre a atividade 6, onde é proposto o exame de sedimentos depositados em água parada, perguntamos: quais as relações entre este tipo de depósito e a energia de deposição ?

Todos os alunos responderam de modo semelhante ao exemplo que segue:

"A energia de deposição é baixíssima por isso o tipo de material depositado é extremamente fino e praticamente homogêneo."

A atividade 7 procura o raciocínio mais generalizador e sintético ao solicitar que os alunos observem toda as feições superficiais dos canais e respondam: quais as relações entre a forma dos canais e a quantidade de energia do sistema ?

Foi verificado apenas uma resposta inteiramente satisfatória:

"A energia abre os canais, como fator erosivo, estes por sua vez são depósitos de sedimentos que a energia transporta. Nesse transporte encontramos uma variação na granulação dos cristais. A quantidade de energia aplicada nesses canais variam, variando assim a deposição, ou seja:

>energia >erosão <deposição
<energia <erosão >deposição."

Houve, também, uma resposta a partir de conceitos incorretos:

"Quanto maior o canal e mais profundo menor a energia de transporte. Quanto mais largos e menos profundo maior a energia de transporte."

Todas as outras respostas (96%) abordaram prioritariamente o relevo (plano e inclinado), ou as decorrências em termos de energia e forma dos depósitos ou, como esta resposta, enfocaram a forma do micro-canal:

"Quando o canal é estreito e fundo a energia do sistema é bem grande. Quando o canal é largo e raso a energia do sistema é pequena. Conforme os canais vão se alargando a energia vai diminuindo e os canais se ramificam."

As diferenças nas respostas contribuem para o aprofundamento dos conceitos, uma vez que, ao final da atividade 7, promovemos um debate nos pequenos grupos.

Ficou bastante claro, a partir destas atividades, que a existência dos micro-canais anastomosados é evidência de correntes com alta densidade de sedimentos e da falta de energia dos mesmos para carregar tais sedimentos. Generalizações como estas, que envolvem principalmente o raciocínio indutivo, foram razoavelmente alcançadas pelos alunos. Mas é necessário que se aponte para a evidente dificuldade que o exercício e equacionamento simultâneo de várias hipóteses representa para eles. Um exemplo desta dificuldade foi o fato de poucos alunos formularem explicações envolvendo vários pa-

râmetros como o relevo, a energia, a erosão e a deposição.

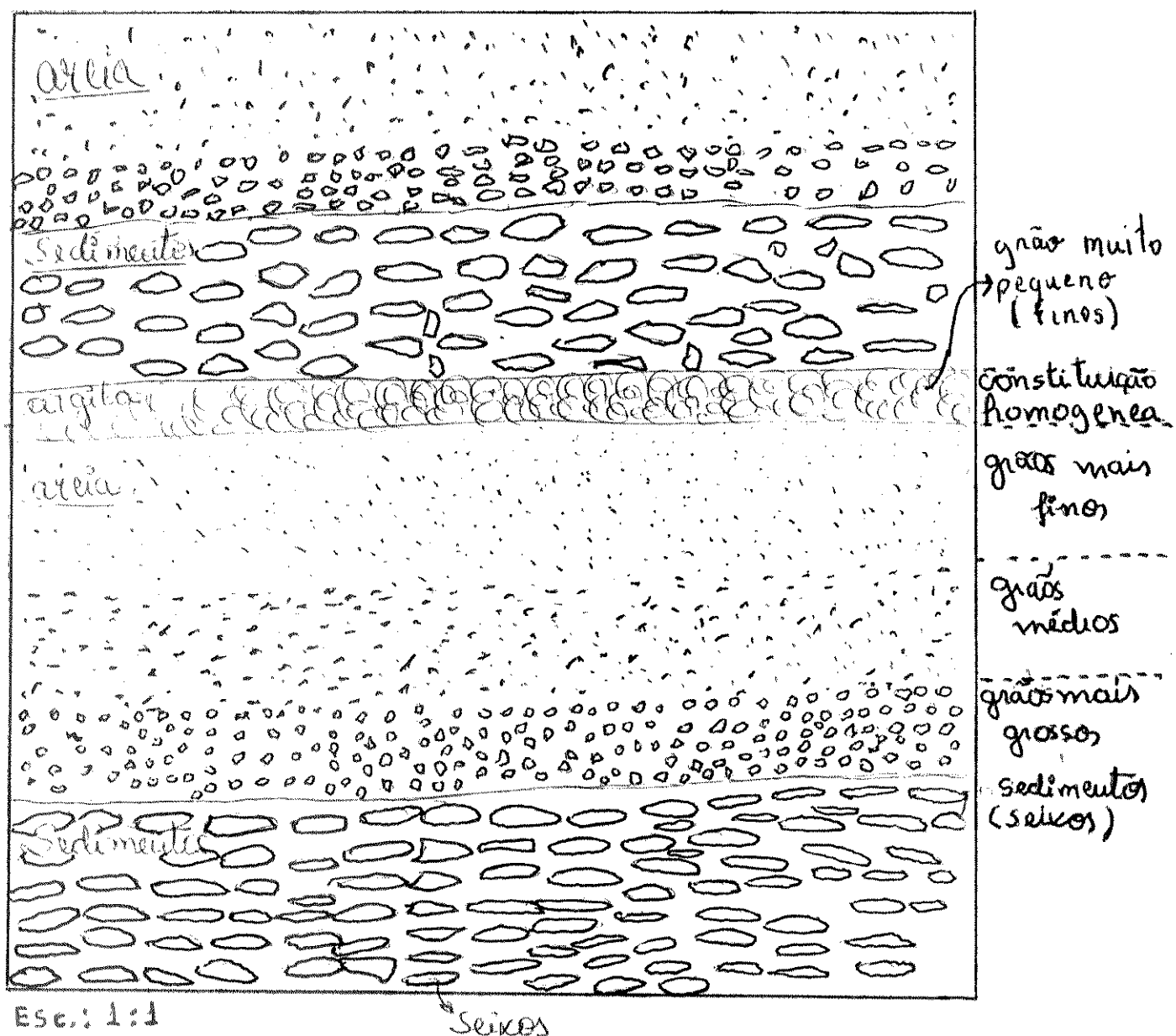
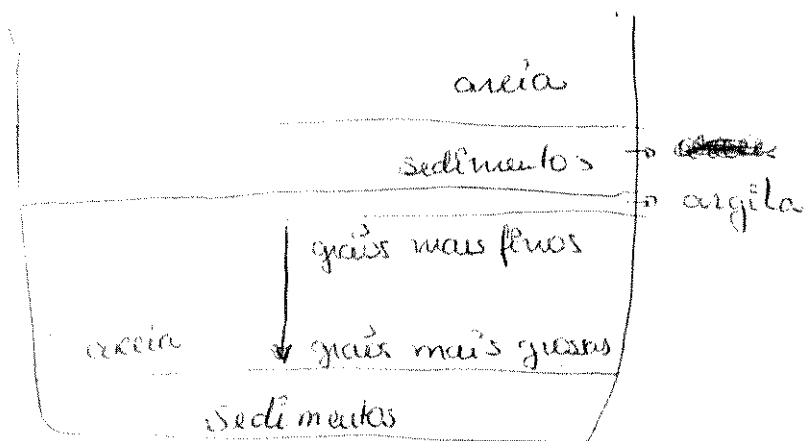
Afloramento 2 (micro-canais antigos e secos)

Neste afloramento as atividades complementam o que foi desenvolvido no afloramento anterior, além de exercitarem a representação das observações através da solicitação de um perfil e um esquema. Começamos, lidando com as deficiências de observação e representação, que envolvem problemas de escalas, de abstração, de percepção visual (perspectiva, profundidade, etc.). E lidando, também, com as dificuldades, por nós detectadas, relativas aos três tipos de operações relacionados à elaboração de esquemas representativos de afloramentos, quais sejam: o trabalho com a (des)continuidade espacial horizontal e vertical das feições geométricas (estruturas, texturas, etc.), a transposição da representação do afloramento de três para duas dimensões (desenho), e a redução do tamanho envolvido na esquematização (do real para o desenho).

Neste afloramento com registros semi-fixados (refletindo os processos que ocorreram nos últimos meses naquele local), os alunos são levados a fazer observações detalhadas das micro-estruturas dos canais anastomosados. Para tanto, observam as formas dos micro-canais, os contatos, as micro-estratificações cruzadas, os micro-canais de preenchimento e outras feições do local. Ao mesmo tempo é solicitado que façam um perfil e um esquema representativos das feições observadas.

Apenas 3 alunos fizeram representações difíceis de ser entendidas, consideramos boas as feitas pelos demais (94%). O perfil P1 e o esquema E1 são bons exemplos de tais representações:

P1



B1

A realização de uma atividade com esta exige raciocínio analógico da contigüidade entre fenômenos do presente (afloramento 1) e do "passado recentíssimo" (afloramento 2). Através dos exercícios verificamos que a quase totalidade dos alunos desenvolveu bem os raciocínios exigidos.

Afloramento 3 (Sedimentos da Formação Itaguaquecetuba)

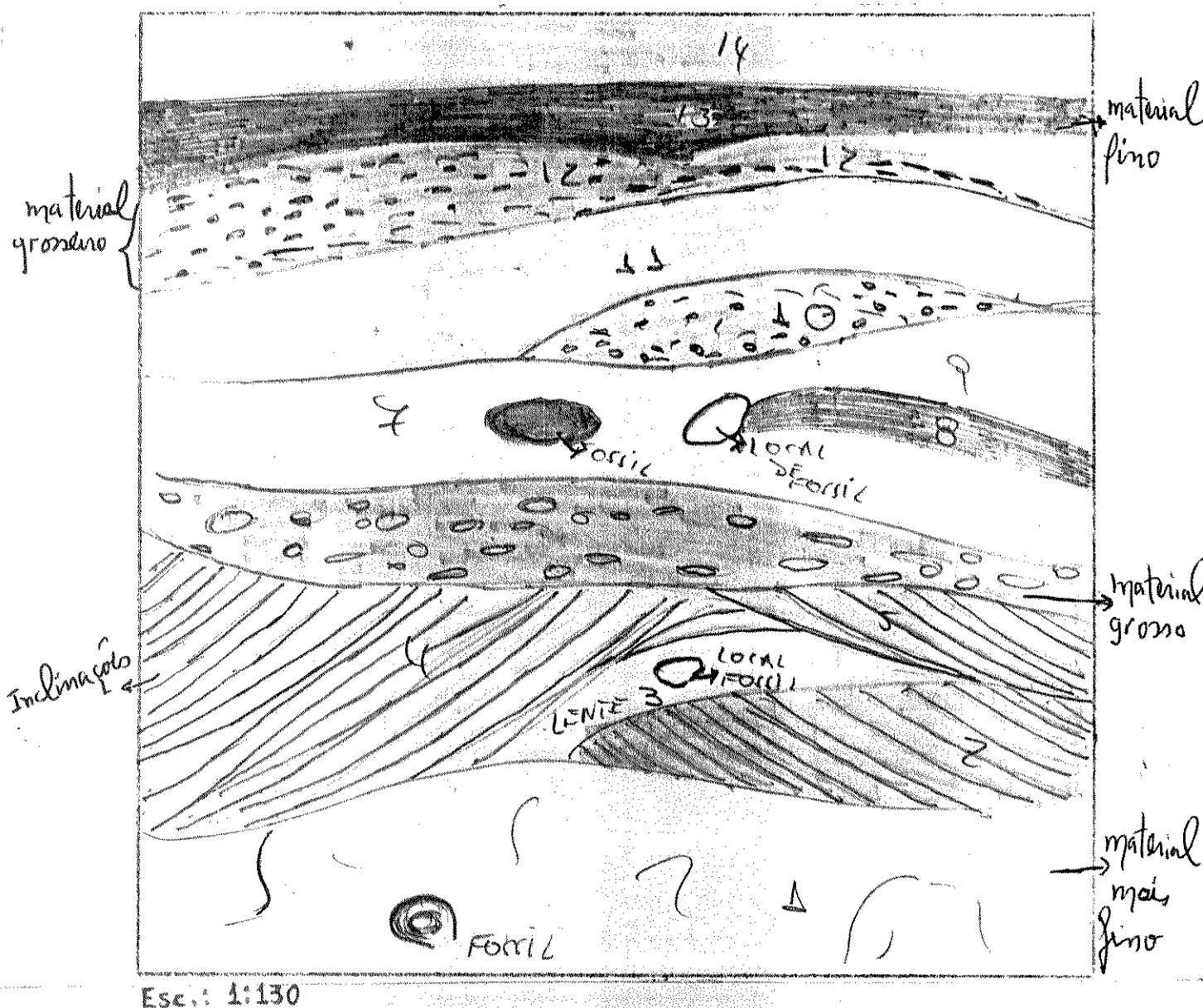
Durante as atividades neste afloramento serão destacadas a compreensão do conceito de escala de representação das informações geológicas, a elaboração, "strictu sensu", de um conjunto de princípios básicos da Geologia como o **Atualismo** (espera-se que seja adquirido no debate final em classe), a analogia do presente para o passado (**Atualismo** mais restrito enfocado no campo), a **superposição** e a **interseção de estruturas**.

Na parte A da atividade ressalta-se o problema metodológico da representação de feições e síntese de informações como fonte de dados para a montagem das hipóteses e teorias, partindo-se do pressuposto de que inexiste a observação pura (simples cópia do real). Nesse sentido, toda observação é uma interpretação com base em pré-requisitos dos mais diversos, por isso, todo dado coletado será de importância vital para a elaboração das hipóteses de paleo-clima da região.

Com base na noção da analogia do presente para o passado, solicitamos que os alunos observem de longe e estabeleçam algum paralelo com as informações (em escala maior dos processos atuais) vistas anteriormente, para elaborarem o esquema (escala menor) da parede do afloramento.

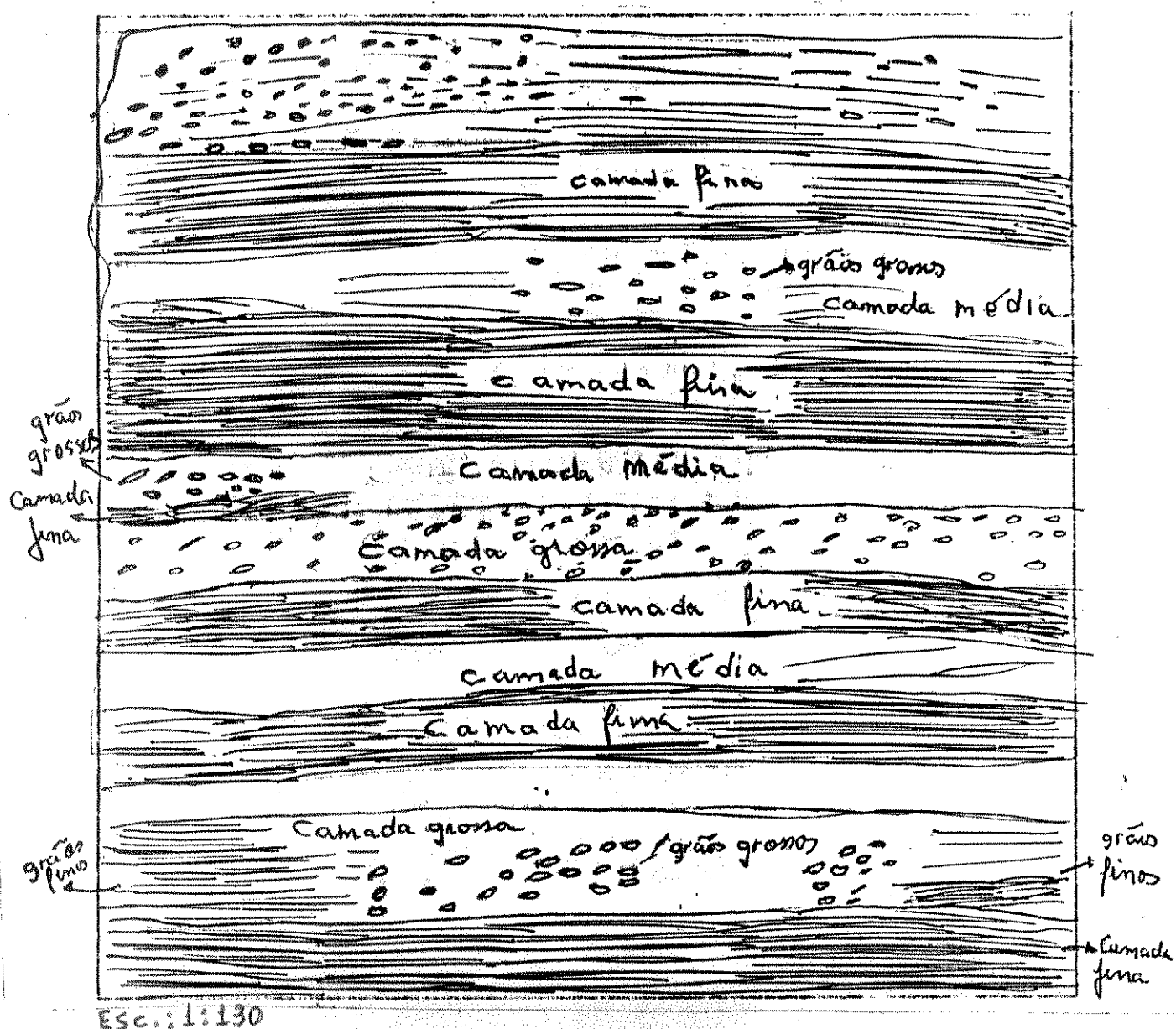
Aparece então, um dos pontos que merecem bastante atenção na organização de futuras excursões: somente 30% elaboraram esquemas

representativos cujas informações foram consideradas satisfatórias. O exemplo E2 ilustra tais respostas. No esquema, são nítidos os contatos bruscos entre as diferentes camadas (na distância observada visualiza-se diferenças de cor e com alguma precisão as granulometrias); as estruturas distintas (como estratificações cruzadas e canais de preenchimento na forma de lentes) podem ser visualizadas; os fósseis de troncos linhitificados foram indicados; e os corpos geológicos também estão razoavelmente nítidos, uma vez que identifi-



ficamos os conglomerados (material grosseiro), as lentes de argila (material fino cinza), areias com estratificações cruzadas (material com inclinações) e areias sem estratificações. (veja no anexo 6 maiores detalhes sobre as litologias e estruturas da Formação Itaquaquetuba)

36% sofreram, aparentemente, grande influência do esquema elaborado na atividade anterior (micro-canais), como se pode perceber pelo esquema E3. Os contatos e diferenças de materiais são nítidos no esquema, mas limitados, porque não apresentam aspectos



importantes da parede do afloramento, como as estratificações cruzadas e as estruturas de preenchimento. O trabalho com a representação dos micro-canaís modernos foi antecedente e, nos dois afloramentos examinados, há uma associação quase direta entre a atuação dos processos e seus produtos; trabalhando indutivamente os alunos fizeram, a nosso ver, boas representações, o que possivelmente nos permite concluir que uma boa compreensão dos processos leva a uma boa representação dos produtos. No entanto, a realização de bons esquemas com os micro-canaís não facilitou a observação de novas feições e processos do passado neste afloramento.

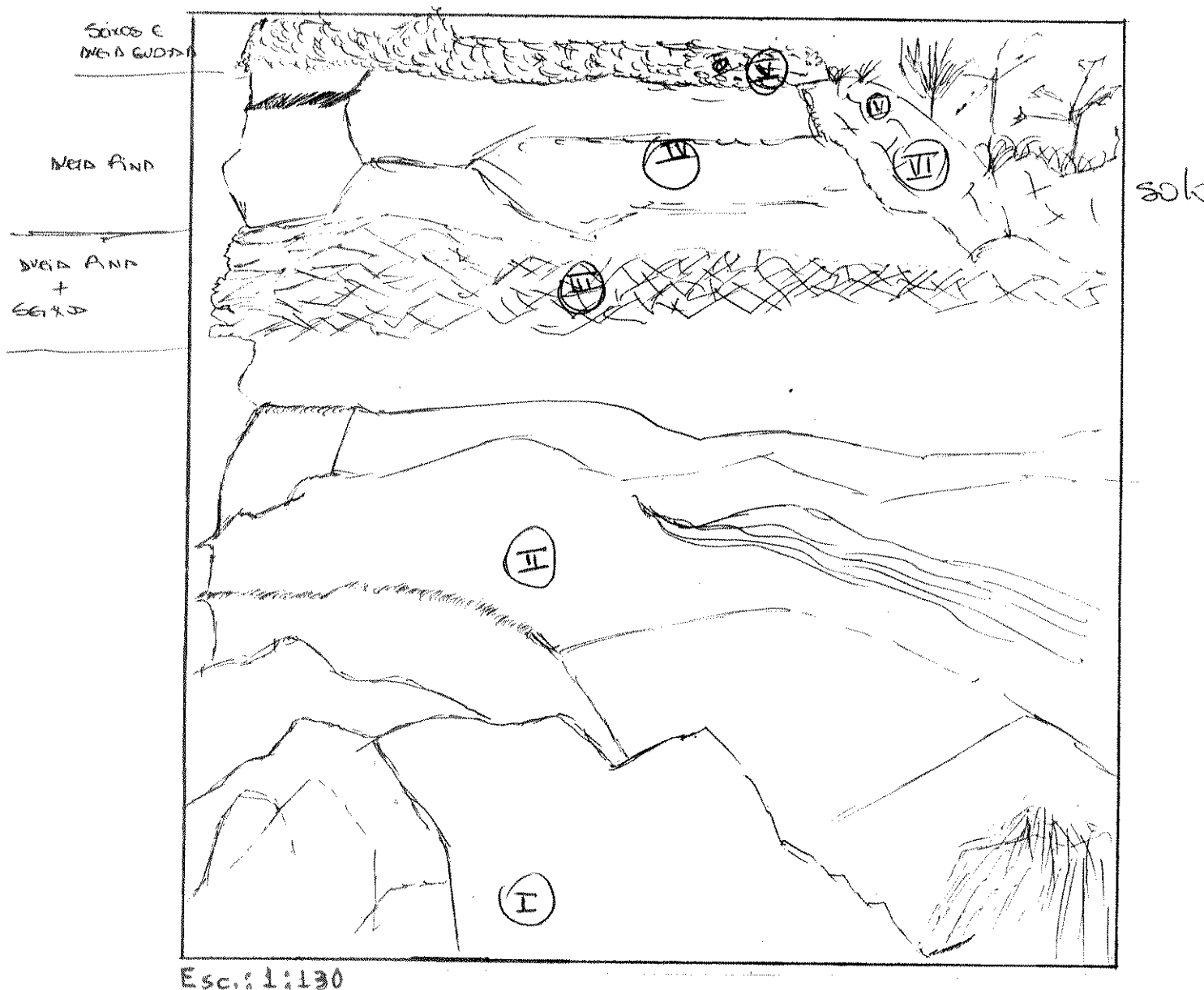
Por outro lado, 34% das respostas apresentam informações insatisfatórias, como se pode constatar através da comparação do esquema E4 com os esquemas E2 e E3 anteriores.

Após os três exemplos de esquemas realizados, podemos indicar algumas possíveis idéias explicativas para o fato de somente 30% dos alunos terem realizado bons esquemas:

_I1: Os alunos têm dificuldade em representar feições, objetos, etc., tanto em termos de abstração e visualização, quanto em termos de técnicas de esquematização de um objeto, ou seja, problemas relacionados à organização perceptiva (percepção espacial, memória visual, imagens mentais, etc.) precisam ser melhor equacionados.

_I2: Houve falhas nos estudos dos processos modernos realizados nos afloramentos 1 e 2, que dificultaram o entendimento e a representação dos processos do passado; nesse caso, como exemplo, podemos citar a atividade 4 do afloramento 1, onde foi constatada a nítida deficiência da noção de interface, básica para a visualização dos diferentes corpos geológicos.

_I3: Existe uma diferença de escala entre os processos dos micro-canaís e os da Formação Itaquaquecetuba que dificulta a analogia entre aqueles processos e os do passado.

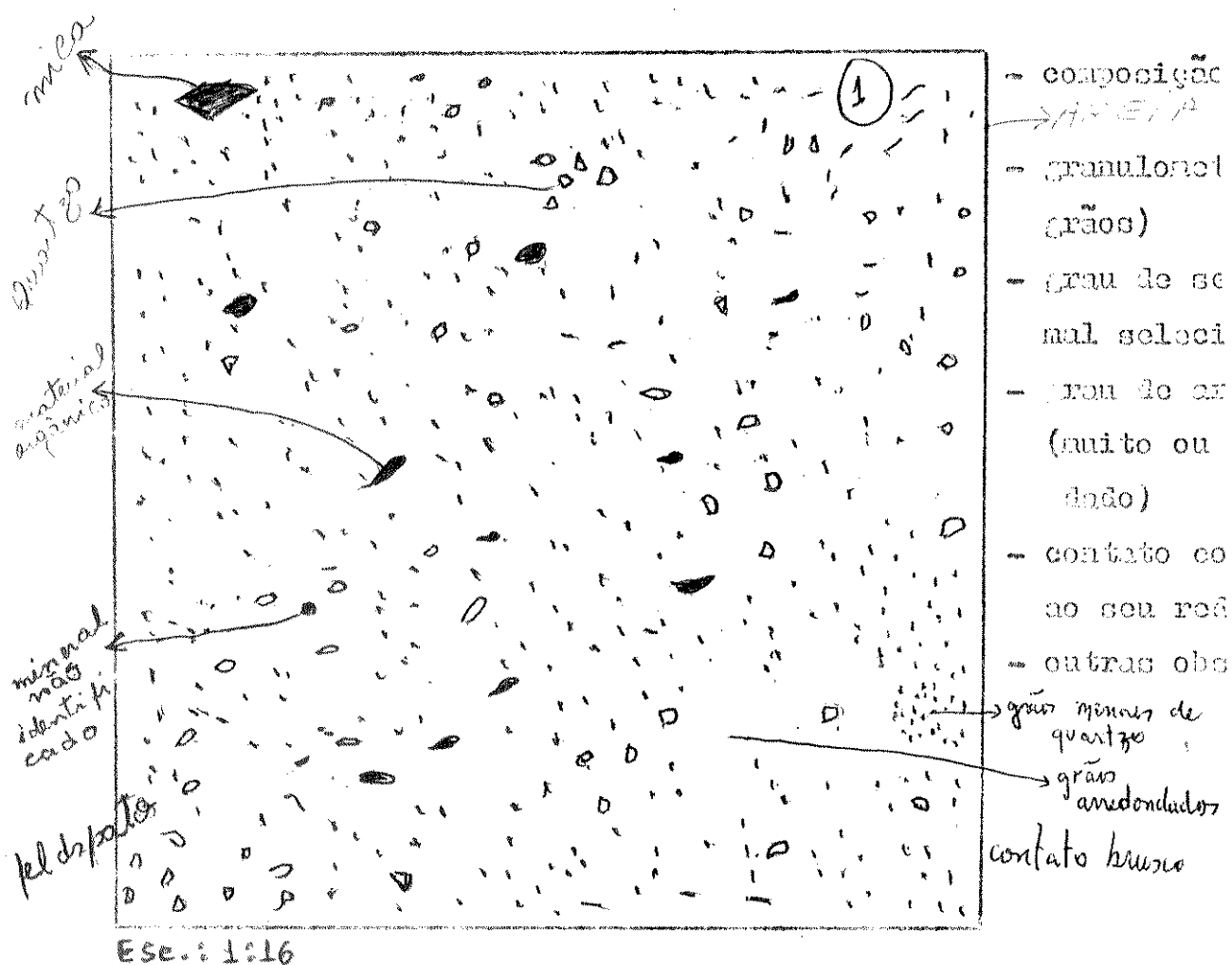


R4

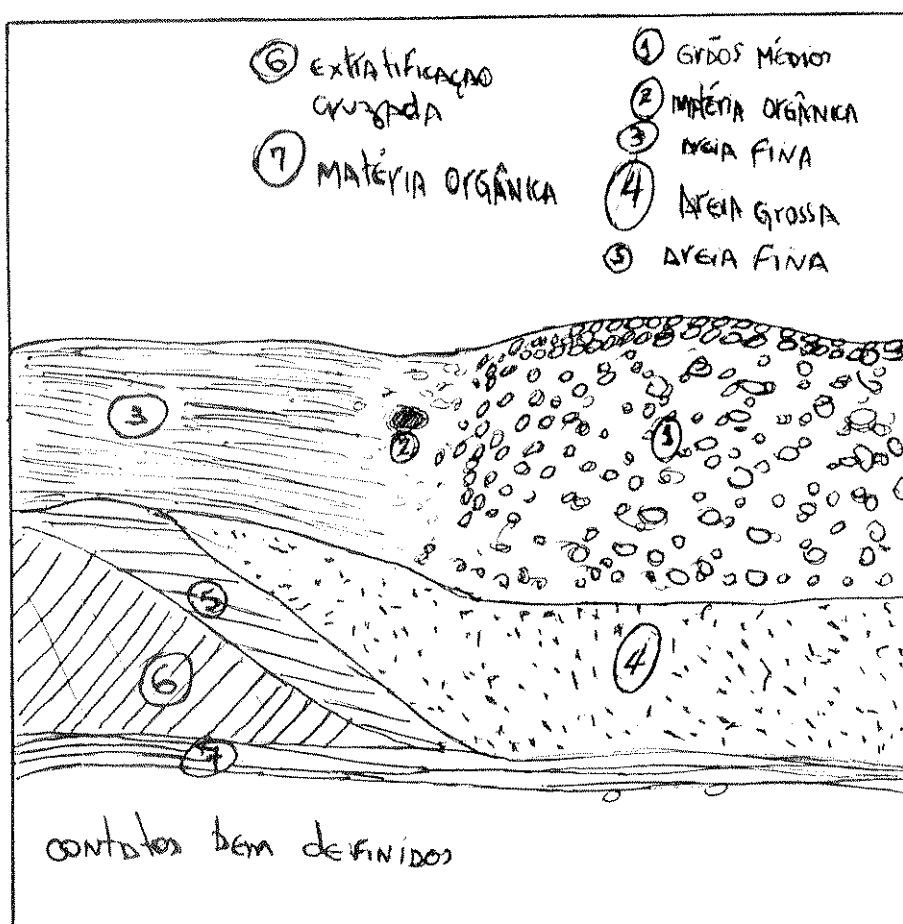
Na parte B da atividade procuramos refinar as observações dos alunos e discutir as diferenças de qualidade existentes e o tipo de informações identificado quando as escalas são distintas. Neste momento são destacados os conceitos de homogeneidade e heterogeneidade dos materiais, além da noção de representação das informações.

O aluno é solicitado a observar de perto e fazer três esquemas em escala maior de três feições (corpos geológicos) diferentes vistas na parte A. Em virtude de o trabalho com escalas de observação ser pouco exercitado nas escolas, a elaboração de esquema em escala

maior visa a fazer com que os alunos atentem para observações mais cuidadosas e percebam a ordenação das estruturas, comprimentos de camada, existência de ordenações internas, composição mineralógica, etc. Mais da metade (53%) dos alunos fez esquemas parecidos com o exemplo E5. Nele o esquema representa as camadas de areias grosseiras. Consideramos a partir de exemplos como esse, que os alunos atingiram um entendimento satisfatório da relação entre escala e distância de observação, além de notarmos uma boa observação da constituição material e uma razoável indicação da granulometria mal selecionada.



Todavia, constatamos que 47% dos alunos não entenderam o solicitado, ou não compreenderam a relação entre escala e distância de observação, já que não destacaram a observação mais detalhada de uma feição por vez para cada esquema. Percebe-se no esquema E6 que eles simplesmente copiaram partes do esquema anterior em tamanho maior.



Esc.: 1:25

E6

Além das atividades que acabamos de descrever, solicita-se também aos alunos uma comparação entre os esquemas elaborados na parte B (escala maior) na parte A (escala menor) e no afloramento 2. Em seguida, perguntamos: as informações são as mesmas nos esquemas ? O que é diferente entre eles ?

A primeira pergunta, cerca de metade (46%) dos alunos respondeu negativamente, o que é correto; 38% responderam afirmativamente, e 16% não responderam. Entre os que responderam afirmativamente, alguns confundiram o fato da região apresentar mesmo tipo de material (sedimentos) com informações iguais nas observações:

"Sim são as mesmas, pois as rochas são sedimentares, constitui o mesmo tipo de material."

As respostas fornecidas à segunda questão indicam que 65% entenderam a diferença de informações entre os esquemas e a escala adotada; e os outros 35% realmente não entenderam que a escala de observação limita as informações obtidas. Entre os que entenderam, destacamos as seguintes respostas:

"O 1º esquema [afloramento 2] é representado na escala real e em camadas. O 2º esquema [afloramento 3] é representado em escala não real e possuem fósseis. Os 3 últimos [esquemas] são as camadas de cada esquema (camadas separadas)."

"Nos dois primeiros esquemas há semelhança, pois ambos representam canais; o primeiro um micro-canal e o segundo um grande canal. Já entre os três últimos esquemas, o ponto comum é representarem camadas específicas, dando uma visão mais detalhada dos grãos. Nos primeiros esquemas, temos uma visão mais geral da granulação, ou seja, apenas sua distribuição nas camadas."

Cotejando-se as respostas dos alunos às últimas questões com os esquemas dessa parte B, verifica-se que todos os que não entenderam a relação entre escala de observação e representação e qualidade de informações encontram-se entre aqueles que representaram mal os esquemas (47%). Tal constatação corrobora a idéia I3, que aponta as dificuldades dos alunos em entenderem a relação acima descrita. Por outro lado, um problema desta natureza pode estar associado, em grande parte, à dificuldade de abstração e percepção visual (geométricas, profundidade, etc.) nas observações, o que corrobora, então, a idéia I1.

É na parte C da atividade que se aprofunda o processo de aplicação da analogia do presente para o passado. Os processos

atuais reconhecidos nos afloramentos 1 e 2 são utilizados na reconstituição dos mecanismos que originaram os sedimentos da Formação Itaquaquecetuba e na elaboração da seqüência histórica de tais eventos. Para cada feição (corpo geológico) descrita na parte B é solicitado aos alunos que expliquem seus mecanismos de formação.

Aproximadamente metade da turma atendeu à questão e indicou, de maneira correspondente a cada feição (12), a resposta a seguir:

"feição 1: o terreno deveria ter alguma feição inclinada para apresentar tal aparência. Predominou a deposição e a energia foi inicialmente média e depois diminuiu. A formação das estruturas foi inicialmente rápida e depois lenta. E a distância é próxima à área fonte (grãos angulosos).

feição 2: a energia de deposição é alta e a velocidade de deposição é rápida. O tempo para formação é rápida (grãos grandes). A distância dos sedimentos é próxima da fonte.

feição 3: energia baixa, velocidade baixa, o tempo é lento (grãos homogêneos). A distância é longe da fonte."

45% responderam apontando, em geral, para os mecanismos de formação do pacote sedimentar:

"Velocidade de deposição: - maior energia, menor deposição, maior arraste; - menor energia, maior deposição, menor arraste. Tempo para formação das estruturas: - rápido, maior energia, zona de arraste e formação de estratificação; - lento, menor energia, zona de deposição e estratos mais horizontais."

Somente 4 alunos (7,0%) apresentaram respostas muito deficientes.

Ter seguido, ou não, a solicitação da pergunta para indicar os mecanismos de cada feição não é, a nosso ver, o mais importante, pois a maioria das respostas enfocaram os processos do depósito sedimentar em estudo e, posteriormente, passaram pelo crivo da discussão do pequeno grupo, o que enriqueceu os trabalhos e facilitou a compreensão da relatividade das construções científicas.

Pelas respostas obtidas na parte C, verificamos que os alunos não tiveram grandes dificuldades para exercitar as operações de similaridade envolvidas na extrapolação direta por analogia das in-

(12) A feição 1 refere-se às camadas arenosas com estratificações cruzadas; a feição 2 às lentes conglomeráticas e a feição 3 às camadas ou lentes argilosas.

formações do presente para o passado (**Atualismo** enfocado de modo mais restrito no campo). Estas respostas contrariam a idéia I2 que aponta falhas nos estudos dos processos modernos como uma das causas para a mal representação da Formação Itaquaquacetuba, pois elas indicam, justamente, uma boa utilização das informações desses processos para o entendimento dos eventos passados do depósito sedimentar em estudo.

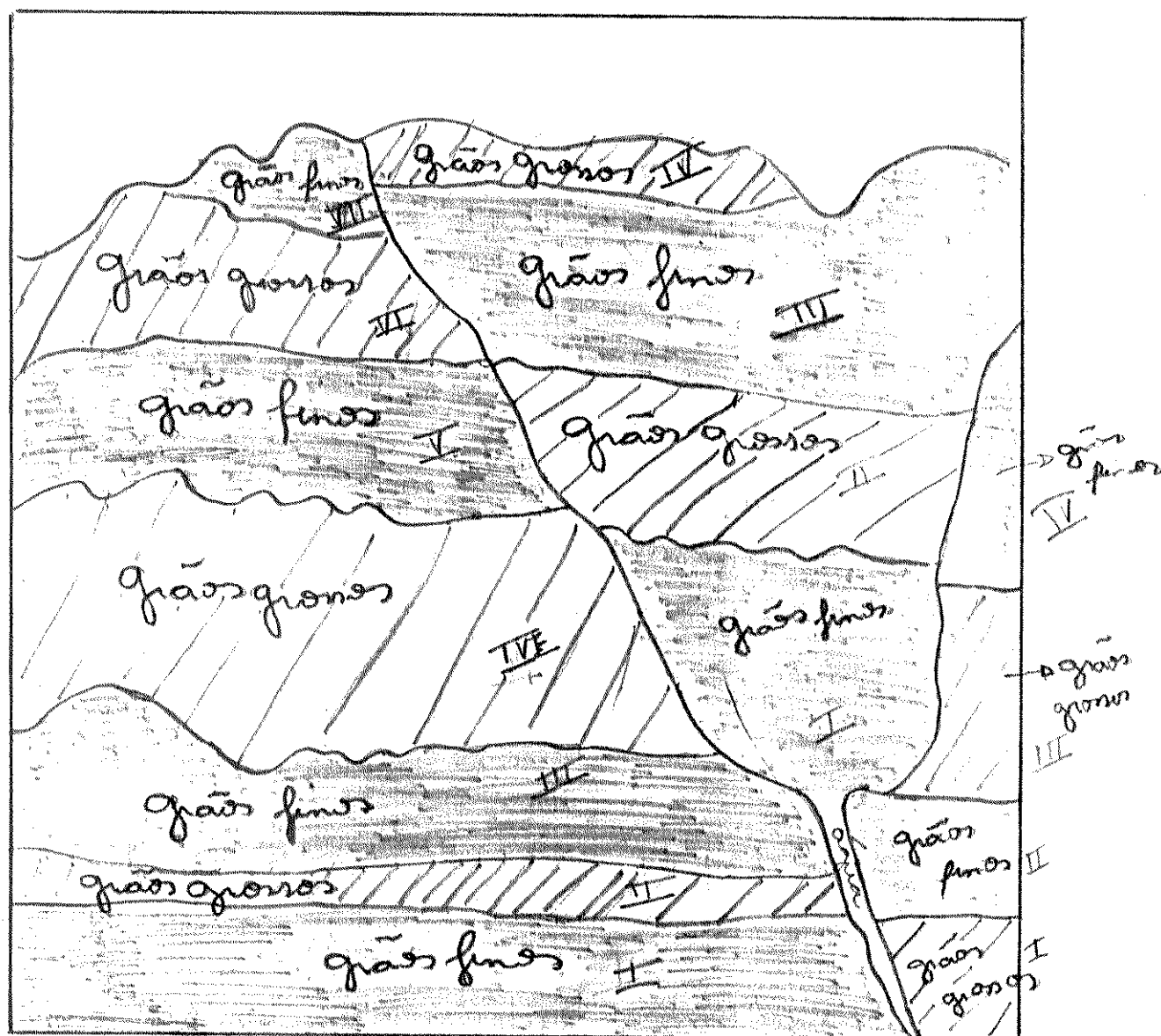
Afloramento 4 (sedimentos da Formação Itaquaquacetuba)

Neste afloramento o aluno utilizará todos os conceitos já desenvolvidos e familiarizar-se-á com mais um: a interseção de estruturas. É solicitado que se faça o esquema representativo da parede e a elaboração da seqüência evolutiva de eventos do afloramento.

Cerca de 74% dos alunos fizeram esquemas nítidos (E7) e apresentaram a seqüência correta de eventos (falha posterior às camadas sedimentadas); 26%, não enxergaram a falha geológica ou não souberam representar devidamente a parede (E8). Reaparece o problema que pode indicar deficiências na percepção visual, na formação do próprio conceito de falha, nas operações de representações, etc.

Quando solicitados a descreverem a seqüência evolutiva do afloramento, muitos deixaram de responder, talvez porque os esquemas feitos já sejam bastante explicativos. Todavia, dos 74% que fizeram bons esquemas, encontramos 2 relatórios (5%) com seqüência insatisfatória. Todos os 26% que esquematizaram mal o afloramento elaboraram a seqüência de maneira inadequada, ou não a fizeram.

Na sala de aula, após a elaboração, no campo, dos roteiros de estudo, que serão a principal fonte de dados da região, além dos conhecimentos adquiridos durante a disciplina e de qualquer outro

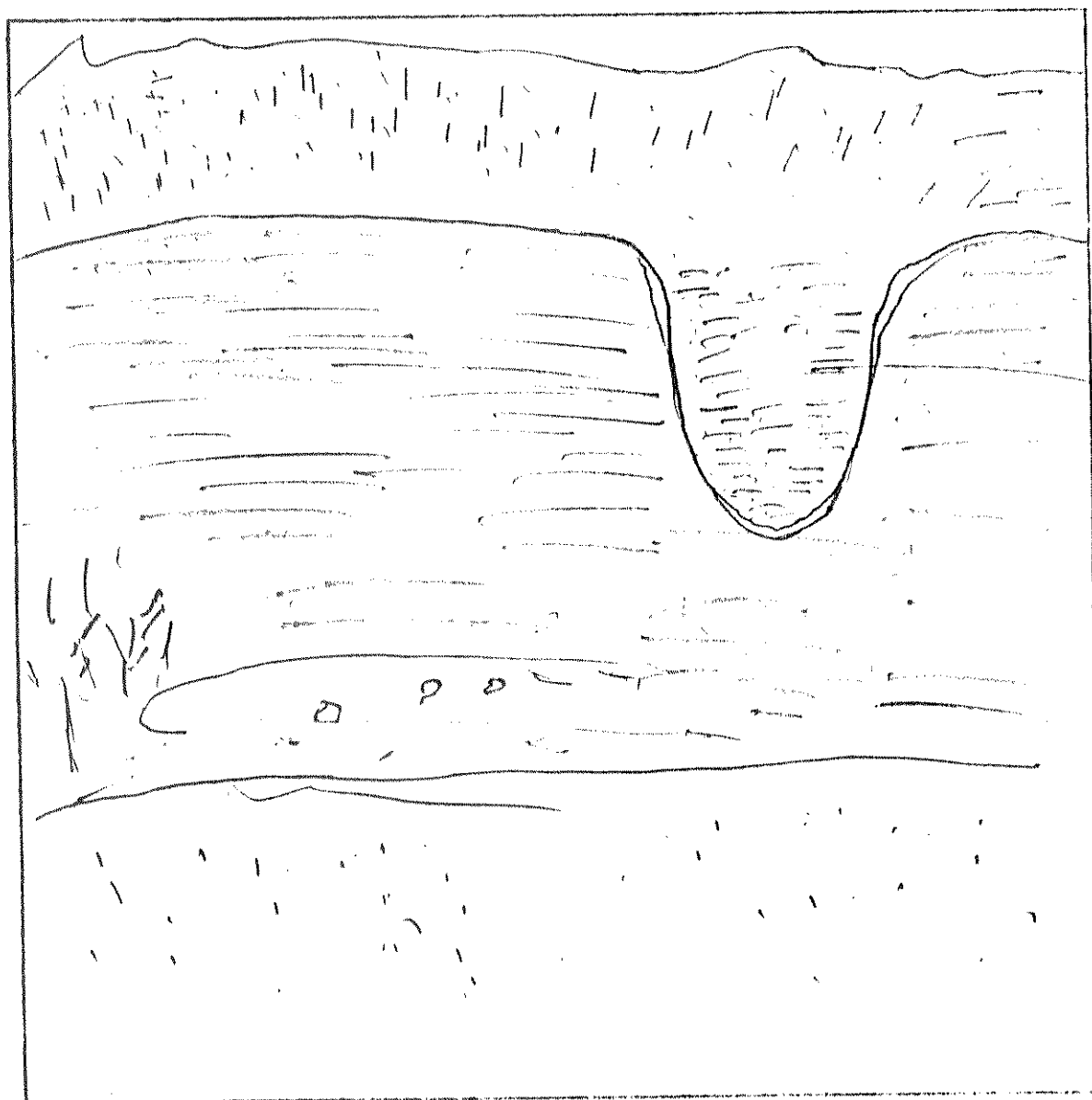


Esc.: 1:1140

E7

tipo de fonte, a classe é dividida em pequenos grupos, formados aleatoriamente, que defenderão uma das duas hipóteses seguintes: o paleo-clima foi úmido durante a formação daquele pacote sedimentar, ou foi semi-árido durante o mesmo período.

Com o debate, os alunos passam a elaborar a noção mais abrangente de **Atualismo**: a transferência de todo tipo de informações do presente para o passado. Aflora a característica sintética da Geologia, segundo a qual toda e qualquer informação de processos atuais e



Esc.: 1:140

E8

seus registros é potencialmente útil para esta Ciência. Durante o debate eles utilizam tanto as informações obtidas por raciocínios indutivos, as operações de contigüidade e similaridade, quanto o raciocínio mais complexo e sintético envolvendo analogias mais complicadas (operações de correlação) e trabalho com várias hipóteses e variáveis. A título de exemplo podemos citar, como variáveis, os conglomerados, os lamitos, que podem ser utilizadas tanto pelos defensores do clima úmido como pelos do semi-árido; os conglomerados também podem ser usados como camada-guia na inter-

pretação dos afloramentos, apresentando um caráter correlacional na medida em que fazem parte de uma "lei" que possivelmente indica a existência de tectonismo (13). Além disso, o confronto de diferentes hipóteses afirma cada vez mais o conhecimento como sendo um sistema de investigação em constante construção.

1.3.2 IDENTIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS A SEREM ENFRENTADOS

A principal preocupação desta dissertação é com um enfoque educacional formativo. Assim, temos constantemente enfatizado e valorizado a Ciência como um processo de produção de conhecimento, deixando claro que os conceitos construídos são relativos, limitados pelo desenvolvimento científico, social e econômico, pela concepção de Ciência e de Geologia características de cada momento histórico.

Nossa inquietação voltou-se, desde o início, para a construção de um enfoque geológico na formação dos professores de Ciências, como uma alternativa ao enfoque de Geociências assumido nestes cursos. Assim, introduzimos reformulações ano a ano procurando aprimorar o enfoque geológico e, sem dúvida, a principal mudança foi a introdução de atividades de campo cuja própria prática apontou para a necessidade de novas mudanças mais profundas.

Nas primeiras experiências realizadas no CEPEGE (1978-1982), sabíamos que um aluno, mesmo sem um repertório científico geológico, poderia, ao nível de afloramento, realizar observações e interpretações para construir o seu conhecimento científico. Sabíamos que ele teria condições de elaborar seqüências históricas, mesmo que inicialmente simplificadas. A Geologia para iniciantes não é somente

(13) Tectonismo são os fenômenos resultantes de esforços do interior da Terra sobre a estrutura da crosta terrestre que provocam dobramentos e falhamentos (Leins & Leonardos, 1971).

descrever minerais, rochas e estruturas. Por isso, procuramos enfatizar a observação, a descrição, a comparação e a correlação dos corpos geológicos a nível de afloramento, além de destacar a utilização dos princípios geológicos desde as primeiras excursões do CEPEGE.

Na experiência do CEPEGE a excursão já não era mais ilustrativa, uma vez que, a nível de afloramento, eram feitas várias interpretações. Todavia, a nossa prática até então acentuara o lado observativo e empírico da Geologia, onde todas as possíveis conclusões estavam diretamente ligadas ao observado no campo. Em outras palavras, formulavam-se generalizações com os dados de campo, predominando o aspecto indutivo da Geologia constituindo-se em uma excursão essencialmente descritiva, onde o aspecto indutivo era o fio condutor das principais generalizações históricas.

Juntamente com a experiência da FFCL de Santo André (1982-1984) começaram as discussões sobre a natureza do conhecimento geológico durante o I Simpósio Nacional sobre o Ensino de Geologia (1981), e também nos estudos realizados no PEGI/IG-UNICAMP (1982-1983). Naturalmente este aprofundamento teórico acabou refletindo-se na prática da FFCL de Santo André.

No início, as concepções de Potapova (1968), definindo a Geologia como a Ciência histórica da natureza, nós assimilamos, em parte. Nesta visão, a Geologia trata do processo geral de desenvolvimento do planeta. Utilizando, para a construção deste processo histórico-geológico, todas as informações impressas na crosta terrestre associadas às informações das Ciências que estudam os processos contemporâneos. Como o objeto de investigação mais imediato é a crosta terrestre, a mesma adquire grande importância como fonte de informações, uma vez que os trabalhos de campo passam a ser visto como virtualmente geradores e críticos do conhecimento geológico.

Desse modo, a atividade de campo se destaca epistemologicamente na produção do conhecimento geológico, como já foi apontado por Silva et alii (1981) e Paschoale (1984). Essa visão surgida da experiência do CEPEGE transformou-se em pressuposto das excursões de Santo André e será aprofundada nesta dissertação.

Com os estudos teóricos, na visão de Potapova e Gruza & Romanovski (1975), a Geologia constrói o processo histórico-geológico baseada no **Atualismo**, que é um conjunto de métodos que atribuem significados às "formas fixadas" (14) encontradas, principalmente, na crosta, através de métodos de transferência de informações do presente para o passado. A leitura desses autores apontou para a necessidade de uma prática atualista do fazer Geologia com ênfase no campo, aspecto que não havia sido tratado em Perus. Contudo, nas primeiras excursões de Itaquaquecetuba, fizemos uma inversão metodológica: começamos com o estudo dos vestígios do passado, para depois examinarmos os processos atuais procurando entender os fenômenos antigos. Além disso, foi praticado o uniformitarismo, porque trabalhávamos com o método de transferência de informações do presente para o passado, baseado na uniformidade dos processos naturais. Fazíamos generalizações, a partir dos registros vistos no campo, apoiadas na permanência dos processos naturais ao longo do tempo geológico. Mas, mesmo com os avanços teóricos, na prática pouco tínhamos evoluído em relação aos métodos empíricos e indutivos utilizados em Perus.

Somente na 3ª experiência (1984) o **Atualismo** foi devidamente incorporado, com os trabalhos de campo sendo iniciados por ensaios de processos atuais, posteriormente, de posse destas informações passávamos a estudar os registros do passado geológico da Formação Ita-

(14) Segundo Potapova (1968), as "formas fixadas" são os registros geológicos que refletem de maneira codificada os processos ocorridos no passado do planeta.

Itaquaquetuba. No campo, existia ainda, uma supremacia do raciocínio indutivo, mas trabalhávamos em contrapartida com as transferências, através de processos analógicos de informações do presente para o passado sem nos basearmos totalmente na uniformidade dos processos. Todavia, o debate em classe sobre o paleo-clima da Formação dava um fim à prática indutiva do início das atividades conduzindo ao exercício do **Atualismo**, capaz de garantir que as generalizações e argumentações feitas, tivessem como base não apenas observações de campo, mas também outras Ciências que estudam os processos contemporâneos além de informações de todo o tipo. A formulação de hipóteses admitia a mutabilidade dos processos naturais e a irreversibilidade dos mesmos ao longo da história deste planeta.

Com esta prática ressaltamos o componente histórico-comparativo da Geologia, destacando a importância das "formas fixadas" e da relação entre o campo e o **Atualismo**, possibilitando uma maior ênfase na integração de estudos feitos por outras Ciências Naturais e nas informações de processos contemporâneos, como importantes para a reconstituição da história da Terra.

A mudança na estrutura da excursão foi fundamental, pois, com base em nossa avaliação da excursão (vista anteriormente), constatamos que: 94% dos alunos apresentaram perfis e esquemas bons dos registros sobre os micro-canaís atuais (afloramento 2), quase todos (92,5%) reconstituíram de modo satisfatório (variando entre razoável e bom) os processos que originaram a Formação Itaquaquetuba (parte C do afloramento 3). A observação e o exercício com os micro-canaís atuais (afloramento 1) facilitou a representação dos micro-canaís recentíssimos e o entendimento do processo de reconstituição dos mecanismos que possivelmente ocorreram no passado da Formação

Itaquaquecetuba. (15) Em suma, a prática de se iniciar a excursão observando dados atuais é pré-requisito para um bom trabalho no campo, tornando mais claras as operações de transferência por analogia dos processos do presente para o passado (o Atualismo enfocado de modo restrito no campo).

É preciso ser considerado, no entanto, que somente 30% dos alunos fizeram bem a representação da parede dos sedimentos da Formação Itaquaquecetuba (parte A do afloramento 3), sendo que 26% dos alunos não representaram a falha no afloramento 4 (16), o que nos inquieta, pois, no transcorrer dos procedimentos científicos da Geologia, é a identificação das causas disso: a percepção visual deficiente dos alunos ?; a diferença da escala espacial e temporal entre os fenômenos do presente e do passado ?; as operações de formação de conceitos não equacionadas devidamente ?

Novas inquietações surgem, decorrente do patamar de entendimento até aqui atingido. A prática atualista aponta para futuros aprofundamentos dos procedimentos científicos e das inferências geológicas do fazer Geologia, já que a mesma inicia-se com uma série de observações e operações de contigüidade com os fenômenos atuais para, posteriormente, trabalhar com o tempo geológico e as similaridades entre o presente e o passado. É preciso, também esmiuçar a prática atualista do fazer Geologia, que se apóia na mediação dialética entre o presente e o passado para atribuir significados às "formas fixadas".

Ora, o processo de amadurecimento dos procedimentos científicos é

(15) Na excursão de 1983, onde analisamos 82 roteiros de estudo (68,3% da turma), 60% dos alunos representaram bem os micro-canais e 85% reconstituíram de modo razoável a bom os processos de origem da Formação Itaquaquecetuba.

(16) Na excursão de 1983 apenas 20% dos alunos fizeram bons esquemas da Formação Itaquaquecetuba e houve uma inversão no afloramento 4, onde 18% não representaram o falhamento, que, provavelmente, pode ser explicado porque os alunos de 83 foram os únicos a trabalhar anteriormente em campo com os princípios da superposição e interseção de estruturas, na região de Perus.

iniciado através da própria prática e do seu ensino na construção do conhecimento geológico com ênfase no campo, indicando que: **aprender Geologia é fazer Geologia**, aflorando, assim, as semelhanças entre o **fazer Geologia** e o **aprender Geologia**. Para que esta relação seja bem compreendida, nada melhor do que aprofundarmos as especificidades da prática geológica, cuja explicitação será feita no capítulo 3.

Outro aspecto da dissertação aponta o emprego dos métodos científicos como fundamentais para o raciocínio de qualquer cidadão. Tal constatação fez com que nossa atenção fosse voltada para a metodologia de produção científica da Geologia, com implicações diretas na metodologia de ensino. Essa metodologia de ensino, que na prática enfatiza os processos de aquisição do conhecimento e seus produtos em construção, é fundamental para aproximar-nos do dia-a-dia dos geólogos, que estruturam o seu conhecimento fazendo Ciência. Como aceitamos a concepção de Ciência como **um fazer** e nosso objetivo é **ensinar o fazer Geologia**, um aprendizado efetivo ocorre através desta Ciência. Portanto, como estamos ensinando através do fazer, estamos ensinando, também, como ensinar.

Na análise dos questionários "pós-fato" respondidos pelos alunos de 1984 (vide anexo 8), pudemos visualizar algumas contribuições da prática geológica para a aquisição dos métodos científicos. Em primeiro lugar constatamos que, apesar de várias correntes pedagógicas enfatizarem o aprendizado pela vivência científica, elas confundem vivência científica com experimentos de laboratório, muitas vezes apenas ilustrativos da aula teórica. Tanto o laboratório, como a excursão e outras técnicas devem estar no âmbito de uma educação formativa. Algumas respostas [a] e [b] comprovam que a excursão geológica em foco despertou nossa preocupação em relativizar o papel do laboratório:

[a] "...é um trabalho onde você faz verificação de ocorrências naturais, onde no laboratório fica muito

superficial o entendimento e a reprodução."

[b] "...como já disse anteriormente, é o tipo de atividade que desperta muito interesse dando margem a muitas discussões, hipóteses e conclusões. E você vendo como são realmente, pegando pedaços de rochas, examinando, etc. é muito mais significativo que qualquer estudo em cima de livros e textos. Não que eles não sejam importantes, porque para a realização de uma atividade como esta é necessário uma série de pré-requisitos que devem vir da sala de aula, com aulas expositivas, estudos com livros e textos, mas a excursão foi um trabalho didático que enriqueceu muito a disciplina e o curso."

Em segundo lugar, constatamos que respostas como [b], [c], [f] e [g] contribuem com nossa intenção de desmistificar o trabalho do cientista e relativizar a construção de conhecimentos:

[c] "...formando-se grupos (número menor de pessoas) pode-se trabalhar mais com idéias diferentes. Colhe-se muito mais hipóteses e esclarece-se muito melhor as dúvidas existentes."

[f] "...nós mesmos raciocinamos e encontramos justificativas para nossas hipóteses."

[g] "...através das dúvidas de cada um, chegamos a aprender a observar, interpretar e formular nossas dúvidas."

A opção por uma atividade de campo investigativa, geradora e crítica de conhecimentos traz decorrências didáticas importantes, devendo ser aprofundada e ter continuidade. Para reforçar nosso ponto de vista com base na análise dos questionários acima referido, passamos agora a assinalar as idéias principais.

Em várias respostas (extraídas das mais variadas perguntas) aparecem referências ao bom desempenho dos processos de ensino tanto da disciplina quanto da excursão. Isto é reforçado quando ao solicitar as situações de aprendizagem mais significativa na pergunta 15, 25% dos alunos ressaltou as discussões em grupo, 33,8% as excursões e, a somatória destes dois percentuais, indica que mais da metade (58,3%) apontou as duas atividades anteriores, além das atividades práticas, como fundamentais. Ficou evidente nos questionários que a dinâmica de ensino adotada -trabalhos individuais, em pequenos grupos, debates gerais, atividades práticas diversas e a excursão- foi relevante.

As respostas {k}, {l}, [i] e [k] forneceram alguns indícios a

favor de nossa preocupação de demonstrar que o campo é um ambiente de ensino capaz de favorecer ao aprendizado através de descobertas e solução de problemas:

{k} "O estudo feito fora da sala-de-aula se torna concreto, visto que através de observações concretas podemos relacionar e verificar o que aprendemos na matéria."

{l} "A excursão para Itaquaquecetuba, nos trouxe uma bagagem de conhecimentos enorme, pois é muito mais fácil a compreensão vendo como são os diversos tipos de rochas, e tentarmos imaginar em que condições se formaram, a sequência de fatos que fizeram-nas daquelas formas, etc."

{i} "{o campo} coloca a prova o que já tínhamos visto, e teve-se condições de "ligar" a matéria, ter uma continuidade, uma visão global."

{k} "...com o trabalho de campo, as observações e comportamento físico da ocorrência, fica muito mais fácil a compreensão do acontecimento, então isso foi muito significativo."

Finalizando, outro aspecto, não experimentado em Santo André, mas amadurecido após 1984, é a radicalização do fazer Geologia como uma atividade pratico-teórica de base atualista. Tal inquietação, que precisa ser melhor estudada, gerou uma nova concepção de campo, centralizadora da cognição da natureza e das inter-relações meio-ambiente, sociedade e Geologia, com o campo sendo encarado como a espinha dorsal de uma disciplina organizada com tal concepção. Assim é possível integrar a concepção de Geologia adotada, o método de conhecer a Terra (o fazer Geologia) e os aspectos sociais e ambientais relacionados a esta Ciência.

Aliás, esta é uma concepção de campo mais abrangente, que abarca a definição de atividades de campo geradoras e críticas do conhecimento geológico adotada em Santo André. No período anterior a 1984, mesmo não tendo tão clara essa concepção abrangente, já existiam indícios nesse sentido que detectamos em algumas das respostas dos alunos ao questionário. Por exemplo: as respostas da questão 23 mostram que, mesmo não explorando muito os problemas ambientais, a excursão conseguiu despertar preocupações com o meio-ambiente. Isto revela o potencial dos trabalhos de campo para com a educação ambiental. Na questão 18 há a indicação de que um

conhecimento geológico atualizado pode ter várias utilidades na vida de um cidadão. Na questão 24 os alunos apontam atividades a serem utilizadas no 1º grau que valorizariam a vivência científica através de observações diretas da natureza, como exemplo a resposta [x]:

[x] "...E um conjunto de dados que pode ser tomado como um modelo para um trabalho de campo."

As respostas {r} e {s} da questão 17 demonstram ser possível elaborar, em sala, um conhecimento crítico a ponto de um aluno que está lecionando criticar a superficialidade da parte geológica nos livros didáticos de Ciências e outro, também professor, apontar como melhor a assimilação da Geologia através de experiências:

{r} "Pude observar que os livros didáticos adotados nas escolas estaduais desenvolvem superficialmente a disciplina geologia na matéria ciências(...)"

{s} "A geologia é pouco discutida nas escolas de 1º grau e através do curso de Geologia II que tive aplico essa disciplina com mais detalhes, e através de experiências, os alunos assimilam melhor a disciplina."

2. ALGUNS REFERENCIAIS TEÓRICOS

Uma preocupação constante perpassa nosso trabalho acadêmico desde o início: precisamos deixar transparecer quais os referenciais sobre Teoria do Conhecimento, Teoria da Geologia e Metodologia do Ensino, foram utilizados na procura de uma fundamentação para o exercício da prática docente.

Toda prática docente gera inquietações e traz novos problemas em seu horizonte. A inquietação que motivou e continua motivando esta pesquisa pode ser sintetizada da seguinte maneira: como ensinar Geologia de modo formativo e crítico a futuros professores de Ciências de 1ª grau (5ª a 8ª séries) ?

Ora, como um primeiro pressuposto apontamos que: nossos alunos, para aprenderem efetivamente o conhecimento geológico, precisam comportar-se como geólogos (no seu dia-a-dia) em seu fazer Geologia. Para tanto, acreditamos que eles são capazes de agir -a semelhança dos geólogos, como inquiridores e investigadores no seu aprendizado de Geologia. Acreditamos, também, que eles são capazes de adquirir raciocínio e aspectos da prática científica geológica. Bruner (1965) e Balzan (1985) realçam que, em situações de ensino/aprendizagem, o professor deve ensinar aos alunos a agirem como investigadores, tal como agem os cientistas de cada área. As palavras de Bruner são marcantes:

"Ao estudar física, o aluno é um físico; e é mais fácil aprender física comportando-se como um físico, do que fazendo qualquer outra coisa." (1965, p.13)

Ou acreditamos nestas palavras ou nos resta apenas a possibilidade de tergiversar sobre a melhor maneira de abrilhantar os relatos da história da Terra nos palcos das salas de aula.

Um dos possíveis sentidos destas palavras coaduna-se com um dos pressupostos deste trabalho: a necessidade do emprego dos métodos

científicos como os métodos fundamentais de raciocínio para qualquer cidadão de nossas sociedades complexas e avançadas. Aliás, essa também é a mesma premissa de Bruner quando assinala sua convicção central:

"a atividade intelectual é a mesma em toda parte, quer nas fronteiras da sabedoria, quer numa classe de terceiro ano primário." (1965, p.12)

O pressuposto anterior, como veremos ao longo da dissertação, não é a apologia do "método" e da "Ciência".

O que um geólogo faz e o que um aluno de "Elementos de Geologia" deve fazer possui o mesmo caráter, apresentando somente uma diferença de grau e intensidade da prática científica. Todo professor e aluno de Ciências deve ser, em larga medida, um investigador. A ênfase na aquisição do raciocínio geológico não tem a intenção de formar um "especialista", mas sim de proporcionar uma compreensão dos métodos científicos em grau suficiente para que o cidadão possa aplicá-lo aos seus problemas individuais e sociais. Em outras palavras, alguns aspectos da Geologia são importantes para a formação de qualquer indivíduo. Por exemplo: a Geologia pode contribuir para a aquisição do raciocínio histórico-comparativo, que é um dos pré-requisitos para uma cidadania consciente e política, pode contribuir para uma melhor compreensão da apropriação da natureza pelo homem, facilitando o entendimento da exploração e conservação dos recursos naturais e dos problemas ambientais decorrentes de tal exploração, etc.

É chegado o momento de fazermos uma melhor explicitação do que vimos falando anteriormente: o fazer Geologia não se dissocia do aprender Geologia. Generalizando, podemos dizer que existe um isomorfismo muito grande entre o fazer Ciência e o aprender Ciência. Isto porque, os futuros professores (nossos atuais alunos) e os seus futuros alunos (adolescentes no estágio de desenvolvimento do

raciocínio formal)), de modo geral, estão, segundo Piaget, na fase superior do desenvolvimento do pensamento.

A leitura de Piaget & Garcia (1984) favorece nosso ponto de vista. Para eles, o sujeito em suas atividades intelectuais obedece a normas cognitivas em todos os níveis. "O fato fundamental da epistemologia das Ciências é que o sujeito, partindo de níveis muito baixos com construções pre-lógicas, chegará mais tarde às normas racionais, isomorfas àquelas que caracterizam o nascimento das Ciências." (p.12) ... "o conhecimento científico não é uma categoria nova, diferente e heterogênea com respeito às normas do pensamento pre-científico e aos mecanismos inerentes às condutas instrumentais próprias da inteligência prática. As normas científicas se situam no prolongamento das normas do pensamento e de práticas anteriores, mas incorporando duas exigências novas: a coerência interna (do sistema total) e a verificação experimental (para as Ciências não dedutivas)." (p.31)

O que foi escrito leva-nos a afirmar que o ensino/aprendizagem da Geologia implica sua prática científica, ou seja, o trabalho de identificar problemas em determinadas situações, de elaborá-los, de resolvê-los, confirmando ou não os resultados, constitui atividades que só podem ser apreciadas por aqueles que as praticam. A transparência dos procedimentos de um descobrimento só pode ser entendida durante sua prática. Lembrando Bernal (1975):

"É de suma importância que todos, e especialmente aqueles que não fazem da Ciência uma profissão, aprendam o método científico mediante sua aplicação prática." (p.206 e 207)

Desse modo, o aprendizado de Geologia é alcançado através do fazer científico desta Ciência, das especificidades desse fazer. Pois, como os fazeres de cada Ciência são específicos, cada uma delas debruça-se sobre a natureza de uma forma particular. A Geologia não é exceção, uma vez que apresenta conceitos e uma metodologia de pro-

dução científica próprios. Como a realidade das práticas científicas reside na sua não homogeneidade, na distinção entre as várias práticas, não poderíamos falar "da Ciência" em geral como unidade de todas estas práticas, já que ela é constituída pela diversidade dessas práticas, por desenvolvimento desigual, teorias e objetos distintos, que modulam a realidade dos fazeres científicos específicos, dando forma à história efetiva das Ciências. (17) Assim, cada disciplina apresenta uma forma específica de trabalhar seu conhecimento, e a aquisição deste conhecimento deve permitir ao aluno a assimilação de sua forma de saber e seu raciocínio científico.

Por isso, não estamos preocupados em ressaltar no ensino de Geologia uma espécie de Ciência geral geológica, que enfocaria aprioristicamente as idéias básicas, os conceitos e práticas recorrentes que também aparecem em outras Ciências, como a Física, a Química e a Biologia. Queremos ressaltar justamente o contrário: o modo específico de como os geólogos, fazendo Ciência, produzem o conhecimento. Segundo Bernal (1975), o entendimento das Ciências e da natureza é alcançado quando as especificidades de cada fenômeno e área das Ciências forem compreendidas de maneira mais aprofundada. Somente assim nossos alunos serão capazes de diferenciar as especificidades de cada Ciência e entender as relações existentes entre elas. De tal forma que os futuros professores de Ciências poderão enfrentar a diversidade dos currículos de Ciências de 1ª grau sem se sentirem perdidos. Caso o currículo a ser cumprido enfatize a "Ciência geral", saberão criticar esta visão e apontar as diferenças entre as Ciências, caso enfatize a "Ciência integrada", poderão extrair os aspectos mais importantes da Geologia e relacioná-los com as outras Ciências; ou, de acordo com os vários

(17) Lecourt, Dominique. 1978 - Introduccion, in: Para Una Critica De La Epistemologia. p.9-21.

fatores de uma situação de ensino, terão suficiente conhecimento de Geologia para propor soluções próprias.

Sobre o ensino de conceitos gerais, por exemplo, o trabalho de seqüenciação de eventos históricos e a correlação entre fenômenos é muito utilizado na Geologia. Podemos, então, trabalhar, de modo geral, com as idéias e operações descritas acima sem qualquer vinculação com a Geologia. Mas, devido às peculiaridades do pensamento geológico, seria muito mais eficaz aprendê-los dentro do contexto geológico, do que através de "fenômenos em geral". Nesse caso, o estilo particular da Geologia deve ser predominante para o aprendizado, inclusive no que se refere a conceitos gerais.

Assim, a procura de uma melhor formação para os professores passa pela compreensão correta do ensino/aprendizagem de Geologia como um fazer científico. De tal forma que o **fazer Geologia** se aproxime, genericamente, como veremos adiante, de uma atividade indissociável entre teoria e prática de seu fazer. Estamos falando, portanto, com o apoio de vários autores, de uma atividade produtora de conhecimentos científicos que se configura pela interação do sujeito, do conhecimento e do contexto de aprendizagem (seja ele cultural, social, institucional, ou psicológico). (18) O enfoque da dissertação volta-se, então, para uma maior ênfase do aspecto cognitivo da educação, o que explica nossa preocupação prioritária com o sujeito e o conhecimento, mas que não significa dizer que outros aspectos sejam menos importantes, embora nesta dissertação não tenham recebido o destaque a que fariam jus.

Nesta configuração da atividade produtora de conhecimentos científicos inclui-se a influência de fatores culturais e sociais. E não pretendemos negá-los, em hipótese alguma, apenas não

(18) Sobre o conceito de aprendizagem veja Parlett & Hamilton (1980), p.80-100.

daremos, neste trabalho, um destaque específico para isto pela necessidade de delimitarmos nossos estudos. Assim sendo, indicamos somente algumas idéias para fornecer parâmetros à discussão.

Concordando com Srour (1978), nós não estamos falando da "Ciência dos iluminados", para quem o que não for considerado científico é errado e ideológico, pois, segundo os "iluminados", a Ciência deve atuar cuidadosamente na separação dos juízos de valor, dos fatos e conhecimentos produzidos. Para o autor, não há dados, não há observações e interpretações, não há experiência e demonstração que não estejam permeados por valores ideológicos, os quais têm interdependência estrutural com as relações sociais e econômicas do momento histórico da produção de qualquer conhecimento.

De acordo Srour (1978):

"Ora, a 'percepção' cotidiano-sensível, o que é do real imediatamente visível, é um tecido de milhares de 'evidências' que medeiam e informam as próprias relações que os agentes sociais mantêm -ou imaginam manter- com suas condições reais de vida: é todo o imaginário que se interpõe, irremediavelmente, entre o real e os agentes sociais." (p.39)

Em outras palavras, segundo nossa leitura de Japiassu (1981), não existe produção científica descompromissada; a neutralidade científica nunca existiu. Srour vê a objetividade como um efeito epistemológico, que remete à produção específica do discurso científico; a não neutralidade é um efeito ideológico, a tomada de posição que essa produção e esse discurso supõem (19):

"símbolos, conceitos e teorias não são inocentes, refletem interesses, expressam uma adesão a um ponto de vista de um agente coletivo: a ideologia é consubstancial com todo o universo simbólico." (1978, p.39)

Concordando com Srour, não há Ciência pura, na medida em que não há ideologia pura. A verdade do conhecimento não se exaure nos fatos

(19) Exemplificando, de acordo com Srour: "o conceito de luta de classes é objetivo, valendo teoricamente para todos, mas não é neutro, pois vale politicamente para certas classes sociais." (1978, p.45)

empíricos; não existe consciência cognitiva absoluta. "A Ciência produz conhecimentos (verdades objetivas) provisórios, ou seja, conhecimentos que não exaurem o real, passos para a aquisição infinita de conhecimentos novos." (1978, p.45)

Não há produção científica sem tomada de posição. Logo, todo trabalho científico é capaz de apontar para formas de apropriação do saber científico que visam à manutenção de dadas relações sociais, ou é capaz de apontar na direção da superação dessas relações. Procuramos uma produção onde o compromisso de uma reflexão faculte a superação dessas relações.

Ora, segundo Gorz (1974), o usufruto do conhecimento pelos setores subalternos da sociedade (os dominadores já o têm), implica a mudança das relações sociais que, por sua vez, leva à prática de outra concepção de Ciência; concepção na qual a Ciência não tenha valor de troca, de mercadoria, mas um valor de uso por toda a população.

Gorz escreve a este respeito:

"A nossa sociedade nega a etiqueta de Ciência e de científico aos conhecimentos, capacidades e qualificações que, não integrados nas relações de produção capitalistas, não têm valor nem utilidade para o capitalismo e que, por essa mesma razão, não são objeto de um ensino formal do quadro do sistema institucional de formação." (p.220) ... "Chegamos aqui ao aspecto central do caráter de classe da Ciência moderna: sejam teóricos ou técnicos, gerais ou especializados, os conhecimentos e informações científicas ministrados no ensino não são utilizáveis pelos que os aprendem na sua vida e nas suas atividades autônomas." (p.223)

Para Gorz, este caráter da Ciência se efetiva, principalmente, em cada programa escolar e método de ensino concebidos de forma a tornar a Ciência inacessível à maioria.

Portanto, uma nova visão de Ciência implica uma nova pedagogia, que germina no seio do próprio capitalismo e atua no sentido de provocar mudanças estruturais mais profundas nas relações sociais, meio em que florescerá.

De posse dessas idéias podemos caracterizar melhor o fazer Geologia como atividade produtora de conhecimentos científicos.

Segundo Srouf (1978), "a existência do conhecimento é tão velha quanto a própria cultura da qual é parte integrante. Por menor que seja a formação social e por mais simples nas suas necessidades, não há como escapar da exigência de um domínio relativo do meio natural." (p.35) Um testemunho como este nos permite concluir que o fazer teria sido, de certa maneira, a primeira forma do conhecer. Hoje todos os tipos de ferramentas e instrumentos que potencializam os sentidos humanos são produtos de uma concepção de Ciência. Já que, frente à sucessão dos fenômenos naturais, obrigatoriamente procurar-se-á a determinação dos fatores que dão sentido aos fenômenos, ou seja, um sistema de relações explicativas estará sendo desenvolvido, conforme o assinalado por Srouf. Assim, este sistema que nasceu dos fazeres alcança contornos teóricos que passam a influir nos próximos fazeres e no próprio sistema, de tal forma que a própria interpretação da realidade é constantemente modificada. Conclui-se, portanto, que, para Srouf, Kosik, Bruner e Piaget o conhecimento surge da interação homem/meio e é concebido como processo produtivo.

O lado transformador do homem transparece melhor nestas palavras de Kosik (1976):

" A natureza se manifesta como algo de inatural. O homem tem de envidar esforços e sair do 'estado natural' para chegar a ser verdadeiramente homem (o homem se forma evoluindo-se em homem) e conhecer a realidade como tal. Para os grandes pensadores de todos os tempos e de todas as tendências, o conhecimento é corretamente caracterizado como superação da natureza, como atividade ou 'esforço' supremo.(...) O homem só conhece a realidade na medida que ele cria a realidade humana e se comporta antes de tudo como ser prático." (p.21 e 22)

Nesse sentido, o homem só conhece a natureza a partir da humanização produzida por seu trabalho. Por isso, convém dar a devida ênfase à seguinte afirmação de Srouf:

"a obtenção do conhecimento se conforma como uma prática, quer dizer, como um processo de transformação-apropriação do mundo."

(p.33, grifo nosso)

Para ele, o conhecimento científico é uma atividade teórico-prática integrada a um conjunto articulado de outras práticas que, juntas, constituem a prática social. Desse modo, essa prática, esse conhecimento, representa um dos modos de apropriação do mundo pelo homem.

Assim, a produção do conhecimento constitui-se em prática cognitiva transformadora, onde a atividade educacional é o próprio **fazer Geologia**, o modo geológico de apropriação do mundo, ou uma prática específica cognitiva. Por trás destas palavras percebe-se uma concepção de Ciência que não valoriza os conhecimentos sistematizados e acabados, mas sim algo que se realiza através de seu fazer, de seu processo de busca. Uma Ciência viva em processo de produção sem fim, integrada à prática social. Influenciando e interagindo com a organização social.

A produção científica se define como uma dentre as várias práticas sociais. Na verdade, esta afirmação tem decorrências importantes, a partir do momento em que restringimos nossa preocupação aos adultos ou crianças no período de desenvolvimento do raciocínio formal. A tese de Piaget & Garcia (1984) está diretamente ligada a esta concepção:

"um sujeito enfrenta o mundo da experiência com um arsenal de instrumentos cognoscitivos que lhe permite assimilar, e por conseguinte interpretar, os dados que recebe dos objetos circundantes, mas também assimilar a informação que é transmitida pela sociedade na qual está inserido." (p.232)

Uma tese desta natureza assinala, de imediato, uma preocupação: jamais perder de vista a relação entre os fins da educação e a realidade sócio-cultural em que ela se insere. Logo, conclui-se que não podemos entender a educação como algo isolado, fora de um contexto mais amplo (político-econômico). Com relação a esta

questão, Balzan (1980) apontou que docentes, ao isolar a educação, assumem duas posturas paradoxais: "tudo poder fazer e nada poder fazer." (p.130) Esperamos não cair em tal paradoxo e acreditamos que, ao longo desta dissertação, nossas concepções, até o presente momento sobre o educador como agente de mudança fiquem claras.

Justamente por estarmos referindo-nos a uma atividade científica e transformadora, podemos falar de uma unidade entre teoria e prática. De um lado, a prática, com suas exigências, amplia o horizonte de problemas e soluções da teoria, agindo como sua fonte de conhecimentos, do outro, a atividade teórica exige a antecipação ideal de uma prática que ainda não existe; desse modo, a teoria (projeto de uma prática hipotética) determina a prática real e efetiva, o que nos leva a relativizar a tão propalada primazia da prática sobre a teoria. A teoria não é mera contemplação, mas sim um referencial para a ação, do mesmo modo que a prática não é um receituário de técnicas, mas uma ação guiada pela teoria (20).

A noção acima desenvolvida é importante porque, de acordo com as idéias de vários autores, para nós, toda Ciência constrói seu objeto de estudo, elabora seus dados e seus fatos. Segundo Santaella (1980), a obtenção de conhecimentos deve ocorrer com uma prática, submetida constantemente a um questionamento no sentido de verificar as relações entre a teoria e os aspectos do mundo aos quais ela se refere. Esta prática aponta para um processo simultâneo:

"a teoria desvendando seu objeto e o objeto testando os conceitos que o falam." (p.33)

No ato de ensinar o fazer Geologia entram em interação o conhecimento propriamente dito (sua natureza e sua constituição como Ciência decorrente da própria prática científica), o sujeito

(20)Vázques, A.S. 1977 - Unidade entre a teoria e prática. In: Filosofia da Praxiws. p.209-243.

que faz Geologia (seu desenvolvimento cognitivo e a natureza cognitiva dos procedimentos mentais envolvidos neste fazer) e o contexto de aprendizagem. Devemos deixar bem claro que, nesta dissertação, não trataremos do contexto de aprendizagem e suas implicações. Assim, o fazer Geologia é um conjunto dinâmico e articulado; onde nenhum dos aspectos referidos existe de forma isolada, cada um integra-se aos demais chegando, inclusive, a influenciá-los. Todavia, para que se avance um pouco mais nesta discussão, vamos abordar o fazer Geologia sob três aspectos: o epistemológico, o metodológico e o psico-pedagógico. Ou seja, enfocaremos, a natureza da Ciência geológica, a natureza de aspectos do método de produção do conhecimento geológico e a natureza de aspectos dos processos cognitivos. Começaremos, então, por explicitar os referenciais teóricos do aspecto epistemológico.

O referencial teórico epistemológico

Segundo Japiassu (1981), a epistemologia é uma teoria crítica e reflexiva dos objetivos, objetos, princípios, métodos e conclusões das diversas Ciências. E, como ela apresenta a possibilidade de várias abordagens distintas, nossa opção recairá sobre o tipo de epistemologia que se preocupa com a dinâmica interna das Ciências, com o modo real e efetivo de sua prática científica.

Através do aspecto epistemológico são fornecidas as condições para a demarcação da atividade científica propriamente dita, uma vez que a epistemologia moderna constitui-se em uma atitude reflexiva e crítica sobre uma Ciência, preocupando-se com as condições históricas e concretas de sua realização, dentro de determinado contexto socio-econômico.

Neste espaço, distinguem-se as questões referentes às

determinações da natureza da Ciência e sua produção científica, que nos permite identificá-la como um subextrato para a caracterização e escolha de uma concepção de Ciência geológica, fundamental para o aprendizado de Geologia.

Cada Ciência observa, organiza e explica o real de maneira particular, de tal forma que, no seu processo de obtenção de conhecimentos, as Ciências têm a necessidade de construir um sistema de conceitos e normas, que as estruturam. Nesse sentido, o fazer Geologia estrutura a Ciência geológica a partir de uma interação sujeito/objeto, não ocorrendo a primazia do sujeito e nem do objeto.

Tal postura é decorrente de uma tomada de posição epistemológica em relação ao sujeito e ao objeto (meio). A princípio partindo das idéias de Srour (1978), vamos explicitar algumas premissas importantes para a obtenção de conhecimentos:

_1ª, a existência do mundo independe de seu conhecimento, ou seja, sendo conhecido ou não, ele está aí;

_2ª, o mundo natural e social é produto de determinações reais entre as relações de seus fenômenos e a lógica de sua estrutura interna;

_"3ª, as determinações reais podem ser conhecidas, previstas e, numa certa medida, controladas, ou seja, podem ser apropriadas cognitivamente para uma possível intervenção;

_4ª, o conhecimento resulta de uma produção pois, de um lado, não há apropriação sem modificação do objeto apropriado -que existe de forma independente- e, de outro lado, não se trata de extrair o conhecimento como se este estivesse escondido no real, uma vez que se assim fosse não se teria mais uma transformação, mas uma recuperação do que já estaria previamente constituído." (p.32)

De acordo com Srour, na sua crítica da teoria do conhecimento como contemplação ou reflexo especular, segundo a qual a imagem

sensível do objeto que se imprime em nossa consciência traduz o que é o objeto em si, sem a alteração do sujeito cognoscente. Tal princípio supõe que o conhecimento habita os objetos a serem conhecidos, e Srour não acredita neste caráter ontológico da produção do conhecimento, que designa a natureza em si, pura, original, independente do sujeito cognoscente, uma vez que, para o autor, o pensamento científico é concebido como um processo produtivo, o conhecimento é uma construção contínua. Não existe a divisão entre objeto conhecido e sujeito cognoscente; o conhecimento nasce da interação sujeito/objeto (meio).

Srour acrescenta ainda algo mais nesta discussão da interação sujeito/objeto, colocando, de uma vez por todas, uma pá de cal na chamada "teoria do reflexo especular": os modelos e as abstrações não refletem o real, portanto, as teorias científicas não podem ser reflexos do real. Em suas palavras:

"O real não é transparente e dele não se faz uma leitura imediata; a abstração não espelha o real, porém dele se apropria cognitivamente, isto é, modifica de modo particular o objeto apropriado; (...) É importante ressaltar ainda que os agentes coletivos, ao obterem do real certo conhecimento, alteram suas relações para com eles; seus intelectos são afetados pela nova apreensão dos fenômenos e suas atividades ulteriores são por isso mesmo redefinidas. Consequentemente, as idéias são tão reais quanto as coisas da natureza, embora específicas na sua materialidade. Assim sendo, a abstração comanda o acesso aos processos concretos, queiram ou não alguns empiristas." (1978, p.36 e 37)

Complementando, poderíamos citar Kosik (1976):

"O método da ascensão do abstrato ao concreto é o método do pensamento; é um movimento que atua nos conceitos, no elemento da abstração. A ascensão do abstrato ao concreto não é uma passagem de um plano (sensível) para outro plano (racional): é um movimento no pensamento e do pensamento." (p.30)

Neste momento nos encontramos entre a concepção que vê o conhecimento como objetos produzidos ou criados pela consciência, o que determina o primado do sujeito, e a concepção que vê no conhecimento uma simples reprodução de objetos em si, determinando o primado do objeto. Entendemos, contudo, com base nos autores

citados, que o conhecimento é o produto de uma atividade subjetiva e de uma prática real, objetiva, material, em que ocorra a interação com o meio (objeto).

Este conhecimento, como construção do real, evidencia o caráter ativo do conhecimento em todos os seus níveis, bem como a interação sujeito/meio em sua elaboração, tendo por trás, implícita ou explicitamente, uma determinada concepção de realidade (de mundo).

Adotamos a concepção de realidade que Kosík (1976) definiu: como totalidade concreta, ou seja, como um todo estruturado em curso de auto-criação e de desenvolvimento. Este ponto de vista é contrário ao dos empiristas e a todos aqueles que entendem totalidade como o conjunto de todos os fatos, isto é, a realidade constituída pela reunião e agrupamento de todas as coisas, aspectos e relações. O conhecimento é uma sistematização dos conceitos que procede por soma, sistematização essa, fundada sobre uma base imutável e encontrada definitivamente.

Para Kosík, "a realidade é entendida como concreticidade, como um todo que possui sua própria estrutura (e que, portanto, não é caótico), que se desenvolve (e, portanto, não é imutável nem dado uma vez por todas), que se vai criando (e que, portanto, não é um todo perfeito e acabado no seu conjunto e não é imutável apenas em suas partes isoladas, na maneira de ordená-las), (...)" (p.36) A totalidade concreta passa então a ser um método para estudos de seções tematizadas da realidade; é a teoria da realidade como totalidade concreta.

Também para Kosík, o pensamento dialético pressupõe que o conhecimento se processe num movimento de espiral, do qual cada início é abstrato e relativo; ao contrário do pensamento sistemático, para o qual, por via linear e somatória de fatos a outros fatos, de noções a outras noções, o conhecimento se move

sistematicamente de pontos de partida demonstrados.

O nosso objetivo, neste momento, é fornecer o referencial teórico mais geral para, mais adiante, ao desenvolver o aspecto epistemológico do **fazer Geologia**, traçarmos um paralelo deste referencial com a visão de Ciência geológica pela qual optamos.

O referencial teórico metodológico

Consideramos o aspecto metodológico como um corte didático do aspecto epistemológico que influencia o aspecto psico-pedagógico. Isto porque o mesmo permite discutir aspectos da natureza do método de produção do conhecimento geológico que, de certa maneira, influenciam a aquisição de conhecimento pela metodologia de ensino.

De fato, as questões metodológicas de produção de conhecimentos encontram-se no domínio do questionamento epistemológico, porque o conhecimento é entendido por nós como um processo em constante produção, onde a teoria e a prática formam uma unidade. O aspecto metodológico se justifica como um corte didático, momento em que devemos refletir sobre a natureza e o valor dos procedimentos pelos quais a Ciência geológica se constrói e chega ao conhecimento. Queremos ressaltar o modo como os geólogos elaboram o seu discurso sobre natureza. Por outro lado, o **fazer Geologia** implica procedimentos científicos que apresentam especificidades cognitivas responsáveis pela determinação da metodologia de ensino desta Ciência.

Este fazer produz conhecimentos objetivos, conceitos referentes a fenômenos reais, ou seja, produz resultados teóricos demonstráveis. Só que esta referência ao real não objetiva comprovar a realidade do conhecimento, mas, como assinala Srouf, "trata-se de descobrir os mecanismos que viabilizam a apropriação cognitiva do real. O real não é a matéria prima da prática cognitiva, mas é

sempre seu ponto de partida, sua matéria bruta. De modo que os conhecimentos estão abertos à retificação regrada e são verificáveis (21) segundo os protocolos da própria prática, que os produz." (1978, p.44) Para nós, o conteúdo produzido tem importância se for entendido como conhecimento em construção durante a qual se ressalta o próprio conhecimento e o modo de sua produção.

Com base nos estudos de Paschoale (1984b), que se apoiou em M.Pera ("Apologia del Metodo", Laterza, Bari, 1982), o método científico é "um procedimento: uma estratégia geral que indica uma sequência ordenada de etapas que se deve seguir; um conjunto de regras ou normas de conduta para cada uma das etapas em que se estrutura o procedimento; um conjunto de técnicas, conceituais ou operativas com as quais se realiza cada uma das etapas do procedimento." (p.3.)

Segundo Paschoale, uma metodologia tem como função individualizar o procedimento da Ciência, o que implica a fixação de uma forma de saber; ela também tem a função de fixar e justificar um sistema de regras, o que implica especificar um modelo de Ciência ou modelo de racionalidade. Identifica, então, uma concepção de Ciência derivada de um método, ou o primado do método científico.

Para o autor, é a partir deste sistema de regras que se define a separação entre Ciência e pseudociência. Para termos uma concepção de Ciência derivada do método, este sistema de regras deve ser o mais restrito e definido possível, de forma a garantir o próprio método. Todavia, isso parece impossível para M. Pera:

"A conclusão de tudo isso é que nos encontramos defronte a um princípio de indeterminação metodológica; a exatidão e a adequação de um sistema de regras são propriedades que não se pode satisfazer ao mesmo tempo. Se as regras são exatas, então

(21) Para Srour esta verificação tem o sentido de demonstração em matemática e de prova nas Ciências experimentais. No caso particular da Geologia, entendemos que o seu equivalente seria a argumentação.

não são adequadas a todas situações; se ao invés são adequadas, então são genéricas e incompletas. É este princípio de indeterminação metodológica que fornece a prova do paradoxo do método científico: a Ciência se caracteriza pelo seu método, porque sem método não existe nem objetividade nem sistematicidade do conhecimento, mas a caracterização do método destrói a Ciência, porque um código não genérico de regras exclui agora ou mais tarde situações que se deseja considerar científicas." (M. Pera, apud Paschoale, 1984b, p.4)

Como Paschoale, poderíamos trilhar o caminho da crítica ao método feita por Feyerabend e, de certo modo, por Kuhn, mas deixaremos este como um aprofundamento a ser realizado em futuras pesquisas.

Contudo, M. Pera considera que "a brecha aberta com este princípio de indeterminação metodológica não leva necessariamente à rejeição do método científico, mas à transferência da Ciência empírica do reino da demonstração para o campo da argumentação." (M. Pera, apud Paschoale, 1984b, p.4)

Existe um método científico geral relativo aos procedimentos e às regras, essas últimas são dependentes da objetividade (propriedades do objeto válidas universalmente) e sistematicidade (inserir de um conhecimento num corpo de conhecimentos e sua justificação neste) próprias à pesquisa científica. Mas o que nos interessa são, justamente, os procedimentos e regras específicos da prática científica geológica, que poderiam esclarecer muito o campo da argumentação referido acima.

Acreditamos que as peculiaridades da Geologia possam contribuir para a compreensão da heterogeneidade das práticas científicas e da diversidade das teorias e objetos de estudos das diferentes disciplinas. Isso, sem dúvida, adianta mais pontos na discussão iniciada por Paschoale.

O referencial teórico psico-pedagógico

O aspecto psico-pedagógico se define como o espaço onde as

discussões das determinações específicas dos processos cognitivos são expostos. Neste aspecto, nossa preocupação estará concentrada nas discussões de alguns aspectos do processo cognitivo de produção científica, notadamente importantes para o entendimento da forma de saber geológica. Nossa intenção é desenvolver pontos gerais e alicerçar questões ligadas ao papel do raciocínio, ao papel da observação/percepção, e ao das hipóteses e da experimentação. Um aprofundamento com um aporte mais psicológico, por ora, extrapola os limites deste trabalho.

Com o respaldo dos trabalhos de Bruner e Piaget, discutiremos conceitos dentro do espaço epistemológico e não do psicológico. Neste momento, é importante ficar claro que estamos preocupados com o tipo de contribuição fornecido por estes autores para nos auxiliar em um melhor entendimento dos processos próprios de constituição do saber geológico através da análise do que faz o sujeito. Em outras palavras, o seu "saber fazer" para adquirir e utilizar um conhecimento -no caso, o geológico. Interessam-nos, também, os estudos sobre um sujeito epistêmico, que retrata o que há de comum em todos os sujeitos, com relação à discussão da natureza do conhecimento nos diferentes estágios de seu desenvolvimento, de tal forma que nos seja possível estabelecer parâmetros de características cognitivas para os alunos que realizarão o **fazer Geologia**. Este desenvolvimento é entendido como sendo os mecanismos gerais do ato de pensar/conhecer, inerentes à inteligência.

Paralelamente às noções de Bruner e Piaget, discutiremos alguns conceitos dialéticos sobre o conhecimento formulado por Kosík. Tanto neste autor como em outros de mesma corrente teórica não se encontrará quase nenhum estudo sobre a logicidade do raciocínio dialético nas Ciências naturais, incluídas aí as que tratam de desenvolvimentos históricos.

Piaget afirma que todo conhecimento encerra uma organização, de onde se conclui que nenhuma aprendizagem, e conseqüente apreensão de um conhecimento, é possível sem as estruturas logico-matemáticas do sujeito cognoscente, nem mesmo a percepção de um conhecimento sensível mais elementar deriva de uma percepção passiva. Este ponto de vista é contrário ao dos empiristas, que indicam a estrutura do conhecimento enquanto reflexos do meio. Para estes os conhecimentos consistem, essencialmente, em informações tiradas do meio sob forma de cópias do real, puro registro dos dados exteriores, sem organização interna ou autonomia. O ponto de vista piagetiano também é contrário aos que interpretam as estruturas lógicas como formas "a priori" na consciência, esquecendo-se de que a fonte mais profunda destas estruturas é a intervenção de atividades coordenadoras próprias do sujeito em interação com o meio.

Apoiando-nos em Piaget, podemos afirmar que todo conhecimento novo, para ser adquirido, envolve um processo de assimilação cognoscitiva relativo a estruturas anteriores. Esta assimilação, entendida como a integração a estruturas prévias sem que haja descontinuidade com o estado precedente, distingue duas implicações importantes. De um lado implica a noção de significação (representações, funções semióticas). De outro, "exprime o fato fundamental de que todo conhecimento está ligado a uma ação e que conhecer um objeto ou acontecimento é utilizá-lo, assimilando-o a esquemas de ação." (Piaget, 1973, p.15)

Kosík (1976), por sua vez, assinala que a característica precípua do conhecimento consiste na decomposição do todo. Segundo o autor:

"O 'conceito' e a 'abstração', em uma concepção dialética, tem o significado de método que decompõe o todo para poder reproduzir espiritualmente a estrutura da coisa, e, portanto, compreender a coisa." (p.14) Para compreender este todo: "o homem tem de fazer um *détour*: o concreto se torna compreensível através da mediação do abstrato, o todo através da mediação da parte." (p.30) O progresso da abstratividade à concreticidade é, por conseguinte, em geral movimento da parte para o todo e

do todo para a parte; do fenômeno para a essência e da essência para o fenômeno: da totalidade para a contradição e da contradição para a totalidade; do objeto para o sujeito e do sujeito para o objeto." (p.30) O autor complementa: "O processo do pensamento não se limita a transformar o todo caótico das representações no todo transparente dos conceitos; no curso do processo o próprio todo é concomitantemente delineado, determinado e compreendido." (p.30)

O método do conhecimento da realidade transforma-se em estrutura significativa para cada fato ou conjunto de fatos. Esta criação da totalidade, como estrutura significativa, é um processo em que se elabora o significado de todos os seus fatores e partes.

Citando novamente Piaget, conhecer não consiste em fazer descrições lingüísticas de realidades acabadas, mas "em agir sobre o real e transformá-lo (na aparência ou na realidade), de maneira a compreendê-lo em função dos sistemas de transformações ao quais estão ligadas estas ações." (1973, p.15) O conhecimento parte das interações entre o sujeito e o objeto, direciona-se e é construído apoiando-se nas ações (ações físicas) e esquemas de ações (ações significantes), que são indissociáveis. As ações físicas estão ligadas à conquista dos objetos ou ao conhecimento dos dados ambientais, enquanto que as ações significantes conduzem às construções logico-matemáticas através de reflexos.

Rolando Garcia e Piaget (1984) apontam que, de acordo com as fontes de conhecimentos (ações físicas e significantes) vistas anteriormente, temos os instrumentos próprios do conhecimento que são: a abstração e a generalização. A abstração pode ser empírica ou reflexiva: a empírica gera conceitos a partir de dados de experimentos (o conhecimento adquirido é tirado do próprio objeto); a reflexiva gera modelos, conceitos a partir da experiência logico-matemática (o conhecimento só é possível graças às coordenações das ações, próprias das atividades do sujeito). Atuando conjuntamente com as abstrações temos as generalizações, que levam à construção teórica e geram formas capazes de permitir

uma nova forma de assimilação.

No presente estudo, estamos preocupados com a prática científica geológica, uma prática que se apóia em teorias. É nesta prática que a junção da ação e do pensamento atua de maneira mais íntima na aquisição e utilização de um saber.

Para Piaget (1978), na prática científica a ação é construtora de novidades:

"é uma ação significativa e não mais física, porque os meios que utiliza são de natureza implicativa e não mais causal."
(p.178)

Na verdade, ocorre um isomorfismo da causalidade e da implicação nestas conceituações de níveis superiores, onde o resultado das ações é exprimir significações e "reuni-las através de uma forma de conexão que chamaremos, na falta de um termo melhor, de 'implicações significantes'." (1978, p.178) Neste caso, tudo o que concerne à ação e ao seu contexto, para ser transformado em conhecimento, como já foi dito antes, envolve o processo de assimilação cognoscitiva, que pode ser traduzido por representações significativas através dos instrumentos semióticos correntes (língua, imagens, etc.) que, para serem conhecidos, são assimilados pelos próprios esquemas de ações (ou coordenações das ações).

Para Piaget, as ações físicas permitem utilizar as coisas com sucesso de acordo com os fins propostos mas de modo limitado, ressaltando os aspectos de causalidade do objeto, ou seja, o que se aprende é o fazer. Nas ações significantes ocorre uma espécie de tradução da causalidade em termos de implicação, o que fornece um novo elemento para todo o sistema das implicações, a razão, sem a qual os sucessos da ação são apenas fatos sem significado. Nesse sentido, Piaget reflete:

"compreender consiste em isolar a razão das coisas, enquanto fazer é somente utilizá-las com sucesso, o que é, certamente, uma condição preliminar da compreensão, mas que esta ultrapassa, visto que atinge um saber que precede a ação e pode

abster-se dela (...); o mundo das 'razões' se amplia sobre os possíveis e transborda assim o real." (1978, p.179)

Sem dúvida, apontar a razão como um novo elemento dos sistemas implicativos na aquisição de conhecimentos foi importante. Mas não nos parece muito proveitoso a distinção entre o "fazer" e "compreender", ponto em que concordamos com a crítica feita por Bruner (1978), pois como pode alguém saber o que um aluno compreendeu, senão vendo o que ele faz ? Somente fazendo alguma coisa é que se pode compreendê-la. O nosso **fazer Geologia** baseia-se na ação significativa, na indissociabilidade do fazer e compreender postulado por Piaget. Porque entender o fazer como somente utilizar algo com sucesso, de maneira preliminar à compreensão, leva a distorções no ensino e na aprendizagem. Distorções essas que traçam uma rigorosa linha divisória, que incentiva o "treino de decorar" antes da "compreensão".

Em última análise, interessa-nos um sujeito com capacidade de agir significativamente, de compreender, de saber fazer, isto é, de **fazer Geologia**. Os futuros alunos de Ciências de nossos futuros professores apresentam características cognitivas para apreenderem o **fazer Geologia** ? Como se sabe, Piaget e Bruner fizeram vários estudos sobre os estágios de desenvolvimento cognitivo das crianças ao conhecerem o mundo, todavia, discutiremos estes estágios para melhor caracterizar e entender nossos alunos quando tratarmos, mais adiante, do aspecto psico-pedagógico do **fazer Geologia**.

3. O FAZER GEOLOGIA

Em geral, qualquer discussão sobre a produção de conhecimento geológico, vista sob uma perspectiva educacional, pode ser estruturada a partir de dois enfoques: o informativo e o formativo. O primeiro, mais tradicional, fornece um repertório de informações sobre conceitos (minerais, rochas, fósseis, estruturas, etc.) e descrições de explicações sobre processos, além de pretender treinar habilidades e técnicas importantes para a prática científica do geólogo. O segundo, formativo, preocupa-se com a metodologia de produção científica historicamente contextualizada; o repertório científico é visto como algo em permanente construção a partir da interação sujeito/meio (objeto). De acordo com esta concepção, o conhecimento origina-se da interação do sujeito (habilidades, técnicas, etc.) com os métodos científicos. O repertório evolui, não como um receituário de dogmas, mas como conceitos relativizados sobre a natureza.

Desde o início de nossa prática docente optamos pela tentativa de possibilitar um aprendizado formativo, onde observação e interpretação, teoria e prática não fossem dissociáveis. Por ora queremos frisar que Kuhn (1978) já questionava a epistemologia tradicional, ao afirmar a impossibilidade da descrição pura sem, interpretações. Kosík (1976), de outro modo, observou que, entre os fatos e as generalizações, existe uma relação dialética de compenetração, uma vez que cada fato traz em si o elemento da generalização e cada generalização é feita sobre fatos. A partir destas constatações podemos inferir que existe uma relação lógica onde a generalização é uma conexão interna dos fatos, e os próprios fatos são reflexo de um determinado contexto.

No entanto, é possível identificar uma visão semelhante à

descrita em autores muito anteriores aos citados. Darwin, em carta dirigida a Bates (22 de novembro de 1860), escreveu:

"Tenho uma velha crença de que um bom observador realmente significa um bom teorizador."

Em outra correspondência, dirigida a Fawcett (18 de setembro de 1861), ponderou:

"Há cerca de trinta anos muito se afirmara que os geólogos só deveriam observar e não teorizar; e bem me lembro de alguém ter dito que, se assim fosse, uma pessoa poderia muito bem descer o poço de cascalho, contar as pedrinhas e descrever-lhes as cores. Quão curioso é que ninguém haja visto que toda observação tem de ser a favor ou contra algum ponto de vista, para ter algum valor." (22)

Partindo desta concepção e tendo por base os referenciais teóricos, vamos abordar o **fazer Geologia** primeiramente sob o aspecto epistemológico, para em seguida enfocarmos o aspecto metodológico e, por fim, o psico-pedagógico.

(22)More Letters of Charles Darwin, Eds. F. Darwin e A.C. Seward, Londres, 1887, s.p., apud MEDAWAR, P.B., *Indução e intuição no pensamento científico: I. apresentação do problema. Ciência e Cultura*, São Paulo, 1974, 26.(12): 1109.

3.1 O ASPECTO EPISTEMOLÓGICO DO FAZER GEOLOGIA (23)

É o aspecto epistemológico que fornece as condições para demarcar a atividade científica propriamente dita, possibilitando a discussão da natureza do conhecimento geológico. Neste item será analisada a forma de conhecimento geológico, seu objeto e método, além disso, discutiremos também alguns aspectos do **Atualismo**. Em outras palavras, estaremos clareando as especificidades da ciência geológica e, naturalmente, à medida que concretizamos o aspecto epistemológico, estaremos, também, deixando mais claras algumas diferenças e pressupostos comuns com as outras Ciências.

As discussões teóricas têm decorrências importantes para o ensino, por isso, no presente estudo, como Silva et alii (1981) e Paschoale (1983 e 1985), estamos preocupados em destacar as especificidades da Geologia como Ciência em detrimento de um enquadramento através das igualdades com as outras Ciências. Esse é

(23) No Brasil encontramos alguns trabalhos que, de algum modo, remetem às questões epistemológicas da Geologia. Santos (1962) discute a Geologia e suas contradições com base nos métodos indutivos de raciocínio científico. Negrão (1976) examina a diversidade dos conceitos existentes sobre o uniformitarismo. Amaral, I.A.; Bistrichi, C.A. & Carneiro, C.D.R. (1978) analisam os aspectos distintivos entre Geologia Física e Geologia Histórica, a evolução do conceito de Atualismo e sua comparação com o evolucionismo, e, por fim, propõem um estudo de caso da influência do Atualismo e evolucionismo na evolução tectônica da crosta terrestre. Silva et alii (1981) integram, pela primeira vez, teoria e ensino da Geologia ao proporem bases epistemológicas e psico-pedagógicas na elaboração do currículo mínimo de Geologia. Fernandes et alii (1981) discutem a Geologia enquanto Ciência, seu método e princípios básicos. Fernandes (1982) estuda a posição da Geologia entre as Ciências comparando-a com a maneira da "História Natural" e da Física verem a natureza. Compiani (1983) apoia-se nas discussões filosóficas e epistemológicas para equacionar a introdução dos alunos às atividades de campo no ensino de Geologia. Paschoale (1983, 1984b, 1984c e 1985) apresenta os estudos mais consistentes na busca de uma teoria da Geologia com base na semiótica peirciana. Paschoale (1984a) discute o papel epistemológico do campo no ensino de Geologia. Kulaif (1984) discute as visões de Geologia existentes no Projeto de Geologia Introdutória (IG\UNICAMP). Paschoale (1987) procura integrar teoria da Geologia e o ensino de Engenharia.

o principal motivo de muitas correntes mais radicais (positivistas), até hoje, não aceitarem o status científico da Geologia, uma vez que tentam enquadrá-la ou estruturá-la a partir de parâmetros existentes para Ciências já consolidadas e clássicas como a Física e a Química. Neste enquadramento forçado pecam por não darem a devida atenção às peculiaridades da Geologia. Vários autores buscam essas características peculiares e, dentre estes autores, muitos optam por defini-la como uma Ciência histórica da natureza. Todavia, como veremos, existem nuances de visões relativas a este aspecto.

3.1.1 A GEOLOGIA E O ESTUDO DO DESENVOLVIMENTO DA TERRA

Na tentativa de demonstrar melhor as características da Geologia vamos fazer uma aproximação com duas formas típicas de Ciências: a analítica e a dialética. Na concepção analítica, as teorias gerais têm que se referir ao sistema em seu conjunto, e a totalidade é entendida como o conjunto de todos os fatos, como a reunião e a sistematização de todas as coisas, aspectos e relações. Do ponto de vista dialético, temos a totalidade concreta (Kosík, 1976), um todo estruturado em curso de auto-criação e de desenvolvimento, apresentando-se com suas três dimensões todo/parte, genético-histórica e aparência/essência.

AS CONCEPÇÕES DIALÉTICAS

Do lado epistemológico existe uma postura que tem suas raízes no materialismo histórico e na dialética. No caso das Ciências geológicas, no âmbito das concepções dialéticas, vamos trabalhar com os artigos de Potapova (1968) "Geology as an historical science of

nature" e de Kedrov (1968) "The geological form of motion in relation to other forms".

A partir deste ponto de vista podemos falar da Terra como um todo, e de seu processo geral de desenvolvimento como um sistema natural integrado e em evolução. Para a investigação na Geologia "os fenômenos geológicos devem ser estudados durante seu desenvolvimento e suas associações e condições mútuas, levando em conta as condições reais de tempo e espaço na sua completude." (Leonov, 1971, apud., Gruza & Romanovski, 1975, p.168)

Nesse sentido, segundo Potapova (1968), a Geologia é uma Ciência que sintetiza os conhecimentos sobre todas as formas de movimento da matéria que participam da evolução do planeta. No seu sentido, a Geologia "é a mais geral e ampla Ciência do planeta." (p.119, grifo nosso)

Partindo de uma concepção como essa, para estabelecermos a independência da Geologia como Ciência é necessário caracterizarmos uma forma geológica de movimento da matéria, que é um movimento específico das formas de movimento da matéria (24). Mas, antes de se discutir a forma geológica de movimento, vamos ver a noção de forma de movimento, que é um dos princípios fundamentais do materialismo dialético.

A noção de forma de movimento, segundo Kedrov (1968), em seu artigo onde tencionou definir a forma geológica em relação a outras

(24) Para Engels (1974) não existe matéria sem movimento: "No sentido mais amplo, o movimento, concebido como modo de existência da matéria, como atributo inerente a esta, envolve todas as transformações e todos os processos que se produzem no universo, da simples mudança de local até o pensamento." (p.57) "Toda a natureza que nos é acessível constitui um sistema, um conjunto coerente de corpos; por corpos entendemos todas as realidades materiais, desde o astro ao átomo ou até à partícula de éter, na medida em que admitimos a sua existência. O facto de estes corpos estarem em relação recíproca já implica que agem uns sobre os outros, e esta acção recíproca é precisamente o movimento." (p.58)

formas de movimento, pode ser resumida nos seguintes termos:

"Por forma de movimento da matéria entende-se um modo específico de existência de toda entidade material qualitativamente definida. Forma de movimento expressa precisamente a determinância qualitativa da entidade material correspondente, conhecida como seu suporte, substrato ou conteúdo material. Sua relação a esta entidade ou qualquer aspecto dela é a característica determinada de qualquer forma de movimento." (p.127)

Sendo assim, podemos dizer que Kedrov define a forma geológica de movimento "como um modo de existência da matéria mineral e inorgânica em geral de dado corpo cósmico tomado com um todo." (1968, p.136) Temos, então, definido um tipo de matéria (a entidade material).

Kedrov afirma:

"o movimento geológico não é simplesmente uma síntese da Mecânica, Física e Química; é uma síntese que ocorre dentro do nosso planeta tomado como um todo (e da mesma maneira dentro de qualquer corpo celeste no qual apareçam formações inorgânicas)." (1968, p.134)

Potapova apresenta uma divergência em relação a Kedrov que remonta à definição dada por este da forma geológica de movimento. Ele a definiu somente em relação à matéria inorgânica, donde se conclui que a Geologia é sintética em relação à Mecânica, Física e Química, excluindo-se as formas biológica e social (a biosfera e a noosfera) que se manifestam nas esferas superficiais da Terra. Ora, sem dúvida, a Geologia não está preocupada com a síntese da evolução dos seres vivos (e/ou sociais), mas utiliza estas informações para a sua síntese da história do planeta. Isto fica mais claro com a afirmação de Potapova (1968):

"o isolamento da forma biológica da Geologia é possível somente como abstração, na medida em que todas as formas de movimento da matéria conhecidas por nós na Terra estão estritamente inter-relacionadas e integradas, uma forma de movimento geológica sintética deve, obviamente, incluir todas, da primeira à última." (p.119, grifo nosso)

Note-se o avanço destas idéias em relação às de Kedrov.

Buscando um detalhamento maior da entidade material e seu aspecto qualitativo em relação às outras Ciências da natureza, Kedrov classifica os suportes e a natureza integrada do movimento geológico:

"os suportes da forma geológica de movimento não são somente seções individuais da Terra tomadas localmente ou regionalmente, não são somente rochas individuais, etc., mas também toda a matéria da Terra, constituindo um sistema global integrado." (1968, p.134)

Este sistema presume, ao ser associado à definição de Potapova, uma interação entre as unidades das partes básicas do planeta: núcleo, manto e crosta e esferas do planeta: noosfera, biosfera, (25) atmosfera, hidrosfera, litosfera. Todavia, na busca da síntese geológica, nenhum destes elementos isolados pode ser considerado no seu processo de existência sem levarmos em conta a natureza global dos processos que ocorreram na Terra. Por outro lado, a síntese é revelada em sua essência pelas inter-relações entre vários elementos isolados e integrais.

Assim, são as várias massas da matéria e os processos naturais tomados como um todo, nos quais nosso planeta pode ser dividido, que são sintetizados pelos movimentos geológicos. Percebe-se, agora, de que maneira tal processo diferencia-se dos da Física e Química, que olham a natureza global dos fenômenos naturais, mas voltadas para a síntese dos processos (físicos e químicos) próprios de suas formas de movimento e suas interações com as demais formas.

É importante ressaltar que a matéria inorgânica (inanimada) pressupõe a sua formação a partir da natureza pré-orgânica (26) através da individualização crescente, ou diferenciação da matéria (outra característica peculiar da Geologia), de acordo com seu

(25)Grifo nosso; Kedrov não aponta a biosfera e a noosfera como participantes da síntese geológica.

(26)Esta diferenciação, feita a partir da natureza pré-orgânica, tem as seguintes etapas: "(1) diferenciação de toda massa de matéria de um dado corpo cósmico em zonas grandes, mutuamente interagentes (núcleo, manto e crosta); (2) diferenciação física da matéria crustal com base nos três estados da matéria (sólido-litosfera, líquido-hidrosfera e gasoso-atmosfera) e (3) diferenciação química da matéria que se projeta na superfície da litosfera do corpo em inorgânica (compostos sem carbono) e orgânica (compostos com carbono)." (Kedrov, 1968, p.136)

estado físico e composição química, dentro de um dado corpo cósmico tomado como um todo.

Vamos esclarecer melhor porque a Geologia deve ser compreendida como uma Ciência histórica da natureza, preocupada com a evolução do planeta Terra. Para tanto, nos apoiaremos em Potapova:

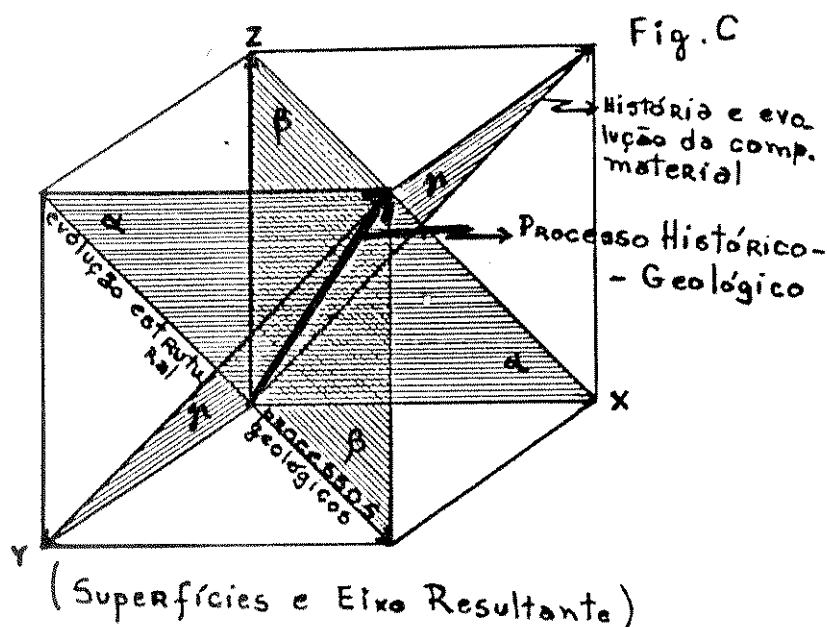
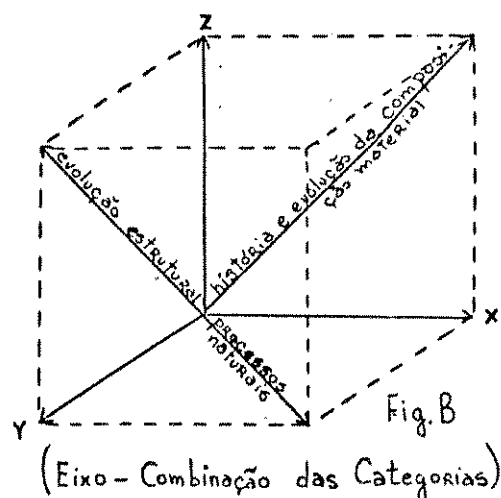
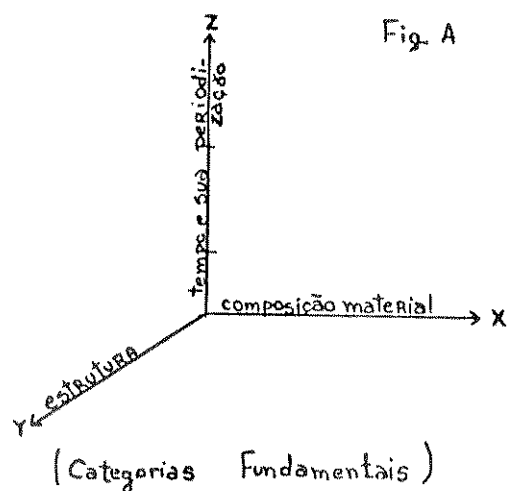
"a Geologia apresenta-se como uma Ciência que trata da história e evolução da Terra, e seu tema ("subject matter") é o processo histórico-geológico." (1968, p.124)

Ora, o processo historico-geológico, em conformidade com os pressupostos filosóficos mais gerais, nada mais é do que a totalidade concreta para a Geologia, ou seja, um todo estruturado em curso de auto-criação e de desenvolvimento, que sinteticamente é construído pela Ciência geológica. Portanto, nada mais é do que o objeto de estudo desta Ciência, que é, em outras palavras, o processo geral de desenvolvimento histórico do planeta.

Encontramos, então, as categorias ou aspectos da investigação geológica (composição material, estrutura e tempo) estruturadas a partir do objeto de estudo da Geologia e não do método, uma vez que elas só podem ser compreendidas e determinadas pelo valor de sua relação na totalidade do processo historico-geológico.

Tal processo historico-geológico "é visto como um processo de interação entre a composição material e a estrutura, ambas mudam no tempo geológico e espaço. A interação é responsável pelo processo geológico integrado que em troca muda e contribui para o curso cambiante do tempo geológico e evolução do espaço geológico." (Potapova, 1968, p.125)

Para melhor exemplificar e visualizar o objeto de estudo da Geologia e suas categorias, vejamos o diagrama (superfícies ortogonais apenas para ilustração) proposto por Potapova (1968, p.123):



(fig. 1) Classificação Geral das Ciências Geológicas

Ao longo dos eixos de coordenadas estão representadas as tendências (categorias) principais: composição material, estrutura e tempo (fig. 1a); "em conformidade, grandes grupos de ciências concentram-se ao redor de cada eixo: ciências que tratam da composição material, da estrutura e do tempo e periodização da história da Terra." (Potapova, 1968, p.124) Da combinação de dois

eixos coplanares temos as setas resultantes que denotam os assuntos de investigação ("*subjects of investigation*") de um grupo amplo de Ciências que tratam da história e evolução da composição material da Terra [XOZ], do desenvolvimento das estruturas da Terra [YOZ] e dos processos geológicos [XOY] (fig. 1b). A resultante do diagrama é o processo histórico-geológico, isto é, o tema da Geologia (fig. 1c, conforme cópia de Potapova, p.123).

A tarefa da Geologia é estudar a história da Terra como um todo, suas várias esferas, camadas ou estratos e núcleo. Esta história está impressa de maneira codificada nas peculiaridades da estrutura e composição material da crosta e outras esferas terrestres. Portanto, o objeto de investigação da Geologia é a Terra e suas várias esferas, dentre as quais a crosta terrestre se destaca por representar o local de registro acessível ao homem, além da interação entre os processos da dinâmica interna e externa do planeta com a sociedade (noosfera).

De um modo geral, nas concepções dialéticas temos a Terra como o objeto de investigação (a fonte de informações) e o processo histórico-geológico como o objeto de estudo (a totalidade procurada). Assim, o objeto de estudo é um todo estruturado, dialético, que não é apenas um conjunto de relações, fatos e processos, mas também sua criação, estrutura e gênese, de tal forma que, segundo Kosik (1976), "...o conhecimento de fatos ou conjuntos de fatos da realidade vem a ser conhecimento do lugar que eles ocupam na totalidade do próprio real." (p.41) Além disso, o seu conhecimento se processa num movimento de espiral, do qual cada início é abstrato e relativo, uma vez que, de acordo com Habermas

(1983), "as concepções dialéticas (...) podem apreender reflexivamente na organização subjetiva do universo o discurso científico, de tal maneira que elas próprias são consideradas como momentos do conjunto objetivo submetido por elas à análise." (p.279)

AS CONCEPÇÕES ANALÍTICAS

Antes de tratarmos da Geologia utilizando Nagel (1968), vamos resumidamente esclarecer, no âmbito analítico, algumas idéias gerais sobre as Ciências descritivas, através da explicitação das concepções descritivas das teorias e das Ciências que se apóiam nas explicações probabilísticas e genéticas. Nosso objetivo é o de tornar mais claras as concepções de Geologia que discutiremos a seguir.

Assim, as Ciências descritivas estão associadas à tese *"de que as Ciências nunca 'explicam' nada, senão que somente 'descrevem' de uma maneira 'simples' ou 'econômica' a sucessão e a concomitância dos fenômenos"*. (p.119) Elas buscam também "a possibilidade de traduzir os enunciados teóricos a enunciados acerca de coisas observáveis." (p.120) Em contrapartida, as explicações probabilísticas "se apresentam, habitualmente, quando as premissas explicativas contém uma suposição estatística acerca de algumas classes de elementos, enquanto que o *explicandum* (27) é um enunciado singular acerca de determinado indivíduo dessa classe." (p.33) Segundo o autor, as premissas de uma explanação probabilística não são bases suficientes para a predição do evento explanado. As explicações genéticas têm a

(27) "Na maioria das discussões modernas sobre explanação a proposição descrevendo o evento a ser explicado -ou seja, a conclusão- é chamada de '*explicandum*', enquanto as proposições singulares as leis universais necessárias para a dedução do '*explicandum*', isto é, as premissas, são denominadas '*explicans*'." (Kitts, 1963, p.300)

tarefa de "determinar a seqüência de eventos principais através dos quais um sistema originário se transformou em outro posterior." (p.36) "Em nenhum caso as premissas explicativas de exemplos comuns de explicações genéticas formulam as condições suficientes para a aparição do fato mencionado no explicandum." (p.36) Por isso, o autor acredita ser razoável concluir que "as explicações genéticas são totalmente probabilísticas." (p.36)

Para tratar das Ciências geológicas, no âmbito das concepções descritivas, escolhemos o trabalho de Simpson (1970) "La ciencia histórica" e, no âmbito das explicações probabilísticas e genéticas, escolhemos os trabalhos de Kitts (1963 e 1970) "Historical explanation in geology" e "Teoria de la geologia", respectivamente.

A partir do que foi exposto podemos concluir que, na Geologia, sob o ponto de vista mais descritivo, encontramos aqueles que assinalam o conhecimento geológico como decifrador e ordenador de objetos singulares pertencentes ao planeta. A Terra, neste caso, é considerada um objeto singular, mesmo que muito complexo. Estes teóricos enxergam a Geologia como possuidora de dois enfoques interdependentes: o histórico e o não histórico.

Simpson (1970), um dos expoentes desta corrente, explicita sua visão da seguinte maneira:

A Geologia "está obrigada a tratar as propriedades e os processos imanentes à Terra Física e seus constituintes. Este aspecto da Geologia basicamente não é histórico, pelo que pode ser considerado apenas como um ramo da Física (incluindo a Mecânica) e da Química, Ciências que se aplicam a um só objeto (mas bastante complexo): a Terra." (p.40) Para ele, imanentes são "as propriedades imutáveis da matéria e da energia, assim como os processos e os princípios igualmente imutáveis que emanam daquelas." (p.39) Outro conceito importante e que definirá o lado histórico da Geologia diz respeito ao que Simpson entende por configuração: "o estudo verdadeiro do universo ou de qualquer parte dele em um dado momento, ou seja, sua configuração, não é imanente, já que está mudando de forma constantemente (...) A história, portanto, pode ser definida como uma mudança configuracional através do tempo, ou seja, como uma série de acontecimentos efetivos, individuais mas afins entre si." (p.40)

O lado histórico da Geologia seria, então, o tratamento da atual configuração da Terra e de todas as suas partes, desde o núcleo até a atmosfera. Por estar preocupada com a determinação e comprovação das séries configuracionais geológicas e suas relações, a Geologia é histórica. Simpson considera o aspecto histórico como o único realmente característico da Geologia.

Associado à concepção de Ciência histórica e não histórica surge o contraste entre configuração e imanência. Simpson relaciona estes conceitos à idéia de singularidade e generalização. Sendo assim, o físico procuraria uma generalização e, se possível, uma lei imutável e aplicável a todos os objetos de um experimento, independentemente de tempo e lugar, ignorando qualquer elemento histórico, além da singularidade configuracional deste objeto particular utilizado.

O geólogo, em contrapartida, busca a singularidade das propriedades configuracionais e não das imanentes. Por exemplo, conglomerados grosseiros, canais anastomosados, apresentam não somente propriedades e processos imanentes que lhes originaram, mas são também uma seqüência com propriedades configuracionais e individuais ao longo da história.

Portanto a Geologia, para Simpson, adquire características de Ciência não histórica quando estuda, por exemplo, a erosão: neste momento o geólogo usa indiscriminadamente as generalizações físicas e químicas. Se ele procura explicar e relacionar seqüências configuracionais ao estudar, por exemplo, a gênese da bacia sedimentar de São Paulo, a Geologia é uma Ciência histórica. Somente a formulação das séries históricas é Geologia, uma vez que os estudos dos processos físico-químicos não o são. Isto ocorre porque as possíveis generalizações sobre estes processos não são realizadas dentro do âmbito da Ciência geológica.

No âmbito das Ciências que utilizam explicações probabilísticas e

genéticas temos Kitts (1963 e 1970) que diz:

"Geólogos e historiadores estão interessados em determinar datas específicas e lugares específicos, nos quais os eventos tiveram lugar, e em construir uma crônica histórica com base nestas determinações." (1963, p.298)

Neste momento ele está preocupado com a teoria da Geologia e com a validade das afirmações geológicas. Assim, segundo este ponto de vista, visualiza em Geologia, a partir da conceituação de Hempel e Nagel, as generalizações empíricas e teóricas e discute o método dedutivo nos enunciados históricos.

A Geologia teria o seu lado fortemente indutivo (leis experimentais) onde grande parte das generalizações têm sido formuladas em bases observacionais empregando as leis da Física e Química. Porém, os enunciados teóricos (28) de grande generalidade e poder explicativo mais universal envolvem um maior número de relações lógicas, onde a dedução teria um papel de destaque. Isto pode ser comprovado nesse trecho de Kitts (1970):

"Um enunciado geral dado pode, em combinação com outros enunciados gerais ou ainda com enunciados singulares, servir como base de derivações dedutivas de outros enunciados gerais, ou em si ser derivável de outras generalizações da mesma maneira. É esta uma ação notável em que operam sistemas empíricos com sua sistematização." (p.83) "A formulação dos enunciados históricos requer procedimentos dedutivos que indubitavelmente vão mais além de uma simples descrição." (p.81) "É meu sentir que do método dedutivo pode-se esperar os avanços mais dramáticos na teoria da Geologia." (p.87)

Para ele existe um certo número de termos geológicos que, sem dúvida, podem ser qualificados como "termos teóricos", tal como o termo "geossinclinal". A título de exemplo, um "geossinclinal" pode ser definido como uma "superfície de extensão regional que afun-

(28) Segundo Kitts (1970), a função dos termos teóricos num sistema científico foi respondida por Nagel (1961, The structure of science, p.88-89): "Uma lei experimental, sem exceção, deve ser formulada em um simples enunciado; uma teoria, quase sem exceção, é um sistema de vários enunciados afins. Mas esta diferença patente é somente uma indicação de algo mais impressionante e significativo: a generalidade maior das teorias e seu poder explicativo relativamente mais universal." (p.82)

dou através de um largo período de tempo enquanto se acumulavam rochas sedimentares e vulcânicas; uma grande espessura destas rochas é uma prova quase invariável do afundamento, ainda que não seja um requisito necessário." (Kay, apud., Kitts, 1970, p.82)

Kitts, enquadrando a Geologia na visão dedutivista de Ciência, aponta que o papel da Geologia é deduzir uma proposição (*explicandum*) ao descrever um evento específico, relacionado com o passado, a partir de dois tipos de premissas (*explicans*): generalizações universais e proposições singulares (condições iniciais específicas). Desse modo, os enunciados acerca das condições passadas particulares não estão apoiadas em observações diretas (não se pode fazer observação de algo já acontecido), mas sim em deduções onde está implícita, nas premissas, alguma suposição de uniformidade da natureza, já que, segundo o autor:

"...elaborar enunciados acerca do passado sem inicialmente algo de suposição de uniformidade, é permitir, em todos os casos, qualquer enunciado relativo ao passado." (1970, p.87)

De um modo geral, nas concepções analíticas não existe a distinção entre objeto de estudo e de investigação. A Geologia estuda a Terra, um objeto bastante complexo cuja totalidade dos aspectos jamais pode ser atingido. O conhecimento se move sistematicamente de pontos de partida demonstrados sob o primado da metodologia por via linear e somatória de fatos a outros fatos, de noções a outras noções. Somente pela abstração do conhecimento é possível mostrar este infinito acréscimo, uma vez que "nunca é a totalidade de todos os fenômenos observáveis em um determinado instante e lugar, mas sempre apenas determinados aspectos que dela são abstraídos..." (Hayek 1953, *Scientisme et sciences sociales*, p.79, apud., Kosík 1976, p.41). Nesta visão analítica, segundo Habermas (1983, p.278), as teorias nada mais são do que esquemas ordenados, construídas em marcos sintáticos definidos, isto é, de conformidade com suas

prescrições, onde a multiplicidade e diversidade do real estejam submetidas às teorias e às regras abstratas de uma metodologia.

3.1.2 O ATUALISMO: O ESTUDO DO PASSADO EM FUNÇÃO DO PRESENTE

A reconstrução da história da Terra está baseada na pedra angular da filosofia geológica, o princípio metodológico do **Atualismo**. Trata-se de uma das maiores contribuições da Geologia ao pensamento científico. Inicialmente, muitos confundem até hoje a palavra "uniformitarianism" (29) com a palavra "actualism", utilizando a ambas para designar o mesmo princípio, embora em língua inglesa tenham significados diferentes. Optamos por trabalhar com o princípio gnosiológico do **Atualismo**, e não com o ontológico do uniformitarismo (30).

O princípio gnosiológico é visto como um método de estudo, ou seja, preocupa-se com a validade dos critérios que, ao serem aplicados, dão origem a novos conhecimentos sobre o passado através do presente. Isto porque, o conhecimento nasce da interação sujeito/objeto, processo que prioriza o modo pelo qual o objeto é conhecido, já que qualquer conhecimento é produto da transformação/apropriação cognitiva realizada pelo sujeito.

(29)O princípio do uniformitarismo foi formulado no séc. XVIII por Hutton, sendo assumido e defendido por muitos dos primeiros geólogos ingleses, como Lyell e Playfair, entre outros. Seu jargão famoso era: o presente é a chave do passado; formulação vital para o estabelecimento da Geologia como Ciência e para a investigação científica do passado.

(30)O princípio do uniformitarismo, para Simpson (1970), é visto como um apoio às generalizações empíricas que sustentam os enunciados singulares do passado, ou seja, é uma afirmação sobre eles. A elaboração destes enunciados é uma tradução do objeto em si, puro, original, independente do sujeito cognoscente, uma vez que o conhecimento habita os objetos a serem conhecidos, isto é, apresenta um caráter ontológico que distingue o conhecimento em si mesmo, independentemente do modo pelo qual se manifesta.

Se para Kitts (1963 e 1970), a Geologia está inserida nas Ciências dedutivas, os processos passados deveriam ser comprovados em função de enunciados particulares, deduzidos de generalizações geológicas a partir do presente. Como, então, fazer observações de condições particulares passadas ? Tal procedimento torna impossível um apoio empírico significativo sobre os processos do passado semelhantes ao do presente, uma vez as observações sobre o passado são irrealizáveis.

Assim, os enunciados particulares do passado devem estar apoiados em deduções, nas quais está implícita a uniformidade, pois, sem uma suposição inicial de uniformidade, poder-se-ia fazer qualquer tipo de enunciado sobre o passado. Então, pode-se, em princípio, fazer algumas suposições de uniformidade das condições particulares em algum instante do passado e, com base nesta suposição, comprovar se alguma lei identificada no presente também havia atuado no passado.

Kitts esclarece melhor sua posição:

"O princípio do uniformitarismo pode ser visto como um estratagema metodológico ou convenção que limita as generalizações usadas em explanações geológicas históricas às proposições que satisfazem os requisitos empíricos estabelecidos para qualquer generalização válida em ciência, ou seja, que elas foram verificadas e não foram falsificadas aqui e agora." (1963, p.304)

Para Kitts este princípio é um "invento metodológico", que restringe as deduções a partir de generalizações, enquadrando-se nos conceitos do princípio gnosiológico. Entretanto, o tratamento por ele dispensado não resolve questões importantes (tais como: os fenômenos convergentes -produtos semelhantes produzidos por diferentes processos- e a irreversibilidade dos fenômenos históricos) ligadas às características peculiares da Geologia como uma Ciência histórica da natureza. Tentando resolver estes problemas, poderemos encontrar algumas contribuições nos escritos de Potapova (1968), que se apóia nos métodos dialéticos e não nos indutivos e dedutivos

como Kitts.

Para Potapova:

"os processos contemporâneos não são mais do que um elemento no infinitamente longo processo de evolução; por isso, o principal método, amplamente aceito, da Geologia hoje, é o princípio do Atualismo, que de fato é a forma geológica do método histórico-comparativo." (p.119)

O princípio gnosiológico do **Atualismo** baseia-se em métodos histórico-comparativos, já que a única maneira de se conhecer um fenômeno do passado é a identificação, e posterior interpretação, de registros de processos naturais passados através das informações obtidas sobre processos naturais contemporâneos. Isto se realiza pelas relações de similaridade entre os registros ("formas fixadas") e as informações do presente. Segundo Potapova, as operações analógicas são o suporte da investigação geológica, que, aliás, é também o suporte de seu modelo de cognição da Terra pela Geologia, a ser melhor desenvolvido no item relativo ao aspecto metodológico.

É sabida a existência de fenômenos convergentes em Geologia, ora, para Potapova, as transferências de informações do presente para o passado são somente analógicas. Como, então, basear-se na similaridade de produtos de processos contemporâneos com os registros do passado, se muitos dos fenômenos convergentes do passado não nos autorizam a identificar uma similaridade entre processos por mais que seus efeitos sejam semelhantes?

Sem dúvida, Potapova não responde com precisão a esta questão, mas, provavelmente, esta pergunta não seja fundamental para ela no seu trajeto teórico. Ao contrário, Gruza & Romanovski (1975) acham a mesma questão imprescindível, e, no sentido de levar adiante esta discussão, eles definem o princípio gnosiológico do **Atualismo** *"como um sistema de métodos para a transferência de informação sobre o presente para o passado."* (p.173)

Neste artigo os autores fazem distinção entre os métodos do

historicismo, que enfocam a reconstrução do passado geológico em geral, e os métodos da investigação histórica, que abarcam os problemas cognitivos que tanto perturbam os geólogos no seu dia-a-dia. Potapova apontou suas preocupações a partir de um ponto de vista muito geral, assumindo um historicismo um pouco mais estrito onde o **Atualismo** se ocupa das variantes do enfoque histórico-comparativo. Ela enfatiza as operações diacrônicas dos métodos históricos-comparativos sendo necessário, no entanto, um maior aprofundamento da logicidade do método dialético que atua na investigação histórica.

Todavia, Gruza & Romanovskiy se voltam para os métodos da investigação histórica considerando que, o mais interessante, nas discussões atualistas, reside na análise lógica de esquemas para a transferência de informações obtidas durante o estudo de processos modernos para o passado geológico.

Gruza & Romanovskiy reconhecem dois esquemas para esta transferência. O primeiro "realiza a retrodicção, isto é, torna possível tirar conclusões sobre o estudo de objeto ou sobre o curso dos processos geológicos no passado." (1975, p.170) Este procedimento pode ser assim descrito:

- 1- existe a "forma fixada" (ou objeto real) a partir da qual se formula, através de processos dedutivos, uma série de antecedentes singulares que serão empiricamente trabalhados visando à elaboração de generalizações indutivas;
- 2- estas características empíricas do objeto serão transformadas em processos do passado por analogia, além de procurar uma explicação histórica para estes antecedentes agora identificados como do passado.

Tal esquema realiza a analogia do "presente/presente" (compara processos modernos procurando os antecedentes semelhantes aos dedu-

zidos a partir dos registros atuais de processos do passado) e extrapolam para o passado os resultados obtidos. Enfim, as formulações de maior semelhança são utilizadas para as explicações históricas. O esquema apresentado de investigação histórica é, no presente, o principal meio pelo qual os estudos teóricos em Geologia são elaborados.

Como estes autores estão preocupados justamente com a validade lógica destas transferências atualistas, o fato de existirem na natureza vários fenômenos convergentes torna ambíguas a maioria das reconstruções dos processos do passado, porque tais reconstruções fundamentam-se nas operações analógicas. Por fim, o fato de acreditar-se ser indiscutível a evolução irreversível dos processos geológicos deixa dúvidas, também, acerca dos resultados obtidos na retrodicção a partir de fenômenos modernos, principalmente pela dificuldade, em princípio, da verificação experimental.

Exemplificando: as evidências de lamitos, de conglomerados grosseiros e de outras evidências, encontradas na Formação Itaquaquecetuba, segundo alguns autores, indicam um ambiente tectonicamente ativo e um clima semi-árido na gênese destes sedimentos. No entanto, para outros autores, indicam tectonismo e clima úmido.

Gruza & Romanovski apontam a necessidade de se formular um meio diferente de compreender o passado, que se enquadraria na tendência das hipóteses genéticas e probabilísticas em Geologia, muito semelhante às preocupações de Kitts. Nesse sentido avançam para a formulação do segundo esquema que realiza a retrodicção associado à verificação experimental. Este esquema apresenta o seguinte procedimento:

- 1- a partir de um grupo de fatores previamente caracterizados, e adotando-se certas premissas sobre o curso dos processos geológicos do passado, formula-se um modelo teórico através do

levantamento de hipóteses que refletem o mecanismo dos processos geológicos;

- 2- desse modelo teórico deduzem-se conseqüências baseadas no estudo do objeto investigado no presente ("formas fixadas"), a serem testadas posteriormente;
- 3- empiricamente, principalmente por indução, definem-se as características do objeto e processos que serão comparadas com o modelo de conseqüência deduzido.

Em contraste com o método de extrapolação direta para o passado, o método de verificação de hipóteses permite a retrodicção associada à verificação experimental das premissas teóricas como componente inerente ao processo de compreensão. Neste esquema temos, em tese, a linha de operações do passado para o presente, já que a partir de premissas dos processos passados formula-se um modelo que será testado empiricamente no presente, buscando-se as semelhanças das conseqüências deduzidas com as experimentadas.

Se, por uma lado, Potapova fica nas considerações gerais do método de reconstrução do passado geológico, por outro, Kitts, Gruza & Romanovskiy preocupam-se com a validade das afirmações geológicas. Todavia, se os dois últimos avançam na formulação de modelos de investigação histórica, nenhum deles consegue solucionar o problema da verificação das explicações históricas, pois, apesar dos avanços das teorias probabilísticas e genéticas, é impossível verificar dedutivamente os desenvolvimentos históricos, que são irreversíveis e únicos. Tudo isto só reforça a importância de um aprofundamento da logicidade dialética dos desenvolvimentos históricos na procura dos métodos de investigação histórica, uma vez que um dos caminhos para o avanço das discussões do fazer Geologia é este, desenvolvido sobre a base atualista e dialética de sua prática.

3.2 O ASPECTO METODOLÓGICO DO FAZER GEOLOGIA

A discussão que iniciaremos agora, constitui-se em um corte didático no domínio da interrogação epistemológica, pois, ao procurarmos discutir o modo dos geólogos construirem o seu discurso sobre a natureza, estamos lidando com uma concepção de Ciência geológica. Os procedimentos científicos têm que estar no mesmo campo epistemológico da concepção adotada e, no caso da Geologia, onde não existe outra forma de se estudar o passado a não ser através das informações do presente, o princípio (ponto de partida) metodológico do **Atualismo** também deve estar no mesmo campo epistemológico.

Por isso continuaremos a discutir, com base nos autores anteriores, o modo da produção científica em Geologia em termos gerais, do ponto de vista das concepções dialéticas e analíticas (31).

Nas concepções dialéticas, segundo Srouf (1978, p.38), o conhecimento científico desdobra-se em dois planos: "no plano do conhecimento abstrato de qualquer fenômeno que ocorre universalmente, em qualquer época e sítio" (são as propriedades do objeto, as condições gerais e instrumentos de indagação que permitem o conhecimento de um objeto concreto); e "no plano do conhecimento concreto de um objeto concreto, individual e insubstituível" (estes são os fenômenos absolutamente inconfundíveis, históricos).

De acordo com este autor, a produção e sistematização de conceitos formais -verdadeiros instrumentos de indagação- são um passo necessário para a produção de conceitos singulares. Ele afirma:

(31) A discussão realizada sofreu influências de HABERMAS, J. 1983 - Teoria analítica da Ciência e dialética. In: Os Pensadores. p.281-283.

"A prática cognitiva se desenvolve em duas frentes indissociáveis: produz conceitos formais, ou seja conhecimentos abstratos de objetos que não tem existência concreta porque são generalidades abstratas, e investe-os na produção de conceitos singulares, isto é, conhecimentos concretos de objetos reais e únicos." (p.39)

Temos, então, indicada, para as explicações históricas, uma direção que caminha dos conceitos formais (instrumentos de indagação) para o conhecimento concreto de objetos individuais e históricos. Tais conceitos, formais e singulares, formam um todo estruturado e em auto-criação do conhecimento. Tratando-se da Geologia, esse todo em construção é o seu objeto de estudo, que constitui a própria totalidade da Ciência geológica.

Em nosso modo de ver, Potapova interpreta, os eventos singulares e as generalizações ou conceitos formais como interdependentes da totalidade (processo histórico-geológico). Para ela, a maioria destas generalizações são "leis históricas" do processo histórico-geológico, que procuram uma validade específica e, ao mesmo tempo, global. As "leis" têm como referência campos de aplicação cada vez mais concretos, definidos na evolução de um processo irreversível e único. O nível de validade das leis dialéticas é mais amplo, na medida em que elas englobam relações de dependência por cuja mediação o processo de desenvolvimento do planeta aparece determinado como totalidade, presente em todos os seus momentos.

Nas concepções analíticas, a experiência com base numa metodologia comanda a elaboração dos conhecimentos, porque a construção das teorias ocorre a partir de um sistema dedutivo de enunciados hipotéticos que serão verificados empiricamente. Isso pode ser esclarecido com a seguinte discussão de Hempel sobre o significado do que é teoria:

"Para discutir amplamente este ponto será de utilidade referir-se primeiro à distinção familiar entre os dois níveis da sistematização científica: o nível da generalização empírica e o nível da formação da teoria. As primeiras etapas do começo de uma disciplina científica pertencem ao primeiro nível que

se caracteriza pela investigação das leis (de forma universal e estatística) estabelecendo as relações entre os aspectos observáveis diretamente da matéria sob estudo. As etapas mais avançadas pertencem só ao segundo nível onde as investigações se circunscrevem a leis compreendidas em função das entidades hipotéticas, as quais explicam as uniformidades estabelecidas no primeiro nível." (Hempel, 1958 -The theoretician's dilemma; a study in the logic of theory construction, p.41 -Apud Kitts 1970, p.80)

Segundo Habermas (1983):

"Os métodos empírico-analíticos enfatizam a contrastabilidade das hipóteses legais, seja o objeto, determinado material histórico, ou fenômeno particular no âmbito da natureza." (p.281)

Para o autor, a explicação causal com base em seus enunciados gerais possibilita-nos subordinar o caso a uma lei (as leis são elaboradas com auxílio de condições aleatórias que determinam um caso específico) e elaborar um prognóstico para a situação específica. A situação descrita pelas condições aleatórias é denominada causa, e o fato previsto, evento. Nas Ciências históricas são utilizados os mesmos critérios, só que adequados a outro objeto de conhecimento que visa a explicar os fenômenos individualizados, e não mais generalizações através do contraste entre leis universais.

Nesse âmbito para Simpson, os geólogos procuram os eventos específicos ou configurações singulares da história da Terra. Sendo assim, usam indiscriminadamente as generalizações físicas e químicas para efetuar a transição de um fenômeno dado a uma causa hipotética (configuração causal). Em outras palavras, realizam o contragnóstico: dedução de causas (incluindo configurações causais) a partir dos resultados. Ele acredita que a Geologia realiza justamente o oposto das Ciências empíricas, que fazem o prognóstico: dedução de resultado a partir das causas.

Nesse sentido, por exemplo, na região de Itaquaquecetuba-SP, as evidências observadas de falhas normais e os conglomerados grosseiros com intercalações de lamitos (argila-arenosa com grânulos e pequenos seixos) são os resultados, hoje no presente, que servirão de

base para a formulação das configurações causais ou das causas de sua origem no passado. Pode-se então inferir que houve um movimento orogênico (conjunto de fenômenos que levam à formação de montanhas) e posterior deposição de cascalhos na forma de leque aluvial. Para tanto, são necessárias como premissas algumas generalizações implícitas, baseadas na uniformidade dos processos, sobre os mecanismos físicos de transporte e deposição dos canais e dos materiais (32).

Para Simpson a indução gera as generalizações empíricas que apóiam os enunciados singulares do passado, cabendo à Geologia a descrição das séries históricas.

Kitts (1963 e 1970) afirmou que os geólogos apóiam-se nas generalizações físicas e químicas, mas, além destas, buscam generalizações próprias como instrumentos adicionais para a construção de uma crônica de eventos específicos, que ocorrem num tempo específico. Esta inferência histórica é formulada a partir de explicações genéticas que buscam algum tipo de continuidade entre uma série de eventos temporalmente anteriores e posteriores. Tal continuidade é presumivelmente inferida com base em premissas de caráter probabilístico.

Fazendo-se uma analogia com o exemplo do Grupo Indianola citado por Kitts (1963), encontramos a Formação Itaquaquecetuba-SP, onde Melo et alii (1986), defendendo o clima semi-árido para a Formação, assinalam:

(32) Para Simpson, as características imanentes do universo material não mudaram no decorrer do tempo: "as propriedades e relações imanentes atuais permitem dar a explicação da história precisamente porque elas não são históricas. Elas são imutáveis, o que tem mudado são as configurações." (1970, p.50) Portanto, postula a permanência das leis naturais e outras características imanentes, somente com algumas diferenças de escala e frequência, ao longo das configurações únicas da história da Terra. Por isso, atualmente todas as características imanentes, em princípio, podem ser inferidas como generalizações e como leis das observações. Isto nada mais é do que o endosso ao método básico de explicação das Ciências empíricas.

"(...) A existência de grandes volumes de material fino depositado sob a forma de corridas de lama leva a considerar a existência de espesso manto de intemperismo nas áreas fonte, produto talvez de clima pretérito mais úmido." (p.326)

Tal explicação ("*explicandum*") é nitidamente genética: lamitos no presente, corridas de lama no passado, e, num tempo ainda anterior, a formação de um espesso manto de intemperismo em clima úmido. Também a natureza probabilística das proposições antecedentes e da generalização em que se apóia tal explanação é inferida. Proposições singulares antecedentes ("*explicans*") implícitas deveriam descrever a origem das corridas de lama provocadas pelo alto gradiente -devido ao tectonismo- e fases úmidas concentradas atuando sobre espesso manto de intemperismo já existente. Tais proposições deveriam estar conectadas com generalizações baseadas em observações, feitas no presente, de processos semelhantes de corridas de lama. Isso evidencia a natureza probabilística de explanações como estas, pois, tanto as proposições antecedentes como as generalizações, não são base suficiente para a dedução de proposições explicando a formação exata desses lamitos na Bacia de São Paulo.

Há um grande avanço por parte de Kitts em relação a Simpson. Ele foge de um sistema mais indutivo, a sua atividade científica proposta caracteriza-se pela construção de objetos e suas relações, que se constituem num sistema dedutivo de enunciados hipotéticos. Kitts acredita também, que os geólogos produzem generalizações próprias para elaborar a crônica dos eventos específicos. Todavia, não foge da teoria das probabilidades que assimila dedutivamente os fenômenos aleatórios, mas não históricos, por isso estes eventos históricos acabam configurando-se relações particulares de funções específicas e contextos isolados. Tais generalizações nada mais são do que esquemas ordenados em conformidade com suas prescrições, pois, ao lado das regras lógico-formais do sistema, as premissas precisam ser de tal maneira simplificadas que permitam a

dedução e formulação de fundamentos significativos no plano empírico.

Outro aspecto importante para o ensino é o papel da experiência nos procedimentos científicos. Nas Ciências naturais empíricas, teoria defendida por Simpson, os enunciados sujeitos a debates são controlados, pelo menos indiretamente, pelo conduto de uma experiência, uma vez que os métodos empírico-analíticos aceitam somente um tipo de experiência: a que eles próprios definem. Só a observação controlada de um comportamento físico determinado pode levar à elaboração de juízos perceptivos válidos. Segundo Simpson, o geocientista deduz o passado a partir do presente, nesta tarefa encontra-se acompanhado de experiências feitas por métodos históricos, entre eles, a confrontação da explicação teórica com a evidência histórica (séries múltiplas) e experimentação controlada com modelos de escala reduzida.

Para Kitts, sem dúvida, o papel da experiência não é tão fechado, mas esta deve enquadrar-se às regras de uma metodologia científica. Ora, somente com uma adequação às rigorosas condições das explanações dedutivas é possível enquadrar as explanações geológicas como probabilísticas e genéticas.

Nas teorias dialéticas, segundo Habermas (1983), fica clara a mudança do centro de gravidade na relação teoria-prática, pois as experiências possuem valor meramente analítico para justificar os meios categoriais; ele diz:

"(...)tal experiência não aparece identificada à observação controlada, de maneira que, embora não seja nem indiretamente passível da falseabilidade estrita, determinado pensamento conserva sua legitimidade científica." (p.281)

Isto, porque a construção formal da teoria, a estrutura conceitual e a escolha de categorias têm que estar previamente adequadas ao objeto da Ciência que, por sua vez, situa-se no âmbito da totalidade dialética. Para Kosik (1976), todo conhecimento é uma

oscilação dialética entre as partes e o todo, cujo centro ativamente mediador é o método de investigação -a absolutização desta atividade do método dá origem à ilusão idealista de que é o pensamento quem cria o concreto. Por isso, tais teorias não se enquadram nas regras abstratas de uma metodologia, uma vez que perdem de vista o ato-de-se-constituir dos objetos e ignoram as realizações sintéticas do sujeito cognoscente, se reduzidas ao nível metódico (33).

3.2.1 APROFUNDANDO A METODOLOGIA CIENTÍFICA DO CONHECIMENTO GEOLÓGICO

Neste item, aprofundaremos a metodologia científica geológica procurando atingir um ponto de vista dialético. Sabemos que a tarefa de uma metodologia é individualizar o procedimento da Ciência, o que implica fixar uma forma de saber. Por isso, nos referenciais teóricos, definimos método científico como um procedimento, um conjunto de regras e um conjunto de técnicas.

No presente estudo, adotaremos como procedimento específico da Geologia as etapas formuladas por Potapova (1968), no seu processo de cognição da Terra pela Geologia, que elucidam as linhas fundamentais do raciocínio geológico. As etapas desse processo são vistas como uma seqüência, que se repete em níveis cada vez mais altos, conforme podemos constatar:

"1- descoberta e estudo de processos naturais contemporâneos por várias ciências naturais e tecnológicas; 2- descoberta de traços de processos similares no passado geológico; 3- estudo das condições, tempo, lugar e leis de desenvolvimento dos processos naturais com base na síntese das ciências, que estudam a história da Terra e o suplemento do processo

(33)Veja Habermas, J. 1987 - Positivismo, pragmatismo e historicismo. In: Conhecimento e Interesse. Cap. II, p.69-92.

histórico-geológico com base nos dados recém obtidos; 4- predição do futuro curso de desenvolvimento dos processos geológicos com base nos dados disponíveis e em sua relação com o desenvolvimento geral do processo histórico-geológico." (p.125)

Este processo de cognição da Terra apresenta um suporte de base atualista: o estudo de todo e qualquer processo natural contemporâneo é potencialmente informativo para a Geologia. Segundo Potapova, o **Atualismo** é a versão geológica do método histórico-comparativo. Assim, ele é um princípio que enfatiza a estrutura predominantemente diacrônica dos processos geológicos, privilegiando, de tal forma, a analogia e, com isso, a similaridade observada entre registros contemporâneos e as "formas fixadas" dos registros passados.

Tentando uma exemplificação bastante simplificada (a análise das concepções dialéticas e a Geologia merece um estudo de caso bastante detalhado): segundo Kosík, a compreensão da realidade inicia-se com o todo (dado em forma imediatamente sensível ao homem), na sua representação, na sua opinião e sua experiência. Portanto, o todo é acessível ao homem, mas não é imediatamente cognoscível, é algo caótico e obscuro. Para que possa conhecer e explicar este todo é necessário decompô-lo, "o homem tem de fazer um detour". Assim, um afloramento de um depósito sedimentar, num primeiro momento configura-se como um todo caótico e obscuro; não aparenta uma complexa disposição espacial e temporal de estratos e fácies (ver anexo 6), mas sim uma variedade de cores, feições geométricas e estruturas sedimentares, muitas vezes lembrando um quadro num corte de estrada.

A cognição do afloramento é guiada pela procura da história geológica local, que, por sua vez, insere-se na geologia regional, e assim por diante. Na dimensão horizontal da dialética, o todo não se situa acima das partes, visto que realiza um processo de auto-criação na interação das partes. Então, as duas primerias

etapas de procedimentos de Potapova são um verdadeiro detalhamento das partes. Partindo-se de um determinado local, são isoladas algumas facetas e seções do depósito sedimentar através da mediação da abstração, tematização e projeção. As várias litologias e estruturas serão identificadas já com um arcabouço de informações existentes até aquele momento, que normalmente se constituem de conhecimentos da geologia regional e dos processos sedimentares e suas "formas fixadas" (34). O detalhamento das partes é pré-requisito para que elas possam ser integradas na busca da elaboração dos ambientes sedimentares. A formulação desse ambiente já é a 3ª etapa descrita por Potapova. Cada passo dado significa, muitas vezes, a reformulação de todo o entendimento do afloramento. Por exemplo, a Formação Itaquaquecetuba-SP, até 1983 (Coimbra et alii) era tida originária do período Quaternário e interpretada como tendo formado-se em ambiente fluvial anastomosado. Ora, a partir de estudos de palinologia descobriu-se que ela foi originada no período Terciário (Melo et alii, 1985). Através de estudos de correlação com bacias possivelmente semelhantes na região sudeste do Brasil (Melo et alii, 1985a), e observando com maior atenção, sob outro ponto de vista, detalhes da própria Formação, hoje sabemos que junto com os conglomerados foram descobertos os lamitos, imediatamente interpretados como fácies de leque aluvial; concluiu-se, também, que as barras transversais e os conglomerados de "paleopavimentos

(34) Não podemos ignorar as realizações sintéticas do sujeito cognoscente. A pessoa não "acha" propriamente vestígios, como se eles estivessem ali esperando por ela, mas certas coisas "são vestígios" para o sujeito porque, de algum modo, ele foi capacitado para percebê-los como tais. O sujeito, durante a procura de informações, age como um detetive à cata de vestígios das "formas fixadas"; e, objetivando utilizá-las para explicar os fenômenos passados, procura informações de todos os tipos. Para posteriormente, com base no **Atualismo** e em raciocínios históricos-comparativos, criar hipóteses que o permitam articular e compreender a história geológica do local. (Vide Paschoale, 1988, p.3)

detriticos" de Coimbra et alii (1983) são fácies do sistema fluvial "braided". O entendimento superficial dos fenômenos foi conduzindo a um maior aprofundamento, que gerou a abolição do velho e a formulação do novo, e assim sucessivamente. Em suma, a totalidade (processo historico-geológico) não é algo pronto, que precise apenas ser decifrado, mas sim um todo cujo processo de criação gerou seu próprio significado, além do significado dos fatores e partes que paulatinamente o constituíram. Podemos visualizar, neste momento, a dimensão genético-dinâmica, onde a própria determinação da totalidade pertence à gênese de sua construção cognoscitiva e a evolução histórica do conhecimento em produção. Cada etapa cognoscitiva do processo historico-geológico é um momento circular em que a investigação parte dos objetos e fatos e a eles retorna. Mas o movimento é um espiral: parte-se do caótico e chega-se a um todo estruturado. Parte-se desse todo estruturado e chega-se a uma estruturação em maior nível, e assim sucessivamente.

Apontamos, no aspecto epistemológico a não completude deste processo de cognição. Procuramos, também, deixar claro que o trabalho de Gruza & Romanovskiy tenciona aprofundar o entendimento do **Atualismo**, ao propor dois esquemas lógicos para a transferência de informações do presente para o passado. Os estudos desses autores e o de Paschoale merecem futuras pesquisas.

Um sistema de regras implica uma metodologia específica, um modelo de Ciência ou um modelo de racionalidade. Como já vimos nos referenciais teóricos, o princípio de indeterminação metodológica relativiza o que foi dito acima, mas não impede que se procure algumas regras de conduta para o procedimento adotado.

Então, para o processo de cognição da Terra, que se insere dentro da concepção dialética de Ciência, é importante que a categoria de totalidade não perca o seu caráter dialético, sua tridimensio-

nalidade. As três dimensões a que nos referimos são: a horizontal (como relação das partes e do todo), a genetico-dinâmica (como seu caráter orgânico estruturado) e a vertical (como a dialética do fenômeno e da essência). Em sua dimensão horizontal, o todo não se situa acima das partes, visto realizar sua auto-criação através da interação das mesmas. A cognição da Terra pode ser vista como um exemplo da dimensão horizontal referida acima, uma vez que é guiada pelo objeto de estudo da Geologia, a totalidade (as etapas de procedimentos 1 e 2 (Potapova) são pesquisas de detalhe das partes, para na etapa 3 ocorrer a interação das partes estudadas com o todo construído -desenvolvimento histórico da Terra). Na dimensão genetico-dinâmica, a própria determinação da totalidade pertence à gênese e ao desenvolvimento histórico, a ponto de, na etapa 4, ser proposta a predição do futuro curso dos processos geológicos com base na relação destes com a totalidade (processo historico-geológico).

Podemos, também, assinalar como uma regra de conduta o método das múltiplas hipóteses de trabalho proposto por Chamberlin (1931). Para ele, a hipótese deve ser usada como um meio de determinar fatos e suas relações, ao invés de uma proposição a ser estabelecida e dirigida ao encontro dos fatos para o suporte da teoria. Os trechos que se seguem são significativos para o entendimento de sua proposta:

"(...) No desenvolvimento de múltiplas hipóteses, o esforço é trazer à luz toda explicação racional do fenômeno em questão e desenvolver toda hipótese sustentável relativa à sua natureza, causa ou origem, e dar a todas, tão imparcialmente quanto possível, uma forma de trabalho e um lugar devido na investigação. O pesquisador torna-se, assim, pai de uma família de hipóteses; e, por estas relações parentais com todas, está moralmente proibido de voltar suas simpatias indevidamente para qualquer uma delas." (p.160-161)

Para Chamberlin, os pesquisadores sabem que algumas de suas filhas intelectuais (por nascimento ou adoção) devem perecer antes

da maturidade, e, outras, sobreviver ao roteiro da pesquisa crucial, tal conclusão apóia-se na certeza de que vários agentes contribuíram para a produção de um mesmo fenômeno e uma explicação envolve a coordenação de muitas causas. Aí está uma das vantagens das múltiplas hipóteses como um meio de trabalho:

"seguindo uma simples hipótese a mente é conduzida pelos pressupostos do método para uma única concepção explicativa." (1931, p.162)

Também os múltiplos conflitos de hipóteses demarcam os limites entre elas, cada uma sugere seus próprios critérios e meios de prova ou procura da verdade. Um grupo de hipóteses cerca o assunto por todos os lados.

Para nós, o método das múltiplas hipóteses de trabalho é importante para o desenvolvimento do pensamento lógico, e para "não cair na armadilha ideológica do relativismo, no qual a noção de crítica é negada pela pressuposição de que todas as idéias deveriam ter peso igual." (Giroux, 1986, p.35, discutindo pensamento crítico e dialético) Chamberlin, complementa seu raciocínio mostrando a importância da Ciência geológica:

"Os estudos do geólogo são peculiarmente complexos. É raro que seu problema seja um simples fenômeno unitário explicável por uma única simples causa. Mesmo quando isto acontece em uma dada instância ou em dado estágio do trabalho, o assunto, se perseguido amplamente, quase que certamente alcança alguma complicação ou experimenta certa transição. Deste modo, o geólogo deve estar sempre alerta para mutações e para entrada insidiosa de novos fatores. Portanto, se há alguma vantagem em alguma área em estar-se armado com uma completa panóplia de hipóteses de trabalho e habitualmente empregá-las, esta área, sem dúvida, é a do geólogo." (1931, p.165)

Tais procedimentos e regras de uma metodologia científica são realizados por um conjunto de técnicas conceituais ou operativas. Não se pretende esgotar o assunto anterior e muito menos este, mas vamos indicar algumas técnicas ou métodos de pesquisa importantes para o fazer Geologia.

Os métodos da pesquisa historico-geológica são detalhados por

Leonov (1971), tendo sido resumidos na tese "Uma base para a elaboração do currículo de Geologia" de Silva et alii (1981). Leonov distingue estes métodos em três tipos: diretos, comparativos e correlativos.

Os métodos diretos são utilizados predominantemente por todas as Ciências exatas e constituem o estudo das propriedades (características) do objeto sob investigação. No caso particular da Geologia, devido ao seu suporte material de estudo, ressaltam-se a observação visual, a investigação da matéria e estrutura, os métodos diretos do mapeamento geológico, os métodos físico-químicos, os métodos petrográficos, entre outros.

Os métodos comparativos em Geologia dividem-se em particulares e gerais. Segundo Leonov:

"Os primeiros são usados no primeiro estágio de uma investigação histórico-geológica e são métodos de interpretação histórico-geológica. A interpretação aqui é feita por comparação (geral ou em termos de uma feição ou outra) do objeto sendo investigado com outro ou outros cuja natureza é conhecida com respeito à feição em questão. Entre os métodos comparativos geológicos encontram-se o método experimental e o método da geocronologia relativa." (1971, p.577)

Em contrapartida, os métodos comparativos gerais, utilizados principalmente no segundo estágio, objetivam determinar as "leis" e causas que determinam e caracterizam a distribuição de diferentes fenômenos geológicos no tempo e no espaço. Neste item são incluídas todas as variações do método histórico-comparativo (comparativo-tectônico, comparativo-litológico, etc.).

Sobre os métodos correlativos Leonov faz a seguinte observação:

"Métodos correlativos de interpretação histórico-geológica consistem na análise de inter-relações de um dado objeto geológico com outros, ou de seus elementos em separado. Tais métodos incluem os estudos da paragênese de minerais, análise de fácies (inter-relações entre fácies) e análise e síntese estratigráfica regional. Diferentes variações do método histórico-comparativo podem também tomar caráter correlacional quando alguma lei que foi estabelecida é usada como método de interpretação histórico-geológica (por exemplo, o estabelecimento de épocas de dobramento com base nos dados de ocorrência

de atividade magmática ou aparecimento de conglomerados na secção." (1971, p.577)

É importante notar que todas estas técnicas, ou métodos de investigação historico-geológica, têm como suporte o **Atualismo** e podem ser utilizados tanto nos procedimentos propostos por Potapova, como nos propostos por Gruza & Romanovskiy.

3.3 O ASPECTO PSICO-PEDAGÓGICO DO FAZER GEOLOGIA

O fazer Geologia envolve uma série de atividades pratico-teóricas específicas exigindo, conseqüentemente, um sujeito com certas características cognitivas. Desse modo, o aspecto psico-pedagógico trata tanto das características cognitivas deste sujeito, quanto da natureza cognitiva dos procedimentos mentais deste fazer.

Como ficou caracterizado no aspecto epistemológico, a Geologia trata do desenvolvimento histórico deste planeta e o fazer Geologia realiza a cognição da Terra através de uma prática atualista que traduz o passado em função do presente. Desse modo, as inferências (indutiva, dedutiva (35), a invenção de hipóteses (36), o raciocínio analógico e dialético são imprescindíveis. Todavia, pouco se tem avançado sobre a formalização do raciocínio dialético, aspecto que poderá ser um bom tema de trabalho para futuras pesquisas.

(35) Inferências podem ser genericamente conceituadas como regras metódicas de obtenção de enunciados plausíveis. (Habermas, 1987, p.130) A dedução demonstra que algo se deve comportar de uma forma determinada, ou seja, é uma aplicação de regras gerais a casos particulares; a indução prova que algo se comporta efetivamente desta ou daquela maneira, sendo a conclusão de uma regra a partir do caso e do resultado. (Peirce, 1975)

(36) A invenção de hipóteses é um tipo de inferência de qualidade diferente, que tem como base a forma argumentativa de raciocínio; através da hipótese concluímos a existência de um fato muito diverso de tudo quanto se observou, a partir do qual, de acordo com leis ou raciocínio plausível poderá resultar algo observado, ou seja, é um raciocínio explicativo (Peirce, 1975).

3.3.1 AS ESPECIFICIDADES DOS PROCESSOS COGNITIVOS DO FAZER GEOLOGIA

O indivíduo, ao adquirir e utilizar o conhecimento geológico, faz uso de uma série de procedimentos mentais: desenvolve o modo de inferência geológica realizando o **fazer Geologia** de modo atualista. Assim, buscando algumas determinações específicas desses processos cognitivos, vamos, na medida do possível, demonstrar as peculiaridades da utilização da Geologia para o desenvolvimento do raciocínio científico.

A medida em que a Geologia procura desvendar o desenvolvimento histórico da Terra utilizando informações de todo tipo impressas na crosta, faz uso também de todos os conhecimentos dos processos naturais contemporâneos que, de alguma maneira, auxiliam na descoberta de "formas fixadas" (37). Tal procedimento reforça o desenvolvimento da capacidade de observação e interpretação, pois, potencialmente, essas "formas fixadas" encontram-se na crosta terrestre (campo).

Desse modo, o conhecimento "experimental" (38), ou o conhecimento que é adquirido através de observações e experiências com o próprio objeto, deve ser compreendido e exercitado. Isto não quer dizer que o conhecimento, dito "logico-matemático" (obtido das ações sobre o objeto), originado pelas abstrações reflexivas, seja menos

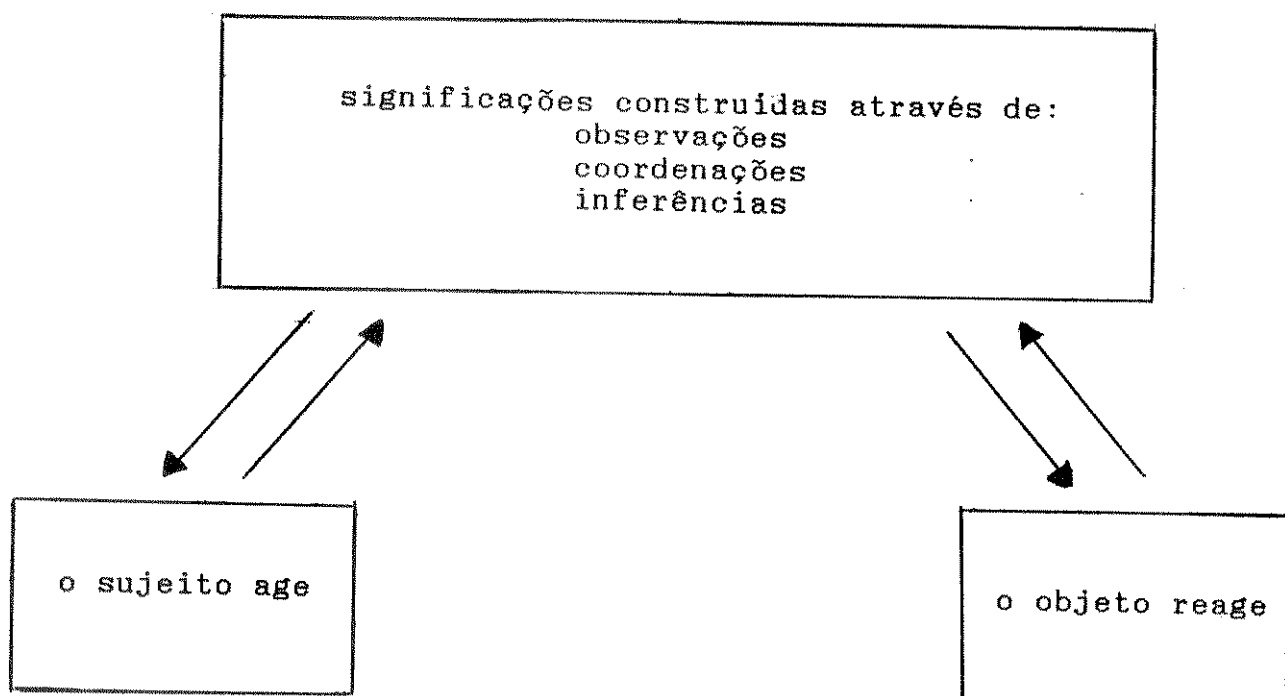
(37)A história da atmosfera (que não pode ser registrada na própria atmosfera, devido à mobilidade dos seus constituintes) está impressa, de maneira codificada, em rochas, minerais e demais estruturas corticais. Mas só a partir de um estudo dos processos naturais contemporâneos da atmosfera é que passamos a descobrir as "formas fixadas" de processos naturais do passado da atmosfera. Somente com a descoberta e identificação dos "red beds" (camadas arenosas oxidadas) foi possível localizar o surgimento de oxigênio livre na atmosfera.

(38)Essa conceituação de conhecimento "experimental" e "logico-matemático" são extraídas de Piaget.

importante. Em primeiro lugar, porque estas duas formas de conhecimento são indissociáveis, já que todo conhecimento é sempre uma assimilação a esquemas lógicos-matemáticos, na medida em que, mesmo ao nível da percepção, não existe puro registro, não existe leitura imediata da experiência, e sujeito nenhum pode conhecer um objeto a não ser agindo com ele e/ou sobre ele, porque nenhuma ação se executa no "vácuo"; em segundo lugar, realçamos o conhecimento experimental porque ele é fundamental nos primeiros passos de obtenção de informações, ou seja, este conhecimento está presente na procura das formas geométricas (texturas, estruturas, etc.), vestígios diversos, etc., tão importantes para desvendar o desenvolvimento histórico deste planeta.

O conhecimento "experimental" visa ao conhecimento específico do objeto, que desempenha aí um papel tão importante quanto o da atividade do sujeito por meio do qual será construído. Podemos ver pelo diagrama (na página seguinte) o complexo sistema que se instala entre o sujeito que busca conhecer o objeto: ele atua sobre o objeto que "atua" sobre ele; o sujeito efetua toda uma série de atividades cognitivas que implicam significações, tanto das suas próprias ações quanto das "reações" do objeto: ele observa, coordena suas próprias ações e, com as "reações" do objeto, elabora hipóteses e inferências.

Tais atividades cognitivas dependem diretamente dos instrumentos intelectuais (esquemas e estruturas) do sujeito. À medida em que estes instrumentos se desenvolvem, o sujeito vai tornando-se capaz de efetuar coordenações mais completas, inferências e observações mais ricas. Assim, atividades apoiadas neste conhecimento facilitam a descoberta de possíveis registros para desvendar a história da Terra.



Adaptação nossa do diagrama de Henriques (1980).

Assim, o objeto de investigação mais imediato da Geologia é a crosta terrestre. A crosta, como a camada sólida mais acessível à observação direta, desempenha um papel importante como interface dos processos internos e superficiais da Terra. Nela são registrados os efeitos dos processos naturais internos, como os terremotos, e os superficiais, como os fenômenos climáticos. Ora, para que se possa identificar um processo geológico, é necessário descobrir as "formas fixadas" destes processos antigos preservados na crosta. Mas, antes, estudam-se os registros dos processos atuais e as características das possíveis "formas fixadas". Para isso, uma aguçada capacidade para construir o conhecimento "experimental" é fundamental.

Na procura das "formas fixadas", os procedimentos de observação e interpretação (sendo principalmente utilizado o sentido visual; experiências com modelos, diagramas, fotos, etc.; experiências com ácidos, riscos, traços, etc., além do tato) são usados em todas as

escalas espaciais possíveis: amostras de mão, paredes, afloramento, fotos aéreas e escalas microscópicas. Juntamente com os procedimentos de observação ocorrem operações de ordenações, classificações, relacionamentos, medições, etc.

Em contrapartida, dentre os estudos de processos atuais que auxiliam a procura das "formas fixadas", são mais desenvolvidas, principalmente, a percepção temporal, a noção de causalidade, a criatividade no uso de modelos e inferências indutivas. Com essas inferências, e partindo de uma ou várias propriedades, chega-se a algum tipo de generalização empírica dos processos ocorridos. Por exemplo: quando sedimentos de várias granulometrias são colocados em uma correnteza, pode-se observar que os grãos maiores são os primeiros a se depositar, ocorrendo o contrário com os menores, concluímos, então, que os sedimentos maiores sempre se depositam primeiro devido à gravidade, já que são mais pesados. Assim, podemos ver que além da inferência indutiva é desenvolvida a noção de causalidade e a percepção temporal, mesmo que esta se dê de forma instantânea, se comparada com o tempo geológico.

Podemos também trabalhar criativamente com modelos para tornar mais claro algum fenômeno, sem contrapô-lo ao campo, por exemplo: numa garrafa com água colocam-se sedimentos de granulometrias diferentes (pelo menos três variações: silte, areia fina e areia média) e agita-se, após o que, deixa-se em repouso. Voltando a observar a garrafa, transcorrido algum tempo, vê-se a deposição do material mais grosso sobre os mais finos. A causa inferida é a mesma do exemplo anterior, observado em campo. Mas, pelo fato de ser um experimento do tipo reproduzido em laboratório, isto é, experiência com controle, tem-se a percepção e noção de causa e efeito muito mais acessível.

Todos os exemplos anteriores são importantes e não temos a

intenção de hierarquizá-los quanto à relevância; eles demonstram um lado fortemente observativo e indutivo da Geologia. Este aparente viés ocorre com maior ênfase no estágio de obtenção de informações, na utilização do conhecimento "experimental". Neste estágio são solicitadas muitas representações e classificações do observado, uma vez que são operações que utilizam essencialmente a inferência indutiva. Todavia, esta etapa mais descritiva -porque é fonte de informações- é necessária a todas as outras etapas mais explicativas, pois, sendo os minerais, as rochas, os relevos, as esferas terrestres e a Terra como um todo, o suporte material da Geologia, é fundamental a grande variedade de escalas de observação (desde a escala microscópica até a escala planetária), que a mesma utiliza na procura de informações. De fato, será descritiva; podendo ser vista como uma etapa indutiva, se não entendermos que já este 1º estágio está sob a égide da teoria, onde estamos observando e interpretando a natureza à procura de certas evidências para resolver um problema teórico.

Até agora nossa preocupação foi com a utilização do conhecimento "experimental" no estágio de obtenção de informações durante o fazer Geologia. Passaremos, neste momento, a discutir os estágios mais explicativos e sintéticos, esclarecendo, na medida do possível, a utilização peculiar do raciocínio analógico e dialético na construção das explicações históricas em sua prática científica.

A Geologia é constituída, essencialmente, por fenômenos que apresentam desenvolvimento histórico. Hoje, um número crescente de fenômenos revelam-se dedutíveis; o próprio fenômeno aleatório tornou-se assimilável e dedutível após a teoria das probabilidades (veja a termodinâmica e a microfísica). Mas existe, segundo Piaget (1973), um domínio fundamental que resiste à dedutibilidade, talvez de forma definitiva: o domínio dos desenvolvimentos propriamente

históricos.

Uma história é repleta de acontecimentos individuais imprevisíveis, mas, sobretudo, não se repete e não pode desenvolver-se em sentido inverso. Existe pouco espaço para a dedutibilidade neste contexto, o que não quer dizer que ele não adquira, futuramente, uma lógica mais formal. Piaget caminha um pouco mais e afirma:

"pode esperar-se que o caráter sui generis dos desenvolvimentos históricos se traduzem em uma lógica, também específica, que seria dialética. Sem dúvida, nunca se pôde ainda formalizar a lógica dialética, de tal maneira que este conceito permanece em discussão. Mas isto não é razão para renunciar a este projeto, (...)" (p.383 e 384)

A Geologia como a Ciência histórica da natureza trata do processo geral de desenvolvimento da Terra. Então, o caráter sui generis de seu processo histórico seria traduzido pela lógica dialética, despontando, assim, as especificidades do raciocínio geológico. Isto contribuiria para o desenvolvimento de um raciocínio formal diferente do até aqui mais conhecido: o hipotético-dedutivo (39).

O fazer Geologia, como uma prática atualista, trabalha com dois planos simultâneos: o do presente e o do passado. No plano do presente, ocorre a sincronia entre processos e produtos, predominando operações com base na contigüidade. Já no plano do passado, ocorre a diacronia na elaboração da sucessão de registros, prevalecendo operações com base na similaridade. A transferência de informações sobre o presente para o passado é feita através deste sistema de métodos (Atualismo), cuja maioria tem base analógica (são históricos-comparativos), embora em outros a posição da analogia não seja de total primazia.

Neste raciocínio analógico predominam operações como: comparações, correlações, correspondências, seqüenciações causais, simila-

(39) Não poderíamos deixar de apontar que estes estudos apóiam-se nas idéias de Paschoale, geólogo que mais tem contribuído para o avanço das discussões sobre a Teoria da Geologia no Brasil.

ridades, etc. Podemos fornecer um exemplo simplificado: a sedimentação atual de rios meandantes desembocando em lagos leva-nos a observar que, no centro do lago, distante da foz do rio, encontraremos sedimentos finíssimos depositados em estratos plano-paralelos. Por outro lado, sabemos que em várias bacias sedimentares do passado, existem preservadas camadas de sedimentos finíssimos com estratificações plano-paralelas. Ora, por similaridade, conclui-se que o ambiente desta formação geológica foi, no passado, lacustre.

Através do **Atualismo**, o passado é reconstituído pelas informações do presente, em operações de base, freqüentemente, analógica, mas, simultaneamente, este presente é reelaborado em função do fato de os processos naturais, agora conhecidos como geológicos e inseridos no processo historico-geológico, mudarem o conhecimento até então acumulado. Portanto, a cada nova interpretação do passado, cria-se uma nova configuração do processo geral de desenvolvimento deste planeta, e este desenvolvimento histórico da Terra não se repete e não pode desenvolver-se em sentido contrário. Segundo Kosík, como totalidade a ser conhecida, o desenvolvimento histórico é uma realidade que se transforma em estrutura significativa para cada fato ou conjunto de fatos, auto-criando-se, desenvolvendo-se e estruturando-se como um todo.

Mas, no plano do passado, ao propor a similaridade de produtos de processos contemporâneos com registros preservados, o método repousa, essencialmente, na analogia como raciocínio. Entretanto, é sabida a existência de fenômenos convergentes em Geologia, onde vários processos produzem os mesmos produtos. Então, como comparar efeitos parecidos se os processos não são similares? Também sabemos que a preservação de uma "forma fixada" não implica a permanência do processo até a atualidade. Portanto, muitos fenômenos não são passíveis de transferência analógica em algo a que não é comparável.

Mas não há outro modo de se estudar o passado senão com os conhecimentos do presente, como Paschoale (1985) afirma:

"Gerar hipóteses, propor explicações são o modo pelo qual os objetos podem ser conhecidos, explicados. E estas são as únicas maneiras de conhecer um fenômeno do passado, através da identificação e significação de um registro." (p.7)

Isto não significa que só podemos fazer Geologia através do raciocínio analógico. Uma das características da Geologia é a invenção de explicações, sem preocupar-se com sua verificação imediata, como ocorre com a Física e a Química.

Desse modo, o fazer Geologia como uma prática atualista assemelha-se a um processo fortemente apoiado na imaginação. Na verdade, como Chamberlin (1931) já apontou, não existe Ciência que potencialize mais a formulação de hipóteses do que a Geologia. Para a Geologia, o uso convencional da noção de experiência com base na indução e a formulação de hipóteses por dedução não são suficientes. Em outras palavras, a criatividade e a invenção são necessárias para prática geológica.

Juntamente com o raciocínio analógico e a invenção de hipóteses, o raciocínio dialético deve ser desenvolvido, pois, como compreender a mediação dialética na reconstituição do passado através do presente ? Aliás, esta é uma das contribuições específicas da Geologia para o desenvolvimento do pensamento científico, onde poucos estudos foram realizados.

Finalmente, a Geologia trabalha com espaços extremamente amplos e um tempo gigantesco: o tempo geológico. A visualização espacial de muitos fenômenos e a percepção de seu tempo fogem aos sentidos humanos. Esta particularidade, somada ao fato de ser através da Geologia que a Terra mostra-se com uma história da qual fazemos parte, revela alguns aspectos importantes para o ensino/aprendizagem desta Ciência.

3.3.2 AS CARACTERÍSTICAS COGNITIVAS PARA SE REALIZAR O FAZER GEOLOGIA

Com o apoio de Piaget e Bruner discutiremos as características cognitivas necessárias para que o sujeito adquira e utilize o conhecimento geológico.

Piaget (1978b) propõe quatro estágios para o desenvolvimento da inteligência da criança ao conhecer o mundo: fase senso-motora (de 0 a 2 anos); fase pre-operatória (de 2 a 7 anos); fase de operações concretas (7 a 11 anos) e fase de operações formais (de 11 a 16 anos). Estas idades são aproximadas e variam de acordo com a sociedade, a cultura, etc.

No estágio de operações concretas, que nos interessa mais particularmente, surgem as operações naturais (um tipo de ação), que são interiorizadas e reversíveis. A criança desenvolve uma estrutura interiorizada (lógica das relações e classes) que é o meio através do qual ela conhece apenas o sistema real de objetos e relações em sua volta, sendo, na verdade, o seu concreto (no sentido piagetiano do termo); elas não conseguem, normalmente, ir além das informações que lhe são fornecidas ou experimentadas. No último estágio, o de operações formais, a inteligência apóia-se nas operações lógicas hipotético-dedutivas que constituem o instrumental do cientista ou pensador abstrato. O adolescente tem condições de construir teorias, de ir além do concreto. O seu pensamento é considerado reflexivo, porque pode raciocinar a partir de dados puramente formais.

O fazer Geologia envolve uma série de atividades pratico-teóricas que exigem um grande raciocínio formal. Então o sujeito, para aprender efetivamente este fazer, necessita apresentar características cognitivas do último estágio piagetiano, ou

apresentar o estágio das operações concretas bem desenvolvido, porque com este estágio bem amadurecido o sujeito possivelmente estará apto a iniciar o último, uma vez que o **fazer Geologia** auxilia em muito o desenvolvimento do raciocínio formal. Isto não quer dizer que aspectos da prática geológica, ou os fundamentos de seu modo de pensar, não possam ser ensinados para a criança que se encontra no estágio operacional concreto. A Geologia tem muito a contribuir neste nível, mas tal questão encontra-se fora do âmbito do presente estudo.

Nossos alunos (futuros professores) irão ministrar a disciplina de Ciências para alunos de 5ª a 8ª séries do 1º grau, os quais provavelmente estarão na fase de transição entre o 3º e o 4º estágios de Piaget, sendo possível encontrar adolescentes em diferentes etapas cognitivas. Por encontrarem-se entre o 3º e 4º estágios piagetianos, estes alunos estão aptos a realizar com sucesso o **fazer Geologia**, e as diferenças que podem ocorrer numa turma não são impeditivas pois, como veremos, o **fazer Geologia** pode facilitar o progresso de alunos não amadurecidos em operações concretas. É bom frisarmos, neste capítulo teórico, que estamos trabalhando com uma situação idealizada, já que a prática apresenta uma realidade diversificada: muitos dos alunos das licenciaturas em Ciências não apresentam estes estágios amadurecidos.

Bruner, por sua vez, entende que a criança no ato de conhecer translada a experiência a um modelo de mundo. Isto é, realiza um ato de representação:

"A representação, por outro lado significa sempre uma atividade de codificação e processamento. O ser humano codifica o seu ambiente através do processamento da informação que o mundo lhe oferece e constrói modelos deste mundo através da ação, da imagem ou da linguagem." (Bruner, apud Kishimoto, 1976, p.104)

Como podemos constatar, ele irá conceber o desenvolvimento cognitivo através da idéia de representação, ou seja, o ser humano, ao

conhecer o mundo, representa-o de três formas diferentes: pela ação senso-motora, através de imagem e de proposições simbólicas. Em outras palavras, na vida da criança as formas de representação aparecem na seguinte ordem: enativa (ação), icônica (imagem) e simbólica (símbolos), cada uma delas dependente das anteriores para o seu desenvolvimento; quando adulto, os três sistemas tornam-se paralelos e o sujeito estará apto a comandá-los.

Para Bruner (1969), na fase enativa os fatos e objetos definem-se em relação às ações com eles praticadas. Em contrapartida, a fase icônica é regida por princípios de organização perceptiva: as imagens criam um status autônomo, tornando-se grandes compiladoras de ação, assim, nesta fase, a memória visual apresenta-se altamente concreta e específica. Uma criança nesta fase é capaz de reproduzir coisas que viu, da forma observada. Finalmente, a fase simbólica, como sistema de representação, baseia-se na tradução da experiência na linguagem. A linguagem é valorizada pelo seu uso como instrumento de raciocínio, já que os sistemas simbólicos são altamente criadores, ou seja, têm um alcance muito maior que o possível através de ações ou imagens.

De certo modo o aluno, para aprender o fazer Geologia, necessita apresentar características cognitivas da última fase de Bruner, ou estar iniciando o 3º sistema de representação, apresentado a fase icônica bem amadurecida.

Então, o fazer Geologia necessita de sujeitos que apresentem características das últimas etapas de desenvolvimento cognitivo, sejam elas definidas por Piaget ou por Bruner. Neste ponto, é bom lembrarmos que existe uma divergência entre ambos quanto à ênfase a ser atribuída ao papel da linguagem no desenvolvimento cognitivo. Bruner destaca a linguagem como o elemento fundamental para o desenvolvimento cognitivo; ela é vista como um instrumento do

pensamento utilizado para representar e transformar os eventos ambientais. Em contrapartida, Piaget (1978a) vê a linguagem como uma condição necessária, mas não suficiente, para o desenvolvimento cognitivo. Ele argumenta:

"anteriormente às operações formuladas pela linguagem, existe uma espécie de lógica das coordenações de ações comportando notadamente relações de ordem e ligações de encadeamentos (relações da parte ao todo)." (p.267)

Para Piaget a constituição da função semiótica (40) é mais geral e interfere solidariamente com a formação do pensamento como "representação" conceitual, juntamente com a aquisição da linguagem pela criança. Portanto, o pensamento não é um mero resultado casual da linguagem, mas algo proveniente de um processo construtivo assimilatório que tem como fonte o ato de coordenar ações.

A percepção da divergência entre Bruner e Piaget tem decorrências práticas importantes com relação à aprendizagem do fazer Geologia, pois, como vimos até aqui, a Ciência geológica na sua fase inicial de obtenção de informações destaca o lado observativo através de operações bastante descritivas. Ela trabalha com "formas fixadas", vestígios dos registros de processos geológicos passados preservados na crosta, sendo tarefa primordial da Geologia a identificação e a interpretação desses registros. Para que tal interpretação seja possível, é necessário um desenvolvimento aguçado de todas as funções semióticas (todos os tipos de imagens, formas, modelos, sinais, linguagens, etc.) e não somente da linguagem, principalmente a verbal, que Bruner tanto valoriza. O aprimoramento de tais funções é fundamental para a obtenção de informações, ou melhor, para a descoberta de "formas fixadas", a partir das quais o geólogo, fazendo uso de um raciocínio formal desenvolvido, irá formular as

(40) Este termo é mais abrangente, pois recobre não somente o emprego de símbolos, mas principalmente o de sinais que não são símbolos no sentido restrito

explicações históricas da Terra.

O fazer Geologia pode levar uma criança a aprofundar o seu desenvolvimento da fase icônica (de Bruner), ou operações concretas (de Piaget), à medida que este fazer, numa primeira etapa, leva ao manuseio de formas, objetos concretos, sinais diversos, facilita a organização perceptiva (percepção temporal e espacial, observação, memória visual, imagens mentais) e o conhecimento do sistema real de objetos e relações em volta da criança. Então, quanto mais aprimoradas o sujeito apresentar estas fases de desenvolvimento, maior será sua capacidade de captar mais informações, aumentando, também, sua possibilidade de realizar inferências. Nesta etapa de obtenção de informações, quanto maior for a semelhança entre a criança e um verdadeiro detetive, melhor será sua condição para elaborar explicações do processo histórico-geológico.

É nesse sentido que enfatizamos o papel epistemológico do campo no ensino da Geologia como fonte de conhecimento, como local privilegiado de produção e experimentação geológica, como contato concreto da criança com a natureza. Por exemplo: diante de um problema colocado pelo professor, numa situação de campo, a criança manuseia diferentes "formas fixadas" -minerais, rochas, fósseis, estruturas geológicas diversas (dobras, falhas, estratos de sedimentação, etc.), etc.- em diferentes escalas espaciais e temporais; tais atividades têm por objetivo obter informações e desenvolver inferências, no campo, para a posterior formulação de hipóteses explicativas para o problema proposto.

Vejamos o exemplo de um destes problemas: em uma vasta região, antigos estratos de sedimentação estão metamorfizados em baixo grau, localmente são cortados por intrusões ígneas que provocam visíveis auréolas de metamorfismo de contato acompanhando geometricamente o corpo intrudido. Pede-se, então, para o aluno formular uma

seqüência explicativa de eventos para aquele material, formas geométricas, estruturas, etc.

Diante de um problema como este, o aluno tem que se comportar como um detetive: manusear cuidadosamente, observar e interpretar concretamente todo o material; fazer esquemas para visualizar as formas, as estruturas; comparar com outros materiais já vistos; coletar amostras representativas do local para posterior estudos em sala de aula (41); observar e acompanhar vários processos naturais contemporâneos, no sentido de visualizar os seus registros, entender os seus mecanismos, aguçar a percepção temporal, mesmo que, neste caso, esta seja praticamente instantânea; quando possível, trabalhar com modelos de fenômenos naturais; dentre outras coisas. Juntamente com as atividades de obtenção de informações, ele compreende e analisa dados, correlacionando e integrando-os, para fazer inferências na procura de hipóteses explicativas do problema proposto. Este trabalho de investigação necessita dos conceitos de evidência, prova e hipóteses que são operados constantemente durante o fazer Geologia. Tais conceitos são utilizados desde o início até os estágios mais complexos da formulação de explanações históricas, envolvendo as atividades experimentais, as atividades de campo e os estudos bibliográficos. Em suma, como Paschoale (1988a) já assinalou, o "trabalho de detetive" não se resume à observação, mas inclui a capacidade de "perceber coisas" que os outros não percebem.

A Geologia valoriza de maneira intensa e particular o lado observativo e comparativo, o que revela a necessidade de o sujeito

(41) O conceito de amostragem, talvez um dos mais interessantes para estudos detalhados e futuros trabalhos, está diretamente relacionado com o conceito de representatividade em função das diferentes escalas de observação. De acordo com a escala e a homogeneidade e/ou heterogeneidade do corpo geológico em estudo, configura-se a representatividade das amostras a serem coletadas.

apresentar a fase icônica e a fase das operações concretas razoavelmente desenvolvidas. Mas, ao mesmo tempo em que desenvolve peculiarmente essas fases, acrescenta-lhes o modo característico da Geologia ler o planeta. De qualquer maneira, o amadurecimento desta fase é fundamental para a fase simbólica e a das operações formais, que a criança desenvolve ao formular as hipóteses para explicar o passado do planeta. Nesta fase a imaginação, a invenção, a descoberta, andam soltas, e, se forem trabalhadas corretamente, facilitarão o desenvolvimento do raciocínio histórico-comparativo, do raciocínio dialético e da capacidade de síntese da criança. Desse modo, como foi visto ao tratarmos do aspecto epistemológico e como Paschoale (1985) já havia frisado: nenhuma outra Ciência da natureza está preocupada com a "invenção" de explicações históricas sem sua verificação. Desta especificidade, como forma de conhecimento da natureza, decorre uma utilização do raciocínio formal e simbólico peculiar, através do qual a Geologia muito tem a contribuir para a formação do raciocínio do cidadão.

4. PROCURANDO UM MÉTODO DIDÁTICO

Os três aspectos (epistemológico, metodológico, psico-pedagógico) vistos anteriormente esclareceram o **fazer Geologia** como um todo estruturado que se auto-recria no processo de fazer/aprender Ciência. Em suma, discutimos o conhecimento geológico, seu método de produção científica e o sujeito que faz Geologia. Neste momento, debateremos alguns aspectos das teorias de ensino/aprendizagem e sua interação com o ensinar o **fazer Geologia**, procurando um método didático que, no ato da assimilação do conhecimento geológico, faça transparecer os procedimentos da Ciência geológica (de modo algum assumindo a existência de uma identidade entre um e outro).

O único trabalho teórico mais sistematizado sobre a metodologia do ensino em Geologia (42), de Fujita et alii (1981), apresenta uma proposta metodológica de ensino para os cursos de Geologia no Brasil (43), visando a formação de um profissional como o estabelecido "no perfil ideal do geólogo" (44). Devido a seu objetivo e a sua clientela bastante diferente da nossa (licenciados em Ciências), o trabalho pouco nos ajuda na procura de um método didático.

Candau (1986) propõe que o método didático seja uma articulação de diferentes estruturantes: elemento lógico, contexto, sujeito e

(42) Os trabalhos de Amaral (1981) e de Silva et alii (1981) ainda que não trate especificamente de metodologia do ensino em Geologia, trazem vários aspectos importantes sobre o tema.

(43) Os autores pesquisaram, dentre outros assuntos, os níveis de tratamento da metodologia do ensino e adotaram uma metodologia geral e uma específica. Para eles, a metodologia geral é um conjunto de diretrizes estabelecido a partir de critérios psico-pedagógicos e de conteúdo, e a metodologia específica - intimamente vinculada à anterior - é aquela que detalha os procedimentos de ensino utilizados no processo de aprendizagem.

(44) Perfil idealizado a partir de pesquisa realizada pela Sociedade Brasileira de Geologia (SBG, 1982): "A Formação do Geólogo nas Universidades Brasileiras - Um Retrato de duas Décadas".

conteúdo específico. A autora afirma:

"articulação (...) que tenta trabalhar dialeticamente os diferentes estruturantes (...) e não exclusivizar qualquer um deles, tentando considerá-lo como o único estruturante." (p.26)
Finalmente, aponta um elemento novo para a reflexão didática:
"o conteúdo, a estrutura e a organização interna de cada área do conhecimento como um elemento estruturante do método didático." (p.26)

Segundo a autora, esse é um elemento que deve articular-se com o sujeito da aprendizagem, com o contexto de aprendizagem, com os fins da educação.

Acreditamos que é da maior importância este último elemento estruturante (apontado por Candau para reflexão). É dele que tratamos nos aspectos epistemológico e metodológico do fazer Geologia. É preciso, ainda, considerar que estes dois aspectos estão em interação com o aspecto psico-pedagógico. Em suma, de acordo com uma visão de mundo, de Ciência e de Educação, o sujeito, em seu fazer/aprender Ciência e no seu contexto de aprendizagem, constrói o conhecimento mediado por esses aspectos, formando um todo dialético.

Aprofundando um pouco mais a discussão, assumimos uma concepção de Ciência como processo, ficando mais evidentes as semelhanças entre fazer e aprender Ciência e, também, mais explícito que os métodos didáticos serão vinculadores dessas relações de produção científica. Tanto quanto uma Ciência e sua metodologia científica, os métodos didáticos são vivos como processo de produção. A dicotomia conteúdo X forma de ensinar não se sustenta, uma vez que o aprendizado de uma Ciência é mais efetivo pelo seu fazer científico e não somente pelo ensino de seu conteúdo ou apenas por atividades (formas de ensinar), porque não existe essa dicotomia entre o conteúdo (repertório) e o modo (método) de construção desse repertório. De acordo com Gil (1986), "os processos científicos só têm sentido no marco de esquemas conceituais (ou paradigmas

teóricos) como ponto de partida e de chegada: sem atenção aos conteúdos -ou com tratamentos pontuais, desligados deles mesmos- a metodologia científica fica desvirtuada como tal." (p.116) Assim sendo, a metodologia de ensino traduz-se na interação da teoria e da prática, do conteúdo e do método, do produto e do processo, do que ensinar e do como ensinar, deixando, então, de haver dicotomias entre esses elementos.

A ênfase no conteúdo tem raízes na concepção positivista de Ciência empírica, que se estrutura pelo acúmulo de informações acabadas e sistematizadas. Para os positivistas, o conhecimento é cópia da realidade; sua origem se dá por associação e o ensino/aprendizagem acontece pela transmissão dos conteúdos. A associação é concebida como uma simples relação de similitudes ou de continuidade entre os objetos já conhecidos ou aqueles a serem conhecidos. Aqui, o sujeito não intervém no conhecimento: simplesmente acumula as observações bem classificadas em um arquivo.

Na concepção de Piaget, a assimilação consiste, pelo contrário, em considerar o conhecimento como uma relação indissolúvel entre sujeito e objeto. A natureza assimiladora do conhecimento contradiz o empirismo (como já vimos no capítulo 2), posto que substitui o conceito de conhecimento-cópia pela noção de uma estruturação contínua. Também contradiz todo o apriorismo, posto que, segundo esse autor, se a maior parte das formas biológicas de assimilação são hereditárias, é próprio das assimilações cognitivas construir, sem cessar, novos esquemas em função dos anteriores, ou acomodar-se aos precedentes.

Em contrapartida, a ênfase nas atividades como um fim em si mesmas decorre de um "ativismo" provocado pela mitificação do método de solução de problemas e por uma interpretação errônea do conceito de assimilação. Hans Aebli (1974), definindo o processo de

assimilação, indica:

"Mas em si mesmos, os esquemas de assimilação (esquemas de contar, de medir, de análise química, lingüística, etc.) não constituem conhecimentos determinados. Carecendo, por assim dizer, de conteúdo, constituem uma espécie de conhecimento em potencial, infinitamente fecundo porque está à disposição do sujeito em toda situação, familiar ou nova, e pode aplicar-se a um número indeterminado de objetos. Mas necessitam destes para desenvolver-se e para adquirir um conteúdo determinado." (p.83)

Podemos dizer, a partir disso, que os "ativistas" esquecem-se da última frase e elaboram o seu curso voltado totalmente para os esquemas de assimilação (atividades, operações, etc.) como um fim em si.

Discutindo um pouco mais o método que alia a aprendizagem por descoberta à solução de problemas, percebemos que a atividade de aprendizagem por descoberta originou-se do crescente descontentamento com uma pedagogia que enfatizava a verbalização mecânica e a memorização de idéias, surgindo em contrapartida a uma aprendizagem por recepção ou mero processamento de informações. Bruner (1965, 1980, 1980a) assinala a preocupação com o ensino por problemas e descoberta (45).

Segundo Bruner, a aprendizagem por descoberta é o que existe de mais eficiente para garantir a um aprendiz o emprego do que foi aprendido em novas situações. Para este autor, a posse das faculdades intelectuais é a mais alta perfeição do homem e, a mais pessoal é a capacidade de realizar descobertas através dos próprios esforços (a aplicação do conceito de descoberta não se limita à explicação do desconhecido para a humanidade, mas principalmente a todas as formas de obtenção de conhecimentos através do uso da própria mente).

De acordo com Bruner (1965):

"Trabalhei na suposição de que a descoberta de um escolar, que a faz por si mesmo, ou de um cientista que aumenta o campo de

(45) Apesar de vários autores terem essa preocupação, usaremos principalmente as idéias de Bruner, porque este autor apresenta uma boa noção dessa visão de ensino/aprendizagem.

sua especialização, é em sua essência, uma matéria de rearranjo ou transformação de evidência, de tal modo que o indivíduo é capaz de ir além da evidência, assim reunida a novos "insights" adicionais." (p.88)

Existe uma mudança de grau e intensidade entre o trabalho do cientista e o do aluno. As evidências serão uma descoberta ou material para uma invenção, se a criança aprender por si a adquirir informações e a interpretá-las, desde que, de algum modo, esteja à procura de soluções para um problema dado.

Todavia, para nós, isso não quer dizer que a aprendizagem por descoberta tenha um fim em si mesma, como Bruner (1980), durante um período de seus estudos, enfatizou:

"A prática de descobrir por si mesmo ensina-nos a adquirir informações de um modo que torna aquelas informações mais acessíveis ao fato da solução de problemas." (p.218)

A aprendizagem por descoberta não é em si significativa: ela deve estar estruturada, como método didático, a concepções mais gerais de Ciência e Educação. Parece que suas idéias, hoje, foram reequacionadas, tornando esse conceito de aprendizagem menos abrangente (Farias -1987: apontou este itinerário).

Outro aspecto a que o método de solução de problemas levou, foi a desvalorização completa do conteúdo, resultando daí o "ativismo" referido anteriormente: passaram a ser valorizadas as atividades em si, pois o que era considerado mais importante eram apenas os processos de aquisição de conhecimentos. (Balzan -1980, p.119-121)

Também como Ausubel (1980) e vários autores já apontaram, a aprendizagem por descoberta pode ser tão inútil, tão formalista, mecânica ou passiva como a pior aula expositiva.

Os dois autores apontaram problemas fundamentais do método que une a solução de problemas à aprendizagem por descoberta; procuraremos, todavia, entender de maneira diferente a aprendizagem por descoberta. A atividade de ensino/aprendizagem insere-se num contexto de aprendizagem, com sujeitos históricos e pertencentes a

uma dada sociedade, estando determinada por pressupostos epistemológicos, metodológicos e psico-pedagógicos, como qualquer método didático.

Um método didático, segundo nosso ponto de vista, tem que gerar o pensamento crítico, que ocorre, em grande medida, no contexto de soluções de problemas, tendo o pensamento condições de reconstruir tanto os problemas como o modo de solucioná-los pela investigação, descoberta e invenção. Nesta prática de ensino, que se dá pela vivência científica, a aprendizagem do aluno passa por algum tipo de experimentação ativa, ao invés de meramente ocorrer uma familiarização com os resultados da investigação de outros, já que existe uma ênfase nos processos racionais, experimentais, de formulação e invenção de hipóteses na resolução dos problemas. Em outras palavras, a ênfase é dada aos processos de aquisição dos conhecimentos e seu repertório em construção, e não aos processos de transmissão de conhecimentos sistematizados e acabados. Os processos de aquisição de conhecimentos não podem estar baseados na indução, nem em uma metodologia hipotético-dedutiva demasiadamente simplista, que possa deixar aos alunos a impressão de que breves períodos de trabalho em laboratório, experiências isoladas e observações diretas podem gerar e derrubar teorias: isto dá aos alunos uma visão errônea do trabalho científico. Concordamos com Gil (1986):

"os alunos deverão estar conscientes de que não se abandonam boas hipóteses como consequência de uns poucos resultados negativos e, ainda, de que o papel dos experimentos é crucial na Ciência, as teorias só se abandonam quando existe muito clara evidência contra a mesma e/ou uma concepção alternativa."
(p.113)

Assim, o método que alia solução de problemas e aprendizagem por descoberta somente é significativo se visto sob uma ótica de Ciência como processo e de conhecimento-construto. Isto implica considerar as operações cognitivas como uma transação ativa entre o

indivíduo e o seu meio, implica o conhecimento como um todo estruturado, orgânico e em auto-criação.

Neste método didático, o problema a ser abordado deve ser estruturado segundo as especificidades da Ciência em foco. O problema será auto-regulador da investigação e consistirá num projeto de ação impregnado de uma finalidade, já que é justamente isso que toda transfiguração do real supõe, antevendo um projeto que estabeleça diretrizes ou finalidades para as atividades e técnicas de ensino/aprendizagem.

Desse modo, esse projeto gera uma série de atividades investigatórias que levam os alunos a elaborar experiências e a inventar hipóteses (coisa fundamental em Geologia), na procura de soluções. Assim, como principal regra de conduta desse projeto, apontamos o "método das múltiplas hipóteses de trabalho" de Chamberlin (1931), em que as hipóteses devem explicar racionalmente o fenômeno em questão, tendo, todas, seu devido lugar na investigação. Para elaborar hipóteses, é preciso que o aluno domine um conjunto de idéias gerais, princípios, métodos, conceitos e habilidades da Ciência em estudo. Não podemos perder de vista o fato de que as atividades decorrentes do problema inserem-se em uma teoria previamente acumulada ("paradigma teórico vigente"), questionando e relativizando a teoria e a própria prática. Mas, como Gil (1986) já assinalou, "não tem sentido supor que os alunos podem 'derrubar uma teoria' através de uma breve reflexão e alguns escassos resultados experimentais. Isso só não é possível, como não responderia em absoluto às características do trabalho científico como tarefa coletiva e dirigida." (p.118)

Ora, tudo isso deve ser utilizado adequadamente em interação com as peculiaridades da Geologia, tendo realçados os componentes descritivo, comparativo e sintético de seu fazer, valorizando-se a in-

tuição, a imaginação e a criatividade, trabalhando-se com as várias operações do processo investigativo (observação, comunicação, comparação, organização, correlação, experimentação, inferência, aplicação) (46), buscando um conhecimento estruturado em progressão de complexidade de acordo com as fases de aprendizagem dos alunos. De tudo o que foi visto, podemos concluir que, com relação ao ensino, é necessário que tenhamos um profundo conhecimento sobre a matéria a ser ensinada, o raciocínio aí envolvido, a lógica e validade de seus procedimentos científicos e mentais, bem como a elaboração de uma sistematização dos princípios fundamentais dessa disciplina.

Bruner (1978) propôs a estruturação de uma matéria através das idéias fundamentais, selecionadas pela relevância científica. Acreditava-se no poder multiplicador dessas idéias: uma vez que fossem aprendidas, os estudantes saberiam aplicá-las em situações novas. Para Bruner:

"As idéias básicas que se encontram no âmago de todas as ciências e da matemática, e os temas básicos que dão forma à vida e à literatura, são tão simples quanto poderosos." (p.11) (...)" Isto é, para que uma pessoa seja capaz de reconhecer a

(46) Aceitamos os seguintes conceitos de Borges (1982): Observação Quando exige que o aluno olhe, ouça, toque, sinta o gosto, cheire, e coisas semelhantes, com a finalidade de coletar informações. Neste tipo de operação inclui-se também a percepção e os pensamentos do aluno frente ao objeto, fenômeno ou ser observado. Comunicação Quando o aluno deve verbalizar, escrever, pintar, fazer um gráfico (...). Trata-se de transmitir uma idéia pelo uso da fala e/ou palavras escritas, diagramas, gráficos e outros auxílios visuais. Comparação (...) Esta operação solicita a identificação de semelhanças e diferenças e a justificativa de uma escolha entre dois ou mais objetos, fenômenos ou seres. Organização O aluno deve seriar, ordenar, estabelecer sequência, agrupar ou classificar objetos, fenômenos e seres. (...) Experimentação Refere-se a um procedimento instrucional em que causa e efeito, natureza ou propriedade de algum objeto, fenômeno ou ser é determinada pelo aluno, geralmente sob condições controladas. (...) Inferência Quando a prática pede ao aluno para sintetizar, resumir, analisar, reconhecer padrões, predizer, generalizar ou formular um modelo teórico. O leitor pode ser solicitado a fornecer a razão de uma ocorrência, providenciar uma conclusão ou identificar as generalizações aplicáveis. Aplicação O aluno é solicitado a aplicar o seu conhecimento e habilidade na resolução de um problema novo." (Anexos, p.50-52, grifos nossos)

aplicabilidade ou não de uma idéia a uma situação nova e, com isso, ampliar seu conhecimento, deve ter em mente, com clareza, a natureza geral do fenômeno com que está lidando." (p.16)

O autor enfatizava a importância dos princípios básicos ou fundamentais dos vários campos da investigação científica no ensino, com o que concordamos. Mas vamos, por partes, apontar algumas diferenças para tornar mais claras nossas idéias.

Em primeiro lugar, ele deixa em aberto a hipótese de estas idéias básicas serem ensinadas de um modo geral -enfocando as idéias recorrentes das várias Ciências- ou ensinadas especificamente, em cada um dos campos científicos. No nosso caso, por se tratar de uma disciplina específica de Geologia, direcionada à formação de professores de Ciências, já afirmamos: as Ciências são apreendidas pelos seus fazeres específicos.

Em segundo lugar, para um estudante adquirir crítica e duradouramente um conhecimento, não basta ter em mente a natureza geral do fenômeno como Bruner assinala, pois esta depende do modo como ele está olhando a própria natureza. Segundo Gil (1986):

"(...)os alunos possuem idéias intuitivas espontâneas -preconceitos ou, mais precisamente, verdadeiros esquemas conceituais- dificilmente desprezíveis pelos conhecimentos científicos ensinados na escola." (p.113)

Pretendemos com isto dizer que o estudante observa a natureza de acordo com uma concepção de mundo. Não é possível ignorar as similaridades e diferenças do pensamento ordinário com relação à metodologia científica. Somente entendendo melhor a prática científica através de estudos de natureza epistemológica e metodológica, é que poderemos relacionar a concepção de mundo do estudante com uma de Ciência a ser estudada. Portanto, a estrutura básica de uma matéria a ser ensinada é determinada pelas opções epistemológicas e metodológicas a serem feitas. Isto é, no presente estudo, a concepção de Geologia adotada é um dos passos mais significativos para um aprendizado formativo e efetivo.

A organização de uma disciplina deve preservar tanto o fazer científico da matéria como a seqüência psico-pedagógica das experiências de aprendizagem. Esta seqüência é formulada com base nas características cognitivas da clientela para a qual a disciplina se volta e nas idéias sobre o desenvolvimento cognitivo. Com isto, estamos afirmando que os fundamentos ou a estruturação da disciplina em estudo são a síntese concretizada em temas unificadores do fazer Geologia entendido como a expressão dos aspectos vistos (epistemológico, metodológico e psico-pedagógico).

Em contrapartida, a respeito da seqüência de desenvolvimento cognitivo, temos as idéias de Taba (1980) como referência:

"A primeira idéia, entre outras, era que a maturação do pensamento segue uma seqüência evolutiva em que as operações mentais mais simples formam a base para a criação das estruturas mentais cada vez mais complexas e abstratas." (p.155)

Além disso, Taba acredita que as operações cognitivas são uma interação entre o indivíduo e o seu meio, bem como que o pensamento amadurece através de uma organização e reorganização progressiva e ativa das estruturas conceituais.

Associados a estas idéias, com as quais concordamos, encontramos estágios progressivos de aprendizagem e também procedimentos cognitivos em progressão de complexidade. Assim, do mesmo modo, o conhecimento geológico deve ser estruturado numa seqüência evolutiva de complexidade, buscando um todo orgânico ao longo da disciplina. Além disso, acreditamos que o campo pode ter papel fundamental, centralizador e deflagrador dessa seqüência evolutiva de aprendizagem em Geologia.

De acordo com Taba, a aprendizagem ocorre segundo uma seqüência cumulativa de maturação de procedimentos cognitivos, tendo como implicações o que poderíamos chamar de **tarefas cognitivas e tarefas de aprendizagem**, que também obedecem a uma progressão de complexidade. As tarefas cognitivas mais importantes, segundo Taba

(1980), em linhas bem gerais, são: formar conceitos, fazer inferências (tirar conclusões e fazer generalizações de interpretação de dados e uso de fatos e princípios conhecidos), aplicação de conhecimentos para explicar novos fenômenos ou prever conseqüências das condições descritas. Para a autora, obedecendo a essa progressão, ocorre também uma espiral ascendente no nível do funcionamento cognitivo: maior precisão, mais alto nível de abstração, análise aperfeiçoada, síntese, crítica, etc.

Ainda segundo Taba (1980a), as tarefas de aprendizagem têm algumas implicações: primeira, uma progressão em que as operações cognitivas mais simples e concretas precedam as operações complexas e abstratas; segunda, o desenvolvimento cumulativo da maturação do pensamento somente é possível com uma espiral ascendente de complexidade do conteúdo; terceira, são necessárias experiências que apliquem aquilo que se aprendeu a novos fatos ou situações.

Assim, o ensino de Geologia com ênfase nas atividades de campo pode propiciar a prática das tarefas cognitivas e de aprendizagem descritas anteriormente, uma vez que os trabalhos de campo se iniciam com a formação de conceitos, dando origem a inferências de todos os tipos e aplicação e crítica do que foi aprendido. Para isso, os alunos, de posse de um problema a ser resolvido, buscam vestígios, registros, elaboram hipóteses, fazem analogias, etc. para explicar eventos históricos.

5. DIRETRIZES GERAIS PARA A FORMULAÇÃO DE UMA NOVA PROPOSTA METODOLÓGICA

A prática docente discutida no capítulo 1 gerou uma série de inquietações, teoricamente aprofundadas nos capítulos 2, 3 e 4. O presente capítulo visa a traduzir os avanços identificados através da nova prática em diretrizes gerais que permitam a elaboração de uma proposta inovadora para o ensino de Geologia nas licenciaturas de Ciências no 1º grau (5ª a 8ª séries).

Começaremos debatendo os dois elementos norteadores principais para a elaboração de uma proposta -o **fazer Geologia** com ênfase no campo- e a contribuição da Geologia para uma melhor compreensão da apropriação da natureza pelo homem. Feito isso, passaremos à estruturação da nova proposta, que concretizará melhor as linhas gerais para o ensino de Geologia nas licenciaturas de Ciências.

5.1 O FAZER GEOLOGIA COM ÊNFASE NO CAMPO (47)

Procurando uma abordagem formativa para os trabalhos de campo, passamos a defini-lo como o local das atividades voltadas para ensinar o **fazer Geologia**, atividades essas que estão inseridas num amplo e complexo processo de obtenção de informações na natureza, e que, potencialmente, seriam capazes de inter-relacionar o meio-ambiente, a Geologia e a sociedade.

Pretendemos, primeiramente, deixar claro a importância da crosta terrestre nos estudos geológicos, em seguida discutiremos o papel pedagógico do campo durante o ensino do **fazer Geologia**.

A crosta terrestre é o objeto de investigação mais imediato da Geologia e tem grande importância por ser a esfera, até o presente momento, mais acessível à observação direta. Ela é uma camada fina (sua espessura é praticamente desprezível com relação ao raio da

(47) Existem alguns trabalhos que tratam, de alguma maneira, das atividades de campo e seu ensino com uma abordagem formativa. No Brasil, todos os trabalhos que visam a um ensino mais formativo já foram citados nesta obra, destacando-se os estudos mais teóricos: Carneiro & Campanha (1979), Fernandes et alii (1981), Paschoale (1984a) e Compiani & Gonçalves (1987). Numa pesquisa bibliográfica feita no "Journal of Geological Education" foram encontrados três artigos, Zant (1977), Sylvester et alii (1977) e Vick et alii (1978), que enfocam um trabalho de campo mais formativo. Os dois primeiros referem-se à descrição e a algumas explicações sobre excursões feitas com este enfoque; o último faz um bom estudo sobre a utilização das escalas de observação a nível de afloramento nas excursões. No "Primer Simposio Nacional sobre Enseñanza de la Geologia", realizado na Universidad Complutense de Madrid, em 1981, ocorreu a subseção "Prácticas de campo", na qual, entre trabalhos mais tradicionais, foram apresentados dois com preocupações alternativas: Sánchez (1981) e Virella & Soto (1981). O primeiro descreve itinerários que propiciam uma melhor coordenação entre a teoria e a prática, defendendo o ponto de vista de que o campo, por ser concreto, facilita as explicações. O segundo procura uma alternativa às excursões tradicionais com base nas idéias de Dewey: o homem reflete ao resolver uma atividade. E o único trabalho que discute os processos cognitivos na aprendizagem de campo, embora não apresente qualquer referência a aspectos epistemológicos; extrai-se da pesquisa uma visão mais indutiva de produção de conhecimentos, onde os processos cognitivos são os seguintes: observação, extrapolação, indução e síntese.

Terra), que espacialmente localiza-se entre as esferas internas (sendo a mais superficial delas) e externas; é a interface entre os processos do interior e os processos superficiais da Terra. Isto faz com que ela adquira uma característica peculiar: a capacidade de registrar tanto os fenômenos da dinâmica interna como os da dinâmica externa da Terra, além de ser sobre ela que se instauram a biosfera e a noosfera, que também fazem parte do processo histórico-geológico.

Segundo Potapova (1968), é na crosta terrestre, como um domínio de processos naturais irregulares de longa duração e do curso relativamente não violento dos processos físicos-químicos inorgânicos, que foram e são criadas as condições para a impressão e preservação das "formas fixadas" de processos passados. Por isso, a autora assinala:

"a história da evolução do planeta está impressa de uma maneira codificada, refletida, nas peculiaridades da estrutura e composição da crosta." (1968, p.121)

Como bem disse Potapova (1968), é como se os processos geológicos fossem descobertos duas vezes. Primeiro eles são transformados em conhecimento pelas Ciências que estudam os processos contemporâneos; posteriormente, somente pelo modo específico da prática científica do geólogo através do uso do princípio do **Atualismo**, são distinguidas as "formas fixadas" dos processos geológicos passados. Segundo Paschoale (1984c e 1985), o processo de significação ocorre por transferência de informações similares, análogas ao objeto decodificado, mas é preciso também compreender que tais transferências são mediadas pelas teorias científicas que organizam esta leitura da natureza, uma vez que os modelos teóricos da Geologia são decorrentes de premissas originais baseadas em estudos de fenômenos contemporâneos e na estrutura física dos fenômenos relativos aos processos passados. Ocorre, então, uma mediação

dialética, "pois o passado é reconstituído através do presente, em operações de base atualista, mas ao mesmo tempo este presente é reelaborado em função da luz que é lançada sobre o curso de desenvolvimento do processo histórico-geológico." (1985, p.4) E, conforme Paschoale (1984c, p.6) assinala, estabelece-se também uma relação dialética entre objeto construído/teorias científicas/natureza. A natureza é vista através de teorias, produz conhecimento que lhe é análogo, que, por sua vez, reforma e informa a própria natureza e as teorias.

Assim, é na crosta terrestre que existem as "formas fixadas" -são os registros do processo de cognição da Terra pela Geologia- que contêm a "lei", a relação, o processo geral de desenvolvimento da Terra, já que ele deve ser encarado como a totalidade construída que, durante o ato de criação, estabelece a mediação entre os registros e seu significado, e a cada estrutura significativa (totalidade) elaborada, temos o reflexo de suas partes e fatores.

A geração de conhecimento, no caso das Ciências geológicas, nasce das observações da natureza, ou melhor, do estudo, principalmente da crosta terrestre, que é o objeto de investigação mais imediato desta Ciência. Desse modo, as fases iniciais de obtenção de informações da prática científica geológica têm uma característica descritiva muito acentuada, isto porque, a Geologia, como a Ciência histórica da natureza, tem o seu suporte de investigação nas rochas, estruturas, nas cadeias montanhosas, nos continentes e em toda a matéria da Terra. Ora, é através da síntese e estruturação das informações tiradas deste suporte que a Geologia busca o processo histórico-geológico e constitui a Terra como um sistema global integrado.

Esta aparente ênfase na descrição em detrimento da interpretação é falsa. Os raciocínios mais significativos em Geologia são essencialmente interpretativos, isto é, as descrições são fonte de

informações para as fases posteriores onde predomina o raciocínio analógico e dialético. Somente nas concepções de Geologia descritiva, onde existe a primazia da inferência indutiva, a interpretação é menos valorizada, pois as observações induzem ao entendimento do processo geológico, já que a produção de conhecimento é vista, normalmente, como uma mera cópia de registros, uma recuperação do que já estaria constituído; assim, em tais concepções, formulações mal elaboradas são decorrência de má observação. Como se pode perceber, a concepção por nós adotada apresenta uma visão oposta: as observações não escapam da interpretação. Identificado um problema, toda e qualquer observação é feita a partir de sua especificidade, e as evidências coletadas serão transformadas em conceitos explicativos, evoluindo até chegar ao arcabouço teórico capaz de, momentaneamente, solucionar o problema identificado. Com o apoio das idéias de Paschoale (48) concluímos que a descrição de uma "forma fixada" implica sua significação, mediada pelas teorias científicas, pela natureza e pelo objeto de estudo da Geologia, uma vez que os vestígios não são identificados como se estivessem ali esperando por isso, mas certas observações transformam-se em "formas fixadas" porque, de algum modo, houve uma capacitação do sujeito para isso. Assim, esclarece-se a especificidade da Geologia, desfazendo-se a aparente contradição existente entre encarar a atividade de campo como geradora do conhecimento, e a impossibilidade de se observar algo sem que já se faça uma interpretação prévia. Em suma, segundo Paschoale "o campo é o lugar onde este conflito entre o real (o mundo), o exterior, e o interior, as idéias, as representações, ocorre em toda a sua intensidade. Eis aí o papel pedagógico do campo."

De acordo com esse papel pedagógico, o campo não é descrição, i-

(48) PASCHOALE, C. - Comunicação pessoal, 11 de dezembro, 1987, dat.

lustração ou exemplificação de uma teoria. A atividade descritiva baseia-se no método científico empírico-indutivo, no qual, a partir de generalizações físicas e químicas, são descritas as configurações históricas da Geologia. Em contrapartida nas atividades ilustrativas, o método científico é ainda mais desvalorizado, pois, como Paschoale (1984a) apontou, a maioria dos trabalhos de campo nas escolas de Geologia desvirtuam as observações, porque os alunos não fazem descrições para formularem as explicações sobre a região visitada, mas limitam-se a procurar justificativas para os modelos idealizados nas aulas teóricas. Ele exemplifica:

"o granito, neste território [do ensino], é uma rocha-enunciado-ideal, da qual os granitos existentes são um exemplo. Manifestações aproximadas. O que vale é a dobra desenhada na lousa, diagrama perfeito, claro e evidente. As encontradas no campo, simples exemplos, manifestações talvez muito complexas, cuja análise é feita em função do modelo ideal." (p.247)

Se as observações já são descaracterizadas, imaginem-se as operações seguintes com interpretações mais acentuadas, que envolvem correlação, integração, e posterior formulação de hipóteses ou teorias.

Por isso, Paschoale (1984a), desmembrando o papel epistemológico do ensino de campo, assinala que aprender Geologia é **fazer Geologia** e não procurar os exemplos de um enunciado ideal, quer sejam definições, desenhos, diagramas ou teorias. E ele continua:

"A prática, ou fazer Geologia, é um processo de construção de interpretantes, de produção de signos. Ao atribuir significados a feições observadas no planeta, ao associá-las em cadeia explicativas, ao montar teorias e propor testes, o geólogo vai, dialeticamente, aumentando seu conhecimento sobre o planeta, (...)" (p.246)

De tudo o que foi exposto, não podemos perder de vista o papel do campo como fonte de conhecimento, e suas conseqüências para o ensino como o local a ser enfatizado no **fazer Geologia**. Enquanto prática, o campo representa tanto o local de onde se extraem as

informações para as elaborações teóricas, como o local onde tais teorias são testadas. Em suma, o trabalho de campo é, ao mesmo tempo, fonte de informações e crítica da produção científica geológica, peça fundamental para a assimilação e construção de seus conceitos (49).

Ora, é principalmente no campo que os geólogos testam as suas hipóteses, reformulam ou complementam as suas teorias. Portanto, a partir da observação da natureza, desenvolve-se o raciocínio geológico e a capacidade criativa. Sobre isso, Fernandes et alii (1981) escreveram:

"uma vez que os conhecimentos e a elaboração de hipóteses nunca se constituem em um processo acabado, é necessária a execução de contínuas observações para serem encontradas novas evidências e provas que confirmem ou destruam as hipóteses iniciais." (p.216)

Todavia, isto não quer dizer que os alunos por si só constroem todos os conhecimentos a partir do campo, e nem que é possível com uma breve reflexão e uns poucos resultados experimentais derrubar uma teoria. Significa, porém, que somente através das atividades de campo nos aproximamos da prática científica do geólogo, de uma atitude investigativa e atualista, não mascarando a complexidade deste conhecimento.

É fundamental para o estudante essa noção de conhecimento como um construto da prática científica, do ir e vir à fonte de informações, de testar, reformular, elaborar e adquirir a noção dos limites da produção científica; tudo isso associado às características institucionais, dirigidas da produção científica contribui para dismitificar o conhecimento científico e o cientista. (Veja Gil, 1986)

Em segundo lugar, a nossa definição de campo aponta para o papel centralizador, gerador e sintetizador por ele desempenhado na produ-

(49)Veja Carneiro & Campanha (1979); Fernandes et alii (1981); Silva et alii (1981); Paschoale (1984a) e Brichta et alii (1984).

ção e ensino do conhecimento geológico. Sob a perspectiva educacional, mais que uma ótima situação de ensino problematizadora, ele é um fio condutor que propicia o melhor desenvolvimento das peculiaridades da prática científica geológica e dos procedimentos mentais.

É possível organizar e integrar toda a disciplina com ênfase no campo: integra-se a concepção de Geologia adotada, o método de conhecer a Terra (o fazer Geologia) e a apreensão dos aspectos sociais e ambientais relacionados com esta Ciência; tal integração é alcançada de maneira mais efetiva através de uma prática geológica de base atualista.

Exemplificando: no curso ministrado na cidade de Caraguatatuba (SP), "O Conteúdo Geológico no Ensino de 1ª e 2ª graus "A GEOLOGIA E O MEIO-AMBIENTE" (50), o fazer Geologia de base atualista foi pela primeira vez experimentado em sua completude. A partir da análise e coleta de amostras, em campo, de um perfil de solo próximo à escola para uso em sala de aula, discutiram-se aspectos da dinâmica externa terrestre. Assim, na atividade "Como se forma um perfil de solo?" partiu-se dos produtos do intemperismo observados e chegou-se às interações entre a superfície terrestre, o ciclo da água e a circulação atmosférica, restando apenas as dúvidas referentes à dinâmica interna. Posteriormente, realizou-se a excursão "Reconhecimento geológico da região", que partiu destas dúvidas, e da procura de novos dados, com vistas à elaboração da história geológica da região. Elaborou-se, então, a história geológica dos arredores de Caraguatatuba e, a partir dos deslizamentos, loteamentos, aterros, pedreira de brita, canais e juzante dos rios, entre outros aspectos, vistos na excursão, discutiram-se os problemas e soluções para a ocupação territorial e aproveitamento

(50) Este trabalho se insere nos cursos de atualização ministrado à professores na rede estadual de ensino e para mais detalhes veja: Compiani et alii (1985).

dos recursos naturais na região. A excursão e a atividade com solos tornaram-se o fio condutor do restante do curso.

Os dados e informações obtidos no presente possibilitam o entendimento do passado da região, que, por sua vez, faz com que a compreensão e a crítica da ação atual do homem sejam realizadas a partir de uma visão das leis, dos fenômenos da matéria inorgânica e suas interações com a noosfera. Para que tal processo ocorra é fundamental a noção de tempo e espaço geológico, própria desta Ciência, como já constatou Amaral (1981):

"As escalas de tempo e espaço em que os fenômenos naturais são tratados segundo a ótica geológica são extremamente peculiares e estranhas à experiência humana, em virtude de se situarem geralmente além dos limites da percepção direta pelos sentidos do Homem." (p.49)

Justamente porque os fenômenos geológicos já aconteceram e as escalas temporais e espaciais dos mesmos são gigantescas (além dos limites da percepção humana) é que as experiências em Geologia são distintas da Física e Química, de forma a não permitir nenhuma experimentação empírica e, na hipótese de tais experimentos ocorrerem, são realizados e controlados com modelos de escala reduzida.

Dois dos atuais problemas da humanidade -exaurimento dos recursos naturais e o equilíbrio ambiental- são melhor compreendidos através da integração dos dados coletados na excursão e dos estudos da noção geológica de tempo e espaço.

Um dos alvos do ensino é a maturidade cognitiva, de modo a propiciar uma maior capacidade ao aluno de executar tarefas mais complexas que exigem a combinação de múltiplas variáveis. Normalmente, para muitos fenômenos geológicos existem várias explicações causais, o que, em Geologia, recebe o nome de fenômenos convergentes. Ora, para tratar os fenômenos convergentes uma das práticas mais utilizada é o "método das múltiplas hipóteses de trabalho", proposto por Chamberlin, que facilita a maturação

cognitiva a partir da elaboração e contraste das várias hipóteses explicativas da complexidade de causas, o que torna bastante enriquecedor o trabalho científico com a Geologia.

Tanto os modelos reduzidos experimentais como o "método das múltiplas hipóteses de trabalho" têm no campo uma fonte inesgotável de dados, de testes, verificações e argumentações.

Poder-se-ia perguntar, ainda, qual o outro mérito das atividades de campo? Será que elas o têm? Sem dúvida: o aluno (professor de 1ª e 2ª grau) de Caraguatatuba formulou conceitos e discutiu os problemas de sua região, ao invés de simplesmente memorizar conceitos ideais de uma geologia genérica e posterior procura de exemplos na região. Através das observações e interpretações do local o aluno mostrou-se capaz de formular noções da geologia local, suas interações com o meio-ambiente e problemas sociais. Ou seja, ele foi um investigador que, futuramente, fará com que seus alunos também aprendam a sê-lo. Ora, a riqueza do campo ultrapassa qualquer programação mais direcionada e rígida da disciplina, já que as classes, por serem heterogêneas, podem procurar mais evidências e direcionar as aulas para a discussão do clima e da dinâmica externa, ou para os falhamentos e a dinâmica interna.

Ainda, o papel gerador do campo é realçado por ele ser um excelente ambiente de ensino, que facilita o ensino através do solucionamento de problemas e do aprendizado como descoberta e invenção. Como não concordamos com as idéias de que o pensamento reflexivo só tem lugar após um certo acúmulo de informações, é possível iniciar o **fazer Geologia** a partir do campo, buscando informações e formulando conceitos, porque lá está a natureza para ser observada e interpretada.

De acordo com nossa visão de Ciência como um processo, que define o conhecimento como construto, o campo (com suas rochas, que guardam

os vestígios dos processos naturais da história da Terra) torna-se uma situação problematizadora ideal para atividades pratico-teóricas de descoberta. É o local onde, potencialmente, o estudante à procura de soluções para um determinado problema, pode manipular as evidências, adquirir informações e interpretá-las.

Exemplificando: Carvalho (1985), ao discutir os problemas ambientais na cidade de Ouro Preto-MG e a parcela da solução no ensino de 1ª e 2ª graus, assinala que o conhecimento geológico é matéria de consumo diário das populações. O autor considera ainda que um saber satisfatório dos mecanismos naturais que se desenvolvem dia-a-dia na superfície do planeta é condição necessária para a boa utilização dos recursos que dão suporte à vida humana e ao equacionamento da crise ambiental, não estando excluídos os processos litosféricos que mais de perto nos interessam.

Desse modo, o autor aponta a necessidade deste conhecimento geológico no 1ª e 2ª graus:

"essa matéria conteria fundamentos de Geologia com ênfase em aspectos de constituição e dinâmica superficial típica da localidade em que se situa a escola." (p.10) E complementa: "os exemplos seriam locais, acessíveis à visita orientada; as amostras seriam de rochas, minerais e solos locais." (p.11)

Ora, aí está o alcance prático, concreto, da Geologia sob o ponto de vista correto da utilização do campo como situação de ensino, uma vez que o exemplo mostra a potencialidade do mesmo como gerador de problemas no ensino/aprendizagem. O ensino do conhecimento geológico em Ouro Preto passa pelo campo devido à riqueza mineral e geológica da região.

Não temos dúvidas de que o campo é um excelente ambiente de ensino, e, se bem trabalhado, é capaz de questionar a sala de aula tradicional, fechada por quatro paredes com um professor em posição inacessível, distante. Como Paschoale (1983) já apontou, existe um mito de que a sala de aula é natural. Aquele ambiente, as

atividades que nele se desenvolvem, aquela disposição espacial que já conhecemos desde criança e que pede determinado comportamento nosso, sempre foi assim. Todas as escolas são assim. Muitos professores pensam que o que interessa é o conteúdo de sua aula. Ledo engano, este naturalismo da sala de aula.

O trabalho com o campo que propomos, no mínimo, evidenciam a necessidade de se fazer uma crítica ao espaço da sala de aula e romper com a monotonia e a posse exclusiva do discurso pelo professor. No campo, no afloramento, naquela "bagunça saudável", a geografia da ordem, das quatro paredes, cai por terra. As atividades de campo, numa concepção formativa, exacerbam a semelhança entre o fazer e aprender Ciência, não existindo quem ensina (transmite a verdade), mas sim os que aprendem fazendo Ciência. A propriedade do discurso por parte do professor na sala de aula tradicional é visivelmente quebrada, já que não existe o "palco" e a lousa. No campo tudo pode prender a atenção do aluno, sendo uma fonte de informações, de problemas e dados a serem trabalhados. Assim, no próprio campo e nas posteriores aulas na sala a questão da posse do saber somente pelo professor é desfocada, já que os alunos irão trabalhar com o material coletado, fazer novas pesquisas na procura de soluções para o problema assinalado pela excursão, e deixar como marca da prática científica a investigação, que estará permeando toda a atividade desde a introdução até as conclusões.

O campo é também um ambiente alternativo para os alunos que sempre viveram no espaço urbano. O contato inicial é um choque. As noções de referencial, direção, deixam de ser aquelas do cotidiano (ruas, praças, prédios, etc.) e passam a ser o norte, as estradas, a árvore, o relevo, etc. Ainda que no campo não se fizesse nada, apenas este choque já seria significativo para o aluno, apenas este impacto já justificaria a saída de sala de aula como motivador, mas

vimos que podemos ir muito além da simples motivação.

Por exemplo: o porto de areia de Itaquaquecetuba, visitado pelos alunos, com 1,5 km de comprimento por 1 km de largura e 40 m de profundidade, é uma gigantesca cratera árida, amarelada e cinzenta, em que tais dimensões provocam uma mudança de escala tão brusca, que desnorteia os alunos. Para a maioria deles o ambiente é a cidade, a praia, o campo (sítio, chácara, etc.), porém, de um instante para o outro, aparece uma nova noção: o porto de areia, uma atividade extrativa de recursos minerais. Assim, o aluno é colocado num novo ambiente, o que o força a pensar, a tomar consciência de que existe um meio natural (aparentemente estranho) com o qual ele próprio interage, já que a areia da construção de sua moradia saiu de um porto muito semelhante ao que ele agora observa, e vários outros recursos minerais apresentam exploração semelhante: gigantescas crateras ou gigantescas paredes "fortalezas" cortando morros.

É comum a colocação de problemas sobre o modo de extração e as decorrências para o meio-ambiente, a relação com a cidade (que está ao lado do porto de areia), o tempo de funcionamento do porto, etc. Facilmente algumas relações interdisciplinares podem ser estabelecidas retirando-se o assunto do âmbito exclusivo das Ciências físicas.

Finalmente, o papel sintético do campo é facilitado por um fazer Geologia de base atualista, que possibilita a aprendizagem das características mais peculiares da Geologia: o seu lado observativo, as operações analógicas e históricas-comparativas e seu lado sintético, em interação com as seguintes tarefas cognitivas: representações da realidade, inferências, generalizações, e aplicações. No campo existe uma riqueza de situações que podem efetivar da melhor maneira o aprendizado da Geologia a partir de

uma seqüência evolutiva do concreto para o abstrato, de problemas simples para complexos.

O papel sintético da Geologia aponta para a utilização de todo e qualquer processo natural contemporâneo que seja informativo para esta Ciência. Isto significa que toda observação em campo de um fenômeno natural atual, ou mesmo a realização em laboratórios de processo similar, é potencialmente informativo para a Geologia, na medida em que auxilia na identificação e descodificação das "formas fixadas" para a elaboração do processo histórico-geológico.

Então, para o fazer Geologia, como uma prática atualista, como um modo geológico de apropriação da natureza, fica evidente o papel das Ciências atuais na construção da história deste planeta. A síntese procurada pela Geologia necessita da interação com as sínteses próprias da Biologia, Física, Química, Ciências Sociais, entre outras, já que estas Ciências, ao estudarem aspectos ou partes individuais do planeta, muito têm a contribuir para o entendimento da história da Terra.

5.2 PARA UMA COMPREENSÃO DA APROPRIAÇÃO DA NATUREZA PELO HOMEM

Nesta parte, ao aprofundarmos o segundo de nossos elementos norteadores -compreensão da apropriação da natureza pelo homem, estaremos contribuindo com um conhecimento crítico, atual, contextualizado historicamente com preocupações sociais e ambientais. Desse modo, queremos um ensino que capacite o cidadão a uma prática transformadora da realidade, queremos um ensino de Geologia no 1º grau que seja a própria alfabetização na linguagem da natureza. E uma das maneiras mais direta de estruturarmos uma

visão de natureza abrangente é através da Geologia.

Para isso, existem várias visões de Geologia, que não são neutras e têm por trás de si concepções de mundo e de Ciência, uma vez que o aspecto ideológico está presente em toda e qualquer produção humana e a Geologia, por ser um modo de ver a natureza, um discurso construído sobre esta, não poderia deixar de apresentá-lo.

Assim, acreditamos que a visão de Simpson, que trata os fenômenos geológicos como históricos e não históricos, estabelecendo como objetivo principal da Geologia descrever e ordenar fatos singulares que ocorreram no passado, não satisfaz. Kitts merece um aprofundamento melhor, pois volta-se para as generalizações e explanações geológicas, mas apresenta uma concepção restrita ao raciocínio indutivo e dedutivo, não abarcando uma estruturação mais dialética desta Ciência e uma integração maior com a noosfera. Aspectos assumidos pela concepção de Potapova.

Por isso, optamos pela concepção de Potapova (1968), que estrutura o conceito de natureza de modo abrangente, histórico, orgânico, deixando transparecer os vínculos da esfera da produção social (a noosfera) com as outras esferas terrestres. Tal concepção possibilita, sob a ótica geológica, uma visão integrada de nosso planeta, além de buscar, numa construção sem fim, a totalidade da história da Terra, o que facilita a nossa compreensão da Terra como algo que possui uma história da qual fazemos parte.

Um primeiro passo para um melhor entedimento da apropriação da natureza pelo homem é a posse de uma concepção geológica que propicie uma visão abrangente de natureza, outro passo é a própria compreensão da noção de apropriação.

Segundo Paschoale (1987), o conhecimento que realiza a apropriação da natureza, ao fazê-lo, recria esta natureza. Qualquer apropriação insere-se em um curso de desenvolvimento do planeta, uma

vez que atua sobre os processos naturais desenvolvidos segundo determinadas taxas, intensidades ou velocidades, de tal forma que a transformação resultante (a natureza recriada) interfere neste curso geral de desenvolvimento, que passa a ser outro, mesmo que não nos dermos conta de tal transformação no momento em que ela ocorre.

De acordo com o autor, 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 (afetivos, estéticos, éticos, conceituais e ideológicos).

Paschoale acredita que estes valores movem a apropriação da natureza, o que implica dizer que os conhecimentos técnicos são produtos destas crenças. Nesse sentido, ele frisa:

"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.3) E continua: "A crise ambiental deixou claro que a apropriação da natureza não é um fato restrito ao campo da Ciência ou da técnica, mas sim uma questão eminentemente política." (p.3)

Desta forma, Paschoale afirma que do ponto de vista geológico (o que equivale dizer de uma perspectiva temporal e espacial de dimensões amplas) não faz sentido a separação corrente entre homem e natureza, entre processos naturais e artificiais. Por isso, o objetivo principal da aplicação do conhecimento geológico é o de estruturar uma concepção de natureza, de ambiente, como resultado de um longo processo de desenvolvimento do qual a organização social (a noosfera) faz parte. Esta concepção enfatiza a idéia de uma natureza dinâmica nas mais variadas escalas de tempo e espaço, onde os processos naturais são interdependentes e integrados, incluindo-se nesta categoria de processos naturais os vinculados à esfera da organização social. Segundo suas palavras:

"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.3)

E, de acordo com Paschoale (1984), é dentro desta concepção que a Ciência geológica permite uma formação crítica, que torne o estudante capaz de compreender de que maneira ocorre a apropriação da natureza pelo homem, principalmente neste país, onde os recursos naturais são explorados e estão exaurindo-se indiscriminadamente, e onde o ambiente encontra-se em um estágio de degradação jamais imaginado.

Um ensino formativo e crítico pode, a partir de informações contidas na crosta terrestre (objeto de investigação da Geologia), desenvolver e esclarecer, para o estudante, os conceitos de tempo geológico (através da história da Terra), de espaço geológico (através de estudos da evolução das formas e ambientes terrestres) e da evolução da matéria (através de estudos das mudanças de composição material ao longo da evolução deste planeta).

Assim, o conceito de tempo geológico (51) é uma das mais fantásticas contribuições da Geologia para a humanidade:

"Poder-se-ia quase dizer que durante todo o seu passado a Terra existiu sem o homem. Torna-se mais apreciável o extraordinário esforço necessário ao espírito para poder pensar em termos de tempo geológico." (Groueff, 1976, p.362)

A Geologia, sob um ponto de vista mais abrangente, considera o globo terrestre como um todo gigantesco, com um passado incrivelmente longo e movimentado, com vida própria, regido por leis, onde a relação entre o homem e a Terra aparece sob luz inteiramente nova.

A desproporção entre a vida do homem e a da Terra é, com efeito imensa. Mas, no curto espaço de tempo em que permaneceu na

(51) Em todas as disciplinas científicas o tempo possui algum papel essencial, todavia, na História, Biologia e Geologia o mesmo tem uma magnitude específica que implica problemas particulares. Na Geologia, muito mais que nas outras duas Ciências citadas, a magnitude do tempo adquire valores elevados.

superfície terrestre, a espécie humana a modificou e tem modificado de modo assustador.

O conceito de espaço geológico é esclarecido através do entendimento das atuais formas de relevo e dos ambientes terrestres, a partir da inter-relação do substrato rochoso e forças da dinâmica interna e externa do globo terrestre, de tal forma que o espaço geológico contribua para que o homem seja capaz de inserir-se no espaço físico e compreendê-lo, de forma a poder apropriar-se dele de maneira mais conveniente, procurando sempre o equilíbrio ambiental.

Também a Geologia torna mais claros os níveis qualitativos de organização da matéria neste planeta, esclarecendo e localizando na história terrestre a inter-relação matéria animada (seres vivos)/inanimada (coisas inorgânicas), mostrando, inclusive, os processos geológicos como condicionantes para o surgimento da vida. Além disso, com esta Ciência podemos demonstrar que a inter-relação anterior se modifica intensamente, hoje, em decorrência da noosfera (organização social) atuar e causar rápidas e descontroladas mudanças no desenvolvimento histórico da Terra.

A Geologia destaca-se pela sua importância no atual momento histórico, pois problemas de aplicação deste conhecimento como o aproveitamento dos recursos naturais, a ocupação territorial e urbana e o equilíbrio ambiental precisam, para a sua compreensão, dos conceitos e das inter-relações do tempo e espaço geológicos, da dinâmica interna e externa dos processos geológicos, etc. Vejamos a seguir alguns aspectos importantes sobre estes temas.

O aproveitamento dos recursos naturais

A Revolução Industrial assinalou para o homem a necessidade de matérias-primas. É nesse momento que nasce a Geologia como Ciência e

com isso uma nova visão da Terra, oriunda das necessidades teóricas e práticas assinaladas pelo desenvolvimento econômico e tecnológico.

Segundo Herrmann et alii (1986), enquanto gerações passadas não dependiam fundamentalmente dos recursos minerais para a sua sobrevivência, a vida do homem moderno é totalmente dependente dos insumos provindos do setor mineral. Assim, uma breve comparação da utilização pelo homem dos produtos provenientes dos reinos naturais, feita pelos autores na atualidade, revelaram a preponderância do mineral sobre os demais:

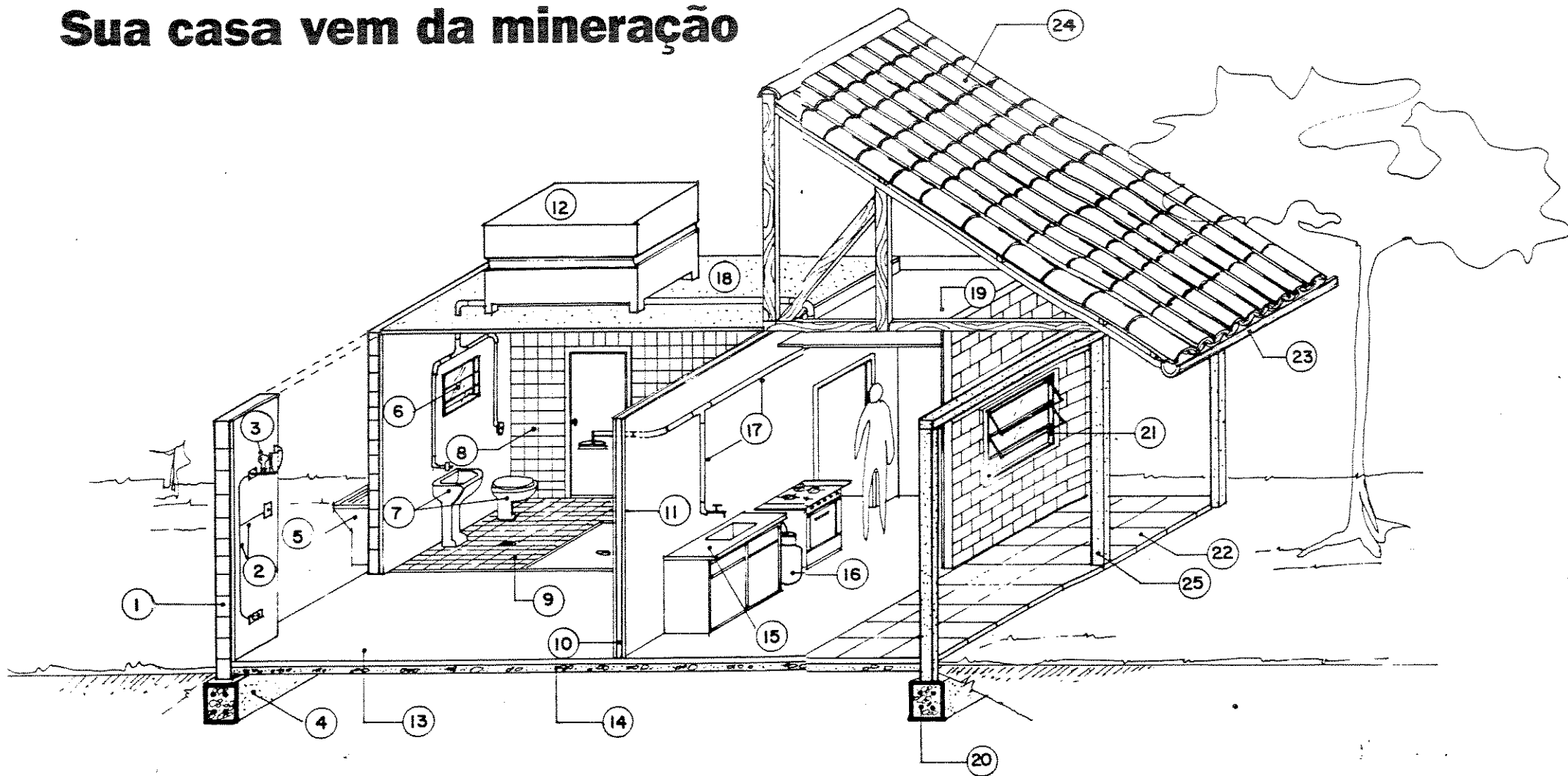
REINOS DA NATUREZA	vegetal	animal	mineral
CONSUMO HUMANO EM Kg/ANO	400/500	300/350	2.000/20.000

Estes autores ilustram a importância e a quantidade de bens minerais empregados na atualidade com o exemplo da utilização de materiais na construção de uma residência, que pode ser visto na página seguinte.

O exemplo é muito mais que ilustrativo. A visita a um porto de areia, ou às várias pedreiras existentes ao redor das grandes cidades, ou até mesmo de cidades menores, oferece uma série de situações concretas que, juntamente com a coleta de amostras e dados no campo, com observações em sua residência, e com outros estudos, possibilitam a construção dos seguintes conceitos: mineral, rocha, minério, bem mineral, recurso não renovável, recurso natural, exaurimento dos recursos naturais, equilíbrio ambiental, etc.

Em outras palavras, estamos tratando do uso de recursos naturais, e é tarefa básica da Geologia promover a definição, descrição, localização, condições de aproveitamento, conservação e consequências desse aproveitamento.

Sua casa vem da mineração



ELEMENTO	SUBSTÂNCIA MINERAL
1 - Tijolo	Areia - Calcário (Cimento) - Argila Vermelha
2 - Fiação	Cobre - Petróleo (Plástico)
3 - Lâmpada	Quartzo (Vidro) - Tungstênio (Filamento)
4 - Fundações	Areia - Brita - Cimento
5 - Tanque	Petróleo (Plástico) - Calcário (Cimento) - Areia - Brita e/ou Pedregulho
6 - Vidro	Quartzo - Feldspato
7 - Louça Sanitária	Argila - Caulim
8 - Azulejo	Argila - Caulim - Feldspato - Dolomita
9 - Piso (Banh.)	Granito, Mármore ou Argila (Lajota ou Ladrilho)
10 - Isolante Parede	(Lã de Vidro) Quartzo - Feldspato
11 - Pintura (Tinta)	Pigmentos de Titânio (Ilmenita)
12 - Caixa D'Água	Amianto (Crisotila) - Cimento
13 - Impermeabilizante	Betume (Xistos Betuminosos)

ELEMENTO	SUBSTÂNCIA MINERAL
14 - Contra-Piso	Areia - Brita - Calcário (Cimento)
15 - Pia	Mármore ou Níquel - Cromo - Ferro (Aço Inox)
16 - Butijão Gás/Fogão	Gás Natural - Petróleo - Ferro
17 - Encanamento	Ferro - Chumbo - Petróleo (PVC)
18 - Laie	Ferro - Brita - Areia - Calcário (Cimento)
19 - Forro	Gipsita (Gesso)
20 - Armção-Fundação	Ferro (Hematita)
21 - Esquadrias (Janela)	Alumínio (Bauxita)
22 - Piso	Argila - Ardósia - Vermelho (Óxido de Ferro)
23 - Calha	Cobre - Zinco - Petróleo (PVC)
24 - Telhado	Argila (Telha) - Betume e Calcário - Cimento (Acabamento)
25 - Estrutura (Pilastra)	Areia - Calcário (Cimento)

Patícia M/86

A ocupação territorial e urbana

O homem, como um ser vivo singular eminentemente social, amplia o seu espaço natural e domina o meio para a sua sobrevivência e conforto. Atua, desse modo, na agricultura, mineração, urbanização, etc.

Hoje, o planejamento urbano e rural faz-se necessário, já que a tendência constatada do homem deslocar-se para os centros urbanos é irreversível. No ano 2.000 estima-se que a população nas cidades será vinte vezes maior do que a atual, o que indica a necessidade de uma ocupação planejada através do equacionamento do abastecimento de água, de depósitos de lixo e de matérias-primas, além da preservação e uso adequado das terras férteis, entre outras medidas.

Por causa das atividades humanas, a superfície terrestre sofre hoje profundas mudanças, mudanças essas que, num futuro distante, serão as "formas fixadas" desta espécie. Ou seja, o ser humano, como qualquer outra espécie, é um agente geológico que, no ato de modelar o espaço superficial, deixa registros como esta impressionante obra de engenharia:



O trabalho humano existente na noosfera é também um agente geológico. A apropriação da natureza pelo homem 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 descobrimento, ou fenômeno produzido por agentes naturais, reinterpreta-se a história e a previsão de fenômenos futuros.

Não podemos esquecer que, além da atuação do homem sobre a Terra, existem os efeitos da ação dos fenômenos geológicos episódicos sobre o homem: vulcanismo, terremotos, deslizamentos, etc. Desse modo, precisamos trabalhar com uma concepção geológica que englobe toda a multiplicidade de fatores da história do desenvolvimento deste planeta. Acreditamos que somente um enfoque histórico e abrangente da Geologia permite a compreensão das múltiplas interações das esferas (entre si e com o homem), permite também pensar nas razões e no papel do homem nas transformações do meio-ambiente.

O equilíbrio ambiental

Em cada momento geológico, a constituição e a configuração da crosta terrestre (natureza mais imediata para o homem) representam uma resposta a um complexo sistema de interação de forças oriundas do interior e exterior da Terra e da própria crosta. Esta dinâmica, na qual se insere o ser humano, é produto de uma busca incessante de equilíbrio por parte da natureza, em que tal equilíbrio ambiental é fruto de um panorama dinâmico complexo das interações, e não um panorama imutável. Podemos observar a aplicação desta generalização no desenvolvimento dos canais de um rio, na formação e erosão de um

solo, no soerguimento (dobras, falhas, etc.) e desgaste (erosão, deslizamentos, avalanches, etc.) de uma cadeia de montanhas e em numerosos outros processos terrestres.

Segundo Amaral (1984a), a atuação do homem gera progressiva e sucessivamente as noções de recurso natural, espaço geográfico e equilíbrio ambiental:

"Estes conceitos assumem especial importância em virtude da consciência da necessidade de manutenção das condições de equilíbrio para a preservação da vida e do progressivo, intenso e diversificado uso do espaço geográfico e dos recursos naturais pelas sociedades modernas." (p.1)

Segundo Paschoale (1987), a apropriação da natureza deve ser projetada sob uma perspectiva de processo histórico, já que qualquer transformação depende da natureza, da intensidade dos processos existentes em desenvolvimento, e da magnitude espaço-temporal da apropriação visada. O autor exemplifica, argumentando que a retirada de água de um rio para o abastecimento de uma pequena propriedade rural, ou de uma cidade, ou de uma metrópole, implica magnitudes espaço-temporais de apropriação diferentes. Alerta que nem sempre o econômico e tecnicamente mais barato poderá ser a melhor solução. Por isso, um dos propósitos da Geologia é a crítica ao modo de apropriação atual e o aprofundamento da inter-relação do curso de desenvolvimento dos processos geológicos com a atividade humana.

Desse modo, a Geologia é o conhecimento que irá localizar o estudante como um ser habitante deste planeta, interagindo nos processos históricos que nele ocorrem, podendo adquirir, desta maneira, uma consciência de utilização mais racional e conservacionista dos recursos existentes na natureza.

Por isso, Fracalanza et alii (1987), discutindo o ensino de Ciências, propõem uma maior ênfase na questão ecológica, algo que ultrapasse os limites do equilíbrio biológico:

"será necessário descentrar o currículo do ser humano ou, no mínimo, diminuir o seu caráter antropocêntrico. Significa construir uma noção de equilíbrio da natureza que inclua também a matéria inanimada e que inclua um tempo muito maior que o tempo presente, estendendo-se até o tempo geológico." (p.117)

5.3 ALGUNS PASSOS PARA A ESTRUTURAÇÃO DA NOVA PROPOSTA

Tentaremos dar, neste momento, alguns passos de modo a concretizar toda a discussão feita até agora. Para tanto, vamos construir os fundamentos da disciplina, que serão as definições dos principais temas que unificarão e sintetizarão o fazer Geologia, além de propor os estágios de aprendizagem, seus respectivos procedimentos científicos e tarefas cognitivas, que tratarão de modo interativo a prática científica da Geologia e suas seqüências cognitivas.

5.3.1 OS FUNDAMENTOS DA DISCIPLINA

A melhor maneira de permitir ao aluno a percepção das idéias gerais que alicerçam o fazer Geologia é a utilização de temas unificadores (52); estes temas serão divididos didaticamente em conceituais e comportamentais, já que pela discussão realizada nesta dissertação os conceitos, as atitudes, as habilidades (o conhecimento) são adquiridas de modo inseparáveis durante o ensino de uma Ciência. De acordo com "Investigando a Terra" (guia do professor, 1980), os temas conceituais referem-se basicamente aos conceitos, aos princípios, às idéias básicas mais importantes de uma disciplina

(52) A idéia de temas unificadores tem semelhanças com as idéias fundamentais da estrutura da matéria proposta por Bruner (1978).

que o aluno precisa adquirir ao término da mesma. Em contrapartida, os temas comportamentais definem atitudes e habilidades que o aluno deve desenvolver como resultado da disciplina. Também essa divisão conceitual/comportamental irá facilitar a comparação dos novos temas com os antigos utilizados na FFCL de Santo André.

Aprimorando um enfoque geológico, e de acordo com as concepções de Ciências, de teoria do conhecimento e teoria da Geologia discutidas anteriormente, estamos propondo os seguintes temas conceituais para organizar e estruturar a programação da disciplina: a história do desenvolvimento da Terra; a crosta terrestre; as categorias de tempo, matéria e estrutura; as "formas fixadas"; o Atualismo; a Geologia e os problemas ambientais e a Geologia e a apropriação da natureza (53). Vamos, a seguir, detalhá-los um a um.

A história do desenvolvimento da Terra. Objeto de estudo da Geologia (processo histórico-geológico), representando sua categoria de totalidade, na medida em que é a síntese que a Geologia busca enquanto Ciência. Procura tratar as transformações naturais como aspectos singulares, específicos deste processo mais geral e sintético de um planeta dinâmico e eternamente em desenvolvimento;

A crosta terrestre. Objeto de investigação mais imediato para a Geologia, tendo papel epistemológico fundamental para o fazer Geologia e suas atividades de campo, como fonte de informações e gerador de problemas para a produção do conhecimento geológico. Convém salientar que a crosta, vista como a natureza para a criança de 1º grau, é uma situação de ensino muito concreta para

(53) Algumas das idéias presentes nesta parte e, inclusive, os temas unificadores "formas fixadas" e Atualismo, que iremos utilizar nesta dissertação, nasceram nas discussões do Projeto de Geologia Introdutória, PEGI/IG-UNICAMP (vide PEGI, 1982 e 1983), contudo, naquela época, não atingiram o grau de estruturação presente nesta dissertação.

a aprendizagem;

As categorias de tempo, matéria e estrutura. Categorias que estão em interação dialética com o processo histórico-geológico e representam as dimensões desta totalidade, sendo que, para cada dimensão, temos estudos que tratam do tempo e da periodização da história do planeta, da composição material e de sua estrutura. Tais categorias representam a visualização das principais tendências do processo de desenvolvimento da Terra, já que toda matéria existe no tempo e no espaço (estrutura) e está sujeita a transformações que apontam tendências ao longo da evolução terrestre. A dimensão de tempo e espaço assume significado especial quando se trata de sistemas terrestres;

As "formas fixadas". Registros sob o ponto de vista geológico que "refletem" de maneira codificada os processos ocorridos no passado geológico deste planeta, encontrados, principalmente, impressos nas peculiaridades da estrutura e da composição material da crosta. É a partir da decodificação e significação das "formas fixadas" que se chega aos processos de cognição da Terra;

O Atualismo. Sistema de métodos de transferência de informações do presente para o passado nos estudos geológicos. O processo de identificação, decodificação e significação das "formas fixadas" ocorre, principalmente, sob o raciocínio analógico, não podendo perder de vista a mediação dialética entre o presente e o passado (que é reconstituído através daquele), remodelando-os constantemente;

A Geologia e os problemas ambientais. Todos os sistemas naturais tendem a atingir um estado de equilíbrio, e a Geologia é a única que, por sua natureza, propicia uma melhor compreensão dos fenômenos naturais em escala gigantesca de tempo e espaço envolvidos neste equilíbrio. A atual crise ambiental pode

receber uma decisiva contribuição desta Ciência, já que um melhor entendimento dos processos terrestres pode direcionar a integração do homem à natureza, e modificar a concepção de equilíbrio ambiental -onde apenas o lado biológico é enfatizado- com uma melhor visão dos recursos naturais disponíveis e da ocupação do espaço superficial;

A Geologia e a apropriação da natureza. A Geologia, do nosso ponto de vista, propicia a estruturação do conceito de natureza de modo abrangente, histórico, e deixa transparente os vínculos entre a esfera de produção social (noosfera) e as outras esferas terrestres. Assim, facilita a compreensão da apropriação da natureza pelo homem através da exploração dos recursos naturais, que só podem ser entendidos a partir dos conceitos de tempo geológico, da dinâmica interna e externa dos processos geológicos.

Por outro lado, de acordo com as mesmas concepções que nortearam os temas conceituais, elaboramos os seguintes temas comportamentais para serem propostos: o fazer Geologia com base em uma prática atualista; o "método das múltiplas hipóteses de trabalho", a atividade de campo como centralizadora da metodologia de produção do conhecimento geológico, a Ciência como pesquisa, e o ensino como pesquisa. Vamos, a seguir, expor tais temas de maneira mais detalhada:

O fazer Geologia com base em uma prática atualista. O caráter sintético da Geologia, frente às informações produzidas por outras Ciências que, potencialmente, auxiliam na decifração da história deste planeta, não pode perder de vista a tridimensionalidade dialética (todo/parte, genético-histórica e essência/fenômeno) no ato de sua produção científica, que envolve a transferência de informações do presente para o passado;

O "método das múltiplas hipóteses de trabalho". Os estudos dos

geólogos são peculiarmente complexos, necessitando, muitas vezes, de várias hipóteses para explicar um fenômeno. O trabalho com várias hipóteses simultâneas é desenvolvido com o hábito do pensamento paralelo ou do pensamento complexo, que este método facilita ao abordar analítica e sinteticamente os fenômenos geológicos;

A atividade de campo como centralizadora da metodologia de produção do conhecimento geológico. O ensino de Geologia deve ser centrado em problemas concretos, nos quais os trabalhos de campo desempenham o papel deflagrador e centralizador de aquisição, sistematização e crítica do conhecimento geológico. O campo facilita a apresentação dos problemas e do repertório geológico, desde o início, com suas reais características e preservando-se como um produto de uma prática científica singular e complexa;

A Ciência como pesquisa. A Ciência é uma atividade humana de pesquisa e construção de conhecimentos, historicamente contextualizada a partir da interação sujeito/método científico/meio (objeto), e onde o repertório construído evolui, não através de dogmas, mas de conceitos relativizados sobre o planeta, limitados pelo desenvolvimento científico, socio-econômico e pelas concepções de Ciência características de cada momento histórico.

O ensino como pesquisa. Toda situação de ensino é um laboratório, onde o professor é produtor de conhecimentos científicos e pedagógicos, de linguagens (escrita, visual, etc.), de materiais de ensino, etc. Existe uma relação dinâmica entre prática docente/conhecimento construído/conhecimento ensinado que precisa ser desvendada e pesquisada, de modo a buscar uma estruturação constante do ensino/aprendizagem.

Os temas descritos anteriormente concretizam as diretrizes gerais da futura proposta, e foram elaborados com base em toda a discussão

epistemológica, metodológica e psico-pedagógica feita. Sua comparação com os temas da experiência anterior realizada na FFCL de Santo André (vide anexo 3) evidenciará profundas mudanças.

Realizamos as seguintes mudanças em relação aos temas conceituais da experiência anterior: deixaremos de adotar "universalidade das transformações", "fluxo e conservação de energia no Universo", "adaptação às transformações ambientais", "sistemas terrestres no espaço e no tempo", e "uniformidade dos processos: uma chave para interpretar o passado"; reformularemos "a influência do homem no ambiente" para a Geologia e os problemas ambientais, e "os recursos naturais e seu exaurimento" para a apropriação da natureza pelo homem. Os temas que deixaremos de adotar por serem recorrentes nas várias Ciências da Terra, inclusive na Geologia, estão contidos subordinadamente nos novos temas elaborados.

Desse modo, em termos de temas conceituais, as mudanças são radicais, pois, como já vimos, a nossa disciplina inicialmente estava muito vinculada ao "Investigando a Terra", cuja novidade é incorporar o raciocínio científico à própria exposição do conteúdo, além de tratá-lo através do enfoque interdisciplinar de Geociências. Todavia, tal enfoque aproxima-se conceitualmente da Geologia descritiva, porque, em primeiro lugar, não distingue objeto de investigação e objeto de estudo de uma Ciência, enfatizando a Terra como o objeto da Geociências; em segundo lugar, é valorizado "o método" mais geral destas várias Ciências; em terceiro lugar, a visão conceitual deste programa aproxima-se muito de uma concepção de Geologia empírico-indutiva, onde são priorizados os fenômenos físicos e suas inter-relações com os eventos geológicos, em detrimento das generalizações e formulações próprias geológicas, para fazermos esta constatação basta olharmos os temas unificadores conceituais: nenhum deles volta-se especificamente para a Geologia;

em quarto lugar, nas páginas do livro não ocorre nenhuma referência ao Atualismo e, nas atividades que necessitam deste princípio, o utilizado é o princípio ontológico do uniformitarismo (uniformidade dos processos: uma chave para interpretar o passado).

Em relação aos temas comportamentais, realizamos as seguintes mudanças: deixaremos de adotar "compreensão de escala" e "previsão" e modificaremos a concepção existente em "a Ciência como pesquisa". Os temas que deixaremos de adotar são importantes, embora sejam específicos por abordarem dois aspectos da metodologia e técnica de pesquisa, e, ao mesmo tempo, gerais, por servirem a todas as Ciências naturais. Assim, do ponto de vista mais geral, optamos por adotar somente dois temas: o ensino como pesquisa e a Ciência como pesquisa. Em contrapartida, do ponto de vista, mais específico, elaboramos outros temas que se enquadram na metodologia de pesquisa científica da Ciência geológica.

Se, por um lado, o avanço de "Investigando a Terra" deve-se à incorporação da metodologia científica no desenvolvimento do livro-curso, por outro, esta metodologia é geral, busca as recorrências com as outras Ciências, caminho oposto ao nosso, que procuramos enfatizar nas especificidades do ensino do fazer Geologia. Logo, basta examinar os nossos temas comportamentais para constatar suas tendências e as diferenças relativas à experiência anterior.

5.3.2 OS ESTÁGIOS DE APRENDIZAGEM, SEUS RESPECTIVOS PROCEDIMENTOS CIENTÍFICOS E TAREFAS COGNITIVAS

No presente estudo, continuamos a adotar os três níveis, ou estágios progressivos de aprendizagem, utilizados na experiência da FFCL de Santo André:

- _ aquisição de informações;
- _ compreensão, aplicação e análise das informações;
- _ síntese e crítica do conhecimento.

Estes três estágios guardam relações com os procedimentos científicos e com as tarefas cognitivas progressivamente complexas. São também associados a formas de organização dos alunos em classe ou nas atividades de campo: individual, pequenos grupos e debates com grandes grupos.

Agora, veremos de modo interativo os estágios de aprendizagem, seus principais procedimentos científicos e tarefas cognitivas.

O primeiro estágio envolve o nível 1 (estudos de processos naturais contemporâneos e seus registros) e o nível 2 (descoberta de traços similares no passado geológico) dos procedimentos de cognição da natureza propostos por Potapova. Nele ocorre a observação de fenômenos naturais atuais nas várias escalas espaciais e temporais, buscando-se a familiarização com os seus registros, como também já se procura identificar as "formas fixadas" dos processos passados. Este é o plano do presente, onde predomina a sincronia entre processos e produtos. Nesta etapa é mais realçado o lado observativo da Geologia, em que os alunos transformam-se em verdadeiros detetives. De acordo com Leonov, nesta etapa ocorrem os métodos diretos de pesquisa. Têm-se as tarefas cognitivas através de experimentações e investigações em três níveis:

- _ experiências de campo ou laboratório, sem controle, onde o aluno observa diretamente objetos, fenômenos ou seres da natureza (54), tendo acesso à complexa interação de variáveis existente na natureza;

(54)Dentre as várias observações, destacamos as qualitativas: cor, forma, brilho, dureza, traço, textura, estrutura, granulação, transparência, solubilidade, permeabilidade, som, estado físico, constituintes, etc.

- _ experiências com controle, quando é feita a reprodução em laboratório das condições de ocorrência de um fenômeno propiciando uma melhor visualização das causas e efeitos do mesmo;
- _ utilização de modelos, dados e/ou representações de processos e produtos de fenômenos.

O segundo estágio envolve os níveis 2 e o 3 de Potapova (estudo das condições, tempo, lugar e leis de desenvolvimento dos processos naturais com base na síntese das Ciências que estudam a história da Terra e o suplemento do processo histórico-geológico com base nos dados recém obtidos). Os traços similares de processos geológicos são descobertos e, com os estudos das condições, tempo, espaço e "leis" dos processos contemporâneos, formulam-se as explicações do processo histórico-geológico. O "método das múltiplas hipóteses de trabalho" serve de base para as formulações históricas. Neste estágio iniciam-se as operações de diacronia para a elaboração da sucessão de eventos e explicações históricas, sendo mais realçado o lado analógico e histórico-comparativo. Predominam os métodos de pesquisa comparativos particulares e gerais, como Leonov definiu. Ocorrem as seguintes tarefas cognitivas:

- _ organização: o aluno ordena e classifica objetos, seres ou fenômenos; identifica bases e estabelece critérios para seu agrupamento;
- _ comparação e relacionamento entre conceitos e/ou processos com outros conceitos e/ou processos: o aluno faz discriminações e formula uma ou mais hipóteses explicativas para o fenômeno;
- _ inferência, julgamento das hipóteses formuladas a partir dos dados dos processos naturais atuais e das "formas fixadas" dos processos passados;
- _ se necessário, podem novamente ocorrer as observações em várias escalas dos fenômenos, registros geológicos, etc., bem

como a construção de novos experimentos.

O último estágio envolve os níveis 3 e 4 (predição do futuro curso de desenvolvimento dos processos geológicos com base nos dados disponíveis e sua relação com o desenvolvimento geral do planeta). Formulam-se, para este momento, as principais tendências do desenvolvimento geral do processo histórico-geológico, como também na medida do possível, são feitas predições do futuro curso dos processos geológicos, já que o próprio presente é reelaborado à luz do entendimento do passado. O lado sintético da Geologia é aqui o mais realçado. Observamos nesta etapa a primazia dos métodos correlacionais, como Leonov definiu. Nesta etapa estão previstas as seguintes tarefas cognitivas:

- _ síntese da formulação da seqüência de eventos ou explanações históricas do problema em foco;
- _ estabelecimento de alguma "lei" que possa ser utilizada como método de correlação histórico-geológica e base para possíveis predições;
- _ reestruturação e reorganização dos conhecimentos com base em novas descobertas e interpretações;
- _ aplicação de conhecimentos e habilidades na solução de problemas novos;
- _ se necessário, os procedimentos e tarefas cognitivas anteriores podem ser refeitos.

Existe uma progressão de procedimentos científicos e cognitivos mais simples para mais complexos, mas de modo algum a interação proposta é linear. Aliás, a prática científica não é linear e seria errôneo passar uma imagem de linearidade se estamos buscando uma aproximação com o trabalho científico. A proposta de interação visa, justamente, a clarear os passos científicos e os passos de aprendizagem, para o futuro professor ter mais condições de ensinar

Ciência, de demonstrar a sua complexidade e aproximar-se dos elementos principais de uma prática científica que, segundo nossa adaptação de Gil (1986), são:

— "*Uma fase criativa individual*", que parte dos conhecimentos precedentes dos alunos e dos conceitos aceitos pela Ciência em estudo, já que pretendemos incentivar o pensamento criativo e especulativo dos alunos;

— "*Uma fase experimental*" e de análise dos resultados utilizando a metodologia científica como definimos no aspecto metodológico, já que pretendemos mostrar a complexidade das relações entre experimento e teoria;

— "*Uma fase de comunicação dos resultados*" que trabalha tanto com os escritos dos alunos, como com a linguagem mais privada da coletividade científica, na medida em que não podemos ignorar a existência de linguagens privadas específicas das várias Ciências.

Finalmente, procurou-se harmonizar, a nível de proposta, a diretriz metodológica com a nossa preocupação formativa. O desenrolar da disciplina está condicionado aos estágios de aprendizagem que, por sua vez, estão amarrados às bases epistemológicas, metodológicas e psico-pedagógicas. Aparentemente tal procedimento pode parecer muito direcionado, mas está previsto também um ensino progressivamente mais complexo no que diz respeito aos conhecimentos, momento em que são adotados procedimentos mais abertos, com acentuada valorização e estímulo ao raciocínio próprio do estudante.

6. DE VOLTA A PRÁTICA

A experiência de Santo André gerou uma série de inquietações que foram a força motriz do aprofundamento procurado nesta dissertação, contribuindo para a incipiente discussão da importância da Geologia no ensino de Ciências. Com a experiência em andamento, e as várias inquietações, tínhamos alguns pressupostos que praticávamos, mas que não havíamos esclarecido teoricamente. Tal fato pôde ser, agora, compreendido claramente, já que o desenrolar da dissertação nos propiciou uma visão de toda a experiência. Assim, os pressupostos que iremos descrever coincidem com os do relato feito por Paschoale (1983a) de sua experiência em Limeira-UNICAMP. Essas coincidências demonstram semelhanças em nosso modo de pensar devido aos vários fóruns de discussões conjuntas que tivemos. Desse modo, para clarear as discussões feitas até aqui e facilitar as avaliações da futura proposta, quando em prática, tanto para nós quanto para Paschoale a disciplina estava e continuará montada sobre os seguintes pressupostos:

- o emprego do método científico como fundamental para o raciocínio do indivíduo;
- um conhecimento estruturado, no qual são enfatizadas as relações entre as partes, que se estruturam num todo orgânico ao longo da disciplina;
- a definição de um método didático, e o posterior planejamento de toda a aprendizagem em função deste;
- o processo de ensino/aprendizagem baseado na interação professor/aluno, com este tendo parte ativa na busca de sua autonomia e o professor o papel de coordenador do processo.

Além destes, com os quais concordamos, Paschoale assinala um

outro, apenas parcialmente assumido por nós:

— um sistema de multi-meios de ensino.

O pressuposto de um sistema de multi-meios de ensino está extremamente ligado à proposta de livro-curso, uma vez que ocorre não apenas a incorporação da metodologia comum ao aprendizado do conteúdo, mas também sua integração à toda a programação. Por exemplo: de um modo geral, no "Investigando a Terra", recomenda-se que a disciplina seja ministrada sem mudanças na ordem dos capítulos, das experiências e utilização dos multi-meios, pois isso acarretaria desvios na continuidade e na abordagem da disciplina. Por isso, sem dúvida, aceitamos o uso de multi-meios como um sistema de técnicas de ensino e áudio-visuais para auxiliar uma disciplina, e não como um pressuposto sustentador de um sistema integrado e amarrado; este ponto de vista é hoje também aceito por Paschoale.

Procurando elaborar as linhas gerais da futura proposta sob a égide de um enfoque geológico, investigamos e discutimos os métodos e princípios da Geologia relevantes para o ensino de Ciências; procuramos deixar claro o que entendemos como o **fazer Geologia**, e como as especificidades do raciocínio científico envolvem-se na elaboração das explicações históricas da evolução deste planeta; procuramos também demonstrar que a Geologia, como uma Ciência histórica da natureza, pode propiciar à criança a consciência do planeta e da história de seu desenvolvimento, bem como propiciar o entendimento da apropriação do meio-ambiente pelo homem. Avançamos um pouco mais ao buscar uma inovação metodológica com as atividades de campo, propiciando a integração da Geologia, sociedade e natureza, tendo as mesmas papel gerador, centralizador e sintetizador da produção do conhecimento geológico. Tudo isso deu origem aos seguintes pressupostos, que são autênticos dessa proposta:

— a incorporação da estrutura da Ciência, da prática científica,

no desenvolvimento da disciplina, o que implica:

- enfatizar o ensino do fazer Geologia com suporte epistemológico, metodológico e psico-pedagógico, já que estes são estruturantes do ensino de uma disciplina específica de Ciência;

- enfatizar o ensino do fazer Geologia com a aplicação do **Atualismo**:

- enfatizar o papel do campo como centralizador, motivador e sintetizador na produção do conhecimento geológico;

- destacar o ensino do fazer Geologia como fundamental para a cognição do planeta, de suas relações com a apropriação da natureza pelo homem e com o equilíbrio ambiental.

Então, ao percorrer, reflexivamente, o caminho prática/teoria/prática, explicitamos as premissas da experiência praticada e formulamos outras mais avançadas para a futura prática. Assim, acreditamos que o principal avanço em relação à experiência anterior foi a procura da concretização do enfoque geológico na formação dos professores de Ciências; foi a construção crítica do fazer Geologia, esclarecendo e contrapondo diferentes concepções de objeto e métodos desta Ciência. Desse modo, esta dissertação, como um todo, é uma defesa do enfoque geológico para as disciplinas de Geologia nas licenciaturas de Ciências, sendo que tal visão pode ser estendida para quase todos os cursos de Geologia Introdutória no 3º grau. Vamos, agora, apontar as principais consequências de assumirmos esse enfoque.

Em primeiro lugar, nossos alunos, como futuros professores de Ciências, têm que ter noções básicas sobre Química, Física, Biologia e Geologia, dentre as Ciências da natureza. Ora, sob o ponto de vista de uma disciplina de Geologia, elas devem ter como objetivos: a introdução ao conhecimento geológico, sua concepção de Ciência, seu método e prática científica, já que somente com uma base

geológica e igualmente de outras Ciências básicas, os futuros professores poderão tentar ministrar um curso interdisciplinar de Ciências, centralizado nas Geociências, ou no meio-ambiente, ou em outro grande tema. Mesmo que um curso de Habilitação em Ciências fosse centralizado em Geociências, isso não descartaria a necessidade de uma disciplina específica de Geologia nos moldes do enfoque que estamos tratando nesta dissertação.

Em segundo lugar, aprender Geologia é fazer Geologia, já que aceitamos o conhecimento como construto, como forma de ação, o que pretendemos é uma disciplina onde a Geologia constitua-se como Ciência durante o seu fazer. Desse modo, qualquer disciplina de conhecimento específico, respaldada por pressupostos filosóficos e psico-pedagógicos em geral, tem que ser elaborada de acordo com diretrizes baseadas na epistemologia e na metodologia científica da Ciência em foco, de tal forma que, particularmente na Geologia, o seu aspecto estruturante seja o seu objeto de estudo (processo histórico-geológico), tendo as categorias (matéria, estrutura e tempo) estruturadas a partir dos mesmos pressupostos; o objeto de investigação mais imediato seria a crosta terrestre, com ênfase para os procedimentos metodológicos, a cognição da Terra proposta por Potapova (1968) e o princípio gnosiológico, o **Atualismo**. Diferentemente de "Investigando a Terra", temos a incorporação do raciocínio, da prática científica, à construção de um conhecimento próprio da Geologia, uma vez que o sujeito, o método científico e o objeto de estudo, interagem e são estruturados na prática da Ciência.

Em terceiro lugar, diferentemente de "Investigando a Terra", que procura a interdisciplinariedade das Ciências da Terra, no enfoque geológico as demais áreas da Ciência da Terra e outras Ciências devem estar subordinadas à Geologia durante o desenvolvimento da disciplina; elas devem ser utilizadas como suporte para auxiliar o

entendimento da problemática geológica em estudo.

De volta à prática. Acreditamos que, feitas as discussões teóricas, definidas as linhas gerais, e esclarecidos os pressupostos, pode-se partir para a construção e implementação de fato da nova proposta. Contudo, todo processo de conhecimento constitui uma atividade humana ininterrupta e traz consigo as inquietações que a motivam, e que permitem que se visualize o caminho a ser seguido. Podemos resumi-las da seguinte maneira:

— como construir um método didático que incorpore a estrutura da Ciência e a prática científica durante o desenvolvimento da disciplina ? O que implica detalhar e praticar as inferências geológicas e o raciocínio geológico; estudar as características do discurso da Ciência geológica nos domínios verbal e não verbal.

— como implementar o campo como integrador da Geologia, meio-ambiente e sociedade ? O que implica praticar e avançar o fazer Geologia com ênfase no campo; ensinar o fazer Geologia como uma prática atualista; e aprofundar a inter-relação existente entre a cognição da natureza e sua apropriação pelo homem.

— como ensinar a história crítica da Geologia ? O que implica ensinar o fazer Geologia de modo crítico, esclarecendo não apenas o objeto e método da Ciência, mas ensinar também a história do objeto e do método, da produção dos conceitos e das teorias na Geologia, aspecto muito inquietante por não ter sido tratado, até agora, em nossa prática docente.

7. BIBLIOGRAFIA

- AEBLI, H. Didática psicológica. 2ªed. São Paulo, Cia. Ed. Nacional, 1974. 196p. (Atualidades Pedagógicas, v.103)
- AMARAL, I.A.do. A geologia introdutória na universidade- análise de um modelo de curso. In: Simp. Nac. "O Ensino de Geologia no Brasil", 1, Belo Horizonte, 1981. Teses, São Paulo, S.B.G., 1981. v.1, p.45-56.
- _____. O conteúdo e o enfoque dos livros de geologia introdutória. São Paulo, IG/USP, 1981a. 259p. (Dissertação de Mestrado)
- _____. Os objetivos do ensino de ciências nas escolas de 1º e 2º graus. In: Jornada s/o ensino do conteúdo geológico no 1º e 2º graus (35ª Reun. Anual da SBPC), 1, Belém, 1984. Documento Final, São Paulo, S.B.G., 1984. p.25-29.
- _____. O meio-ambiente terrestre. In: Projeto de Geologia Introdutória - Seminário Interno. Campinas, AEAG/IG-UNICAMP, 1984a. (minutas)
- AMARAL, I.A.do; BISTRICHI, C.A. & CARNEIRO, C.D.R. Influência do atualismo e evolucionismo no estudo da evolução tectônica da Terra. São Paulo, Pós-grad. IGUSP, 1978. 26p. (mimeog.)
- AMARAL, I.A.do et alii. Guias metodológicos para aprendizagem de geologia geral. Campinas, Fac. de Educação da UNICAMP, 1978. 157p.
- AUSUBEL, D.P. Algumas limitações psicológicas e educacionais da aprendizagem pela descoberta. In: NELSON L.N. O ensino - textos escolhidos. São Paulo, Saraiva Liv. Ed., 1980. p.279-296.
- AVANZO, P.E. Geociências: uma nova maneira de ver a Terra. Geologia Ciência-Técnica. São Paulo, CEPEGE, 4: 7-24, 1974.
- BALZAN, N.C. Estudo do meio. In: CASTRO, A.D. (org.) Didática para

a escola de 1o e 2o graus. 6aed. São Paulo, Ed. Pioneira, 1978.
p.113-128.

_____. Sete asserções inaceitáveis sobre a inovação educacional. Educação & Sociedade. São Paulo, 6: 119-139, 1980.

_____. A pesquisa em didática: realidade e propostas. In: CANDAU, V.M. (org.) A Didática em Questão ? 3aed. Petrópolis, Ed. Vozes, 1985. Cap. 4, p.81-101.

BERNAL, J.D. La enseñanza de la ciencia en la educación general. In: La libertad de la necesidad 1/La ciencia y el hombre, la sociedad, las humanidades y las artes. Madrid, Ed. Ayuso, 1975. 3a parte, Cap. 2, p.202-216.

BORGES, G.L. de A. Avaliação de livros didáticos de ciências para o 1o grau em relação ao objetivo: habilidades de utilização do método científico. Campinas, FE/UNICAMP, 1982. 359p. (Dissertação de Mestrado)

BRICHTA, et alii. Planejamento de campo. In: 1o Curso de Especialização. Campinas, IG/UNICAMP, 1984. (mimeog.)

BRUNER, J.S. The act of discovery, in on knowing - essays for the left hand. New York, Atheneum, 1965.

_____. Uma teoria da aprendizagem. 2aed. Rio de Janeiro, Ed. Block, 1969. 191p.

_____. O processo da educação. 7a ed. São Paulo, Ed. Nacional, 1978. 87p.

_____. O ato da descoberta. In: NELSON, L.N. (org.) O Ensino - textos escolhidos. São Paulo, Ed. Saraiva, 1980. Cap. 13, p.213-225.

_____. Estruturas da aprendizagem. In: NELSON, L.N. (org.) O Ensino - textos escolhidos. São Paulo, Ed. Saraiva, 1980a. Cap. 13, p.227-230.

CANDAU, V.M. Didática: a relação forma e conteúdo. Revista Ande.

São Paulo, 11: 24-28, 1986.

CARNEIRO, C.D.R. & CAMPANHA, G. O ensino de campo em geologia.

In: Modulo no Curso de Especialização. Belém, UFPA, 1979.

(mimeog.)

CARVALHO, E.T.de C. Problemas geotécnicos de Ouro Preto - importância da comunidade na sua solução: "Ouro Preto e os Aspectos Culturais do Problema Geologico-Ambiental - Parcela da Solução no Ensino de 1^o e 2^o graus". In: Reun. Anual da SBPC, 37, Belo Horizonte, 1985. (mimeog.)

Centro Paulista de Estudos Geológicos -CEPEGE. Excursão à Perus (SP) - guia do aluno. São Paulo, CEPEGE, 1978. (mimeog.)

CEPEGE. Excursão à Perus (SP) - guia do aluno. São Paulo, CEPEGE, 1979. (mimeog.)

_____. Excursão à Perus (SP) - guia do aluno. São Paulo, CEPEGE, 1980. (mimeog.)

_____. Excursão à Perus (SP) - guia do aluno. São Paulo, CEPEGE, 1981. (mimeog.)

_____. A excursão promovida pelo CEPEGE: histórico, análise e conclusões. São Paulo, CEPEGE, 1981. (mimeog.)

_____. Excursão à Perus (SP), guia do aluno. São Paulo, CEPEGE, 1982. (mimeog.)

_____. Excursão do CEPEGE, breve análise. São Paulo, CEPEGE, 1982. (mimeog.)

_____. Excursão à Perus (SP) - guia do monitor. São Paulo, CEPEGE, 1982. (mimeog.)

CERHUPE. Guias curriculares para o ensino de 1^o grau. São Paulo, Secretaria Estadual de Educação de São Paulo, 1975. 275p.

CHAMBERLIN, T.C. The metod of multiple working hypotheses. The Journal of Geology. Chicago, 1: 155-165, 1931. Publicado pela 1^a vez: The Journal of Geology. Chicago, 5: 837-848, 1897.

- COIMBRA, A.M. et alii. A Formação Itaquaquacetuba: evidências de tectonismo no Quaternário paulista. In: Simp. Reg. Geo., 4, São Paulo, 1983. Atas, São Paulo, SBG/NSP, 1983. p.253-266.
- COMPIANI, M. A introdução dos alunos às atividades de campo - breve discussão filosófica e epistemológica. Campinas, Pós-grad. FE/UNICAMP, 1983. 22p. (mimeog. - monografia apresentada na disciplina Ideologia e Ensino)
- _____. Uma reflexão sobre a metodologia de ensino nas atividades de campo em geologia. Campinas, Pós-grad. FE/UNICAMP, 1984. 9p. (mimeog. - monografia apresentada na disciplina Evolução da Educação Brasileira)
- COMPIANI, M. et alii. O conteúdo geológico no ensino de 1º e 2º graus (GEOLOGIA E MEIO-AMBIENTE). In: Jornada de Ensino de Caraguatatuba, 1985. Apostilas, Campinas, AEAG/IG-UNICAMP, 1985. (mimeog.)
- COMPIANI, M. & GONÇALVES, P.W. Aspectos didáticos e metodológicos de uma experiência de introdução dos alunos às atividades de campo em geologia. In: CONGR. BRAS. GEOL., 33, Rio de Janeiro, 1984. Anais, Rio de Janeiro, SBG, 1984. v.5, p.185-197.
- _____. Análise de uma experiência educacional de campo em geologia. In: CONGR. BRAS. GEOL., 33, Rio de Janeiro, 1984. Anais, Rio de Janeiro, SBG, 1984a. v.5, p.198-203.
- _____. Retrospectiva dos estudos sobre a atividade de campo-natureza no ensino de geologia com enfoque formativo. In: SIMP. REG. GEOL., 6, Rio Claro, 1987. Atas, São Paulo, SBG/NSP, 1987. v.2, p.581-589.
- CUNHA, C.A.L. A geologia introdutória dos livros didáticos no Brasil - um estudo da coerência interna dos textos através do conceito de geossinclinal. Campinas, FE/UNICAMP, 1986. 283p.

(Dissertação de mestrado)

- ENGELS, F. As formas fundamentais do movimento. In: Dialética da Natureza. Lisboa, Ed. Presença, 1974. p.57-76.
- FARIAS, W. Teorias de ensino e planejamento pedagógico. São Paulo, EPU, 1987. (Temas Básicos da Educação e Ensino)
- F.F.C.L. DE SANTO ANDRÉ. Excursão geológica para Itaquaquacetuba (SP) - roteiro do aluno. Santo André, Ed. da Faculdade, 1982. (mimeog.)
- _____. Excursão geológica para Itaquaquacetuba (SP) - roteiro do aluno. Santo André, Ed. da Faculdade, 1983. (mimeog.)
- _____. Excursão geológica para Itaquaquacetuba (SP) - roteiro do aluno. Santo André, Ed. da Faculdade, 1984. (mimeog.)
- _____. Excursão geológica para Itaquaquacetuba (SP) - roteiro do monitor. Santo André, Ed. da Faculdade, 1984. (mimeog.)
- FERNANDES, A.J. et alii. Introdução dos alunos às atividades de campo. In: Simp. Nac. "O Ensino de Geologia no Brasil", 1, Belo Horizonte, 1981. Teses, São Paulo, SBG, 1981. v.2, p.215-228.
- FERNANDES, H.G. Aspectos filosóficos da geologia. Geologia Ciência e Técnica. São Paulo, CEPEGE, 7: 5-11, 1982.
- FERNANDES, H.G.; COMPIANI, M.; GONÇALVES, P.W. & SUGAWARA, W. Breve discussão sobre a geologia enquanto ciência, seu método e princípios básicos. São Paulo, Graduação, IGUSP, 1981. 29p. (mimeog. - trabalho apresentado na disciplina Filosofia da Ciência e Teoria do Conhecimento I)
- FRACALANZA, H.; AMARAL, I.A.do & GOUVEIA, M.S.F. O ensino de ciências no primeiro grau. São Paulo, Atual Ed, 1987. 124p. (Projeto Magistério)

- FROTA-PESSOA, O. et alii. Como ensinar ciências. 2a ed. São Paulo, Com. Ed. Nacional, 1975.
- FUJITA, H.H.; GONÇALVES, P.W. & CAIUBY, S.C. Metodologia de ensino de geologia. In: Simp. Nac. "O Ensino de Geologia no Brasil", 1, Belo Horizonte, 1981. Teses, São Paulo, SBG, 1981. v.1, p.101-122.
- FUNBEC. Investigando a Terra. 2aed. São Paulo, Mc.Graw-Hill, 1980. v.1, 434p.
- _____. Investigando a Terra. 2aed. São Paulo, Mc.Graw-Hill, 1980. v.2, 240p.
- _____. Investigando a Terra -guia do professor. 2aed. São Paulo, Mc.Graw-Hill, 1980. v.1, 571p.
- _____. Investigando a Terra -guia do professor. São Paulo, Mc.Graw-Hill, 1978. v.2, 317p.
- GIL, D. La metodologia científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. Enseñanza de las Ciencias. Barcelona, 4 (2): 111-121, 1986.
- GIROUX, H. Teoria e discurso crítico. In: GIROUX, H. Teoria crítica e resistência em educação - para além das teorias de reprodução. Petrópolis, Ed. Vozes, 1986. Parte I, p.15-154.
- GORZ, A. Caracteres de classe da ciência e dos trabalhadores científicos. In: MARGLIN, S. ET AL. Divisão Social do Trabalho, Ciência, Técnica e Modo de Produção Capitalista. Porto, Publicações Escorpião, 1974. p.215-234.
- GROUEFF, S. O enigma da Terra. Rio de Janeiro, Primor, 1976. 400p.
- GRUZA, V.V. & ROMANOVSKIY, S.I. The principle of actualism and logic in understanding the geologic past. International Geology Rev. Washington, 17 (2):167-174, 1975. (Trad.: Paschoale, C.)
- HABERMAS, J. Teoria analítica da ciência e dialética- contribuição à polêmica entre Popper e Adorno. In: Textos escolhidos -

Benjamin Habermas Horkheimer Adorno. 2aed. São Paulo, Abril Cultural, 1983. p.277-299. (Os Pensadores)

_____. Auto-reflexão das ciências da natureza: a crítica pragmatista do sentido. In: HABERMAS, J. Conhecimento e Interesse. Rio de Janeiro, Ed. Guanabara, 1987. Cap. 2, parte 6, p.130-155.

HENRIQUES, A. Objeto e conhecimento. In: Aspectos da teoria piagetiana e pedagogia. Sion, Ecole Valaisanne, 1980. p.22-23 (mimeog.)

HERRMANN, H. et alii. ABC da Mineração aspectos legais e tributários. São Paulo, SUDELPA, 1986. 18p.

JAPIASSU, H. O mito da neutralidade científica. 2a ed. Rio de Janeiro, Imago Ed, 1981. 225p.

KEDROV, B.M. The geological form of motion in relation to other forms. In: Interaction of the Sciences in the Study of the Earth. Moscou, Progress Publisher, 1968. p.127-148. (Trad.: AEAG/IG-UNICAMP)

KISHIMOTO, J. Bruner - contribuição para o desenvolvimento do currículo. São Paulo, FE/USP, 1976. 288p. (Dissertação de Mestrado)

KITTS, D.B. Historical explanation in geology. The Journal of Geology, Chicago. 71 (3):297-313, 1963. (Trad.: Carneiro, C.D.R.)

_____. Teoria de la geologia. In: ALBRITTON Jr., C.C. (coord.) Filosofia de la Geologia. México, Cia. Ed. Continental, 1970. p.71-94.

KOSIK, K. Dialética da totalidade concreta. In: KOSIK, K. Dialética do Concreto. 2aed. Rio de Janeiro, Ed. Paz e Terra, 1976. Cap.I, p.9-54.

KUHN, T.S. A Estrutura das revoluções científicas. 2aed. São Paulo, Ed. Perspectiva, 1978. 257p. (Debates)

KULAIIF, Y. A geologia do ponto de vista do PEGI - algumas questões

- epistemológicas. Campinas, Pós-grad. IG/UNICAMP, 1984. 53p.
(mimeog. - monografia apresentada na disciplina Ciência, Tecnologia e Sociedade)
- LECOURT, D. Introducción. In: LECOURT, D. Para una critica de la epistemologia. 2aed. México, Siglo Veintiuno Ed, 1978. p.9-21.
- LEINS, V. & LEONARDOS, O.H. Glossário Geológico. São Paulo. Cia. Ed. Nacional e EDUSP, 1971. 236p.
- LEONOV, G.P. Historism and actualism in geology. Inter. Geology Rev. Washington, 13 (4): 575-583, 1971. (Trad.: Paschoale, C.)
- MEDAWAR, P. B. Indução e intuição no pensamento científico: I. a-
presentação do problema. Ciência e Cultura, São Paulo, 26(12):
1105-1113.
- MELO, M.S. et alii. Contribuição à cronologia da Formação Itaqua-
quecetuba, SP. An. Acad. brasil. Ciênc., 57(2): 175-181, 1985.
- MELO, M.S. et alii. Geologia e evolução do sistema de bacias
tafrogenicas continentais do Sudeste do Brasil. Rev. Bras.
Geoc., 15(3): 193-201, 1985a.
- MELO, M.S. et alii. Tectônica e sedimentação na área das bacias de
São Paulo e Taubaté. In: CONG. BRAS. GEO., 34, Goiânia, 1986.
Anais, Goiânia, SBG, 1986. p.321.336.
- NAGEL, E. Modelos de explicación científica e El status cognosci-
tivo de las teorías. In: NAGEL, E. La estructura de la ciencia.
2aed. Buenos Aires, Ed. Pardos, 1974. Caps. 2 e 6, p.27-38 e
p.108-149.
- NEGRÃO, O.B.M. O uniformitarismo. São Paulo, Pós-grad. IGUSP, 1976.
10p. (mimeog. - monografia apresentada na disciplina Seminários
Gerais)
- _____. Trabalhos de geociências. Santo André, FFCL de
Santo André, 1981. 127p. (Ed.preliminar)
- PARLETT, M. & HAMILTON, D. Avaliação como iluminação: uma nova

abordagem no estudo de programas inovadores. In: MESSICK, R.G. ET AL (orgs.) Currículo: Análise e Debate. Rio de Janeiro, Zahar Ed, 1980. p.80-100.

PASCHDALE, C. Porque geologia/semiótica II. São Paulo, Pós-grad. PUC-SP, 1983. 19p. (mimeog. - monografia apresentada na disciplina Teoria da Comunicação)

_____. Porque geologia/semiótica III. Geologia Ciência e Técnica. São Paulo, CEPEGE, 9: 19-49, 1983a.

_____. A importância do conhecimento geológico nos currículos de 1º e 2º graus. In: Jornada s/o ensino do conteúdo geológico no 1º e 2º graus (35ª Reun. Anual da SBPC), 1, Belém, 1983. Documento Final, São Paulo, SBG, 1984. p.32-33.

_____. Alice no país da geologia e o que ela encontrou lá. In: CONGR. BRAS. GEOL., 33, Rio de Janeiro, 1984. Anais, Rio de Janeiro, SBG, 1984a. v.5, p.242-249.

_____. Tradução na/da ciência: apontamentos para um projeto. São Paulo, Pós-grad. PUC-SP, 1984b. 11p. (mimeog. - monografia apresentada na disciplina Comunicação e Semiótica)

_____. Semiótica de mapas geológicos e geotécnicos. São Paulo, Pós-grad. PUC-SP, 1984c. 21p. (mimeog. - monografia apresentada na disciplina Núcleo de Pesquisa)

_____. Abudção e o método fundamental em geologia. São Paulo, Pós-grad. PUC-SP, 1985. 14p. (mimeog. - monografia apresentada na disciplina Sistemas Intersemióticos - Ciência e Linguagem)

_____. Geologia e engenharia. In: Guias de ensino da disciplina Elementos de Geologia Aplicada. Apostilas, Limeira, FEL-UNICAMP, 1987. 6p. (mimeog.)

_____. Reconhecimento de transformações naturais. In: Guias de ensino da disciplina Elementos de Geologia Aplicada.

- Apostilas, Limeira, FEL-UNICAMP, 1988. 6p. (mimeog.)
- PASCHOALE, C. et alii. Problemática da introdução dos alunos de graduação aos trabalhos de campo. In: CONGR. BRAS. GEOL., 30, Recife, 1978. Resumos, Recife, SBG, 1978. p.377.
- PASCHOALE, C. et alii. A geologia e a escola de 1º e 2º graus. In: Simp. Nac. "O Ensino de Geologia no Brasil", 1, Belo Horizonte, 1981. Teses, São Paulo, SBG, 1981. v.1, p.157-167.
- PEIRCE, C.S. Dedução, indução e hipótese. In: PEIRCE, C.S. Semiótica e Filosofia. São Paulo, Ed. Cultrix e EDUSP, 1975. p.147-164.
- PIAGET, J. Biologia e o conhecimento. Petrópolis, Ed. Vozes, 1973. 423p. (Col. Psicologia da Inteligência)
- _____. Fazer e compreender. São Paulo, Melhoramentos e EDUSP, 1978. 186p. (O Homem e o Universo)
- _____. A linguagem e as operações intelectuais. In: PIAGET, J. Problemas de Psicologia Genética. São Paulo, Abril Cultural, 1978a. Cap. 6, p.264-271. (Os Pensadores)
- _____. A Epistemologia genética. São Paulo, Abril Cultural, 1978b. p.1-64. (Os Pensadores)
- _____. Para onde vai a educação. Baed. Rio de Janeiro, José Olímpio Ed, 1984. 80p.
- PIAGET, J. & GARCIA, R. Introducción; Ciencia, psicogénesis e ideología; Conclusiones generales. In: PIAGET, J. & GARCIA, R. Psicogénesis e Historia de la Ciencia. 2aed. México, Siglo Veintiuno Ed, 1984. p.9-34; Cap.9, p.227-245; Cap.10, p.246-252.
- POTAPOVA, M.S. Geology as an historical science of nature. In: Interaction of Sciences in the Study of the Earth. Moscou, Progress Publisher, 1968. p.117-126. (Trad.: Paschoale, C.)
- PROJETO DE GEOLOGIA INTRODUTÓRIA (PEGI). A Estrutura da obra (macro-estrutura). Campinas, AEAG/IG-UNICAMP, 1982. (minutas -

Seminário Interno)

Bases para a estrutura de

conteúdo do PEGI. Campinas, AEAG/IG-UNICAMP, 1983. (minutas -
Seminário Interno)

SANCHEZ, L.G-A. Las prácticas de campo en la enseñanza media. In:
Simp. Nac. sobre enseñanza de la geología, 1, Madrid, 1979.
Anais, Madrid, Ed. Univ. Madrid, 1981. p.287-294.

SANTAELLA, M.L. Teoria e prática semiótica. In: SANTAELLA, M.L.
Produção de linguagem e ideologia. São Paulo, Ed.Cortez, 1980.
p.7-45.

SANTOS, L.C.dos O método básico de raciocínio em geologia.
Geologia. São Paulo, CEPEGE, (1): 28-32, 1962.

SILVA, A.da et alii. Uma base para a elaboração do currículo de
geologia. In: Simp. Nac. "O Ensino de Geologia no Brasil", 1,
Belo Horizonte, 1981. Teses, São Paulo, SBG, 1981. v.1, p.27-43.

SIMPSON, G.G. La ciência histórica. In: ALBRITTON Jr., C.C.
(coord.) Filosofia de la Geología. México, Cia. Ed. Continental,
1970. p.39-69.

SOC. BRAS. DE GEOLOGIA A formação do geólogo nas Universidades
brasileiras: um retrato de duas décadas. São Paulo, Equipe Ed,
1982. 209p.

SROUR, R.H. Sobre a prática cognitiva. In: SROUR, R.H. Modo de
produção: elementos da problemática. Rio de Janeiro, Ed. Graal,
1978. Cap.1, p.31-62.

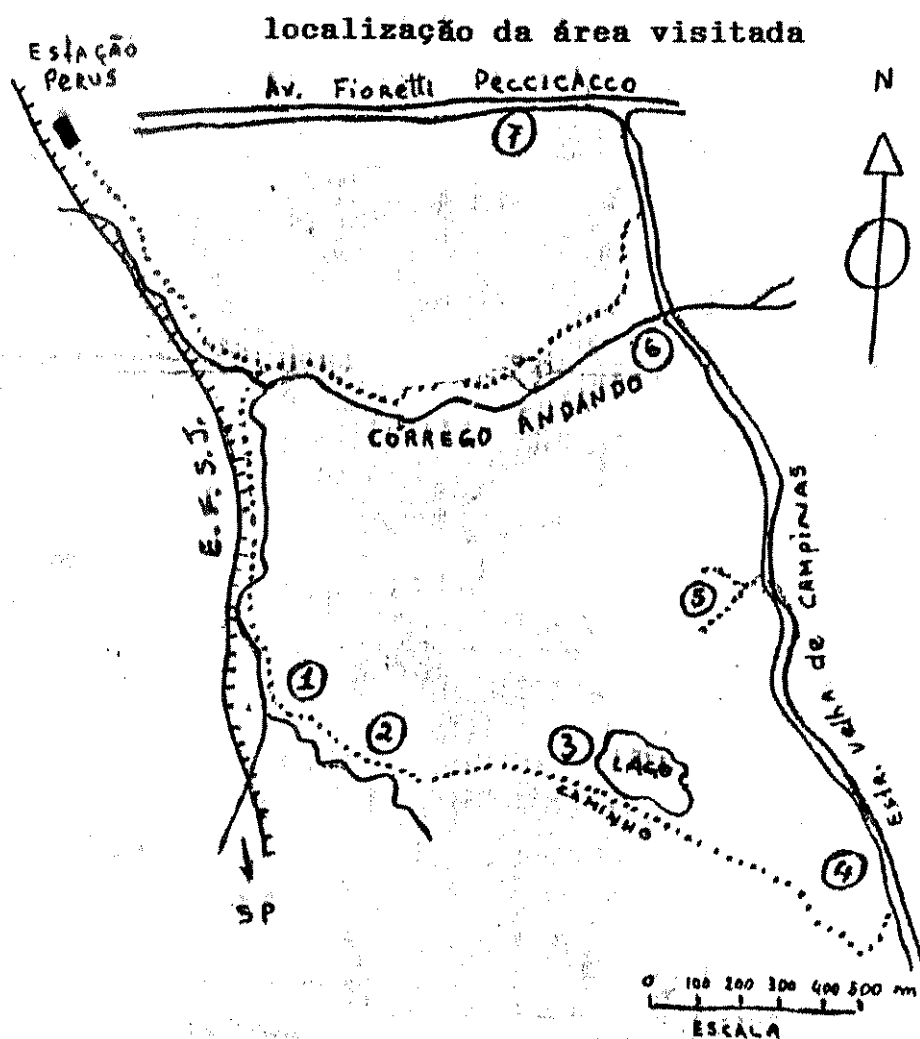
SYLVESTER, A.G. Univ. California Santa Barbara's "Why ?" course in
field geology. Journal Geol. Education. (25), 1977. (Trad.:
AEAG/IG-UNICAMP)

TABA, H. As estratégias do ensino e os processos de pensamento.
In: NELSON, L. N. O ensino - textos escolhidos. São Paulo,
Saraiva Liv. Ed, 1980. p.153-165.

- _____. Estratégias de ensino e aprendizagem. In: NELSON, L. N. O ensino - textos escolhidos. São Paulo, Saraiva Liv. Ed, 1980a. p.139-152.
- VAZQUEZ, A.S. Unidade entre a teoria e a prática. In: VAZQUEZ, A.S. Filosofia da Práxis. 2aed. Rio de Janeiro, Ed. Paz e Terra, 1977. Cap.2, p.209-243.
- VICK, T.D. ET AL. Field observations and interpretations given new emphasis. Journal Geol. Education. (27): 15-16, 1978. (Trad. Gonçalves, P.W.)
- VIRELLA, F.A. & SOTO, E.A. Prácticas de campo: alternativas a la excursión tradicional. In: Simp. Nac. sobre a Enseñanza de la geologia, 1, Madrid, 1979. Anais, Madrid, Ed. Univ. Madrid, 1981. p.317-326.
- ZANT, K.V. Field projects in the high school earth science course. Journal Geol. Education. (25): 85-86, 1977. (Trad.: AEAG/IG-UNICAMP)

ANEXO 1

EXCURSÃO A PERUS - MARÇO DE 1975



1. Pedreira F. Peccicacco, jazida nº 1. Observar os minerais constituintes (feldspato, quartzo, turmalinas, apatita, granada, minerais secundários de urânio), bem como o bandeamento;
2. Pedreira F. Peccicacco, jazida nº 2. Diques de pegmatito. Observar os efeitos da intrusão nas rochas encaixantes (xistos);
3. Pedreira F. Peccicacco, jazida nº 4. Diques de pegmatito com lepidolita (mica de lítio). Anfibolito (rocha constituída quase que exclusivamente de anfibólio). Ocorrem dendritos de MnO ;
4. Jazida de caulim Observar efeitos do intemperismo sobre o pegmatito;
5. Pedreira Orestes Mariano (essa pedreira mudou de nome);
6. Afloramentos de xistos junto ao Córrego Andando, próximo existe outra pedreira em exploração, é interessante;
7. Jazida de caulim junto à mineração F. Peccicacco.

OBSERVAÇÕES A SEREM REALIZADAS (NAS AMOSTRAS)

1. Procure identificar os minerais presentes com auxílio da tabela anexa;
2. Procure determinar algumas propriedades físicas tais como: cor, clivagem, dureza, forma cristalina, brilho, geminação, hábito, etc.;
3. Tente fazer mentalmente uma descrição sucinta (de acordo com as observações acima) dos minerais presentes;
4. Observe a textura (tamanho e relação entre os cristais);
5. Observe as estruturas (distribuição e agrupamento de minerais e também efeitos imediatos do seu arranjo, tais como xistosidade, acamamento, bandeamento, etc.

OBSERVAÇÕES QUE DEVEM SER FEITAS NO AFLORAMENTO

1. Observe se toda rocha do afloramento é homogênea, isto é, se existe variações na mineralogia, textura, estrutura, etc.;
2. Observe no afloramento se há presença de veios. Qual é o padrão? (ramificados, paralelos, fechados, se cortam ou não);
3. Observe se há existência de fraturas, juntas, diaclases, etc. Elas estão preenchidas por algum material? Qual? Qual a dimensão? O material do preenchimento é o mesmo (mesmo mineral, mesmos minerais) do resto do afloramento? Você acha que a formação deste foi contemporânea com a formação da rocha toda?
4. Procure um lugar onde há exposição da rocha, desde o solo até a rocha fresca. Observe a alteração;
5. Observe relações de contato entre corpos rochosos diferentes;
6. Observe nos corpos rochosos estruturas características tais como: estrutura fluidal, bandada, etc.

MORFOLOGIA

1. Observe a topografia (alta, baixa, suave, abrupta, etc.). Tipos de relevo;
2. Relação do relevo com a litologia. Tente comparar este relevo com o da cidade de São Paulo. Qual a diferença?
3. Observe a erosão, a existência de matacões, ou qualquer outra coisa que chame a atenção.

NOTA: FAÇA SEMPRE QUE POSSÍVEL UMA RELAÇÃO ENTRE OS AFLORAMENTOS VISITADOS E TIRE ALGUMAS CONCLUSÕES.

- Pedreira de Perus -

OBSERVAÇÕES DOS MINERAIS MAIS FREQUENTES

1. FELDSPATOS
 - a) albita (cinza), microclínio (branco)
 - b) duas clivagens perpendiculares entre si
 - c) o canivete não risca
 - d) fragmentos de clivagens geralmente tabulares
2. QUARTZO
 - a) cor variada (incolor, róseo, esfumaçado e negro)
 - b) fratura concoidal
 - c) o canivete não risca
 - d) forma - maciço e às vezes prismático
3. TURMALINAS
 - a) cores diversas (rósea, preta, verde e parda)
 - b) geralmente fraturadas e associadas a feldspatos, quartzos e micas
 - c) o canivete não risca
 - d) cristais prismáticos estriados com secção triangular
4. MICAS
 - a) cores diversas (incolor, roxa e preta)
 - b) clivagem proeminente
 - c) destacáveis pela unha e pelo canivete
 - d) forma - placas
5. CAULIM
 - a) proveniente da intemperização dos feldspatos $H Al Si O$ ou $2H O Al O 2SiO$ (monoclinio de cor branca, cinza branco, amarelo claro, perláceo a terroso)
 - b) dureza 1,5 a 2,5
6. APATITA
 - a) cor verde pálido
 - b) cristais prismáticos (1 a 3mm)
 - c) dureza média 5,0
 - d) brilho opaco (fosco)
7. GRANADA
 - a) cor avermelhada
 - b) cristais equidimensionais, ao redor de 1mm
 - c) dureza alta (o canivete não risca)
8. MINERAIS URANÍFEROS SECUNDÁRIOS
 - a) agregados pulverulentos de cor amarelo esverdeado sobre fraturas de granito e pegmatito
 - b) observações com lupa percebe-se cristais tabulares com clivagem perfeita (fosfatos)
 - c) agregados coleformes de dureza alta, cor entre verde e incolor (opala uranífera)

ANEXO 2 (optamos por apresentar o roteiro mais elaborado)

EXCURSAO A PERUS

promoção: Centro Paulista de Estudos Geológicos (CEPEGE)

roteiro do aluno

março de 1982

INTRODUÇÃO

Um dos problemas colocados em relação ao ensino de geologia refere-se à ocasião, dentro do curso, na qual devem ser realizadas os primeiros trabalhos de campo. Uma das posições mais difundidas argumenta que não se pode fazer excursões nos primeiros anos do curso, considerando que os alunos ainda não teriam um arcabouço mínimo de conhecimentos e técnicas geológicas para tal. Outra linha prende-se a excursões meramente descritivas, às vezes de cunho unicamente mineralógica (ou paleontológica, ou petrográfica, etc.), deixando os trabalhos de campo mais "criativos", que envolvem um esforço interpretativo maior por parte dos alunos (estágio de mapeamento), p. ex.), para o final do curso.

Nesta excursão propomos uma abordagem diferente ! Cremos ser possível adotar uma linha que enfatiza um método de trabalho interpretativo ao nível de afloramento, mesmo para alunos do primeiro ano; ou seja, como podemos, frente a uma situação real de campo, onde dispomos apenas de um quadro parcial de feições registradas nas rochas, consequentes de transformações que há muito ocorreram, ou estão muito lentamente ocorrendo, correlacionar as poucas evidências que dispomos para reconstruir a sequência de eventos que ocorreram naquele local ?

SOBRE A REGIAO

Vamos visitar uma série de pedreiras da região de Perus, que exploram principalmente caolim e pedra britada para fins econômicos. Pedreiras geralmente constituem-se nos melhores afloramentos que podemos obter em regiões de clima tropical úmido como no Brasil. Todas as rochas da região são formadas de cristais, crescidos a partir de um magma líquido (rochas ígneas ou magmáticas) ou a partir de uma rocha pré-existente (rocha metamórficas). A idade calculada dessas rochas é de bilhões de anos (pré-cambriano).

Terrenos constituídos de rochas com estas características, compõem grande parte do território brasileiro, e no momento atual representam os principais problemas para nossa geologia, em função da complexidade e da dificuldade que temos em estudar sua história, e da distribuição das unidades geológicas no espaço. Eventos são acontecimentos e fenômenos que ocorreram durante o tempo geológico na "vida" de uma rocha. Esses eventos deixam "marcas", "cicatrizes", ou vestígios de seus acontecimentos. São com estes vestígios, que nós chamamos evidências, que o geólogo trabalha. E com maior ou menor facilidade em interpretar a sequência de eventos e distinguir a disposição dos corpos geológicos no espaço é que nós distinguimos a área geologicamente fácil e área geologicamente complicada.

OBJETIVOS

Com o fornecimento dos objetivos da excursão pretende-se fornecer um referencial seguro para que o aluno possa auto-avaliar o seu grau de aproveitamento após ter realizado tudo o que lhe foi solicitado.

Após haver realizado todas as atividades propostas neste roteiro, você poderá estar apto a:

1. reconhecer os materiais presentes;
2. reconhecer os modos como estes materiais se associam;
3. reconhecer o modo como estes materiais se dispõem;
4. reconhecer a importância das observações geológicas em diferentes escalas;
5. reconhecer os conceitos de homogeneidade e heterogeneidade dos materiais presentes;
6. reconhecer os diferentes tipos de limites entre os materiais presentes;
7. estabelecer os diferentes critérios para a definição dos corpos geológicos;
8. discutir a implicação do conceito de escala para a definição de corpos geológicos, do seu caráter homogêneo ou heterogêneo e seus limites;
9. reconhecer o princípio da intersecção de corpos e estruturas geológicas;
10. aplicar os princípios de intersecção para o estabelecimento da sequência de eventos ocorridos em escala de afloramento.

ROTEIRO DE ATIVIDADES

AFLORAMENTO 1

Nesta primeira parada procuraremos treinar nossa aptidão em observar diferentes materiais.

- PARTE A

Faça observações, descrições e esquemas nas seguintes escalas:

1. Numa amostra de mão
 - tente distinguir quantos tipos de materiais diferentes você observa, em cada um dos seguintes termos:
 - a) cor
 - b) padrão de forma
 - c) granulação
 - d) distribuição dos grãos
 - e) dureza
 - f) outros
2. Numa parede de pedreira
 - procure distinguir os materiais presentes em cada um dos termos:
 - a) cor
 - b) forma
 - c) granulação
 - d) distribuição dos grãos
 - descreva os materiais diferentes, o contato (limite) entre eles (bruscos, gradacionais, etc) e sua disposição espacial.

- PARTE B

Compare suas observações nas duas escalas.
Quais as características da amostra de mão que não estão presentes na parede ?
E vice-versa ?
Quanto a homogeneidade: os corpos são homogêneos em todas as escalas ?

- PARTE C

Afasto-se e observe a pedreira como um todo.
Descreva os diferentes materiais vistos.
Os corpos são diferentes nessa escala ? Você observa outra característica ?

PARADA PARA ALMOÇO

AFLORAMENTO 2

- PARTE A

Descreva os diferentes materiais que ocorrem no afloramento, em cada um dos termos:

- a) cor
 - b) forma
 - c) granulação
 - d) outros
- observe a geometria dos corpos, bem como seus contatos (limites dos corpos).

- PARTE B

Compare suas descrições do afloramento anterior com a rocha clara vista aqui.

Observe a disposição da rocha clara com a bandada. (faça um esquema)

- PARTE C

Construa uma possível sequência de eventos, em função das evidências observáveis.

AFLORAMENTO 3

- PARTE A

Descreva os diferentes corpos que ocorrem no afloramento, em cada um dos termos:

- a) cor
- b) forma
- c) granulação
- d) outros

- PARTE B

Compare a rocha clara com as rochas claras dos outros afloramentos.

Observe a disposição da rocha clara com a escura.

- PARTE C

Reúna evidências que expliquem a possível sequência de eventos que ocorreram no local.

Procure, com estas evidências, optar por uma das hipóteses abaixo (todas podem ser coerentes):

1a - a rocha escura é a mais antiga

2a - a rocha clara é a mais antiga

3a - ambas são contemporâneas

ANEXO 3

**PROGRAMA DA DISCIPLINA ELEMENTOS DE GEOLOGIA DA
FFCL DE SANTO ANDRÉ - 1984**

O presente planejamento refere-se simultaneamente à 1ª e 2ª séries em face da interligação e sequencialização do conteúdo programático a ser desenvolvido. Obviamente os programas correspondentes encontram-se individualizados. Quanto aos objetivos específicos, são facilmente correlacionáveis com os itens de cada programa.

I - OBJETIVOS GERAIS (1)

- ciência como pesquisa: o todo do conhecimento científico, a cada momento, representa apenas um estágio do esforço humano para compreender e explicar o Universo. As teorias hoje satisfatórias podem tornar-se as meia-verdades. Nesta abordagem inquisitiva a ciência é apresentada como pesquisa, uma busca de novos e mais precisos conhecimentos sobre a Terra;
- compreensão de escala: o mineralogista usa a escala de partículas atômicas, enquanto o astrônomo usa escala de todo o Universo. Ao desenvolver a criatividade e a prática no uso de modelos, os alunos, da mesma maneira que os cientistas, usam uma grande variedade de escalas;
- previsão: uma das finalidades da maior parte das pesquisas científicas é a previsão dos processos, de seus resultados e de suas relações. As previsões na geociência incluem a extrapolação do que é conhecido para o que é desconhecido, tanto no espaço quanto no tempo, numa tentativa de fazer interpretações lógicas de eventos passados a partir de registros incompletos;
- universalidade das transformações: a Terra é um planeta dinâmico. Nela coisa alguma é realmente estática e nenhuma de suas feições durará eternamente. Materiais terrestres sólidos estão constantemente sofrendo modificações de forma, posição e composição. Rochas com a mesma composição química podem variar na forma e organização do seu material. O deslocamento de material rochoso fundido para a superfície terrestre e o transporte de sedimentos para o mar, feito pelos rios, são exemplos familiares de mudança de posição. As nuvens se reúnem e se dispersam, descem, os ventos mudam de direção e velocidade, as marés sobem e descem, as estrelas mudam de lugar no céu. Algumas modificações, como a formação de montanhas, são extremamente lentas para os padrões de tempo. Outras, como a descarga de um raio ou a desintegração radioativa de núcleo de certos átomos, podem ser extremamente rápidas;

(1) Estes objetivos gerais da disciplina foram baseados com alguma adaptação nos temas unificadores conceituais e comportamentais do Investigando a Terra (guia do professor, 1980). Os temas conceituais se referem basicamente aos princípios, idéias básicas mais importantes da geologia; são temas que os alunos precisam desenvolver como resultado do curso. Já os temas comportamentais definem atitudes e habilidades que o aluno deve desenvolver como resultado do curso.

- fluxo e conservação de energia no Universo: a universalidade das transformações dos materiais terrestres resulta de uma contínua redistribuição de energia. Em um sistema, o total de energia se conserva mas tende a se dissipar e o reabastecimento só pode ocorrer se for fornecida mais energia ao sistema. Por exemplo, um derrame de lava se resfriará à medida que houver perda de energia para o ar e rochas adjacentes, mas não poderá adquirir mais energia e se refundir, a menos que lhe seja fornecida energia por uma outra fonte;
- adaptação às transformações ambientais: todos os sistemas naturais tendem a atingir um estado de equilíbrio. Num sistema, as forças em oposição causam reações que no final provocam um equilíbrio dinâmico. Uma força aplicada a um sistema em equilíbrio causa transformações que tendem a neutralizar o efeito desta força. Podemos observar a aplicação desta generalização no desenvolvimento dos canais do rio, na precipitação do calcário, na formação do solo, no soerguimento e desgaste de uma cadeia de montanhas, nas ondas do mar e em numerosos outros processos terrestres;
- sistemas terrestres no espaço e no tempo: para se compreender qualquer aspecto da Terra é necessário considerar a natureza física, química e biológica de suas partes e suas relações no espaço e no tempo. A dimensão tempo assume significado especial quando se trata de sistemas terrestres. Toda matéria existe no tempo e no espaço e está sujeita a transformações que ocorrem em proporções e padrões variáveis;
- uniformidade dos processos: uma chave para interpretar o passado: a interpretação do passado se torna possível se as feições observadas no arquivo terrestre são interpretadas à luz das leis naturais. Considera-se que os processos fundamentais de física e as mesmas reações químicas que acontecem hoje atuaram ao longo de toda a história da Terra. Frequentemente o cientista se depara com evidências de fatos e materiais muito antigos, embora grande parte do registro possa estar faltando. Usando então dados limitados, ele deve aplicar seu conhecimento de leis naturais e processos modernos para explicar aquilo que observa;
- influência do Homem no ambiente: o equilíbrio dinâmico da natureza vem sendo perturbado cada vez de forma mais ampla e intensa em consequência do aumento da população e desenvolvimento industrial e tecnológico. Acelerando ou retardando transformações naturais, produzindo suas próprias transformações, o Homem vem interferindo no meio, a ponto de fomentar novas preocupações e campos de estudo;
- os recursos naturais e seu exaurimento: outro assunto de indiscutível importância no atual momento histórico diz respeito às jazidas minerais e demais recursos naturais. Somente o conhecimento geológico pode conferir ao problema a sua dimensão científica adequada: formação das jazidas, recursos disponíveis de caráter renovável ou não, poluição de solos e mananciais hídricos, etc. A geologia deve assumir a responsabilidade de contribuir para a formação de uma consciência ambiental mais fundamentada para os futuros profissionais das diversas áreas.

II - OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Prólogo

1. fazer uma série de observações baseado na experiência direta com os materiais terrestre;
2. distinguir entre observações e interpretações;
3. distinguir entre identificação de um objeto e determinação de suas propriedades;
4. reconhecer as limitações enfrentadas pelos cientistas ao fazerem suas observações.

A Terra em transformação

1. reconhecer evidências de transformações por meio de observação;
2. descrever transformações observáveis no tempo e no espaço;
3. enumerar exemplos de padrão de transformação;
4. prever algumas transformações e explicar em que se basearam essas previsões;
5. inferir a ocorrência de transformação em materiais e processos que, aos nossos sentidos, parecem não estar se modificando;
6. enumerar algumas características da interação entre o Homem e ambiente.

Os materiais terrestre

1. classificar diferentes conjuntos de materiais terrestres e selecionar critérios de classificação;
2. distinguir rochas de diferentes tipos genéticos a partir de suas características essenciais;
3. descrever as relações entre átomo, elemento, composto, mineral e rocha;
4. descrever as relações entre mineral, cristal e estrutura cristalina;
5. descrever a estrutura atômica de algumas substâncias mais importantes das três esferas terrestres;
6. reconhecer a importância de alguns elementos químicos, particularmente o oxigênio, em cada uma das três esferas terrestres;
7. relacionar algumas características dos minerais, particularmente diamante e grafita, com o seu ambiente de formação.

Fluxos de energia

1. conceituar interface;
2. conceituar equilíbrio energético;
3. relacionar transformação, fluxo de energia e interface;
4. descrever algumas transformações em termos de fluxo de energia e interface;
5. descrever e distinguir entre si os três processos de transferência de energia térmica;
6. aplicar a lei da conservação de energia a uma transformação natural;
7. comparar a potencialidade das fontes de energia térmica da Terra e a quantidade de energia que elas podem fornecer ao planeta;
8. comparar as diversas fontes alternativas de energia no Brasil e enunciar as mais adequadas para o país;

9. explicar a origem da energia solar a partir da quantidade de energia produzida e por comparação entre diversas origens sugeridas.

Escalas e modelos

1. desenhar áreas com forma de polígonos simples em diferentes escalas;
2. reconhecer as limitações dos mapas para retratar: a) áreas de dimensão continental e b) áreas de dimensão regional;
3. reconhecer alguns aspectos essenciais do relevo de uma área a partir de mapa topográfico;
4. construir perfis topográficos a partir de mapas topográficos;
5. converter distâncias e áreas de um mapa em distâncias e áreas reais utilizando sua escala;
6. determinar gradientes utilizando mapas topográficos;
7. determinar a escala numérica de um mapa a partir da escala gráfica;
8. comparar mapas de escalas diferentes quanto à área abrangida e detalhes perceptíveis;
9. reconhecer a importância da sobrelevação para perfis topográficos que cortam áreas extensas.

O interior da Terra

1. reconhecer as dificuldades do estudo do interior da Terra;
2. reconhecer a contribuição das ondas sísmicas para a caracterização da estrutura e do estado físico dos materiais do interior da Terra;
3. reconhecer a contribuição dos meteoritos para a caracterização da composição química do interior da Terra;
4. descrever o modelo do interior da Terra em termos de camadas, estado físico, composição química e temperatura;
5. reconhecer porque o conjunto de conhecimentos sobre o interior da Terra é considerado "um modelo".

A circulação atmosférica

1. explicar porque e como varia a insolação na superfície da Terra;
2. identificar as causas das estações do ano ;
3. explicar porque a Terra mantém-se em equilíbrio radiante;
4. explicar porque as massas de ar se diferenciam e se movimentam;
5. descrever o padrão geral da circulação atmosférica;
6. descrever a influência da forma, da rotação e da translação da Terra no padrão geral da circulação atmosférica;
7. explicar o padrão de circulação atmosférica em função dos seus principais fatores determinantes.

O ciclo hidrológico

1. descrever os processos de evaporação e condensação;
2. distinguir entre as causas da formação das nuvens e do nevoeiro;
3. descrever o ciclo da água e alguns subciclos;
4. enumerar as maneiras pelas quais a água doce é armazenada nos continentes;
5. distinguir entre água capilar e gravitacional;

6. descrever as variações de posição do nível hidrostático e algumas consequências dessas variações;
7. descrever tipos diferentes de rochas aquíferas e o movimento de água através delas.

Energia, umidade e clima

1. reconhecer os fatores reguladores dos padrões latitudinais de umidade e energia;
2. explicar a influência de cada fator regulador dos padrões latitudinais de umidade e energia;
3. reconhecer os fatores regionais que determinam modificações dos padrões climáticos latitudinais;
4. explicar a influência de cada fator regional determinante das modificações dos padrões climáticos latitudinais;
5. descrever os padrões climáticos latitudinais;
6. aplicar os conhecimentos dos fatores determinantes do clima no reconhecimento do clima de uma determinada área.

Tempo geológico

1. correlacionar tempo e evento;
2. reconhecer as características que um marcador de tempo (relógio) deve apresentar;
3. reconhecer os princípios da uniformidade dos processos, da superposição e da correlação;
4. aplicar os princípios da geologia histórica na reconstituição de sequências de eventos;
5. citar as principais Eras e Períodos Geológicos na sequência em que se apresentam;
6. reconhecer as razões da subdivisão do tempo geológico;
7. diferenciar entre escala absoluta e uma escala relativa de tempo;

O estudo do passado da Terra

1. reconhecer os principais registros geológicos;
2. descrever as condições responsáveis pela origem dos registros geológicos;
3. construir blocos-diagramas estruturais, associando os principais registros geológicos em termos de sequência de eventos;
4. reconstituir a história registrada em modelos geológicos estruturais, bi ou tridimensionais, aplicando os princípios da geologia histórica;
5. reconhecer as idéias e princípios aplicados numa reconstituição de eventos geológicos;
6. analisar o grau de veracidade das reconstituições geológicas.

A denudação dos continentes

1. reconhecer a mutabilidade da litosfera;
2. reconhecer as principais características de uma rocha não alterada;
3. explicar o que acontece com as rochas e minerais à medida que se intemperizam;
4. diferenciar entre os produtos do intemperismo e a rocha original;
5. explicar a evolução de rocha para solo;
6. explicar porque as rochas se intemperizam;

7. discutir o papel e a importância relativa dos diversos agentes de intemperismo;
8. discutir a importância relativa dos diversos agentes erosivos;
9. diferenciar entre intemperismo e erosão;
10. analisar o papel da gravidade nos processos intempéricos e erosivos;
11. descrever os principais resultados dos processos intempéricos e erosivos;
12. reconhecer e explicar os agentes de nivelamento da superfície terrestre.

III - PROGRAMA

(1o ANO)

1. Prólogo
 - 1.1 - Conceito de observação
2. A Terra em transformação
 - 2.1 - Evidências de transformações
 - 2.2 - Previsões e padrões de transformações
 - 2.3 - As transformações terrestres e o Homem
3. Os materiais terrestres
 - 3.1 - Classificação descritiva das rochas
 - 3.2 - Classificação genética das rochas
 - 3.3 - Rochas e minerais
 - 3.4 - Estrutura atômica dos minerais
 - 3.5 - Abundância dos elementos
4. Fluxos de energia
 - 4.1 - Conceito de interface
 - 4.2 - Equilíbrio, transformação e fluxos de energia
 - 4.3 - Fluxo e conversão de energia nos processos naturais
 - 4.4 - Fontes de energia da Terra
5. Equilíbrio Radiante da Terra
 - 5.1 - Sistema de referência para localização na superfície terrestre
 - 5.2 - Distribuição da energia solar na superfície terrestre

(2o ANO)

1. Escalas e modelos
 - 1.1 - Modelos bidimensionais e tridimensionais
 - 1.2 - Construção de mapas topográficos
 - 1.3 - Construção de perfis topográficos
 - 1.4 - Escalas em mapas e perfis topográficos
 - 1.5 - Interpretação de mapas topográficos
2. O interior da Terra
 - 2.1 - Um modelo do interior da Terra
 - 2.2 - Estrutura e estado físico
 - 2.3 - Composição química e temperatura
3. A circulação atmosférica
 - 3.1 - A atmosfera: seu papel e mecanismo de equilíbrio
 - 3.2 - Influência da forma da Terra no padrão geral da circulação atmosférica
 - 3.3 - Influência da rotação da Terra no padrão geral da circulação atmosférica
4. O ciclo hidrológico
 - 4.1 - O ciclo da água básico
 - 4.2 - Os vários processos envolvidos no ciclo
 - 4.3 - Os caminhos da água no continente.

5. Energia, unidade e clima
 - 5.1 - Estabelecimento dos padrões latitudinais de unidade e energia
 - 5.2 - Reconhecimento dos padrões latitudinais do clima de um continente imaginário
 - 5.3 - Reconhecimento dos climas regionais do continente imaginário
6. Intemperismo e erosão
 - 6.1 - Como se forma um perfil de solo ?
 - 6.2 - Intemperismo e seus agentes
 - 6.3 - Agentes de nivelamento da superfície terrestre
7. O ciclo das rochas
 - 7.1 - Os ambientes de formação das rochas
 - 7.2 - Tipos genéticos de rochas
 - 7.3 - Classificação de rochas segundo o critério genético
8. Formação de montanhas
 - 8.1 - Por que ainda existem montanhas ?
 - 8.2 - Fatos que uma teoria orogenética deve explicar
 - 8.3 - Teorias orogenéticas
9. O tempo geológico
 - 9.1 - Idade relativa e princípios da geologia histórica
 - 9.2 - Utilização dos princípios da geologia histórica
 - 9.3 - A escala geológica de tempo
10. O estudo do passado da Terra
 - 10.1 - Os registros nas rochas
 - 10.2 - Reconstituição da história geológica por modelos estruturais
 - 10.3 - Por que e como estudar o passado da Terra ?
(a excursão geológica de Itaquaquecetuba)

IV - BIBLIOGRAFIA

textos básicos

- FUNBEC - E.S.C.P. - Investigando a Terra (vol.1). Mc Graw Hill do Brasil.
- NEGRAO, O.B.M. - Trabalhos de Geociências. FFCL de Santo André. 1981.

textos complementares

- LEINZ, V. & AMARAL, S.E. - Geologia Geral
- FUNBEC - E.S.C.P. - Investigando a Terra (vol.2). Mc Graw Hill do Brasil.
- TAKEYUCHI, UYEDA & KANAMORI - Terra: um planeta em debate.
- CLARK, S.P. - Estrutura da Terra. São Paulo, Ed. Edgar Bücher.
- BLOOM, A.L. - A superfície da Terra. São Paulo, Ed. Edgar Bücher.
- EICHER, O.L. - Tempo geológico. São Paulo, Ed. Edgar Bücher.
- LAPORTE, L.F. - Ambientes antigos de sedimentação. São Paulo, Ed. Edgar Bücher.
- McALESTES, A.L. - História geológica da vida. São Paulo, Ed. Edgar Bücher.
- TUREKIAN, K.K. - Oceanos. São Paulo, Ed. Edgar Bücher.
- ERNST, E.G. - Minerais e Rochas. São Paulo, Ed. Edgar Bücher.
- SKINNER, B.J. - Recursos minerais da Terra. São Paulo, Ed. Edgar Bücher.
- MENDES, J.C. - Conheça o solo brasileiro.
- LEINZ, V. & LEONARDOS, O. - Glossário geológico.

ANEXO4

EXCURSAO GEOLÓGICA PARA ITAQUAQUECETUBA
Local: Porto de Areia - Itaquareia**F.F.C.L. DE SANTO ANDRÉ**
ELEMENTOS DE GEOLOGIA II

roteiro do aluno

outubro de 1984

INTRODUÇÃO

Esta excursão, que se insere dentro do sub-tema "O estudo do passado da Terra", visa o desenvolvimento dos métodos de investigação e princípios metodológicos da geologia no campo e opta pelo campo como fonte de conhecimento importante para esta ciência.

Parte-se do campo como fonte de conhecimento geológico. A partir das observações e interpretações, em campo, que os geólogos formulam as hipóteses dos processos e as explicações históricas dos fenômenos ocorridos no passado. Os passos essenciais da obtenção deste conhecimento devem ser executados por todos aqueles que estudam esta ciência.

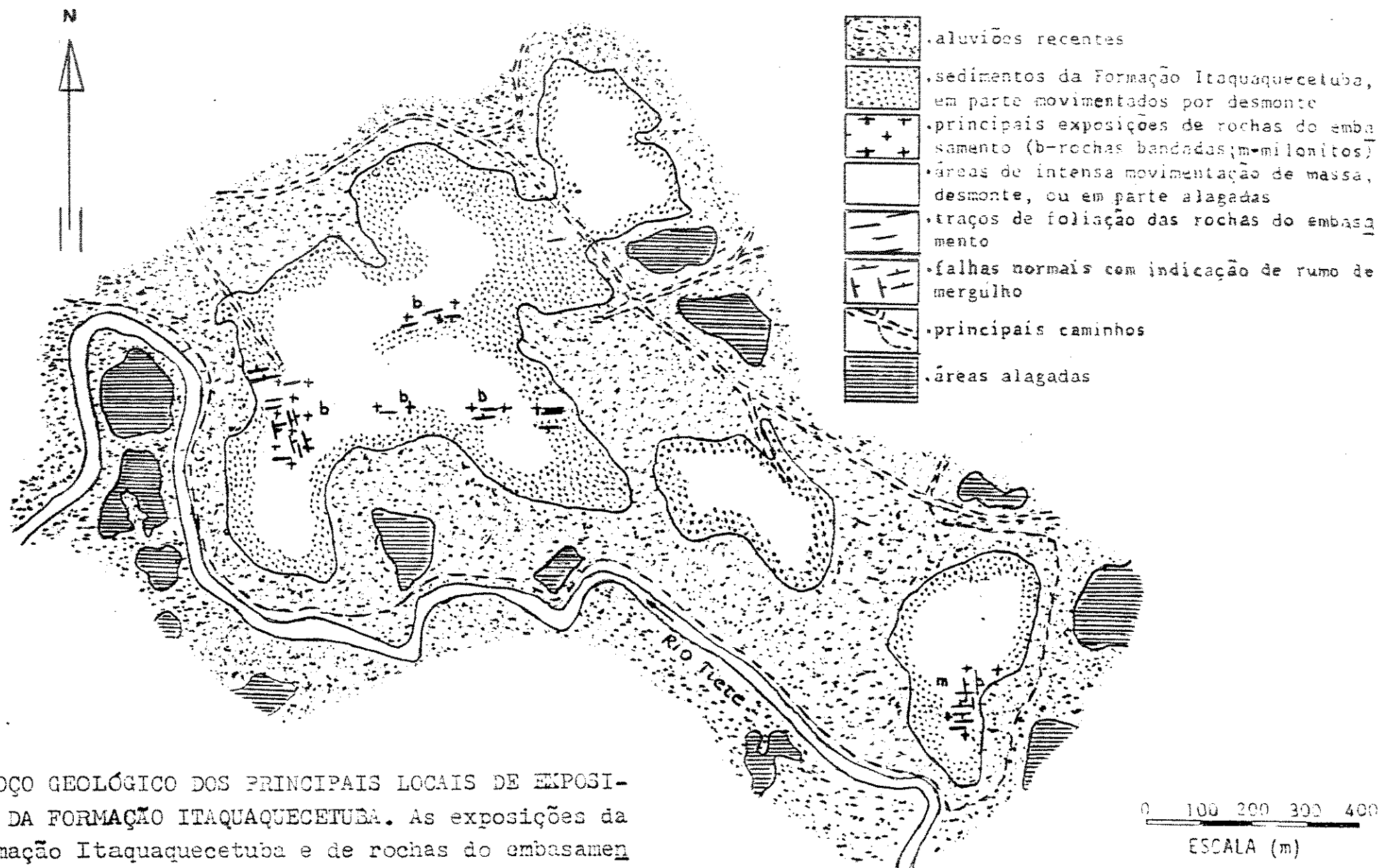
Neste sentido, propomos nesta excursão uma abordagem interpretativa, mesmo para alunos de Licenciatura em Ciências. Ou seja, frente a uma situação real de campo, com apenas um quadro parcial de feições registradas nas rochas, consequente de fenômenos ocorridos ou que estão lentamente ocorrendo, os alunos podem formar as noções de uniformidade dos processos, superposição e intersecção de estruturas, analogia do presente para o passado e aplicar estas noções, conjuntamente com a correlação das evidências disponíveis, reconstruindo o paleo-ambiente e paleo-clima que ocorreram naquele local.

ASPECTOS DA REGIAO

Vamos visitar um porto de areia na região de Itaquaquecetuba, que explora para material de construção estas areias, devido as suas características granulométricas e, principalmente, pela sua excepcional situação geográfica, nas proximidades da Grande São Paulo.

As escavações do porto de areia favorecem a observação destes sedimentos, que fazem parte da recente denominada Formação Itaquaquecetuba, que ocorre sob as planícies atuais dos rios Tietê e Pinheiros e assenta-se sobre o embasamento (rochas cristalinas), conforme pode-se ver na figura anexa.

As rochas sedimentares e os sedimentos são ótimos fixadores de registros de eventos passados. É através do estudo de marcas, fósseis, "cicatrices" ou vestígios destes acontecimentos (eventos) que os geólogos formulam as seqüências históricas de eventos e a distribuição das unidades geológicas no espaço, como também dão-nos indícios, evidências para a discussão sobre a energia, ambiente, clima, etc. reinantes na formação destes depósitos sedimentares.



ESBOÇO GEOLÓGICO DOS PRINCIPAIS LOCAIS DE EXPOSIÇÃO DA FORMAÇÃO ITAQUAQUECETUBA. As exposições da Formação Itaquaquetuba e de rochas do embasamento pré-cambriano estão situadas no interior das escavações dos portos de areia, abaixo dos aluviões atuais. (extraído de Coimbra et alii, 1983)

MAPA BASE: EMPLASA (1981) - escala 1:10.000

OBJETIVOS

Após haver realizado todas as atividades propostas neste roteiro, você poderá estar apto a:

1. Reconhecer os mecanismos de erosão e sedimentação em micro-canais atuais;
2. Reconhecer a interface (energéticas e mecânica) entre o embasamento e os sedimentos atuais;
3. Relacionar granulometria, forma dos micro-canais com os mecanismos de erosão, sedimentação e a quantidade de energia do sistema
4. Reconhecer os minerais, fósseis e litologias presentes
5. Reconhecer estrutura e textura dos sedimentos
6. Reconhecer os diferentes tipos de contatos entre os materiais presentes
7. Relacionar as litologias presentes
8. Reconhecer a importância das observações geológicas em diferentes escalas
9. Discutir o significado e o limite de uma interpretação geológica com base na qualidade de dados obtidos devido à escala adotada
10. Reconhecer o princípio da superposição e intersecção de estruturas
11. Aplicar o princípio da superposição e intersecção de estruturas para interpretar fenômenos geológicos
12. Reconhecer o princípio da analogia do presente para o passado na reconstituição de processos geológicos
13. Discutir e aplicar o princípio de analogia do pre-sente para o passado na reconstituição de processos geológicos em depósitos sedimentares
14. Relacionar as estruturas, a mineralogia e a textura com os mecanismos de erosão e sedimentação
15. Aplicar o princípio da analogia do presente para o passado na reconstituição do paleo-clima do paleo-ambiente da região estudada
16. Reconhecer a importância da campo como fonte de conhecimento geológico e do próprio ensino de geologia

AFLORAMENTO 1 (micro-canais anastomosados atuais do porto)

Acompanhe as experiências que serão executadas pelo monitor de seu grupo:

1. Ele irá jogar areias com diferentes granulometrias no leito do micro-canal. Observe o transporte e a deposição dessa areia ao longo destes.
2. Veja o que acontece com a deposição dos grãos, quando uma garrafa com água e diferentes tamanhos de grãos é agitada e depois posta em repouso.
3. Relembre o filme "Por que ainda existem montanhas ?" a parte referente à deposição experimental no fundo oceânico. Que tipo de relações existem entre o tamanho dos grãos, a deposição ao longo dos micro-canais e a energia de transporte ?
4. Procure com o monitor, um local onde possa fazer uma pequena trincheira, para ser observado cuidadosamente o contato entre os sedimentos e o embasamento (fundo do canal)
O contato é brusco ou gradacional ? Isso indica uma predominância dos processos erosivos ou deposicionais ?
O que você conclui em termos energéticos ?

5. Represe junto com o monitor, alguns segundos, a água corrente no leito do micro-canal, depois solte a água e observe o seu efeito de transporte, deposição e erosão.

Os micro-canaís estão cavando o seu fundo ou depositando materiais ?

6. No local encontra-se um pneu já há algum tempo abandonado. Observe dentro dele as características do material.

Quais as relações entre este tipo de depósito e a energia de deposição ?

7. Observe como um todo as feições superficiais dos canais e leve em conta todas as informações anteriores.

Quais as relações entre a forma dos canais e a quantidade de energia do sistema ?

AFLORAMENTO 2 (micro-canaís antigos e secos)

1. Em um determinado local dos micro-canaís secos observe, descreva e esquematize (em perfil) os seguintes itens:

- a) estruturas presentes (camadas, minerais orientados, etc.);
- b) forma dos canais; c) contatos bruscos ou gradacionais;
- d) outras observações.

2. Selecione um local que tenha uma boa amostragem das estruturas, formas e contatos vistos. Monte um esquema modelo utilizando todo o quadro disponível não deixando espaços em branco. (o quadro tem 15 X 15 cm)

AFLORAMENTO 3 (Formação Itaquaquecetuba)

PARTE A

1. Observe a uma certa distância esta parede. No quadro abaixo esquematize os corpos geológicos presentes. Coloque no esquema todas as estruturas vistas, bem como os fósseis e aponte os contatos (note se são gradacionais ou bruscos). Utilize TODO o quadro disponível (quadro: 15 X 15 cm), NAO DEIXE espaços em branco.

2. Compare os esquemas elaborados pelos diferentes membros do mesmo grupo. Após a discussão em pequeno grupo. Solicite ao monitor um quadro modelo avulso para que o grupo refaça apenas um novo esquema consensual da parede.

PARTE B

1. Em cada uma das feições, estruturas vistas e anotadas, que estão ao seu alcance, observe os itens solicitados. Faça um esquema para cada uma delas utilizando TODO O QUADRO disponível NAO DEIXANDO espaços em branco. (3 quadros de 10 X 10 cm)

-composição mineralógica; -granulometria (tamanho dos grãos);
-grau de seleção (bem ou mal selecionado); -grau de arredondamento (muito ou pouco arredondado); -contato com as estruturas ao seu redor; -outras observações.

2. Compare o esquema elaborado na parte A deste afloramento, com estes esquemas da parte B.

As informações são as mesmas nos esquemas ?

O que é diferente entre estes esquemas ?

PARTE C

1. Para cada uma das feições descritas na parte B, explique:
 - mecanismos de formação (energia do ambiente deposicional, velocidade de deposição, tempo para formação das estruturas -rápido ou lento- distância dos sedimentos à área fonte).
2. Volte a olhar de longe as estruturas desta parede. Retome o esquema consensual do grupo e numere as estruturas da mais velha para a mais nova (chame de I a estrutura mais velha).
3. Agora, em grupo, seqüencie os eventos de formação destes estratos. Leve em conta as interpretações feitas no item 1.

AFLORAMENTO 4 (atrás do posto de guarda com a caixa d'água)

1. Observe e esquematize a parede que está à sua frente. Coloque no esquema (quadro de 15 X 15 cm) todas as estruturas presentes, indique principalmente os contatos.
2. Elabore uma seqüência histórica de eventos para o afloramento.

ANEXO 5

EXCURSÃO GEOLÓGICA PARA ITAQUAQUECETUBA
PORTO DE AREIA - ITAQUAREIAF.F.C.L. DE SANTO ANDRÉ
ELEMENTOS DE GEOLOGIA II

roteiro do monitor

outubro de 1984

INTRODUÇÃO

O roteiro do monitor pretende simultaneamente orientar e dirigir os trabalhos de todas as pessoas envolvidas na organização das atividades didáticas durante o trabalho de campo, assim como, sistematizar a própria concepção de campo e ensino do mesmo que está sendo desenvolvida durante a excursão (ou, pretende-se...)

Este roteiro conterá um conjunto de aspectos gerais que tanto definem uma concepção como fornecem uma orientação para o trabalho, e, uma parte de orientação mais detalhada para cada afloramento.

ASPECTOS GERAIS

A atitude do monitor deve pretender que os alunos adquiram confiança em sua própria capacidade de trabalho e de aprendizagem. A opinião do aluno deve ser sempre respeitada.

Deve-se incentivar o aluno a observar as características do afloramento; o aluno deve adquirir curiosidade no campo. Quando um aluno faz uma afirmação infundada, deve-se apontar os dados que ele está desconsiderando e não dar a "resposta certa".

Aliás, não há uma resposta "certa" (única), o que há são afirmações e construções que estão de acordo com os dados e outras idéias mais livremente imaginativas.

O monitor deve estar atento às dificuldades dos alunos e as suas próprias, na orientação para posterior avaliação. Isto esclarecerá os pontos mais confusos do roteiro.

A atitude do monitor é fundamentalmente "estimulante". Ele deve incentivar a participação dos membros do grupo e colocar questões que desafiem os alunos a buscar novos dados e argumentos.

O QUE SE PRETENDE EXPLORAR EM CADA AFLORAMENTO

AFLORAMENTO 1

Neste afloramento espera-se que os alunos observem e interpretem um conjunto de processos de erosão e sedimentação que estão ocorrendo em micro-canais atuais.

Os principais elementos envolvidos são: energia e mecanismos de erosão e sedimentação.

Deve ser destacado a proximidade da área fonte com a deposição de grãos maiores e mal selecionados. A relação anterior com a energia de transporte e a energia total do sistema.

A existência dos canais anastomosados deve ser levatada como evidência da falta de energia dos micro-rios para carregar os sedimentos. Esta conclusão pode ser associada com a falta de seleção dos grãos.

Outro aspecto a ser visto são os contatos entre diferentes canais e dos canais com o fundo (embasamento). Ressaltando que são interfaces de energia e mecanismos (predominância do processo erosivo).

AFLORAMENTO 2

PARTE A

Esta parte complementa o desenvolvimento do afloramento anterior. Nela deve-se notar as micro estruturas que surgem da deposição dos canais anastomozados.

Os alunos devem ser levados a fazer observações detalhadas, de camadas, estratificações cruzadas, gretas de contração, etc., vistas neste afloramento de modo semi-fixo (refletindo os processos que ocorreram nos últimos meses naquele local).

Deve-se procurar notar que as diferentes camadas refletem diversos processos, diferentes entre si.

AFLORAMENTO 3

Neste afloramento o que deve-se destacar são os conceitos que servem de sustentação para a elaboração da noção de escala e a discussão sobre a importância e papel da escala em geologia.

De posse desta relativização da interpretação geológica (a escala), passa-se a elaborar um conjunto de princípios básicos, "stritu sensu", da geologia: analogia do presente para o passado, superposição e intersecção de estruturas.

PARTE A

Na parte A deve-se ressaltar o problema da representação e síntese de informações que são necessárias quando representamos alguma feição.

O conceito mais importante a ser desenvolvido é o da inexistência de uma observação pura ("toda observação é uma interpretação") e o da importância dos dados para a elaboração das teorias.

É uma parte onde se deve destacar a questão metodológica: a fonte de dados para a montagem das teorias e suposições.

PARTE B

Esta é a parte onde deve-se destacar os conceitos de homogeneidade e heterogeneidade dos materiais.

É uma parte onde deve-se buscar refinar as observações dos alunos. Normalmente eles tendem a fazer observações rápidas e não notar a ordenação das estruturas, comprimentos de camada, existência de ordenações internas nas camadas, etc.

Quando as descrições estiverem claras deve-se passar a comparar as diferentes escalas. Nesta fase o fundamental é perceber as diferenças de qualidade entre as escalas, o tipo de informação diferenciado entre uma escala e outra; perceber também como há certa complementação entre estas diferenças de qualidade.

PARTE C

É nesta parte que se iniciará o processo de aplicação do princípio da uniformidade dos processos. Os alunos devem ser chamados a relacionar o que foi visto no afloramento 1 e 2 para poder reconstituir os mecanismos que levaram a sedimentar o pacote.

Também deverão recorrer aos processos atuais para indicar o que é mais novo e o que é mais velho.

AFLORAMENTO 4

O afloramento 4 utilizará todos os conceitos já desenvolvidos e deverá acrescentar um novo: a intersecção de estruturas.

A lógica aparentemente simples não é fácil de ser construída. Os alunos precisam realizar construções de sequência de eventos baseados nos dados da parede, para tal é importante a representação.

Sugere-se que inclusive se represente os diferentes momentos (os vários estágios) para que fique claro os processos interpretados.

ANEXO 6

ALGUNS ASPECTOS SOBRE O AMBIENTE DE FORMAÇÃO DOS SEDIMENTOS DO PORTO DE AREIA DE ITAQUAQUECETUBA

Poucos estudos foram feitos sobre os sedimentos da Formação Itaquaquetuba (1), na região da grande São Paulo, apesar da importância econômica local como fonte de areias para construção civil. Até 1970, existiam apenas dois trabalhos, de autoria de Tolentino (1965) e Junqueira (1969), enfocando os depósitos similares do porto de areia situado no campus da USP. Após isso vários autores detiveram-se a estudar o porto de areia de Itaquaquetuba (que é gigantesco, possuindo 1,5 Km de comprimento por 1 Km de largura e 40 m de profundidade).

A denominação de Formação Itaquaquetuba foi proposta por Coimbra et alii em 1983. Antes era conhecida por "aluviões antigos dos rios Pinheiros e Tietê" (Suguio & Takahashi, 1970) ou, ainda, por "camadas cruzadas da fase Butantã" (Ab'Sáber, 1978).

Em sua área-tipo, a Formação Itaquaquetuba encontra-se sobre unidades Pré-cambrianas, estando os limites laterais das exposições de sedimentos em contato com o embasamento através de falhas normais (Almeida et alii, 1984). Os sedimentos da Formação são capeados por uma unidade aluvionar (depósitos recentes de origem sedimentar) pouco espessa, atualmente em fase de entalhe pelo rio Tietê e afluentes.

Uma das questões bastante controvertidas foi a estratigrafia (estudo da sequência das camadas) da Formação Itaquaquetuba. Para Coimbra et alii (1983), ela não faria parte da unidade tectônica sedimentar terciária, que engloba a Bacia de São Paulo, Taubaté, Resende e Volta Redonda, sendo nitidamente posterior.

Esta aparente segurança com relação à cronologia da Formação Itaquaquetuba caiu por terra, pois Melo et alii (1985), com base em estudos palinológico e paleomagnético, estabelecem o período de gênese desta Formação no Eoceno, portanto foi formada anterior ou conjuntamente com as bacias terciárias (Melo et alii, 1985a).

AMBIENTE DEPOSICIONAL

A bacia sedimentar de São Paulo, onde encontramos a Formação Itaquaquetuba, originou-se em consequência da abertura do

(1) Segundo Leinz & Leonardos (1971), Formação: "é a unidade litogenética fundamental na classificação local das rochas. (...) é uma unidade genética, que representa um intervalo de tempo curto ou longo e pode ser composta de materiais provenientes de fontes diversas e incluir interrupções pequenas na sequência." (p.87) As litologias referem-se às rochas com semelhança mineralógica e textural.

Atlântico Sul, provocada pelo deslocamento em sentido inverso do continente sul-americano em relação ao africano. Os esforços distensivos de deslocamento do continente provocaram falhamentos normais (deslocamentos verticais) que originaram grandes depressões tectônicas, muitas vezes assemelhando-se a semi-grabens, ou seja, nas bordas das depressões surgiram regiões soerguidas (fig. 1). Estas falhas normais são encontradas principalmente na borda norte da bacia, no sopé da atual Serra da Mantiqueira.

A depressão tectônica que originou a Bacia de São Paulo é limitada, atualmente, à nordeste pelo alto estrutural de Arujá, à norte pela Serra da Mantiqueira e ao sul pela Serra do Mar.

As depressões tectônicas começaram a ser preenchidas no Eoceno médio (46 milhões de anos atrás). Melo et alii (1986) identificaram quatro fácies (caráter litológico ou biológico de uma unidade estratigráfica) sedimentares distintas, que foram depositadas contemporaneamente, segundo análises palinológicas. As quatro fácies são: 1) fácies fanglomerática de leque aluvial (fig. 2.2); 2) fácies de transição entre a anterior (fanglomerática) e a posterior (planície fluvial); 3) fácies de planície fluvial (fig. 2.3); e 4) fácies lacustre. As quatro fácies são interpretadas como resultado da variação lateral de condições de leque aluvial -planície- lago, das porções mais marginais em direção às mais centrais das bacias

Nos portos de areia de Itaquaquecetuba são observadas, na parte mais basal, as fácies fanglomerática, possíveis lamitos não muito nítidos, predominando as fácies de planície fluvial e não existindo evidências das fácies lacustre. Vamos, a seguir, descrever as três prováveis fácies existentes na região.

As fácies fanglomerática (fig. 3a) provavelmente formaram-se a partir das grandes alturas das escarpas de falhas ativas, que originaram canais ativos de forte gradiente e grande competência fluindo das montanhas, sendo a gravidade o agente de transporte principal. Formaram-se, então, espessas (métricas) camadas de conglomerados, ou brechas com seixos de constituição variada, intercalados com camadas de material lamítico (argila-arenosa com grânulos e pequenos seixos).

As fácies de transição tendem a aparecer nas porções médias dos leques aluviais e podem indicar passagem lateral de depósitos de leque aluvial para depósitos fluviais de planície. Tais depósitos são caracterizados pela presença de lamitos, ou seja, bancos sem estratificação, constituídos de abundante matriz variegada argilo-arenosa, envolvendo esparsos seixos de fragmentos de rochas. Sua gênese mais típica é por corridas de lama provocadas provavelmente pelo alto gradiente e por fases úmidas concentradas. Talvez possam ter sido formadas devido ao distanciamento das escarpas dos leques aluviais, onde os canais ativos perdem gradiente e competência e passa a predominar a deposição de material mais argiloso em presença de areais e poucos seixos.

As fácies de planície fluvial são desenvolvidas a jusante dos leques aluviais. Provavelmente sua formação é decorrência dos falhamentos ativos da região (fig. 2), mas pode também originar-se dos leques aluviais em regiões úmidas. Segundo Melo et alii (1986) os sedimentos da Formação Itaquaquecetuba são típicos de sistema "braided". Tais sistemas são originados por migração lateral de canais e barras longitudinais e transversais (fig. 2.3, 3c e 4). São depósitos ricos em areias e com baixa sinuosidade podendo evoluir para o sistema "anastomosado" com alta sinuosidade e presença de materiais mais finos (fig. 4). Estas fácies compreendem vários tipos de depósitos: bancos arenosos de barras longitudinais e transversais, conglomerados de barras de lençol ("sheet-bars"),

sedimentos finos ou laminados de corpos d'água restritos e transbordamento.

Os depósitos de barras de lençol são níveis subhorizontais de conglomerados com seixos arredondados e matriz arenosa, normalmente são considerados como a fase inicial de evolução de outros tipos de depósitos em sistema "braided" (fig. 3b).

Os depósitos de barras longitudinais e barras transversais são basicamente arenosos, podendo ser observados pacotes com dezena de metros de espessura, com fragmentos de troncos incarbonizados e/ou marcassitizados e/ou silicificados. As barras longitudinais apresentam estratificação cruzada planar e/ou acanalada (fig. 5) com espessura decimétrica a métrica, não sendo observado estratificação de avalanche (A da fig. 6). Os depósitos de barras transversais apresentam estratificação tabular (fig. 7) de porte médio e, às vezes, acanalada (B da fig. 6).

Na região são encontradas estruturas típicas de preenchimento de canais com conglomerados representando paleocanais (fig. 8).

Os depósitos finos ou laminados são argilosos, ou argilo-siltosos, sendo corpos pouco espessos e lateralmente descontínuos configurando lentes, preenchimento de paleodepressões, barramentos locais e possíveis transbordamentos.

CLIMA

Até hoje existem controvérsias sobre o antigo clima vingente durante a sedimentação da Formação Itaquaquecetuba. As principais evidências a favor do clima úmido podem ser assim resumidas: as fácies de leque aluvial tendo conglomerados com intercalações de lamitos, e os lamitos, indicam a existência de espesso manto de intemperismo; todos os fósseis de troncos de árvores identificados referem-se a florestas tropicais úmidas (Suguio, 1971 e Suguio e Mussa, 1978); segundo, Suguio et alii (1971), em estudos feitos nos aluviões antigos (Formação Itaquaquecetuba), as lentes de argilas apresentam somente argilo-minerais do grupo da caolinita, o que sugere um intenso processo de intemperismo químico na fonte, herança direta das condições genéticas de lixiviação intensa (alta pluviosidade) e do clima temperado a quente, ou seja, ambiente climático equivalente ao atual; a existência de grande quantidade de folhas de árvores fossilizadas nas camadas de argilas.

As evidências a favor do clima semi-árido são: a imaturidade mineralógica e textural, que pode ser oriunda da existência de condições climáticas áridas com pouco intemperismo químico atuando na área fonte, possibilitando a preservação de materiais instáveis (Coimbra et alii, 1983); também, para estes autores, sob condições de aridez climáticas com cobertura vegetal pouco desenvolvida, tem-se intenso escoamento superficial com denudação rápida do terreno e fornecimento de muitos detritos para os sistemas fluviais; com relação aos troncos, segundo Ab'Sáber (1978 e 1980) e Suguio (1980), os troncos de matas tropicais poderiam estar relacionados com a mata galeria, havendo possibilidade de o clima regional ter sido semi-árido; segundo Bigarella (1971), a deposição dos troncos ocorreu durante movimentos de massa causados por passagem de clima úmido para seco; segundo Coimbra et alii (1983), a vegetação que deu origem aos troncos contidos nos sedimentos da Formação Itaquaquecetuba tem apenas caráter local: tal vegetação poderia ter sido desenvolvida sobre bancos arenosos estabilizados pela deposição de sedimentos mais finos, então, por ocasião de um período de enchentes, a destruição destes bancos teria provocado o transporte dos troncos a curta distância, seguindo-se rápido soterramento, o que facilitaria sua preservação, assim como a

preservação de feldspatos e minerais pesados pouco estáveis; Coimbra et alii (1983) apontam, que na Bacia de São Paulo, a caolinita é o argilo-mineral presente e, no entanto, são admitidas condições áridas para estes depósitos, disto conclui que a falta de um estudo sistemático de composição de argilo-minerais da Formação Itaquaquecetuba, principalmente quanto a sua natureza detrítica (transportada) ou autígena (formada no local), impede a sua utilização como indicadores paleo-climáticos; para Melo et alii (1986) a observação de grandes volumes de material fino depositado sob a forma de corridas de lama leva a considerar a existência de espesso manto de intemperismo nas áreas fontes, produto talvez de clima úmido pretérito.

A existência de tectonismo e a aridez climática com precipitações violentas e longos períodos de estiagem favorecem a formação de leques aluviais com depósitos de torrentes. Por outro lado, os leques aluviais não são típicos de ambientes sob condições de aridez climática, podendo aparecer em climas úmidos, desde que os rios seja ricos em cargas de fundo, com alto declive e descargas espasmódicas. Além disso, na região a maior parte dos depósitos arenosos posteriores aos leques, são interpretados como "braided", e este sistema "braided" pode ser originado de leques aluviais em climas úmidos.

Desse modo, a polêmica referente ao paleo-clima reinante durante a sedimentação não está resolvida, podendo ser elucidada com a intensificação dos estudos paleontológicos, principalmente o concernente à palinologia dos níveis argilosos, além de um estudo mais aprofundado dos modelos de fácies sedimentares.

BIBLIOGRAFIA

- AB'SABER, A.N. A planície do Tietê no Planalto Paulistano. Geomorfologia, São Paulo, Inst. de Geografia/USP, 57: 24p., 1978.
- _____. Súmula geomorfológica da região de São Paulo. In: Mesa redonda sobre aspectos geológicos e geotécnicos da bacia sedimentar de São Paulo, São Paulo, 1980. Publicação Especial. São Paulo, Assoc. Bras. Geol. Eng./S.B.G., 1980. p.33-36.
- ALMEIDA, F.F.M. et alii Tectônica da Formação Itaquaquecetuba na Grande São Paulo. In: Cong. Bras. Geo., 33, Rio de Janeiro, 1984. Anais. Rio de Janeiro, SBG, 1984. v.4: 1794-1804.
- BIGARELLA, J.J. Variações climáticas no Quaternário Superior do Brasil e sua datação pelo método do carbono 14. Paleoclimas, São Paulo, Inst. de Geografia/USP, 1: 22p., 1971.
- COIMBRA, A.M. et alii A Formação Itaquaquecetuba: evidências de tectonismo no Quaternário paulista. In: Simp. Reg. Geo., 4, São Paulo, 1983. Atas. São Paulo, SBG/NSP, 1983. p.253-266.
- JUNQUEIRA, C.B. Camadas cruzadas de areias, gravas e cascalhos fluviais do vale do rio Pinheiros ("Campus" da Cidade Universitária, SP). Geomorfologia, São Paulo, Inst. de Geografia/USP, 10: 7-9, 1969.
- MELO, M.S. et alii Contribuição à cronologia da Formação Itaquaquecetuba, SP. An. Acad. brasil. Ciênc., São Paulo, 57(2): 175-181, 1985.
- MELO, M.S. et alii. Geologia e evolução do sistema de bacias tafrogênicas continentais do Sudeste do Brasil. Rev. Bras. Geoc., 15(3): 193-201, 1985a.
- MELO, M.S. et alii. Tectônica e sedimentação na área das bacias de São Paulo e Taubaté. In: CONG. BRAS. GEO., 34, Goiânia, 1986. Anais, Goiânia, SBG, 1986. p.321-336.
- SUGUIO, K. Estudo dos troncos de árvores "linhitificados" dos aluviões antigos do rio Pinheiros (São Paulo), significado

geocronológico e possivelmente paleoclimático. In: Congr. Bras. Geo., 25, São Paulo, 1971. Anais. São Paulo, SBG, 1971. v.1: 63-65.

Síntese dos conhecimentos sobre a sedimentação da Bacia de São Paulo. In: Mesa redonda sobre aspectos geológicos e geotécnicos da bacia sedimentar de São Paulo, São Paulo, 1980. Publicação Especial. São Paulo, ABGE/SBG, 1980. p.25-32.

SUGUIO, K. et alii Novos dados sedimentológicos dos aluviões antigos do rio Pinheiros (São Paulo) e seu significado na interpretação do ambiente deposicional. In: Congr. Bras. Geo., 25, São Paulo, 1971. Anais. São Paulo, SBG, 1971. v.2: 219-226.

SUGUIO, K. & MUSSA, D. Madeiras fósseis dos aluviões antigos do rio Tietê. Bol. Inst. Geoc. USP., São Paulo, 9: 25-45, 1978.

SUGUIO, K. & TAKAHASHI, L.I. Estudo dos aluviões antigos do rio Pinheiros e Tietê, São Paulo, SP. An. Acad. brasil. Ciênc., São Paulo, 42(3): 555-570, 1970.

TOLENTINO, M. Algumas considerações sobre um carvão na Bacia de São Paulo. Publ. Esc. Eng. S. Carlos, USP, São Carlos, 135: 29-33, 1965. (Geologia 13).

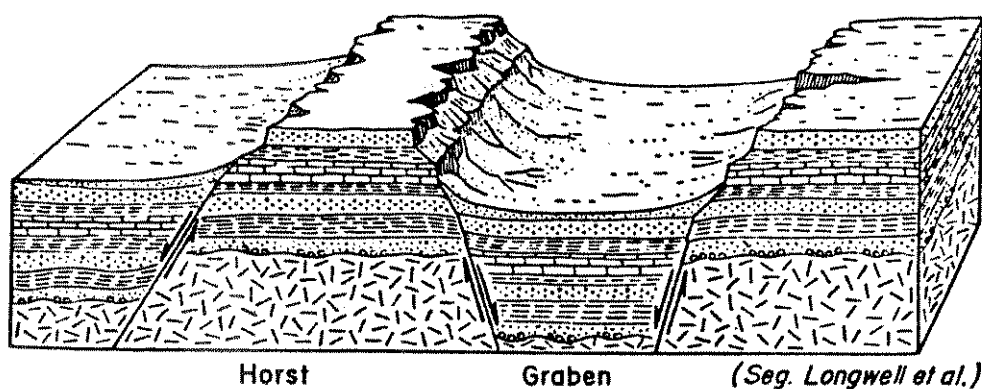
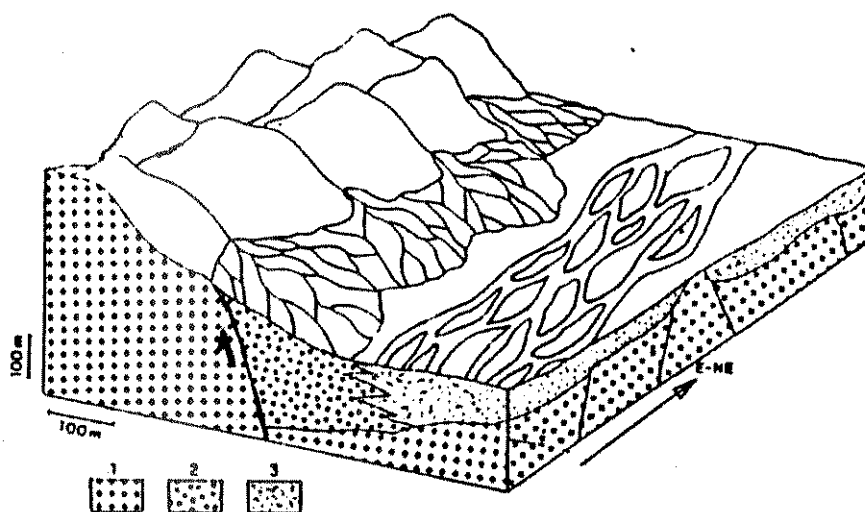


FIG. 1 — Graben e Horst.



MODELO SEMELHANTE AO DA FORMAÇÃO ITAQUAQUECETUBA

Figura 2 — Esquema da distribuição de fácies da Bacia de Resende: 1. embasamento pré-cambriano; 2. fácies ruddacea (fanglomerática); 3. fácies fluvial (Melo 1984)

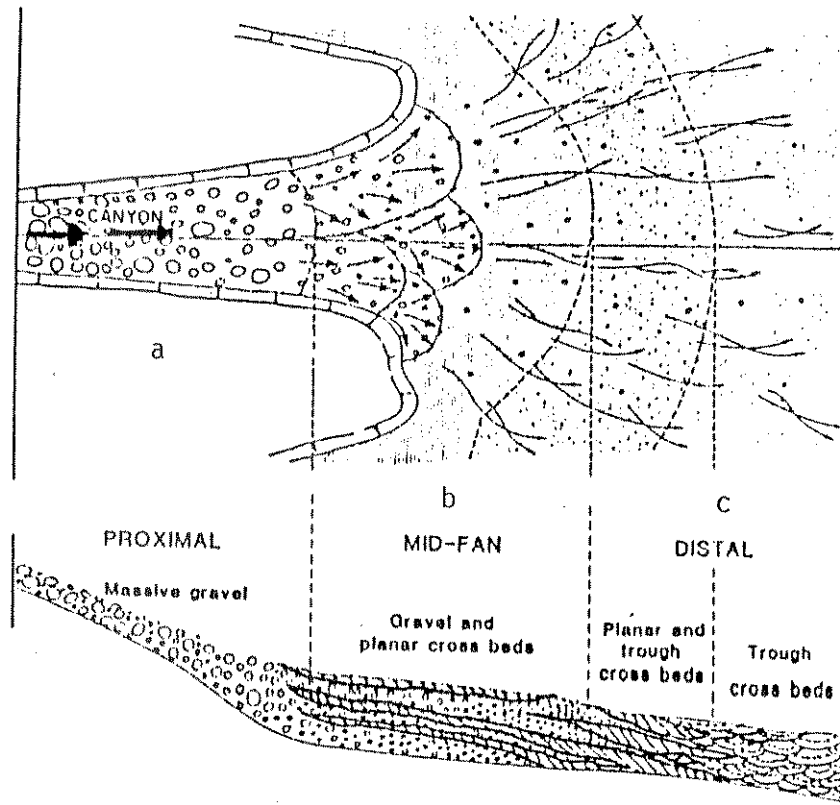


Fig. 3 MODELO EXTRAPOLADO PARA MOSTRAR O TIPO DE DEPOSIÇÃO EM RELAÇÃO À ÁREA FONTE

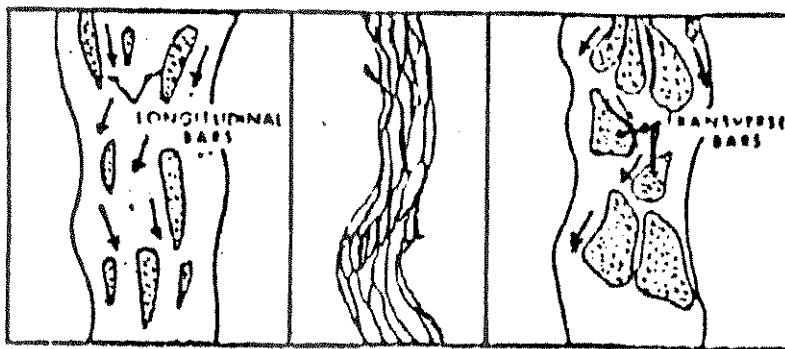


Fig. 4

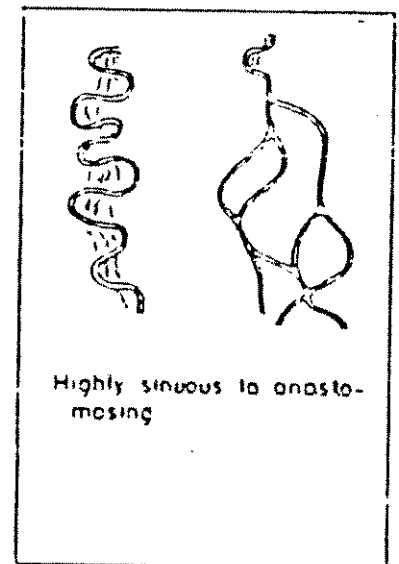


Fig. 5

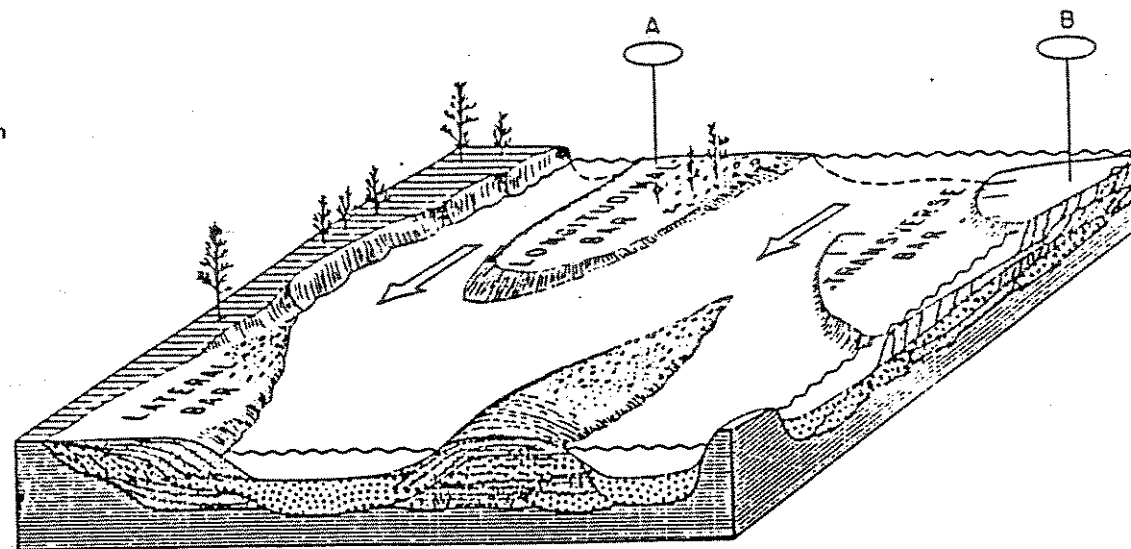
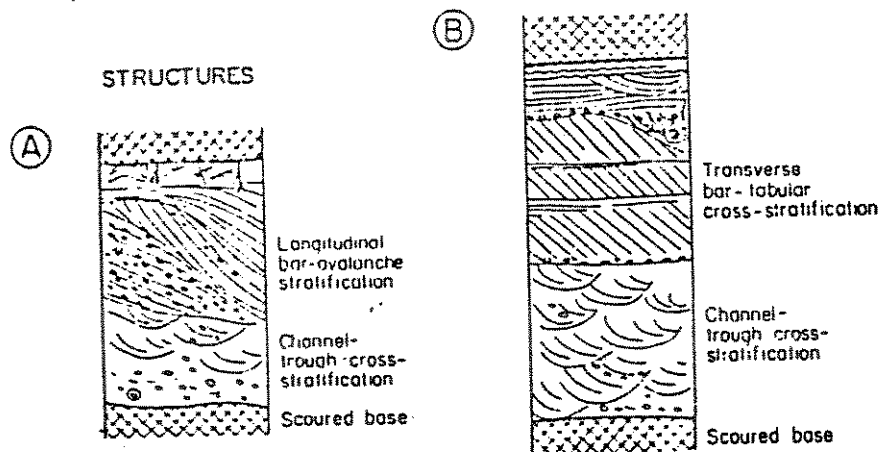


fig. 6

Fig. 8 - Estrutura de escavação e preenchimento ("cut and fill"). Porto de areia da Cidade Universitária.

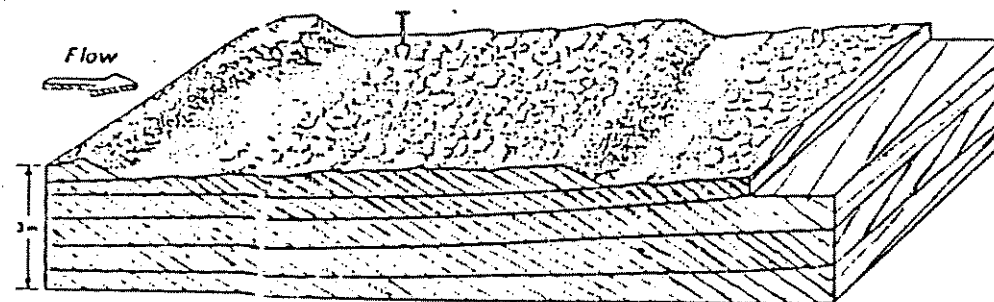
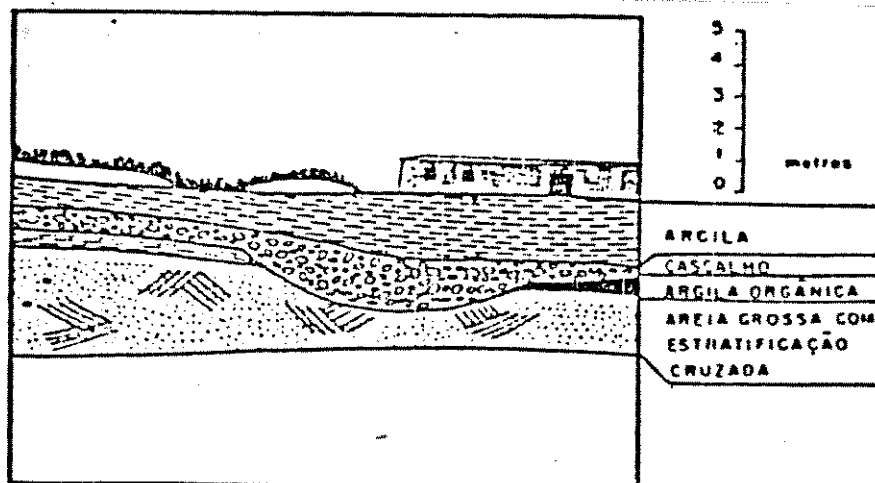


fig. 7

ANEXO 7

FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE SANTO ANDRÉ
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS
Prof. Maurício Compiani

Questionário sobre a disciplina de Elementos de Geologia II

outubro de 1985

Prezada(o) Aluna(o):

Na qualidade de mestrando da Faculdade de Educação da UNICAMP e professores desta Faculdade envolvidos na formação de docentes para o ensino de ciências de 1º e 2º graus, pretendemos que nossos cursos, longe de se apresentarem como algo pronto e acabado, tenham o sentido de um processo em constante aprimoramento.

A avaliação do nosso trabalho, a partir da percepção do próprio aluno, tem sido o principal meio por nós utilizado para reflexão e discussão dos resultados obtidos, tendo em vista a redefinição de nossos objetivos e métodos de ensino, como também, a divulgação para a comunidade científica das inovações educacionais conseguidas.

Teremos atingido nossos objetivos? Sim? Em que medida? Onde se apresentam nossas principais deficiências?

Você estará nos prestando uma preciosa colaboração respondendo o questionário, em anexo, referente à disciplina "Elementos de Geologia II", isto é, àquela cursada junto à Licenciatura em Ciências, bem como às próprias experiências pedagógicas e de vida.

Muito obrigado.

A-DADOS PESSOAIS

1. Nome (optativo): _____

2. Sexo: Feminino () Masculino ()

3. Idade: _____ anos

4. Estado civil: _____

5. Residência durante o ano letivo do curso de Elementos de Geologia II: em Santo André () no ABCD () em São Paulo ()

6. Escreva no quadro abaixo todos os cursos regulares de 2º grau que você completou após a conclusão do 1º grau (ginásio):

Nome do curso	Ano de conclusão	Tipo de Estabelecimento		Município	Estado
		Público	Particular		

B-DADOS PROFISSIONAIS E ACADÊMICOS

7. Você exercia alguma atividade profissional remunerada durante o ano letivo do curso de Elementos de Geologia II ?
 Sim () Não ()

8. Se respondeu sim, quantas hors diárias, em média, dedicava a esta atividade ? _____ horas

9. Descreva a ou as atividades que exercia: _____

Atualmente, qual exerce ? _____

10. Se na resposta anterior você lecionava, suas atividades docentes referem-se a:

Qual(is) grau(s) e série(s) ? _____

Escola pública ou particular ? _____ Qual(is) disciplina(s) ? _____

Quantas horas/aulas/semanais lecionava ? _____

11. Você lecionou anterior à disciplina de Elementos de Geologia ou está atualmente lecionando: Sim () Não ()

Em caso afirmativo, responda:

Qual(is) grau(s) e série(s) ? _____

Escola pública ou particular ? _____ Qual(is) disciplina(s) ? _____

Quantas horas/aulas/semanais lecionava ou leciona ? _____

C-EXPECTATIVAS PROFISSIONAIS

12. Assim que terminar o curso de Habilitação em Química, isto é, imediatamente após concluí-lo, você pretende (assinale mais de uma alternativa, se necessário):

() ser professor para o qual está se habilitando;

() continuar a docência, pois já a exercia;

() cursar a pós-graduação, qual ? _____

() ingressar em outro curso de graduação, qual ? _____

() exercer outra profissão, diferente daquela para a qual está se habilitando;

() desenvolver outras atividades além daquelas acima especificadas. Qual (is) ? _____

13. Você espera estar lecionando daqui há dez anos para o qual está se habilitando ?

Sim () Não () Não sei ()

Justifique, por favor: _____

D-PERCEPÇÃO DA QUALIDADE DO ENSINO

14. Considere a disciplina Elementos de Geologia II, que você cursou, e faça sua apreciação sobre ela tomando como referência a qualidade de ensino.

A qualidade do ensino envolve, dentre outros, os seguintes aspectos:

a) os conteúdos desenvolvidos na disciplina;

b) os textos estudados e recursos audio-visuais utilizados;

c) a didática do professor;

d) a excursão realizada;

e) as relações professor-aluno.

Observação: Ao fazer sua apreciação, você poderá se basear ou não nos aspectos acima citados, bem como especificar outros tópicos que julgar necessário.

(Utilize o espaço abaixo e se necessário o verso desta página para responder a questão)

15. De todo o conjunto de situações de aprendizagens pelas quais você passou na disciplina Elementos de Geologia (aulas expositivas, leituras de textos, avaliação, relação professor-aluno, discussões em grupo, atividades práticas, excursões, etc.), qual lhe pareceu mais significativa ?

Observação: caracterize-a detalhadamente.

16. O que lhe pareceu muito negativo na disciplina, devendo ser suprimido ou alterado ?

17. Caso leccione atualmente, o curso de Elementos de Geologia II lhe auxiliou para aplicar algum tipo de atividade educacional nas disciplinas que ministra ?

18. Se não leciona, o curso teve alguma utilidade para a sua formação e vida profissional atual ?

E-PERCEPÇÃO DA IMPORTÂNCIA DIDÁTICA DA EXCURSÃO DE ITAQUAQUECETUBA

19. Você achou importante este tipo de trabalho didático ? Por quê?

20. A dinâmica do ensino da excursão (grupos) e mais o debate, em classe, sobre o antigo clima da região de Itaquaquecetuba registrado nos sedimentos, lhe agradou ? Justifique.

21. No trabalho de campo, a prática de observações-interpretções e formulações de hipóteses foi significativa para o seu melhor entendimento do comportamento científico ? Explique.

22. Você acha indispensável o trabalho de campo-natureza, pois dificilmente poderíamos reproduzir aquela situação de ensino (dados coletados, convivência, etc.) somente pelo professor em sala de aula ? Justifique.

23. A exploração de areia em Itaquaquecetuba aguçou-lhe alguma preocupação ambiental ?

24. Se você leciona atualmente ou pretende lecionar, a excursão despertou ou pode despertar alguma atividade aplicável em suas aulas ?

ANEXO 8

A AVALIAÇÃO DA DISCIPLINA

Estamos chamando de avaliação aos estudos realizados a partir da aplicação dos questionários em outubro de 1985, para os alunos da turma que terminou o curso de licenciatura em 1984. O instrumento foi aplicado somente em 36 alunos que continuaram a habilitação em Química oferecida pela Faculdade, e não aos 75 alunos concluintes. Os 12 questionários respondidos representam, portanto 33,3% dos alunos que prosseguiram curso na Faculdade e 16% de toda a turma.

Apesar das limitações observadas -o questionário não foi aplicado aos alunos que mudaram de escola à procura de outras habilitações (Biologia e Física), ou deixaram de estudar- a análise dos questionários fornece pistas importantes para a formulação das diretrizes gerais de uma nova proposta. Por se tratar de um questionário com perguntas abertas, as respostas apresentam muitas vezes opiniões importantes e peculiares, que, aparentando serem isoladas e únicas, explicitam relações e problemas que fazem parte do dia-a-dia da experiência realizada, além de contribuírem, na maioria das vezes, para um bom entendimento de todo o processo de aprendizagem.

O referido questionário (vide anexo 7) apresenta 5 partes: dados pessoais; dados profissionais e acadêmicos; expectativas profissionais; percepção da qualidade de ensino e percepção da importância didática da excursão de Itaquaquecetuba.

Antes de analisarmos propriamente as respostas com relação à disciplina e à excursão, vamos fazer um perfil do aluno com base nas três primeiras partes do questionário. Acreditamos que os 16% não se distanciam muito da real representatividade da turma, a não ser quanto à expectativa profissional, sendo impossível fazer qualquer extrapolação com base apenas nestes questionários.

A quase totalidade (91,7%) das respostas é composta por indivíduos do sexo feminino com idade entre 20 e 25 anos; a grande maioria (83,3%) é solteira; cursou o 2º grau em escolas públicas (66,7%); quase todos (91,7%) trabalham, sendo que pouco mais da metade (54,5%) o faz em regime de mais de 6h diárias, e a outra parte (45,5%) menos de 6h.

Metade da turma lecionou durante ou após ter cursado a disciplina "Elementos de Geologia", sendo que, dentre aqueles que lecionavam, a maior parte (83,3%) era responsável pela disciplina de Ciências para o 1º grau, em escolas públicas.

A expectativa profissional dos alunos pode ser resumida da seguinte forma: a maioria (75%) pretendia ser professor ou continuar a docência para a qual está sendo habilitada; queria continuar a estudar (66,7%) através de outro curso de graduação, cursos de aperfeiçoamento, ou algum tipo de pós-graduação; uma minoria (25%) pretendia exercer outra profissão ou atividade diferente daquela para a qual estava se habilitando. Quando perguntados se daqui há dez anos estariam lecionando a disciplina em questão, metade respondeu que não sabia e justificou: "depende muito do rumo que tomar minha vida"; "atualmente pretendo lecionar, mas também trabalhar na indústria, pode ser que eu inicie a lecionar e goste muito, desta forma pretenderei estar lecionando daqui a dez anos, caso contrário não".

Outros alunos estavam desenvolvendo atividades aplicadas à indústria e se fosse necessário leccionariam e havia alguns, ainda, que achavam que não estariam lecionando por motivos financeiros (decepção com o salário de professor). A minoria (33,3%) que respondeu afirmativamente, dizendo gostar de lecionar, pretendia continuar e,

se possível, aperfeiçoar-se. Os poucos (16,7%) que responderam negativamente alegaram não gostar de lecionar, mas sim de trabalhar em laboratório ou dirigir uma futura escola.

A DISCIPLINA EM FOCO

A discussão sobre a "percepção da qualidade de ensino" refere-se à parte D do questionário. Como as questões são todas abertas, vamos analisá-las seguindo a ordem do questionário e destacando as respostas mais interessantes segundo nosso ponto de vista.

A primeira pergunta (questão 14) é a mais abrangente: nela pedimos uma apreciação sobre a qualidade de ensino envolvendo os seguintes aspectos, nos quais os alunos poderiam ou não se basear para responder: os conteúdos desenvolvidos na disciplina, os textos estudados e os recursos áudio-visuais utilizados; a didática do professor; a excursão realizada; as relações professor-aluno. Vamos, agora, transcrever (1) as respostas mais significativas:

{a}"A qualidade da disciplina foi ótima, o professor soube colocá-la de modo simples despertando o interesse dos alunos com os temas abordados e ligando-os aos acontecimentos atuais."

{b}"Os conteúdos desenvolvidos eram muito importante para quem quer dar aula de ciências."

{c}"Os conteúdos desenvolvidos apresentaram sequência lógica. Mesmo quando não havia ligação entre eles em minha opinião foram abordados em ocasião própria."

Nas respostas que abordaram aspectos do conteúdo não foi encontrada nenhuma divergência. Em contrapartida, com relação aos textos e recursos áudio-visuais as divergências apareceram:

{d}"Aulas muito bem ministradas, explorando muito bem os recursos audio-visuais."

{e}"Quanto aos recursos audio-visuais, foram de pouco uso, o que não influenciou na qualidade de ensino, visto que as atividades (dissertativas, discussão, prática) foram mais importantes na assimilação do conteúdo."

{f}"Os textos e os recursos audio-visuais, deveriam estender-se a todos os conteúdos estudados, Deveria-se ter mais acesso a outros textos."

Também com relação à didática do professor houve opiniões divergentes:

{g}"Gostava muito das aulas de Geologia II, muito foi por causa do professor, que apesar de não ter muita didática, pelo menos esforçava-se muito,...)"

{h}"Os textos estudados se tornaram de mais fácil assimilação devido ao processo de ensino adotado, que nos levava primeiramente a lê-lo e discuti-lo em grupo através de atividades,...)"

{i}"O professor era bastante atencioso com todos e explicava muito bem, facilitando bastante a assimilação."

Com relação à excursão não houve divergência de opinião:

{j}"A excursão realizada serviu para colocar-nos diante da realidade geológica. Deu-nos também mais segurança quanto aos dados geológico que recebemos."

{k}"O estudo feito fora da sala-de-aula se torna concreto, visto que através de observações concretas podemos relacionar e verificar o que aprendemos na matéria. A excursão

(1) as respostas serão transcritas sem qualquer alteração para, inclusive, serem mais um dado sobre o nível escolar dos alunos.

também ajuda muito no relacionamento aluno-aluno e professor-aluno."

{l}"A excursão para Itaguaquecetuba, nos trouxe uma bagagem de conhecimentos enorme, pois é muito mais fácil a compreensão vindo como são os diversos tipos de rochas, e tentarmos imaginar em que condições se formaram, a sequência de fatos que fizeram-nas daquelas formas, etc."

{m}"A excursão realizada dá novas forças ao interessado, pois o contato com a natureza é muito estimulante."

As respostas referentes às relações professor- aluno também não apresentaram divergências:

{n}"A relação professor-aluno foi ótima, podendo classificá-la mais como amigo-aluno. Uma boa relação é fundamental, pois o aluno tem maior liberdade de expressão, podendo esclarecer dúvidas, discutir atividades, etc."

A segunda pergunta (15) pedia que dentre as situações de aprendizagem (aulas expositivas, leituras de textos, avaliação, relações professor-aluno, discussões em grupo, atividades práticas, excursões, etc.) a mais significativa.

O resultado à pergunta foi o seguinte: cerca de (33,3%) apontou a reunião de todas as situações de aprendizagem, descritas anteriormente na pergunta, como fundamental; exatamente 25% assinalou as discussões em grupo e outro 25% a excursão; 8,3% indicou a relação professor-aluno e 8,3% as atividades práticas e a excursão. Somando-se as respostas, foram mais indicadas as discussões em grupo e a excursão.

A partir das respostas (14 e 15) podemos visualizar alguns aspectos positivos para o nosso objetivo de contribuir para a metodologia do ensino de Ciências no 1º grau com uma experiência inovadora de ensino em Geologia. As respostas {e}, {h}, {n} e (15) valorizaram a dinâmica de grupo, a excursão, as atividades práticas e a relação professor-aluno; os trechos de {j}, {k} e {l}, que tratam da excursão, mostraram alguns indícios a favor de nossa preocupação de valorizar o ensino de Geologia a partir do campo, pois há indicações de que o trabalho com o campo torna mais concreto o aprendizado da Geologia.

A terceira pergunta (16) solicitava o aspecto mais negativo da disciplina. (25%) das respostas indicaram como negativo o pouco tempo dado para a entrega das atividades; a maioria (75%) nada apontou, à exceção de uma sugestão de aumento de aulas práticas fora da Faculdade, e uma observação quanto ao livro didático adotado: "mais livros para pesquisar os assuntos dados em aula."

A quarta pergunta (17) procurava descobrir, somente dos alunos que já lecionavam, se a disciplina havia auxiliado em algum tipo de atividade educacional em seu trabalho. A totalidade (100%) respondeu que auxiliou; a seguir transcrevemos os trechos mais significativos de suas respostas:

{o}"Ajudaram-me muito quando apliquei aulas de ciências, que continham esta parte da matéria."

{p}"Sim, principalmente, a parte de solo, na 5ª série."

{q}"Sim, principalmente o relevo geológico e o clima, que tem muitas relações com o 1º grau."

{r}"Pode observar que os livros didáticos adotados nas escolas estaduais desenvolvem superficialmente a disciplina geologia na matéria ciências(...)"

{s}"A geologia é pouco discutida nas escolas de 1º grau e através do curso de Geologia II que tive aplicado essa disciplina com mais detalhes, e através de experiências, os alunos assimilam melhor a disciplina."

A última questão (18) perguntava, a quem não tinha jamais lecionado, se a disciplina teve alguma utilidade para a sua formação e vida profissional atual. A grande maioria (83,3%) respondeu favoravelmente de forma bastante significativa:

{t}"Sim, pois na indústria, na época em que fazia o curso Elementos de Geologia meu serviço estava muito ligado à minerais e os conhecimentos que obtive no curso, me ajudou a satisfazer dúvidas que me apareceram naquela época."

{u}"Sim, no escritório, certa vez, chegou um recibo de cobrança de curvas de nível na fazenda de propriedade da empresa. Ninguém sabia ao que se referia tal recibo e eu pude esclarecê-los. (só a nível de exemplo)."

{v}"Contribuiu para minha formação em particular, acho que adquiri uma série de conhecimentos importantes e que hoje me fazem compreender mais facilmente algumas coisas que acontecem ligados à geologia."

As respostas {r} e {s} da questão 17 mostram que é possível elaborar em sala um conhecimento crítico a ponto de um aluno, que está lecionando, criticar a superficialidade da parte geológica nos livros didáticos de Ciências e outro, também professor, apontar como melhor a assimilação da Geologia através de experiências. As demais respostas {o}, {p} e {q} assinalam aspectos da utilidade da Geologia no ensino de Ciências. A resposta da questão 18 indica que um conhecimento geológico atualizado pode ter várias utilidades na vida de um cidadão. Em suma, estamos na direção certa para atingir o nosso objetivo de contribuir para a construção de um conhecimento crítico e atual.

A EXCURSÃO EM FOCO

A discussão sobre a "percepção da importância didática da excursão de Itaquaquecetuba" refere-se à parte E do questionário. Como as questões também são abertas, adotaremos novamente o modo de analisar as respostas utilizado na parte anterior, sem reproduzir, no entanto, as respostas, que na parte D, expressaram opiniões sobre a excursão.

A questão 19 perguntava sobre a importância didática das excursões geológicas. As respostas enfatizaram o contato direto (mais concreto) com o alvo de estudo que este tipo de trabalho propicia, além de alegarem que a excursão facilita a relação professor-aluno e aluno-aluno. Podemos destacar os seguintes trechos como mais significativos:

[a]"Sim, pois é um trabalho onde você faz verificação de ocorrências naturais, onde no laboratório fica muito superficial o entendimento e a reprodução."

[b]"Sim, como já disse anteriormente, é o tipo de atividade que desperta muito interesse dando margem a muitas discussões, hipóteses e conclusões. E você vendo como são realmente, pegando pedaços de rochas, examinando, etc. é muito mais significativo que qualquer estudo em cima de livros e textos. Não que eles não sejam importantes, porque para a realização de uma atividade como esta é necessário uma série de pré-requisitos que devem vir da sala de aula, com aulas expositivas, estudos com livros e textos, mas a excursão foi um trabalho didático que enriqueceu muito a disciplina e o curso."

A questão (20) indagava se a dinâmica de trabalhos em grupo da excursão associado ao debate (em classe) sobre o antigo clima da região de Itaquaquecetuba tinha agradado. Destacamos os seguintes trechos:

[c]"Sim. Pois formando-se grupos (número menor de

pessoas) pode-se trabalhar mais com idéias diferentes. Colhe-se muito mais hipóteses e esclarece-se muito melhor as dúvidas existentes."

[d]"Sim, porque é através destes registros nos sedimentos que se descobre muita coisa a respeito do passado. E é realmente importante e agradável estudos deste tipo."

A questão (21) perguntava se, para o melhor entendimento do comportamento científico, a prática de observações, interpretações e formulações de hipóteses foi significativa. Para alguns, prevaleceu, pela resposta, a diretividade das observações no começo da excursão:

[e]"Sim, foi uma maneira de induzir o nosso raciocínio para o esperado."

Já outros foram influenciados pela divergência e discussão de idéias:

[f]"Sim, pois nós mesmos raciocinamos e encontramos justificativas para nossas hipóteses."

[g]"Sim, através das dúvidas de cada um, chegamos a aprender a observar, interpretar e formular nossas dúvidas."

Alguns destacaram o trabalho de campo como problematizador:

[h]"Sim, através do trabalho de campo pude interpretar mais claramente a matéria, e pude saber como é o trabalho de um cientista."

[i]"Sim, pois coloca a prova o que já tínhamos visto, e teve-se condições de "ligar" a matéria, ter uma continuidade, uma visão global."

Para outros não foi possível definir uma tendência:

[j]"Sim, tivemos uma amostra de como induzir um comportamento científico em nossos alunos."

[k]"Sim, com o trabalho de campo, as observações e o comportamento físico da ocorrência, fica muito mais fácil a compreensão do acontecimento, então isso foi muito significativo."

A pergunta (22) questionava se o trabalho de campo era indispensável. Uma das respostas demonstra a ausência da percepção de que, mesmo com o campo, há muitas limitações na produção de conhecimentos:

[l]"Sim, por mais que uma aula expositiva seja empenhada em esclarecer detalhes, ela nunca consegue, e com o trabalho de campo tudo se esclarece." (grifo nosso)

As outras opiniões são:

[m]"Sim, pois a reprodução no laboratório seria muito pobre em relação ao que foi estudado no local; é praticamente impossível aquela reprodução ser feita no laboratório."

[n]"Sem dúvida indispensável, eu não teria abstração o bastante para imaginar as situações que viemos a conhecer."

[o]"Sim, pois o professor explicando é uma coisa e a pessoa verificando, vivenciando é outra coisa, a aluno aprende muito mais."

[p]"Foi significativo para mim, pois foi o tipo de trabalho que considero ter me proporcionado melhor entendimento. Acho que na disciplina de geologia, o trabalho de campo é o mais importante em termos de atividade."

As respostas das questões 19 a 22 assinalam o quanto é importante atingir o nosso objetivo de contribuir através da prática geológica para a aquisição do método científico. Primeiro, várias correntes pedagógicas enfatizam o aprendizado pela vivência científica, todavia, confundem vivência científica com somente experimentos de laboratório. O laboratório, a excursão e outras técnicas são necessárias, mas qualquer uma delas sozinha não é

suficiente. Algumas respostas [a], [b], [m] e [n] mostram o questionamento desta visão, que a excursão geológica em foco despertou. Os trechos exemplificados em [b], [c], [f], [g], [h], [j] ajudam nossa intenção de desmistificar o trabalho do cientista e relativizar o processo de construção de conhecimentos. As respostas [a], [b], [d], [i], [k], [m] e [o] forneceram alguns indícios a favor de nossa preocupação de demonstrar que o campo é um ambiente de ensino que favorece o aprendizado através da abordagem de problemas e descobertas.

A questão (23) perguntava se o trabalho de campo aguçou-lhes alguma preocupação ambiental. 33,3% responderam negativamente e 8,3% não responderam. O restante (58,3%) disse que sim e aqui estão alguns trechos importantes:

[q]"Sim, muito em relação a ecologia local." (o que seria esta ecologia local ?)

[r]"Só achei meio esquisito o fato de o porto de areia ser tão perto da cidade." (não apontou se este fato traz problemas)

[s]"Muito, principalmente, a destruição do local e as enchentes do Rio Tietê." (será que este aluno percebeu que as partículas finas, atiradas ao leito do rio, poderiam mais à frente assoreá-lo ? Se sim, é uma questão de difícil resposta)

[t]"Sim, pois naquele local futuramente e hoje está sendo alterado tanto o clima como o aspecto natural do local." (o porto não tem dimensões tais que possa influenciar no micro-clima local de qualquer forma é uma indagação)

A última questão (24) indagava aos alunos se, lecionando ou pretendendo lecionar, a excursão despertou-lhes ou pode despertar alguma atividade aplicável em suas aulas. A totalidade respondeu afirmativamente, mas apenas um aluno apontou problemas para a realização de trabalhos de campo em sua escola:

[u]"Pode, só que acho difícil colocá-la em prática, pois dependerá da diretoria, deixar sair com a classe, além do que o tempo disponível normalmente é pequeno."

Outras respostas significativas são:

[v]"Muitas, como por exemplo, como pode ocorrer a mudança do leito de um rio; pela disposição de grãos diferentes no leito de um rio, pode-se detectar a força da água que nele corre, etc..."

[w]"Muito, inclusive, na época, pude discutir esse assunto inclusive com meus alunos. E também, sobre as enchentes do rio Tietê, por causa desse porto de areia."

[x]"Sim, pode despertar. É um conjunto de dados que pode ser tomado como modelo para um trabalho de campo."

[y]"Sim, por exemplo, fazer estudos baseados em observações diretas."

[z]"Sem dúvida foi muito importante para o meu aproveitamento escolar e individual, espero poder utilizá-los em breve com alunos."

Os trechos citados [v], [x] e [y] apontam atividades a serem desenvolvidas no 1º grau e que valorizam a vivência científica através de observações diretas da natureza. Significativa é a resposta [x] que toma a excursão realizada como parâmetro para um possível trabalho de campo. As respostas da questão 23 mostram que, mesmo não trabalhando muito os problemas ambientais, a excursão conseguiu despertar preocupações com o meio-ambiente. Isto revela o potencial dos trabalhos de campo no aspecto relativo à educação ambiental.