



NÚMERO: 046/2011

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO E HISTÓRIA DE CIÊNCIAS DA TERRA**

FABIANA BURGOS TAKAHASHI GARCIA

**ENSINO DE QUÍMICA NA PROPOSTA CURRICULAR DO ESTADO DE
SÃO PAULO E SUAS ARTICULAÇÕES COM AS GEOCIÊNCIAS:
RELAÇÕES COM O CONTEXTO, INTERDISCIPLINARIDADE E LUGAR DA
ESCOLA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino e História de Ciências da Terra.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Compiani

CAMPINAS - SÃO PAULO

Agosto – 2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
CÁSSIA RAQUEL DA SILVA – CRB8/5752 – BIBLIOTECA “CONRADO PASCHOALE” DO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
UNICAMP

G165e Garcia, Fabiana Burgos Takahashi, 1974-
Ensino de química na proposta curricular do Estado de São Paulo e suas articulações com as geociências: relações com o contexto, interdisciplinaridade e lugar da escola / Fabiana Burgos Takahashi Garcia— Campinas,SP.: [s.n.], 2011.

Orientador: Maurício Compiani.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.

1. Química – Estudo e ensino. 2. Geociências – Estudo e ensino.
3. Terra (planeta) - Litosfera. 4. Pesquisa-ação em educação. 5. Currículo. I. Compiani, Maurício, 1956- II. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em inglês: An analysis of the teaching approach for the Chemistry Curriculum of São Paulo State Schools and the link with Geosciences: a study of the subject in relation to context, interdisciplinary studies and localization of schools..

Palavras-chave em inglês:

Chemistry – Study and teaching

Geoscience – Study and teaching

Earth (planet) - Lithosphere

Action research in education

Curriculum

Área de concentração: Ensino e História de Ciências da Terra

Titulação: Mestre em Ensino e História de Ciências da Terra.

Banca examinadora:

Maurício Compiani (Presidente)

Adriana Vitorino Rossi

Maria Eunice Ribeiro Marcondes

Data da defesa: 30/08/2011

Programa de Pós-graduação: Ensino e História de Ciências da Terra.



UNICAMP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO E HISTÓRIA DE CIÊNCIAS DA TERRA**

AUTORA: Fabiana Burgos Takahashi Garcia

“Ensino de Química na Proposta Curricular do Estado de São Paulo e suas Articulações com as Geociências: relações com o Contexto, Interdisciplinaridade e Lugar da Escola”

ORIENTADOR: Prof. Dr. Mauricio Compiani

Aprovada em: 30 / 08 / 2011

EXAMINADORES:

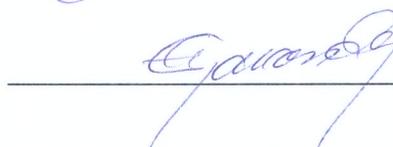
Prof. Dr. Mauricio Compiani

 - Presidente

Profa. Dra. Adriana Vitorino Rossi



Profa. Dra. Maria Eunice Ribeiro Marcondes



Campinas, 30 de agosto de 2011.

Dedico este trabalho à minha avó Ignez que enquanto esteve entre nós pôde me ensinar o quanto é importante amar a profissão de professor e, a todos aqueles que como eu fazem de sua profissão uma ferramenta valiosa para lapidar conhecimentos e valores.

AGRADECIMENTOS

Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não teria saído do lugar. As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as críticas, nos auxiliam muito.

Chico Xavier

Meus agradecimentos vão em especial aos meus filhos, Bia e João que eu amo tanto e que ao longo destes anos tiveram uma mãe ausente de parte de suas conquistas por estar envolvida com seus muitos “filhos” da EE Professora Ana Rita G. Pousa, que fazem parte desta pesquisa e também merecem agradecimentos;

Ao meu marido que aguentou meus vários momentos de altos e baixos e tentou dentro de suas possibilidades suprir a minha ausência com as crianças;

Aos meus pais, Cacilda e Garcia que além do amor e carinho, investiram na minha formação anterior;

Aos meus irmãos Conrado e Tatiana, cunhados Alexandre e Roberta, sobrinhos Ale e Gui e tia Clau que muitas vezes participaram do churrasco do final de semana sem a minha presença na mesa e o pior de tudo, sem a sobremesa porque não tive tempo de fazer;

Ao meu irmão em especial, que muitas vezes foi motorista das crianças;

Ao professor Maurício que me orientou;

Mais do que especiais, Vivi, Lia, Isilda, Carla, Narjara, Fernanda e Ofélia, muito obrigada pela força e colaboração ao longo de todo o processo em que estivemos envolvidas;

Vivi! MUITÍSSIMO obrigada por compartilhar comigo a fase mais difícil;

Agradeço os colegas do Ana Rita que em tempos de estresse não me julgaram. Em especial à Krika, Silvia e Marilis sempre tão compreensivas e queridas;

À equipe do Projeto Ribeirão Anhumas na Escola pelo apoio e colaboração;

À Val e Gorete da secretaria de pós-graduação do Instituto de Geociências da UNICAMP sempre prestativas e pacientes;

À Luciana e Corinha da Diretoria de Ensino Campinas Leste pelas orientações e presteza;

À Secretaria de Educação de São Paulo pela bolsa-auxílio que me possibilitou a redução de algumas poucas aulas para poder me dedicar a esta pesquisa;

Enfim, meus agradecimentos se estendem a todos que mesmo não citados, direta ou indiretamente me apoiaram e me fortaleceram com suas palavras de carinho.

O currículo se preocupa com o que é planejado, implementado, ensinado, aprendido, avaliado e pesquisado nas escolas em todos os níveis de educação. Experienciar um currículo não é chegar a um determinado destino, mas ter viajado com uma visão diferente. É na jornada e em suas experiências que um currículo é realizado, não no ato de descer do trem.

James Mckernan

SUMÁRIO

RESUMO	xix
ABSTRACT	xxi
INTRODUÇÃO	1
• A pesquisa e seu contexto: “Projeto Ribeirão Anhumas na Escola”	2
• Subgrupo Ensino-Aprendizagem: Interdisciplinaridade e Contextualização a partir do local	7
• O projeto individual: como surgiu a ideia	9
CAPÍTULO 1 - PESQUISA-AÇÃO ENQUANTO METODOLOGIA DE PESQUISA	15
1.1. O Currículo e a ideia de Professor-Pesquisador	16
1.2. Um trabalho de parcerias	20
1.3. Os momentos da pesquisa	22
1.3.1. Contribuições: discussões no subgrupo Ensino-Aprendizagem	23
1.3.2. A busca por referenciais: Currículo e Pesquisa-Ação	25
1.3.3. Coleta de dados I: Proposta curricular e documentos oficiais	26
1.3.4. Coleta de dados II: O material didático	27
1.3.5. Coleta de dados III: Elaboração e desenvolvimento das atividades	28
CAPÍTULO 2 - DOCUMENTOS OFICIAIS E CURRÍCULO	29
2.1. Documentos Oficiais: o que dizem a respeito de um currículo contextualizado e interdisciplinar?	30
2.2. Onde foi parar a litosfera na nova proposta curricular do estado de São Paulo?	42
CAPÍTULO 3 - “QUÍMICA E LITOSFERA” NO MATERIAL DIDÁTICO: UMA POSSIBILIDADE DE ANÁLISE	51
3.1. O livro “Química e Sociedade”	53
3.2. Os Cadernos do Aluno e do Professor da SEE-SP.....	61

CAPÍTULO 4 – AS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS E UM PLANO DE ENSINO: POSSIBILIDADES

.....	73
4.1. Um novo olhar para o ensino	74
4.2. Meados de 2008: uma importante contribuição	78
4.3. Primeiro semestre de 2009: um recomeço	81
•Linha do Tempo Geológico	83
4.4. Segundo semestre de 2009: trabalho duro, porém recompensador	87
•Levantamento de ideias Prévias (LIP)	89
•Aula expositiva: “Transformações e Evolução”	97
•Trabalho de Campo: “Transformações e Evolução”	103
•Discussão Pós-Campo	118
4.5. Um produto desta dinâmica: plano de ensino	121
CONSIDERAÇÕES FINAIS	125
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	129
• Sites consultados	134
ANEXOS	135
Anexo I – Atividade: Linha do Tempo Geológico	135
Anexo II – Levantamento de Ideias Prévias	137
Anexo III – Aula Expositiva: Sequência de Slides	139
Anexo IV – Atividade: Roteiro de Campo	153

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1</i> – Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Anhumas	2
<i>Figura 2.1</i> – Sistemas Terrestres e suas Interações	45
<i>Figura 3.1</i> – Uso de Fertilizantes	56
<i>Figura 3.2</i> – Uso de Agrotóxicos	56
<i>Figura 3.3</i> – Conteúdo em Ciências 5ª série/6º ano – 1º bimestre	62
<i>Figura 3.4</i> – Conteúdo em Ciências 5ª série/6º ano – 2º bimestre	63
<i>Figura 3.5</i> – Conteúdo em Ciências 5ª série/6º ano – 3º bimestre	64
<i>Figura 3.6</i> – “Atividade” – As características do solo	64
<i>Figura 3.7</i> – Conteúdo em Biologia 1ª série EM – 1º bimestre	66
<i>Figura 3.8</i> – Produção do ferro e do cobre	67
<i>Figura 3.9</i> – Produção do alumínio	68
<i>Figura 3.10</i> – Acoplamento dos ciclos	69
<i>Figura 3.11</i> – Ciclo Hidrológico	70
<i>Figura 4.1</i> – Linha de Tempo do subgrupo Ensino-Aprendizagem: 1º semestre de 2009	82
<i>Figura 4.2</i> – Alunos durante trabalho em grupo (Linha do Tempo)	85
<i>Figura 4.3</i> – Professor e grupo de alunos durante a atividade	86
<i>Figura 4.4</i> – Linha de Tempo do subgrupo Ensino-Aprendizagem: 2º semestre de 2009	88
<i>Figura 4.5</i> – LIP: questão 3	92
<i>Figura 4.6</i> – LIP: questão 6	93
<i>Figura 4.7</i> – LIP: questão 4	94
<i>Figura 4.8</i> – LIP: questão 5	94
<i>Figura 4.9</i> – LIP: questão 8	95
<i>Figura 4.10</i> – Perfil de alteração ou perfil de solo	105
<i>Figura 4.11</i> – Mapa do local visitado (Trabalho de Campo)	107
<i>Figura 4.12</i> – Alunos recebendo instruções gerais em campo	109
<i>Figura 4.13</i> – Professora esclarecendo dúvidas num grupo	109
<i>Figura 4.14</i> – Professoras atuando nos diferentes grupos	110
<i>Figura 4.15</i> – Perfil de solo do local visitado	112
<i>Figura 4.16</i> – Roteiro de Campo: questão 5.....	113

<i>Figura 4.17</i> – Rocha podre e minerais menos alterados	113
<i>Figura 4.18</i> – Roteiro de Campo: questão 2	114
<i>Figura 4.19</i> – Matacão	116
<i>Figura 4.20</i> – Roteriro de Campo: questão 3.....	117

LISTA DE QUADROS

<i>Quadro 2.1</i> – Unidades de Estudo	32
<i>Quadro 2.2</i> – HTPC e HTPL (artigo 13 da Lei 836/97)	39
<i>Quadro 2.3</i> – Temas Organizadores	42
<i>Quadro 2.4</i> – Temas Estruturadores	43
<i>Quadro 3.1</i> – PNELEM 2008 – Química	52
<i>Quadro 3.2</i> – Organização das Unidades	53
<i>Quadro 3.3</i> – Organização dos Capítulos	55
<i>Quadro 4.1</i> – Informações previstas e inferidas em cada questão	90
<i>Quadro 4.2</i> – Conceitos e Conteúdos Abordados na Sequência de Slides	99
<i>Quadro 4.3</i> – Classificação dos Trabalhos de Campo	104
<i>Quadro 4.4</i> – Informações do Campo	108
<i>Quadro 4.5</i> – Plano de Ensino: Disciplina Química, 3ª série do EM	122

LISTA DE SIGLAS

CA – Caderno do Aluno
CECISP – Centro de Estudos de Ciências de São Paulo
CENP – Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas
CP – Caderno do Professor
CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CNT – Ciências da Natureza e suas Tecnologias
CHT – Ciências Humanas e suas Tecnologias
CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
DGAE – Departamento de Geociências Aplicadas ao Ensino
EE – Escola Estadual
EF – Ensino Fundamental
EM – Ensino Médio
ENEQ – Encontro Nacional de Ensino de Química
ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo
GEPEC – Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Continuada
HTPC – Horário de Trabalho Pedagógico Coletivo
HTPL – Horário de Trabalho Pedagógico Livre
IAC – Instituto Agrônomo de Campinas
IB – Instituto de Biologia
IG – Instituto de Geociências
LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
LCT – Linguagens, Códigos e suas Tecnologias
LIP – Levantamento de Ideias Prévias
MT – Matemática e suas Tecnologias
Nied – Núcleo de Informação Aplicada à Educação da Unicamp
PETROBRÁS AMBIENTAL – Programa Petrobrás Ambiental de Petróleo Brasileiro S/A
PCEQ – Proposta Curricular do Estado de São Paulo para o Ensino de Química
PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+ – Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PNLEM – Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio
PICjr – Programa de Iniciação Científica Júnior da UNICAMP
SARESP – Sistema de Avaliação de Rendimentos do Estado de São Paulo
SBQ – Sociedade Brasileira de Química
SEE-SP – Secretaria da Educação do Estado de São Paulo

SiBCS – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos

UFSCar – Universidade Federal de São Carlos

UNESP – Universidade Estadual Paulista

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

UNIFAL – Universidade Federal de Alfenas

UNIVESP TV – TV digital da Universidade Virtual do Estado de São Paulo

USP – Universidade de São Paulo



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

Ensino de Química na proposta curricular do estado de São Paulo e suas articulações com as Geociências: relações com o contexto, interdisciplinaridade e lugar da escola.

RESUMO

Dissertação de Mestrado

Fabiana Burgos Takahashi Garcia

A presente dissertação tem seu olhar voltado para o currículo da disciplina escolar química e sua relação com as geociências. Este trabalho foi desenvolvido no contexto do projeto apoiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo (FAPESP) - Ensino Público intitulado “Elaboração de conhecimentos escolares e curriculares relacionados à ciência, à sociedade e ao ambiente na escola básica com ênfase na regionalização a partir dos resultados de projeto de Políticas Públicas”, cujo recorte de análise era a bacia do Ribeirão das Anhumas, onde está inserida a escola estadual que foi cenário principal desta dissertação e onde atuavam professores, alunos e acadêmicos. Baseando metodologicamente na perspectiva da pesquisa-ação sugerida por Mckernan principalmente, foi possível sistematizar este trabalho de modo que a importância do professor na elaboração do currículo fosse evidenciada, como propõe o mesmo autor. Neste sentido, a pesquisadora, professora da escola básica, voltou-se para seus instrumentos de trabalho questionando-os e sugerindo alterações. Então foi realizada uma revisão dos documentos oficiais que contribuíram para a elaboração da Proposta Curricular do Estado de São Paulo para o Ensino de Química (PCEQ) sob o olhar da contextualização e interdisciplinaridade visando mostrar que as discussões acerca da elaboração de currículos com esta conotação não são recentes. Além disso, os cadernos do professor e do aluno que complementam a PCEQ, e o livro didático utilizado em sala pela pesquisadora também foram analisados abordando a presença ou não do tema “Química e Litosfera” bem como o tratamento dado a esta temática quando presente no material, uma vez que é sugerido nas Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), porém ausente na PCEQ. Por isso que em meio a discussões e reflexões colaborativas do subgrupo Ensino-Aprendizagem, nas quais a interdisciplinaridade era discutida e utilizada como referencial para elaborar e desenvolver atividades escolares dentro do contexto local, e também com base nas lacunas encontradas durante estas análises, é que foi possível complementar o referido material. Dentre todas as atividades, podemos dizer que o trabalho de campo foi talvez o mais importante, afinal, foi possível perceber que os alunos tinham conhecimento para explicar a formação dos solos a partir das interações que ocorrem no ambiente, partindo de observações da paisagem local. Desta forma, pudemos nos aproximar dos objetivos de incorporar ao currículo de química o tema citado utilizando conhecimentos sobre a Bacia do Ribeirão das Anhumas, local onde a escola se insere. Enfim, a inserção do tema faltante na PCEQ vem suprir necessidades de conteúdos, enquanto promove junto com a abordagem local a superação de problemas reais e escolares, e tudo isso dentro de uma dinâmica de colaboração entre os atores envolvidos naquele cenário.

Palavras-Chave: química e litosfera, pesquisa-ação, currículo.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

An analysis of the teaching approach for the Chemistry Curriculum of São Paulo State Schools and the link with Geosciences: a study of the subject in relation to context, interdisciplinary studies and localization of schools.

ABSTRACT

Master degree dissertation

Fabiana Burgos Takahashi Garcia

This dissertation focuses the curriculum of the Chemistry discipline and its relation with the Geosciences. This paper was developed in the context of the FAPESP Public Teaching Project entitled “Construction of school and curricular knowledge relative to science, society and environment at primary and secondary school with emphasis in the local conditions from results of public politicians projects” which focused its analysis in the basin of the Brook of Anhumas where the state school is located. This school was the scenario of this research whose professors, teachers and students maintained a collaboration relationship and learning to the development of this study. Using Mckerman methodological approach of action-research, it became possible to design a system of work with a view to emphasize the importance of the teacher in the elaboration of the curricular content, as the author proposes. Therefore, the researcher who is also a teacher at the secondary school, looked at her working tools, questioned them and suggested changes. Official documents that contributed to the elaboration of PCEQ were also reviewed in the light of context and interdisciplinary relations with a view to show that discussions about curricular contents using this concept are not new. Teacher’s and student’s notebooks which complement the PCEQ and the didactic book used by the researcher were also analyzed to ascertain whether or not they contained the theme “Chemistry and the Lithosphere” as well as how the subject is mentioned in the books, since its use is suggested in the PCN+ but is, however, absent from the PCEQ. Based on the collaborative discussions of the sub-group “Teaching-Learning”, where the subject of interdisciplinarity was discussed and used as reference to elaborate and develop school activities within the local context, and also using the gaps found during these analyses it was possible to develop complementary material. Amongst all the activities we can say that the field work was perhaps the most important, as it made possible to perceive that the students had acquired the knowledge to explain the soil formation from the interactions that occur in the environment using as the starting point for their comments the local landscape. Therefore we could reach our goal of incorporating to the Chemistry curricular studies the subject above mentioned using the data of the basin of Brook of Anhumas where the school is located. At last the insertion of the missing subject in the PCEQ comes to suffice necessities of contents while it makes possible to overcome, with a localized approach, existing school problems promoting a collaborative dynamics among all the participants involved in that particular scenario.

Key- Words: chemistry and lithosphere, action–research, curriculum.

Introdução

Esta pesquisa foi concebida no contexto das discussões estabelecidas no projeto “Elaboração de conhecimentos escolares e curriculares relacionados à ciência, à sociedade e ao ambiente na escola básica com ênfase na regionalização a partir dos resultados de projeto de políticas públicas”, conhecido como “Ribeirão Anhumas na Escola”, do qual fui integrante na função de coordenadora e professora-pesquisadora.

A fim de atingir o objetivo desta dissertação de incorporar ao currículo de química da 3ª série do EM o tema “Química e Litosfera”, utilizamos conhecimentos sobre a bacia do Ribeirão das Anhumas, local onde a escola se insere, no intuito de suprir necessidades de conteúdos enquanto promovia junto com a abordagem local a superação de problemas reais e escolares numa dinâmica de colaboração entre professores, alunos e acadêmicos.

O “Projeto Ribeirão Anhumas na Escola” foi realizado no período de março/2007 a julho/2010 em parceria entre duas escolas públicas, da cidade de Campinas - São Paulo (EE Professor Adalberto Nascimento e EE Professora Ana Rita Godinho Pousa), os Institutos de Geociências (IG) e de Biologia (IB) da UNICAMP e o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). Para tanto, contamos com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo (FAPESP)¹ e do Conselho Nacional de desenvolvimento Científico e tecnológico (CNPq) e o patrocínio da PETROBRÁS AMBIENTAL².

Enquanto professora da escola básica, minha prática reflexiva e de pesquisadora me fez buscar alternativas para conteúdo e tema faltantes na Proposta Curricular do Estado de São Paulo para o Ensino de Química (PCEQ)³ a fim de complementar o que fora sugerido pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (SEE-SP).

A Escola Estadual Professora Ana Rita Godinho Pousa, uma das escolas parceiras do projeto, local de coleta de dados para esta pesquisa e onde sou professora de química, está situada na média bacia do Ribeirão das Anhumas (Figura 1), bem como a comunidade escolar que dela faz parte, então, durante a vigência do projeto e desenvolvimento desta pesquisa, procurei fazer

¹ Processo Fapesp nº 2006/01558-1

² Para esta agência o referido projeto foi intitulado “Conhecimentos escolares relacionados à ciência, à sociedade e ao ambiente em micro-bacia urbana”

³ Ao final de 2010, esta proposta passou a Currículo do Estado de São Paulo, com pouquíssimas alterações em seu texto e que não comprometiam os objetivos da proposta inicial.

com que o contexto local e as relações entre a química e as geociências fossem estabelecidas de modo que a formação de solos e algumas das reações químicas envolvidas neste processo não parecessem meras ilustrações ou exemplos.



Figura 1 – Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Anhumas

(disponível em <http://ead.ige.unicamp.br/anhumas> - último acesso em 25/11/2010)

Destacamos que apesar do início de minha carreira ter sido tendenciosa ao uso de técnicas meramente mecânicas⁴, o período da graduação contribuiu para uma vontade de ensinar de maneira diferenciada, porém a real mudança em sala de aula ocorreu após o início da minha participação no projeto Ribeirão Anhumas na Escola, por meio da utilização de metodologias realmente inovadoras para um ensino de química regular⁵, como o trabalho de campo, que será descrito no capítulo 4.

A pesquisa e seu contexto: “Projeto Ribeirão Anhumas na Escola”

Ao final do ano de 2005, a direção das escolas estaduais Professora Ana Rita Godinho Pousa e Adalberto Nascimento, foram procuradas pelo Prof Dr Maurício Compiani, do Instituto de Geociências da Unicamp, no intuito de propor um trabalho colaborativo entre universidade e escola pública, a fim de auxiliar professores a elaborar, implementar e gestar “propostas

⁴ O estágio supervisionado que fiz foi junto a uma professora que seguia o método tradicional de ensino em que o professor é visto como detentor dos saberes e o aluno o mero ouvinte, depois passei a lecionar nesta mesma escola, cujos gestores estavam preocupados em formar o aluno somente para o vestibular.

⁵ Por ensino de química regular entende-se ensino médio não profissionalizante.

curriculares locais, isto é, em uma realidade concreta social/histórica” (COMPIANI et al., 2006, p.2).

Uma vez aceito o convite, iniciaram-se reuniões entre os representantes de cada uma das escolas (EE Ana Rita: Ederson - geógrafo e Fabiana - química, e, EE Adalberto: Cláudia - geógrafa e José Ricardo - filósofo) e o professor Maurício (geólogo) para a elaboração do projeto (composto pelo projeto principal e os subprojetos das duas escolas⁶), a ser enviado à FAPESP e posteriormente à PETROBRÁS.

O projeto principal fora elaborado a fim de organizar o trabalho a ser desenvolvido por todos os participantes, em quatro etapas:

1ª Etapa (2007):

A primeira etapa compreendeu o período de fevereiro a dezembro de 2007, e ofereceu uma

proposta de formação continuada de professores da escola básica envolvendo, a partir das disciplinas científicas e com ênfase no conhecimento geobiocientífico, as demais disciplinas de uma escola, disseminando uma abrangente cultura científica tratando de questões regionais relacionadas à vida cotidiana, ao ambiente e ao conhecimento científico e tecnológico. (COMPIANI et al., 2006, p.2)

De acordo com Compiani et al. (2010), foram 312 horas de formação continuada presencial, divididos em

- encontros presenciais aos sábados para o desenvolvimento dos módulos Geologia/Cartografia, Pedologia/Bacia Hidrográfica, Biologia/Zoologia, Biologia/Botânica e Riscos/Unidades Ambientais, nos quais relacionava-se os conhecimentos regionalizados da microbacia do Ribeirão das Anhumas, oriundos do projeto de políticas públicas ‘Recuperação ambiental, participação e poder público: uma experiência em Campinas⁷’;
- encontros presenciais em cada uma das escolas para discussões temáticas e pertinentes à demanda apresentada nos sub-projetos das

⁶ As escolas e o grupo de professores interessados elaboraram os seus projetos, e, baseado nestes, o prof Maurício Compiani escreveu o projeto principal, que nortearia todo o trabalho a ser desenvolvido.

⁷ <http://www.iac.sp.gov.br/ProjetoAnhumas/index.htm>

escolas: Educação Ambiental, CTSA, Interdisciplinaridade, Local/Regional;

- reuniões de estudo e planejamento semanais entre os professores das escolas, acompanhados de pesquisadores acadêmicos e licenciandos, membros do projeto;
- seminários semestrais do projeto para a apresentação de resultados e avaliação.

Para os professores das escolas, participar de todo o processo de formação, foi como retornar à sala de aula. Este processo compreendeu trabalhos de campo, e encontros presenciais ora nos Institutos de Biologia e Geociências da UNICAMP, ora na Fazenda Santa Elisa, onde localiza-se o departamento de Pedologia do IAC, com atividades práticas e aulas dialógicas e/ou expositivas.

Também utilizamos o ambiente virtual TelEduc⁸ para atividades *online*. Neste ambiente virtual, utilizávamos a ferramenta *fórum* para discussões e aprofundamento de temas discutidos nos encontros presenciais, a ferramenta *correio* para a comunicação entre os participantes, a *agenda*, o *mural* e as ferramentas que possibilitaram a documentação do projeto: *portfólio* e *material de apoio*.

A partir de março de 2007, éramos em cada escola, um grupo de dez professores de disciplinas diversas: português, matemática, artes, geografia, química, biologia, filosofia, sociologia, inglês e educação artística, todos com bolsa auxílio cedida pela FAPESP. Eram cerca de 20 formadores, entre eles, pesquisadores dos Institutos de Geociências e de Biologia da Unicamp, IAC, Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL) e Faculdade de Educação da USP.

Em nossa escola, éramos um grupo (todos do Ensino Médio – período manhã) muito unido, que se reunia semanalmente por até mais de quatro horas consecutivas para discussões e elaboração de um projeto pedagógico coletivo, intitulado “Lição de casa”: o ensino inserido na realidade da comunidade escolar. Este trazia propostas de atividades “piloto”, como trabalhos de campo e casos simulados, que foram colocadas em prática durante este primeiro ano e nos serviam de referências para a elaboração de outras.

⁸O Teleduc é um ambiente criado pelo Núcleo de Informação Aplicada à Educação (Nied) da Unicamp e utilizado para a educação à distância.

Estas reuniões eram realizadas a fim de abarcar os conhecimentos e anseios que trazíamos, bem como, os novos que vínhamos construindo em parceria com os pesquisadores. A coordenação do grupo era feita por mim e também pelo professor Ederson, e consistia em mediar discussões e conflitos, repassar informações da coordenação geral (obtidas em reuniões mensais), organizar o trabalho do grupo dentro da escola, elaborar relatórios e administrar verbas destinadas à compra de materiais e trabalhos de campo.

Apesar do trabalho em grupo ser o foco principal do projeto, a participação dos professores era vinculada a um projeto de pesquisa individual cujo esboço fora elaborado ao longo deste primeiro ano. Este teria como foco a própria prática e a relação desta com o processo de ensino-aprendizagem.

O projeto que desenvolvi foi “O aluno construtor de seus conhecimentos sobre transformações químicas a partir de um contexto interdisciplinar envolvendo a bacia do Ribeirão das Anhumas”. Ele deu origem a esta pesquisa de mestrado e propunha verificar a aprendizagem de alunos de ensino médio sobre transformações químicas, por meio de atividades que enfocassem o tema solos, elaboradas a partir de conhecimentos locais da Bacia do Ribeirão das Anhumas, onde se inserem os alunos e a escola.

Ao final de 2007, a coordenação geral do projeto sentiu a necessidade de nos subdividir em grupos menores, a fim de facilitar a orientação dos projetos de pesquisa individuais, mesmo não sendo de nossa vontade.

Em nossa escola ficamos com dois subgrupos: “Linguagem e Representações” e “Ensino-Aprendizagem”. O último era do qual eu fazia parte junto a professora de matemática (Graziela), de biologia (Isilda) e de língua portuguesa (Lia), além da orientadora dos trabalhos Vívian Nerwela, geóloga, e, posteriormente Fernanda Keila, bióloga.

2ª Etapa (2008):

Nesta etapa do projeto, iniciaram-se de fato os trabalhos em sala de aula e também a coleta de dados para as pesquisas individuais, bem como o processo reflexivo a respeito dos projetos de pesquisa nos subgrupos. Estas reflexões seriam a base para a reelaboração dos projetos, e previsão de atividades com os alunos em 2009.

O fato do grupo ter sido subdividido, a princípio, causou conflitos e dificuldades, pois para nós aquela divisão faria com que ficássemos “longe” de outros colegas que também tinham

as mesmas intenções de trabalho, porém, cuidamos para que isto não se tornasse empecilho para o desenvolvimento das atividades.

Sendo assim, cada subgrupo desenvolvia suas atividades específicas, **mas as informações em sala de aula** se complementavam uma vez que o objeto de estudo e o local de pesquisa, desenvolvimento de atividades de aprendizagem e base para a elaboração de um currículo local era a mesma escola, parceira do projeto Ribeirão Anhumas na Escola.

Apesar de escolhermos desenvolver o trabalho com todas as 10 salas de aula de Ensino Médio do período da manhã, o subgrupo Ensino-Aprendizagem optou em coletar seus dados numa única turma, o “2º B”, cujos alunos já estavam conosco desde o ano anterior executando as atividades piloto, além disso, já conheciam as intenções de trabalho acerca do que propunha o projeto.

No entanto, por questões burocráticas de atribuição de aulas da SEE- SP, a professora Graziela, não pode compartilhar a mesma turma, escolhendo assim o “3ºC”, turma do período noturno, para sua coleta de dados.

3ª Etapa (2009)

Esta etapa consistiu em replanejamento e reaplicação das atividades desenvolvidas a partir dos resultados obtidos ao longo do ano anterior. Nos subgrupos, os professores discutiam metodologias e também procuravam aprofundar temas e referenciais teóricos que subsidiavam suas pesquisas.

Neste período também tivemos a formação dos “Monitores Ambientais”, grupo composto por alunos da escola que recebiam bolsa-auxílio da PETROBRAS AMBIENTAL. O grupo era composto por dez alunos acompanhados pelo professor Ederson e professora Graziela junto com os doutorandos da UNICAMP, Gabriel e Ofélia e também do Paulo, um orientando de TCC da professora Roseli B. Torres do IAC.

Semanalmente eles se reuniam na sala do projeto⁹ a fim de discutir “problemas locais” e propor soluções, entre estas a criação de uma praça na área adotada anos antes pela escola que ficava às margens do ribeirão e também para “multiplicar” conhecimentos adquiridos durante a vivência no projeto entre seus pares.

⁹ Sala do Projeto: consistia de um banheiro desativado que fora reformado com verbas da Petrobrás para abrigar as reuniões do projeto, bem como um pequeno acervo bibliográfico, material de multimídia, papelaria e computadores.

4ª Etapa (janeiro a julho de 2010)

Neste período, os professores sistematizaram dados e resultados de suas pesquisas, bem como as discussões ocorridas nos subgrupos e seminários gerais do projeto, objetivando o relatório final a ser entregue à FAPESP.

Subgrupo Ensino-Aprendizagem: Interdisciplinaridade e Contextualização a partir do local

No âmbito do ensino desenvolvido durante as quatro etapas do projeto, a contextualização a partir do local e o trabalho interdisciplinar foram pontos centrais para discussões e elaboração das atividades envolvidas entre as integrantes do subgrupo Ensino-Aprendizagem, em reuniões semanais que tinham cerca de quatro horas de duração.

Supomos assim como Pinto (2005), que fora da contextualização local, ou global, o processo de apropriação do saber se torna abstrato, e particularmente no ensino de química é um obstáculo difícil de ser superado, pois normalmente, exige-se do aluno um alto nível de abstração que muitas vezes é difícil de ser alcançado (SÃO PAULO, 2008).

Neste sentido, tanto a PCEQ quanto o projeto e a autora desta dissertação temos a intenção de modificar um ensino no qual a teoria vem primeiro e depois os exemplos ilustrativos, ou seja, no qual as definições e generalizações ou modelos químicos comandam as tarefas escolares, e quando há algum tipo de contextualização são exemplos para clarificar a teoria.

Então, partindo da possibilidade de abstração, inclusive de conceitos da química, ao tratar o local como facilitador e contexto de fenômenos a serem explicados, pensamos que o professor enquanto mediador conduz o aluno ao diálogo e ao mesmo tempo à construção de seu conhecimento a partir do momento em que tarefas vão tratando dos processos e das relações do fenômeno com seus modelos explicativos mais gerais e teóricos.

A contextualização no ensino das ciências, de um modo geral, pode ser muitas vezes confundida com a exemplificação a partir de fatos do cotidiano do aluno (SILVA e COMPIANI, 2010; SILVA e MARCONDES, 2010) ou ainda com experimentos cujos objetivos são o de reproduzir uma teoria. Porém, no âmbito desta pesquisa, concordamos que:

a contextualização no ensino de Ciências que privilegia o estudo de contextos sociais com aspectos políticos, econômicos e ambientais, fundamentado em conhecimentos das ciências e tecnologia, é fundamental para desenvolver um ensino que venha a contribuir para a formação de um aluno crítico, atuante e sempre que possível transformador de sua realidade desfavorável. (SILVA e MARCONDES, 2010, p. 105)

Neste contexto, tratar o local como ponto de partida implica em resgatar histórias, valores e conhecimentos previamente adquiridos ao longo da trajetória do aluno. Por isso o *conhecimento escolar*, internalizado tanto pelo aluno como pelo professor no ambiente escolar a partir do que ambos já traziam de suas vivências, tornou-se tão importante para a elaboração das atividades desenvolvidas pelo subgrupo Ensino-Aprendizagem.

Além da preocupação acerca de um ensino contextualizado, é importante lembrar que as atividades propostas durante o trabalho junto ao projeto, partiram de discussões¹⁰ no subgrupo sobre interdisciplinaridade, e também acerca da abordagem local.

Apesar de não ter um único significado, entendemos que a interdisciplinaridade

ainda é vista apenas como a integração das disciplinas do conteúdo escolar e não como propõe Fazenda, como sendo a superação dessas fronteiras através da criação de uma equipe interdisciplinar em que atitudes dos membros, ainda que representando sua respectiva área de conhecimento, colabora para o enriquecimento do grupo (SIQUEIRA, 2001, p.96).

Desta maneira, e a fim de estabelecer uma dinâmica nas reuniões do subgrupo, todas as atividades que foram elaboradas por nós, ou por cada uma das integrantes (em seus projetos individuais) passavam por avaliações, sendo colocadas em pauta nas discussões semanais antes e depois de serem aplicadas.

O subgrupo entendia, portanto, que esta prática contribui para o que até aqui chamamos de interdisciplinaridade, considerando que “a exigência **interdisciplinar** impõe a cada especialista que transcenda sua própria especialidade, tomando consciência de seus próprios limites para acolher as contribuições das outras disciplinas”. (JAPIASSU, 1976, p.26 – grifo do autor)

Ressaltamos ainda que, outra preocupação do subgrupo foi com relação ao processo de ensino e aprendizagem. Concordávamos que este processo deveria considerar, como Isabel Solé e César Coll (apud COLL et al., 1999, p.24), que “na escola os alunos aprendem e se desenvolvem

¹⁰ Parte destas discussões aqui apresentadas encontra-se no Relatório Final do subgrupo Ensino e Aprendizagem apresentado à FAPESP (COMPIANI et al, 2010).

na medida em que podem construir significados adequados em torno de conteúdos que configuram o currículo escolar”. Por outro lado, para que este deixasse de ser uma simples lista de conteúdos, foi necessário um intenso trabalho de contextualização a partir do local onde a escola e sua comunidade está inserida, cercada de valores, culturas, de intervenções sociais e políticas.

Esse é um processo que conduz à integração entre as disciplinas, modificando os limites tão rígidos existentes entre elas, com o mundo mais prático e concreto fora da lógica disciplinar e ao estabelecimento de relações com o cotidiano do aluno e com os diferentes contextos do lugar da escola. Além disso, concordamos que “uma escola que insira nas suas formas de educar uma maior compreensão da realidade local terá de organizar parcerias com os diversos atores sociais que constroem a dinâmica local” (DOWBOR, 2007, p.81).

Assim, na constituição destas parcerias, o grupo teve a oportunidade de aprender e ensinar junto aos alunos e pesquisadores imbricados na tentativa de realmente melhorar a escola pública por meio do projeto. Ensinar tanto nossos alunos como os pesquisadores, estes, no âmbito de como funciona a escola pública e da prática docente, bem como quando a proposta curricular e os materiais complementares a ela foram implantados na rede estadual de ensino, no início do ano de 2008.

Nesta perspectiva, as professoras deste subgrupo, que pensavam em estabelecer relação entre o local e os saberes escolares, saíram da sala de aula e partiram para trabalhos de campo, leituras de textos científicos conjugadamente entre “química e português”, “química e biologia”, e, “biologia e português”, assim como atividades de laboratório entre química e biologia. Estas eram atividades pouco comum à suas práticas e portanto apoiaram-se em suas discussões semanais, procuraram respaldo junto aos formadores dos Institutos de Geociências e de Biologia da UNICAMP, assim como do IAC, envolvidos no projeto principal.

O projeto individual: como surgiu a ideia

Construir um projeto pedagógico que buscasse a interdisciplinaridade, enriquecesse o processo ensino-aprendizagem e a compreensão do espaço local frente às condições ambientais existentes na região da escola, eram os objetivos do subprojeto “Lição de Casa: O ensino inserido na realidade da comunidade escolar” da EE Ana Rita, e, sendo assim, para o desenvolvimento do

meu projeto de pesquisa individual, era preciso pensar num ensino de química contextualizado mediante dados e/ou fatores da bacia do ribeirão.

Então, partindo da ideia de que o objetivo principal de um currículo deveria fugir da simples lista de conteúdos, assim como as outras integrantes do subgrupo Ensino-Aprendizagem, pensamos que um currículo local que valorizasse aquilo que o aluno conhece, tem contato ou que o incomode seria de extrema relevância. Afinal, o Ribeirão das Anhumas, antes conhecido pela comunidade escolar como “valeta” já que era visto como um esgoto, o que de fato ele é hoje, passa ao lado da escola e a maioria de nossos alunos mora às suas margens, então, como enfrentar essas questões que nos incomodam, mas que a escola continua a não tratar?

Neste sentido, é importante destacar que os alunos envolvidos na fase de coleta de dados, ao ingressarem no ensino médio (em fevereiro/2007, 1ª série B do EM), época em que eram elaborados os projetos de pesquisas individuais e atividades piloto eram desenvolvidas, se apresentavam numa fase de transição muito difícil, em que o professor havia deixado de ser aquele que “ensinava” a disciplina de ciências para ser aquele que ensina e aprende ao mesmo tempo as ciências, Química e Biologia, bem como a Língua Portuguesa, de uma maneira nada usual, tampouco tradicional.

A adaptação ao novo modo de “ensinar”, no qual o aluno também é produtor de conhecimentos, e que o subgrupo estava envolvido e motivado em desenvolver, durou pelo menos um bimestre e passou a refletir na organização e elaboração das atividades e projetos de pesquisas individuais, uma vez que a preocupação em atender aos anseios daqueles estudantes era prioridade do subgrupo.

Ao pensar no meu projeto de pesquisa, além da necessidade de pensar na etapa de adaptação dos alunos, a maior dificuldade era a de utilizar o local como ponto de partida e/ou chegada, e outro questionamento passou a complementar o primeiro: Como trabalharia a disciplina de química a partir de uma bacia hidrográfica?

Uma das maneiras que procurei utilizar para dar significado a este processo de ensino e aprendizagem, especialmente aos conteúdos químicos para a turma em questão, foi a de enfatizar o local que a escola havia adotado¹¹, extrapolando para a bacia hidrográfica, a cidade de Campinas e o planeta Terra desde a sua constituição, e assim aconteceu com o restante do subgrupo (exceto a prof Graziela que não lecionava para aqueles alunos), cada uma das

¹¹ Em 2005 a EE Ana Rita adotou um local que fica ao lado da escola e margeia o Ribeirão das Anhumas.

professoras voltada para a sua especialidade, mas sempre que possível procurando a interdisciplinaridade.

Muito me incomodava saber que quando se tem um leito d'água nas proximidades da escola (como em nosso caso), a prática de muitos colegas de profissão não passa de experimentos e/ou observações que envolvam a constatação de problemas relacionados única e exclusivamente à poluição da água, genericamente. Foi então que optei por trabalhar com um assunto um tanto inovador para uma professora de química: o ensino de solos baseado na região da escola.

Para inserir as atividades de química no contexto do projeto de tratar o local da escola, escolhi o tema solos, com o qual poderia e pude desenvolver muito bem uma química relacionada à litosfera. Esta temática tão importante quanto a atmosfera, a hidrosfera e a biosfera, embora sugerida nos PCN+, era a única que não estava presente explicitamente na PCEQ. A fim de complementar esta última, a SEE sugere e distribui os cadernos do aluno (CA) e do professor (CP), com propostas de *situações de aprendizagem* que abordam os conteúdos da disciplina utilizando temáticas que na sua maioria foram utilizadas por mim a fim de completar o ensino de solos.

O desenvolvimento deste projeto de pesquisa individual aconteceu no contexto do subgrupo em várias etapas, entre elas as atividades escolares de levantamento de idéias prévias (LIP), construção de uma linha do tempo geológico, leituras de artigos científicos, atividades de laboratório e trabalhos de campo que permeavam aulas dialógicas e expositivas.

Então, a partir deste trabalho e como professora-pesquisadora do projeto Anhumas na Escola, elaborei o projeto de mestrado com o olhar voltado para o currículo da disciplina escolar química e sua relação com as geociências, bem como para o material didático disponibilizado tanto pelo governo federal junto ao Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), como pelo governo estadual (cadernos do aluno e do professor), baseando-me nas seguintes inquietações: De que forma o tema “Química e Litosfera”, proposto pelos PCNs, poderia ser incorporado ao currículo da disciplina escolar química? e, De que forma os conhecimentos sobre a bacia do Ribeirão das Anhumas contribuiria para nortear a elaboração das atividades escolares que justificariam a inclusão do tema “Química e Litosfera” no currículo de química da 3ª série do EM?

A seguir, apresento a pesquisa realizada entre fevereiro de 2009 e agosto de 2011, sistematizada em quatro capítulos e discutida nas considerações finais, no âmbito do programa de Pós Graduação em Ensino e História de Ciências da Terra do Departamento de Geociências Aplicadas ao Ensino (DGAE), do Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

O primeiro capítulo aborda a metodologia desta pesquisa, fundamentada na investigação-ação de Elliott, pesquisa-ação de Mackernan e Franco e na pesquisa-ação-colaborativa de Pimenta, Garrido e Moura, e, Silva e Compiani. Também traz a ideia de currículo e professor pesquisador, tendo como base teórica a pesquisa-ação e suas adjacências, de modo esclarecer o que entendemos por estes itens e de ressaltar a importância do professor na elaboração do currículo escolar.

No capítulo 2 fazemos uma revisão dos documentos oficiais que, de certa forma, contribuíram na elaboração da PCEQ em vigência desde 2008, sob o olhar da contextualização e interdisciplinaridade. Apesar de nosso objetivo não ser aprofundar a discussão a respeito destes documentos, analisamos as Leis de Diretrizes e Bases da Educação a partir de 1961, Propostas Curriculares do Estado de São Paulo para a disciplina química a partir de 1986, bem como os Parâmetros Curriculares Nacionais e seus textos complementares, PCN+ e Orientações Curriculares para o Ensino Médio, na intenção de mostrar ao leitor que as discussões acerca da elaboração de currículos “contextualizados e/ou interdisciplinares” não são recentes.

O capítulo 3 foi estruturado de modo que a partir da análise dos cadernos do professor e do aluno e do livro didático, abordando a presença ou não do tema “Química e Litosfera”, bem como o tratamento dado a esta temática quando presente no material, a fim de que o leitor possa compreender o objetivo de confirmar nossas hipóteses sobre a relevância da abordagem adequada deste tema para o entendimento do planeta Terra enquanto sistema integrado.

No capítulo 4, ressaltamos a importante contribuição do subgrupo Ensino-Aprendizagem na elaboração e desenvolvimento das atividades que foram para esta pesquisa, fator de extrema relevância, afinal, por meio do tratamento dado na ocasião da discussão das mesmas, pudemos mostrar o movimento colaborativo e interdisciplinar que se estabeleceu durante todo o percurso da autora com o restante do subgrupo. Assim, neste capítulo, o leitor encontrará breve descrição e discussão das atividades aplicadas durante o Projeto Anhumas na Escola, na condição de busca por dados que justificassem a inserção do tema solos no plano de ensino da 3ª série do EM que é

proposto ao final do mesmo capítulo.

Por fim, temos as considerações finais, em que retomamos os pontos principais da pesquisa-ação e colaborativa como metodologia de pesquisa para o professor-pesquisador, discutimos a relevância da participação do professor na elaboração do currículo, e a importância da abordagem do tema “Química e Litosfera” que relaciona a química e as geociências para o entendimento do sistema Terra, fazendo a tentativa de responder às questões norteadoras desta pesquisa.

Capítulo 1

Pesquisa-ação enquanto metodologia de pesquisa

A pesquisa-ação permite uma ampla gama de medidas interativas e não-interativas, desde a observação participante até estudo de caso e triangulação. Não há preferência pelos métodos qualitativos sobre os quantitativos. Frequentemente, o problema de pesquisa dita os métodos adequados e, às vezes, novos métodos podem ser criados para se encaixar no projeto de pesquisa.

James Mckernan

Partindo do pressuposto de que “a pesquisa-ação talvez seja a metodologia de pesquisa mais adequada para investigar e resolver problemas práticos tanto em sala de aula quanto no currículo” (MCKERNAN, 2009, p.113), baseando-nos na ideia de Elliott, e que Mckernan cita em sua obra, de que a “pesquisa-ação é uma investigação sistemática realizada por profissionais para a melhoria da qualidade da ação” (p.174), e também por este trabalho derivar de um projeto cujos objetivos estavam ligados ao “contribuir para o repensar curricular [e] desenvolver estratégias de cooperação entre professores da escola básica, licenciandos e professores da universidade” (COMPIANI et al., 2006, p.10), é que justificamos a *pesquisa-ação* como metodologia deste trabalho.

Mckernan, ao tratar da pesquisa-ação em sua obra, a considera como um “modelo de investigação baseado no processo” (2009, p.114) uma vez que o ensino passaria a ser visto como uma prática reflexiva do próprio professor, incluindo neste “ensino” a elaboração do currículo. Neste caso, buscando apoio em outros profissionais, como os acadêmicos com os quais tive o prazer de trocar experiências e também adquirir novos conhecimentos durante a vigência do Projeto Anhumas na Escola, o professor poderia refletir sua prática a luz de teorias, mas também de sua atuação em sala de aula.

É fato que a discussão e reflexão sobre o currículo não estão diretamente ligadas à prática do professor, uma vez que este está habituado a executá-lo (prática) e não a pensá-lo (teoria), no entanto, como sugere Mckernan (2009, p. 255), “o campo do currículo, tanto na teoria quanto na prática, depende, em grande parte, da expansão de um processo crítico de pesquisa e

desenvolvimento por professores que usem outros profissionais para apoiar seu trabalho”, afinal, como modificar algo que não conhecemos? Como executar um currículo se não participamos de sua elaboração? Como reverter falhas se não sabemos onde estão?

Deste modo, apresentamos a seguir, as etapas percorridas durante todo o processo de elaboração desta dissertação sob a luz da pesquisa-ação e suas adjacências, no entanto, deixemos claro que estas foram conduzidas sob uma nova concepção de prática profissional e educacional do professor autônomo, crítico e inovador que vai praticar social e institucionalmente a pesquisa-ação com grupos de professores ou comunidades de aprendizagem e pesquisa nas escolas, afinal é assim que a prática do professor-pesquisador acontece no Projeto Anhumas na Escola.

1.1 - O Currículo e a ideia de Professor-Pesquisador

Normalmente, entende-se por currículo uma lista de conteúdos que o professor, muitas vezes, segue sob pressão de seus gestores que o consideram como um “executor” do currículo oficial. Entretanto, ao se pensar em um professor “autônomo e reflexivo” em relação a este currículo, precisamos entendê-lo como professor-pesquisador, bem como entender o currículo como

um campo de estudo que engloba tanto conhecimento teórico quanto prático (...) e consiste em ideias imaginadas por educadores e outros profissionais com a responsabilidade de ‘melhorar’ a educação, ou seja, para o desenvolvimento do currículo. (MCKERNAN, 2009, p.82)

Neste sentido, tratar do professor enquanto pesquisador é primordial, afinal, ele poderá agir no âmbito da

- pesquisa-ação-colaborativa proposta por Pimenta, Garrido e Moura (2001) que consideram que a investigação da própria prática “oferece um fio condutor e um distanciamento para entender de forma mais sistemática e criteriosa o próprio trabalho” (p.5);
- investigação-ação de Elliott (2005) que trata o professor envolvido como profissional autônomo e que tem sua própria prática em reflexão;

- pesquisa-ação de Franco (2005), em que os professores enquanto *investigadores*, “aprenderão e desenvolverão habilidades de elaborar novas hipóteses para realizar novas práticas, [entre outras]”, (p.500);
- pesquisa-ação de Mckernan (2009) que defende o professor enquanto *ator* em um *cenário social*, e que participa tanto da ação quanto da pesquisa em busca da melhoria da qualidade de sua prática e,
- pesquisa-ação-colaborativa de Silva e Compiani (2010), em que academia e professor da educação básica trabalham colaborativamente, em “busca da melhoria da ação docente e aprendizagem dos alunos e na produção de conhecimentos sobre a aprendizagem e desenvolvimento da docência e de inovações nas aulas” (p. 9).

Desta forma, partimos do pressuposto de que “a pesquisa-ação tem sido utilizada, nas últimas décadas, de diferentes maneiras” (FRANCO, 2005, p. 483), que “o trabalho docente se constrói na complexidade das intervenções pedagógicas” (ROSA et al, 2001, p. 38.), e que as diferentes abordagens nos remetem àquilo que pensamos para o professor-pesquisador.

Além disso, levando em consideração que esta pesquisa deriva do Projeto Ribeirão Anhumas na Escola, e que no decorrer deste houve a realização de “pesquisas em colaboração com os profissionais acadêmicos e não acadêmicos” (SILVA e COMPIANI, 2010, p.2), ressaltamos, a *pesquisa-ação-colaborativa*. Neste sentido, a ideia de professor-pesquisador surge, pois este trabalho acontece na e sobre minha prática, caminhando para a obtenção de frutos em discussões pautadas em fatos reais de colaboração (academia-professor-escola), que enriqueceram o processo de elaboração de um plano de ensino para a terceira série do EM, sugerido no final deste trabalho e baseado na articulação entre as geociências e a química, complementar ao currículo apresentado e em vigência desde 2008 pelo estado de São Paulo para o ensino de química.

Estando o professor na condição de pesquisador, autônomo e reflexivo, é imprescindível que seu olhar esteja voltado também para o currículo. Mckernan (2009, p.56), ao tratar do desenvolvimento do currículo em sua obra, cita “Whitehead em *The aims of education*, onde ele argumentava que cada escola precisava definir e planejar o seu próprio currículo”, e diante disso, é preciso lembrar que em se tratando de uma escola pública, os professores trabalham sob a pressão (muitas vezes) de “seguir” *ipsis litteris* aquilo que lhes é oferecido, apesar de muitos concordarem, inclusive eu, que “os currículos são, basicamente, meras propostas, ou hipóteses, e não produtos acabados [e que por isso] sempre haverá questões não resolvidas e ninguém poderá escrever a última palavra sobre o assunto” (Ibid., p.45).

Ainda acerca da ideia de currículo, o mesmo autor defende que “o que precisamos oferecer é um currículo concebido não como uma solução final e prescritiva, mas como uma série de hipóteses e princípios procedurais¹² que os professores podem testar e efetivamente traduzir em prática social reflexiva.” (Ibid., p. 147)

Deste modo, sugerimos que o professor deva sempre estar diretamente envolvido com a avaliação e reflexão acerca de sua prática, bem como ao currículo, e, propomos a pesquisa-ação enquanto “uma forma de investigação colaborativa e coletiva autorreflexiva conduzida por participantes a fim de resolver problemas práticos e melhorar a qualidade de vida em qualquer cenário social” (Ibid., p.143). Neste caso, o grupo de *participantes* seria composto não só de professores e acadêmicos envolvidos no Projeto Anhumas na Escola, mas também da equipe gestora e todo o restante da comunidade escolar.

Pensamos também que um professor que reflete a sua prática acaba por contribuir nas reflexões acerca do processo de ensino e aprendizagem da escola quando este momento é compartilhado com outros colegas, em que todos discutem e trocam ideias. Este exercício reflexivo talvez proporcione ao professor (e ao restante da escola) um momento de replanejar ou (re)avaliar suas aulas, bem como o currículo que está sendo proposto pelo sistema de ensino do estado de São Paulo, não no sentido de abandoná-lo, mas no sentido de torná-lo mais próximo da realidade escolar.

Levando em consideração o “caminho” percorrido pelo currículo, desde o seu desenvolvimento, até a prática de sala de aula, concordamos que

¹² Entendemos que o tradutor da obra utiliza-se desta palavra, inclusive mais de uma vez, talvez no sentido de “procedimentais”. Do inglês “procedure”, significa procedimento.

o currículo ganha vida mesmo é no cotidiano escolar e na ação das pessoas envolvidas no processo ensino-aprendizagem, o que reforça seu caráter dinâmico, podendo até fugir do controle do planejamento. (...) Professores e alunos devem estar juntos, numa visão histórica mais ampla, no momento em que vivenciam experiências, no momento em que dão legitimidade à seleção dos conteúdos no currículo. (PINTO, 2005, p.86)

Acreditamos, portanto, que um currículo próximo da realidade escolar deva ser constituído também da prática do professor, bem como do conhecimento que o aluno já possui e traz para a escola, ou seja, há a necessidade de discussões entre a equipe escolar diante do processo de pesquisa-ação ao qual o professor estará envolvido, afinal,

a educação é um processo e não um produto. Além disso, um currículo tem intenções, transações e efeitos. Acreditando que os professores são responsáveis por seus resultados, o currículo convida a uma resposta de pesquisa por parte do professor e dos alunos. (MCKERNAN, 2009, p.187)

Diante destes pressupostos, pensamos que um currículo construído ou reelaborado pela equipe escolar, torna-se de fato mais significativo para o professor, se levarmos em consideração que

adotar esta perspectiva é submeter nosso ensino à pesquisa de modo que conheçamos os efeitos de nossa prática (...), [partindo da ideia de que] a pesquisa-ação é um tipo de autoavaliação feita por profissionais sobre os problemas que eles experienciam [e que] são praticadas ações para resolver os problemas e é montada uma investigação para monitorar o processo de mudança. (Ibid., p.187, 238)

Quanto à temática local para a elaboração de um currículo, é preciso concordar com Dowbor (2007) quando ele discute a urbanização e iniciativas sociais, e diz que

a escola passa a ser uma articuladora entre as necessidades do desenvolvimento local e os conhecimentos correspondentes [e que] não se trata de uma diferenciação discriminadora, do tipo “escola pobre para pobres”: trata-se de uma educação mais emancipadora na medida em que assegura à nova geração os instrumentos de intervenção sobre a realidade que é sua. (p. 21)

Porém, ao considerar a escola como articuladora de um currículo local, entendemos que deva existir interações entre a escola e, professor, academia e órgãos superiores, para que a relação “professor-aluno-conhecimento” dentro do processo de ensino-aprendizagem aconteça de forma menos fragmentada.

Assim sendo, necessitamos da prática interdisciplinar que, no material complementar à PCEQ, é tratada como *estudos interdisciplinares* e que eventualmente aparecem como uma atividade em meio a tantas outras disciplinares. Aliás, pensamos que este tema, interdisciplinaridade, vai muito além do que “uma” atividade, é uma prática que deve permear todo o processo de ensino, afinal

prepara e engaja os especialistas na pesquisa em equipe, fornecendo-lhes os instrumentos conceituais para que saibam analisar as situações e colocar os problemas; para que aprendam a conhecer os limites de sua própria metodologia e possam dialogar, de forma produtiva, com os outros especialistas: pelo trabalho em comum, pelo confronto dos métodos, pela “concertação” dos pontos de vista e dos resultados. (JAPIASSU, 1976, p.33 – grifo do autor)

1.2 – Um trabalho de parcerias

Ao pensar na elaboração de um currículo, esbarramos numa perspectiva, em que, no âmbito das ciências humanas “investigador e investigado são dois sujeitos em interação” (FREITAS, 2002, p.24). Assim, a pesquisa colaborativa, que “tem por objetivo criar, nas escolas, uma cultura de análise das práticas que realiza, a fim de possibilitar que seus professores, auxiliados pelos professores da universidade, transformem suas práticas” (PIMENTA, GARRIDO e MOURA, 2001, p.1), vem nos auxiliar na fundamentação teórica deste trabalho, assim como, a pesquisa-ação vista como “uma maneira tanto de aprendizagem quanto de conhecimento sobre nossa prática” (MCKERNAN, 2009, p.143), com o objetivo de amparar o professor enquanto pesquisador, bem como participante do processo de elaboração do currículo.

A respeito da organização do currículo a partir da pesquisa colaborativa entre universidade e escola básica e a organização do currículo a partir desta interação, Sicca e Gonçalves (2006, p.1 – grifo dos autores) entendem que “a **produção de conhecimento local**, o **trabalho interdisciplinar** e a lógica de trabalho por **projetos** implicam que a escola e a universidade se relacionem a partir da lógica do conhecimento”. Por outro lado, ressaltam que “o trabalho entre escola e universidade **organiza o currículo a partir de fatos da vida real dos atores escolares**” (p. 2 – grifo dos autores).

Diante desta perspectiva, perguntamos: como pode a *lógica do conhecimento* (conhecimento acadêmico) ser estruturadora da parceria colaborativa quando o currículo se

organiza a partir de fatos da vida real dos atores escolares?

Para esta pesquisa, e projeto do qual é derivada, valorizamos o *conhecimento escolar* e não apenas o acadêmico como estruturador da prática docente colaborativa, como também não entendemos a *vida real* como principal organizadora do currículo, já que os atores envolvidos trazem consigo conhecimentos que de certa forma alavancam e estimulam a busca de outros.

Desta forma pensamos que “nessa sistemática de trabalho não se pretende que o professor universitário, considerado especialista, dite os rumos das mudanças, e que os professores da escola sejam meros executores” (PIMENTA, GARRIDO e MOURA, 2001, p.3).

Esta prática, bem como a preocupação do Departamento de Geociências Aplicadas ao Ensino (DGAE), da UNICAMP com a escola básica e seus atores já vem de outros projetos coordenados pelo orientador desta dissertação e foi evidenciada na tese de doutorado de Silva (2009), e em Santos e Compiani (2009) sob dois aspectos importantes:

Os últimos autores propõem que

A superação do modelo tradicional de ensino alicerçado em um currículo organizado pela lógica das disciplinas científicas e, normalmente, com uma atitude passiva do aluno (...), exige, dentre outras ações, a transformação dos procedimentos e atitudes didático-pedagógicos na escola, bem como uma concepção de currículo que se construa na continuidade vivida da própria experiência dos sujeitos inseridos no cotidiano da prática social. (SANTOS e COMPIANI, 2009, p. 73)

Já Silva (2009), comentando sobre o próprio projeto “Ribeirão Anhumas na Escola”, atenta para a utilização do lugar:

Ao adotar uma micro bacia, o projeto integra a preocupação com o futuro e a utilização dos recursos hídricos num contexto urbano, mas, também, resgata, problematiza e valoriza a realidade local de centenas de moradores expostos aos riscos ambientais relacionados aos afluentes do Ribeirão (...). (p. 8)

Então, sugerimos também que a lógica do conhecimento científico faz parte da estruturação do conhecimento escolar, já que o conhecimento escolar é gerado na interrelação entre o científico e o cotidiano, porém este é processo e produto de condições próprias na instituição de ensino, desta maneira, concordamos que

as escolas não são apenas distribuidoras de conhecimento, mas que os professores e os alunos podem ser produtores de conhecimento”. [Além disso], em termos de qualidade, precisamos de menos intervenção e controle sobre o currículo e mais responsabilidade para os educadores no desenvolvimento e na avaliação de currículos. (MCKERNAN, 2009, p.80, 143)

Além de todo o exposto,

os projetos educacionais desenvolvidos necessitam ser analisados à luz de um contexto de múltiplas relações e determinações. Esse contexto, reflete a complexa sociedade do conhecimento, que vem exigindo mudanças profundas no que se refere à visão de mundo, de indivíduo, de tempo, de espaço, entre outras. A educação, e por consequência as escolas, devem estar inseridas neste movimento de mudanças, contribuindo para a releitura da realidade em que vivemos. E, nesse sentido, a conexão da realidade e seus problemas com os conteúdos curriculares assumem importância significativa. (SANTOS e COMPIANI, 2009, p. 73)

Para tanto, a pesquisa-ação, que “permite uma ampla gama de medidas interativas e não-interativas” (MCKERNAN, 2009, p.163), além de nos fornecer subsídios para o embasamento teórico a respeito da ideia de professor-pesquisador e a relação deste com o currículo, foi base para a coleta de dados e organização deste trabalho.

1.3 – Os momentos da pesquisa

Este trabalho teve início enquanto eu ainda fazia parte do Projeto Anhumas na Escola e fora desenvolvido na EE Profa Ana Rita Godinho Pousa, escola parceira do projeto e onde trabalho como professora de Ensino Médio desde o ano de 2002. Para efeito de organização, sugerimos tratá-lo em 5 momentos, mesmo que muitas vezes estes tenham acontecido ao mesmo tempo.

Mckernan (2009), em sua obra, fala sobre como realizar pesquisa-ação, citando algumas táticas de pesquisa disponíveis, interativas ou não, como métodos, a saber: observação participante e não participante, uso de registros em vídeo, análise de documentos, estudo de caso, diário, registro de diálogo, anotações de campo, estudos de acompanhamento, questionários, entrevistas, listas de verificação e escalas de classificação, análise de conteúdo, histórico de vida/carreira, dados sobre traços físicos e quadrangulação (adaptação feita pelo próprio autor em 1996 do método de triangulação).

Baseados, então, em alguns destes métodos, a seguir são brevemente descritos cada um dos momentos deste trabalho.

1.3.1 – Contribuições: discussões no subgrupo Ensino-Aprendizagem

Hoje em dia, o professor pouco discute o currículo, executa-o. É bastante comum professores “reclamarem” do currículo, no entanto, é muito difícil vê-los refletindo e procurando adequá-lo à sua realidade. Neste sentido, as discussões no subgrupo Ensino-Aprendizagem, contribuíram para que entendêssemos até que ponto poderíamos intervir, por meio da pesquisa do professor, na elaboração de um currículo.

No início destas discussões, nós, professoras deste subgrupo, não sabíamos o que pesquisar, quais dados coletar e o que analisar, enfim, não entendíamos o que era pesquisar em nossa prática (**na** ação). A interação com os professores acadêmicos, durante a vigência do Projeto Anhumas na Escola, possibilitou meios para que encontrássemos o caminho e entendêssemos o que realmente viria a ser professor-pesquisador, e entre estes meios, estavam discussões acerca de literaturas que pouco conhecíamos.

Muitas vezes, as discussões caminhavam em direção aos problemas diários do professor de escola pública, como falta de recursos, indisciplina, falta de professores, bem como a questão salarial, porém, aos poucos, percebemos que deveríamos manter o foco nas discussões acerca daquilo que realmente nos interessava e pelo qual “lutávamos” naquela escola e projeto: o processo de ensino e aprendizagem, no qual se inserem discussões a respeito de currículo e práticas de sala de aula.

As necessidades teóricas do subgrupo, bem como as individuais foram surgindo a medida que as atividades eram elaboradas ou desenvolvidas em sala de aula ou ainda quando a proposta curricular do estado de São Paulo nos foi apresentada, em fevereiro de 2008.

No ano anterior, 2007, havíamos planejado um trabalho baseado na formação que tivemos nos módulos oferecidos pelo Projeto Anhumas na Escola e, é claro em nossas formações específicas, bem como nossa prática. Contudo, a implementação da proposta curricular desencadeou inquietações que nos fizeram retomar todo o trabalho, com vistas para o que era proposto pelo estado de São Paulo. Foi necessária, então, uma leitura detalhada da proposta, bem como uma releitura de nosso trabalho, que gerou discussões proporcionando-nos reflexões mais profundas acerca de interdisciplinaridade, currículo e pesquisa do professor. As leituras sobre o trabalho de Japiassú e Mckernan, portanto, iniciaram-se neste contexto.

Às vezes e ao mesmo tempo, o que é ideal para uma determinada situação ou público é também o que gera dificuldades para outros, e, partindo desta premissa é que o projeto de pesquisa desenvolvido por mim, durante o Projeto Ribeirão Anhumas na Escola fora elaborado.

As discussões no subgrupo Ensino-Aprendizagem e o contato com a academia contribuíram para que reflexões se transformassem num ideal de trabalho, afinal, não estava satisfeita com a organização do currículo de química proposto para a 3ª série do EM por estar organizado somente no âmbito da atmosfera, hidrosfera e biosfera como fonte de recursos para o ser humano.

Percebendo que a ausência da litosfera abria uma lacuna e acarretava aprendizagem fragmentada sobre o planeta, na qual cada uma das esferas abordadas apresentava-se independente, passei a melhor observar, então, meus alunos. A compreensão dos ciclos biogeoquímicos também era bastante comprometida, além disso, e em paralelo, meus alunos apresentavam dificuldades para entender que as transformações químicas no ambiente dependiam de inúmeros fatores, entre eles a necessidade destas esferas estarem em constante “intercâmbio”, então, algo estava faltando entre a atmosfera e a hidrosfera.

O estudo sobre a formação do solo foi a solução encontrada para o trabalho no projeto, porém, havia a necessidade de incluí-lo no currículo da 3ª série do EM. Neste momento, e mais uma vez, o apoio das colegas do subgrupo foi muito importante, pois, estando elas também em sala de aula, e, desenvolvendo as suas pesquisas, sabiam exatamente das dificuldades que teria em adequar o currículo frente exigências da equipe gestora da escola em se cumprir literalmente a proposta curricular que acabara de ser implementada, afinal, não seria só o currículo a ser modificado, o material didático e a prática também seriam alterados. Diante deste quadro, iniciei um processo de análise reflexiva sobre aquela proposta de currículo e assim o projeto de mestrado fora elaborado.

Deste modo, o trabalho do subgrupo foi replanejado e minha pesquisa de mestrado tomou corpo, as atividades específicas da disciplina química foram ora elaboradas por mim e discutidas no subgrupo, ora elaboradas e discutidas em grupo, pois, as pesquisas das colegas seguiam em paralelo e se complementavam.

Como não é nosso objetivo detalhar cada uma das pesquisas individuais, no capítulo 4 comentamos brevemente em meio à descrição e discussão das atividades, uma “linha do tempo do subgrupo”, em que registramos cada passo dado por cada uma das integrantes do Ensino-

Aprendizagem, bem como as atividades gerais do projeto, as que eram comuns aos dois subgrupos (denominamos ‘grupo’) e da escola, a fim de que o leitor possa compreender nossa dinâmica de trabalho ao longo do ano de 2009, momento de maior relevância para esta pesquisa.

1.3.2 – A busca por referenciais: Currículo e Pesquisa-Ação

O aprofundamento das buscas por referenciais se deu a partir das discussões no subgrupo, bem como da necessidade teórico-metodológica para o desenvolvimento deste estudo.

Em se tratando do termo currículo, Moreira e Candau (2007) e Mckernan (2009), enfatizam que é preciso delimitar o ponto de vista que se tem sobre o termo, já que segundo estes autores, a palavra “currículo” é utilizada com diversos sentidos, baseados em concepções e visões que diferem de acordo com os posicionamentos ideológicos adotados. Deste modo,

a questão do currículo permeia, há décadas, as discussões pedagógicas e políticas no Brasil e em diversos outros países. Com as reformas curriculares, no cenário brasileiro, pode-se perceber a grande tendência do sistema público querer produzir mudanças/reformas, trazendo sempre marcas de suas alterações, na intenção de atender às necessidades atuais da sociedade, ou seja, considerar as exigências da produção, num sistema que destaca a questão do emprego e da qualidade do trabalhador. (CARRERI, 2007, p.15)

Neste sentido, podemos dizer que o campo de pesquisas acerca de “currículo” é amplo, além disso, de acordo com Moreira e Candau (2007), as pesquisas nesta área têm se intensificado a partir da década de 1990 com enfoques diferenciados. Assim, procuramos delimitar nossos referenciais sobre o que encontramos a respeito de um currículo contextualizado e interdisciplinar, no âmbito mais geral e também mais específico para o ensino de química.

No Brasil, podemos citar os trabalhos desenvolvidos pelo grupo GEPEC¹³ que se relacionam com práticas curriculares e que tomam como referência a publicação dos PCNs (MOURA e ROSA, 2008), os trabalhos de Silva e Marcondes (2010), e, Santos e Sicca (2007), sobre contextualização e currículo para o ensino de química, e, de Lopes (2005), sobre hibridização e recontextualização de discursos curriculares, em especial na disciplina escolar química, entre outros.

¹³ GEPEC: Grupo de estudos e Pesquisas em Educação Continuada que integra o Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Unicamp

Em se tratando da pesquisa-ação no campo da educação e com o objetivo de melhorar a prática, podemos dizer segundo Mckernan (2009), que surgiu na metade do século XX, porém de lá pra cá com diversas abordagens. Sendo assim, mantivemos o foco nos referenciais citados no item 1.1 deste capítulo ou em trabalhos que, de certa forma, estivessem de acordo com o que sugerimos para “professor-pesquisador”.

Ressaltamos que esta busca por referenciais aconteceu na base de acervos da UNICAMP, no Scielo, em periódicos (Revista Química Nova na Escola, Revista Ciência & Educação, Revista Educação & Sociedade, Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, entre outros) e também em sites de simpósios e encontros sobre o ensino de ciências e de química, como Enpec (Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências) e ENEQ (Encontro Nacional de Ensino de Química).

1.3.3 – Coleta de dados I: Proposta curricular e documentos oficiais

Para que pudéssemos compreender a trajetória do ensino de química no Brasil e também no estado de São Paulo, fizemos uma breve retomada a respeito da história da educação química brasileira baseada na obra de Attico Chassot (1996), da política curricular no Brasil desde 1961 e das propostas curriculares do estado de São Paulo desde 1986.

Em outro momento, documentos oficiais que tratam do currículo do ensino médio no Brasil (Lei 9394/96, Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio ‘PCNEM’, Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – ‘PCN⁺’ e Orientações Curriculares para o Ensino Médio), foram utilizados a fim de que oferecessem subsídios para este trabalho no âmbito legal durante a discussão sobre a concepção do significado, e, a elaboração de um currículo contextualizado e interdisciplinar pela PCEQ.

A PCEQ foi analisada sob uma perspectiva dialógica, procurando compreender o processo de ressignificação do termo *currículo contextualizado*¹⁴, enquanto proposta norteadora para os profissionais da escola pública do estado de São Paulo, bem como a ausência do tema “Química e

¹⁴ Este termo foi utilizado a fim de explicitar a sugestão de trabalho contextualizado pela proposta curricular do estado de São Paulo em vigência, já que esta propõe que “a relação entre teoria e prática não envolve necessariamente algo observável ou manipulável, como um experimento de laboratório ou a construção de um objeto. Tal relação pode acontecer ao se compreender como a teoria se aplica em contextos reais ou simulados.” (PCEQ, 2008, p.21)

Litosfera” para a compreensão da Terra enquanto um sistema que integra a litosfera, a atmosfera, a hidrosfera e a biosfera.

1.3.4 – Coleta de dados II: O material didático

Com o intuito de verificar a presença ou ausência do tema “Química e Litosfera” e como este era abordado, foi proposta uma análise do material disponível aos alunos da escola Ana Rita na época em que se desenvolvia esta pesquisa e o Projeto Ribeirão Anhumas na Escola.

O material é composto do livro didático de Química, proveniente do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM¹⁵), base 2008, e dos cadernos do aluno e do professor (material complementar à PCEQ e disponível a todos os alunos e professores do estado de São Paulo), fornecidos pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo.

Verificar a relação entre a Química e as Geociências, particularmente a abordagem do processo de formação de solos (que inclui o intemperismo e a relação existente entre os ciclos biogeoquímicos) e, a relação da litosfera com a atmosfera, hidrosfera e biosfera como um sistema integrado foram os objetivos principais.

Dentro das possibilidades disponíveis, foi feita uma avaliação geral de todo o material e posteriormente com mais especificidade da unidade 3, item “Tema em foco” do livro didático, e, cadernos do aluno e do professor destinados aos alunos do EM, em especial da 3ª série.

Baseamo-nos nas concepções de Moniz (1975), Press et al. (2006) e Teixeira et al. (2000), de forma que os conceitos das geociências, pudessem ser analisados à luz da disciplina química e do que diz Lima et al (2003), sobre a lacuna que se abre nos ensinamentos fundamental e médio quando o assunto é “solo”.

¹⁵ PNLEM – Consta de um programa do governo federal de distribuição de livros didáticos para alunos de ensino médio de todo o Brasil. Cada escola escolhe duas opções disponíveis numa lista pré-aprovada pelo Ministério da Educação no ano anterior à entrega dos mesmos, e de acordo com a disponibilidade da primeira ou segunda opção, um destes é enviado em número suficiente para suprir o contingente de alunos da escola. Este programa é oferecido em ciclos alternados, sendo que as reposições de exemplares faltantes, ano a ano.

1.3.5 – Coleta de dados III: Elaboração e desenvolvimento de atividades

Atividades, que buscassem suprir as lacunas detectadas acerca do tema solos e que justificassem um novo currículo, foram elaboradas com o apoio das colegas de subgrupo e academia, já que a intenção era também a interdisciplinaridade “que reúne estudos complementares de diversos especialistas em um contexto de estudo de âmbito mais coletivo (...), [no qual] ocorrem intercâmbios mútuos e recíprocas integrações [e] existe um equilíbrio de forças nas relações estabelecidas” (SANTOMÉ, 1998, p.73).

Levantamento de ideias prévias, aulas expositivas e dialógicas, atividades de laboratório, leituras de artigos científicos e trabalho de campo fazem parte do conjunto de atividades desenvolvidas pelo subgrupo, sendo elas específicas de cada uma das disciplinas envolvidas (biologia, português e química) ou mais gerais, porém, focaremos naquelas em que a disciplina escolar Química esteve mais presente, no capítulo 4.

Procedemos com a utilização destas atividades em sala de aula a fim de se observar a aplicabilidade das mesmas. Posteriormente, a avaliação destas atividades e a reflexão a respeito de todo este material sistematizaram dados importantes para que um currículo de química para a 3ª série do EM pudesse ser elaborado e assim entendermos de que forma o tema “Química e Litosfera”, proposto pelos PCNs, poderia ser incorporado ao currículo da disciplina escolar química, e, também de que forma os conhecimentos sobre a bacia do Ribeirão das Anhumas contribuiria para nortear a elaboração das atividades escolares que justificariam a inclusão deste tema no currículo de química.

Durante este processo, as discussões no subgrupo, com especialista em solos do IAC, bem como com o orientador deste trabalho foram registradas em diário de campo das professoras ou gravações de áudio e também foram fontes de dados de pesquisa.

Pode-se dizer que o momento de coleta de dados para esta pesquisa iniciou-se com a análise da proposta curricular, do material didático e, em paralelo com a elaboração e desenvolvimento das atividades escolares baseadas em conhecimentos acerca da Bacia do Ribeirão das Anhumas e com foco sempre na contextualização com o local da escola.

Capítulo 2

Documentos Oficiais e Currículo

Essa articulação interdisciplinar, promovida por um aprendizado com contexto, não deve ser vista como um produto suplementar a ser oferecido eventualmente se der tempo, porque sem ela o conhecimento desenvolvido pelo aluno estará fragmentado e será ineficaz.

BRASIL, 2002

Neste capítulo procuramos analisar os documentos oficiais que embasam a Proposta Curricular para o Ensino Médio do Estado de São Paulo, mais especificamente em relação ao ensino de química.

No primeiro item, baseados nesta análise, buscamos compreender a trajetória que o ensino de química percorreu até os dias atuais levando em consideração o enfoque do currículo desta disciplina em sala de aula, começando pelo ensino baseado no cotidiano, depois passando pelas listas de conteúdos e chegando ao ensino contextualizado.

No segundo, baseamo-nos nos Temas Geradores para o Ensino de Química propostos nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) e nos temas abordados na PCEQ, com uma maior ênfase para o tema “Química e Litosfera”, que está presente explicitamente no primeiro documento e não no segundo, relacionando o ensino contextualizado e o tema citado ao enfoque local, sendo esta relação estruturadora de um trabalho com tendências interdisciplinares.

2.1 – Documentos Oficiais: o que dizem a respeito de um currículo contextualizado e interdisciplinar?

Pretendemos neste item apontar, baseados nos documentos oficiais e, de certa forma, norteadores da PCEQ, qual a ideia, inclusive na própria proposta, sobre um ensino de química contextualizado e interdisciplinar. É importante ressaltar que não é intenção aprofundar-nos nestes documentos.

Para tanto, começamos fazendo considerações a partir do início do século XIX, quando “é reconhecida a importância da Química para o progresso dos estudos da medicina, cirurgia e agricultura” (CHASSOT, 1996, p.141).

Segundo o mesmo autor, “o primeiro decreto que refere oficialmente o ensino de Química no Brasil é o de 6 de julho de 1810, que cria uma cadeira de Química na Real Academia Militar” (Ibid., p. 137). O referido autor também faz citações a outros documentos, ainda da época do império no Brasil, ressaltando o Conde da Barca (Antônio de Araújo e Azevedo), “como um dos pioneiros da Educação Química brasileira” (Ibid., p.139).

Em meio a estes documentos, o Conde, *um entusiasta da Química*, deixou instruções que “não só permitem inferências sobre a situação das publicações químicas em língua portuguesa, como se constituem nas primeiras sugestões didáticas para fazer um ensino de Química muito ligado à realidade” (Ibid., p. 139), que mais tarde “serão esquecidas, com a migração para um ensino de Química livresco e fundamentalmente re-orientado para um humanismo teórico” (Ibid., p.141).

Entretanto, somente no século XX, mais precisamente 1931, é que “a disciplina de Química passa ser ministrada de forma regular no currículo do Ensino Secundário no Brasil (...), com a Reforma Francisco Campos” (ROSA e TOSTA, 2005, p.256).

Em 1961 a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (Lei 4024/61) surgiu em meio a disputas políticas que duraram anos e que somente quando chegaram ao fim houve enfim a sua aprovação, que garantia o acesso ao nível superior pelos egressos do ensino técnico e criava o Conselho Federal de Educação e os Conselhos Estaduais a fim de controlar o sistema educacional do país.

A Lei 5692/71, cuja função era de atualizar a anterior, definia um currículo organizado por disciplinas obrigatórias (núcleo comum) sugeridas pelo Conselho Federal de Educação e

também previa disciplinas a serem definidas pelos governos estaduais (parte diversificada).

Tinha como objetivo para o ensino de Ciências, segundo autores da Proposta Curricular do Estado de São Paulo de 1992, “o desenvolvimento do raciocínio lógico e vivência do método científico” (p. 13), além disso, segundo os PCNs, previa um 2º grau (hoje Ensino Médio) com duas funções: a preparação do estudante para o prosseguimento de seus estudos e a habilitação para exercer uma profissão (BRASIL, 1999).

Em âmbito estadual, na segunda metade do século XX, “propostas curriculares de ensino de Química foram trabalhadas e divulgadas, [a fim de marcarm] posições discursivas a favor da melhoria do ensino de Química nas escolas” (ROSA, 2010, p.3).

Em 1984, a Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas (CENP) da SEE, promoveu encontros de professores e representantes das Divisões Regionais de Ensino a fim de obter reflexões acerca do ensino de química, o que posteriormente daria origem às *Diretrizes para o Ensino de Química – 2º grau*. Em 1986, a equipe técnica deste processo elaborou os *Subsídios para o planejamento de Química – 1986* que fora discutido em diferentes regiões do estado. Entrevistas a professores de universidades oficiais do Estado de São Paulo e do Centro de Estudos de Ciências de São Paulo (CECISP) também fizeram parte deste processo, incorporando conhecimentos.

A primeira versão preliminar da Proposta para o Ensino de Química do Estado de São Paulo foi elaborada e submetida à crítica dos professores da rede, dos professores das principais universidades do país (UFSCar, UNESP – Araraquara, UNICAMP e USP), da Sociedade Brasileira de Química (SBQ) e do CECISP.

Ao incorporar sugestões e críticas, a equipe submeteu a 2ª versão preliminar da proposta (1988) à discussão por professores da rede, que posteriormente deu origem aos relatórios nos quais era possível verificar o nível de aceitação, e novamente às universidades e ao CECISP. Esta versão já trazia em seu texto a sugestão de contextualização no ensino de química, organizando os conceitos disciplinares a partir de um tema central (SÃO PAULO, 1992).

Segundo autores da 3ª edição desta proposta, publicada em 1992, a escola do 2º grau assumia as funções formativa, propedêutica e profissionalizante com a reformulação da lei 5692/71 pela lei federal 7044/82 que alterava os objetivos para este nível escolar. Então, visando a aprendizagem, o ensino de química deveria seguir como princípios orientadores a “experimentação como um dos momentos de reelaboração do conhecimento, o tratamento do

conhecimento científico sob uma perspectiva histórica, e a análise crítica da aplicação do conhecimento químico na sociedade” (Ibid., p. 12).

Para tanto, na 3ª edição da Proposta Curricular para o Ensino de Química 2º grau, “foi incluída uma sugestão de distribuição das seis unidades de estudo [Quadro 2.1], em três séries, considerando-se uma carga de três horas/aula semanais por série” (Ibid., p.7), podendo haver adequações, inclusive disposição de carga horária maior ou menor, dependendo da extensão dos conteúdos mais relevantes.

UNIDADE I	Transformações químicas
UNIDADE II	Uso dos materiais
UNIDADE III	A água na natureza
UNIDADE IV	Transformações químicas: um processo dinâmico
UNIDADE V	Transformações químicas e energia
UNIDADE VI	Estudo dos compostos de carbono

Quadro 2.1 – Unidades de Estudo
(Elaborado pela autora, com base em SÃO PAULO, 1992)

Também havia a preocupação explícita em seu texto com a “aquisição de conteúdos, por parte do aluno, de conteúdos contextualizados, isto é, que tenham significação humana e social” (Ibid., p.18) e era proposto que o ensino se iniciasse a partir de “situações de interesse imediato do aluno, o que ele vive, conhece ou sofre influências e que atinjam os conhecimentos historicamente elaborados, de modo que lhe permitam analisar criticamente a aplicação destes na sociedade” (Ibid., p.7).

Neste momento, acho importante colocar aqui um pouco sobre minha carreira docente, afinal iniciou-se em 1994, e, minhas memórias de sala de aula e *capacitações técnicas* promovidas pelas Delegacias Regionais de Ensino, permitem-me dizer que a proposta curricular era vista por muitos (inclusive por mim) como uma lista de conteúdos puramente científicos e descontextualizados, descartando assim, a meu ver, um ensino de química que permitisse a aplicação de conhecimentos adquiridos na escola, para a vida em sociedade.

Voltemos agora aos documentos. Mais tarde, precisamente em dezembro de 1996, foi promulgada em âmbito nacional a atual Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9394/96) que prevê em seu artigo 3º a valorização da experiência extra-escolar e a vinculação entre a educação escolar, o trabalho e as práticas sociais, e, no artigo 26 que

os currículos do ensino fundamental e médio devem ter uma base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e da clientela (BRASIL, 1996, p.2 e p.11 - grifo nosso).

Neste sentido, é possível supor que havia espaços para regionalizar aspectos do ensino, assim como nas propostas curriculares do estado de São Paulo. No entanto, a autonomia da escola pública estadual, inclusive de seus gestores e professores, restringia-se (e ainda hoje) ao que lhes fossem ordenados pela Secretaria de Estado da Educação, ou seja, a utilização das propostas curriculares como um “guia” dos conteúdos a serem ensinados (inclusive na sequência sugerida).

Em 1999, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) foram publicados e tinham como objetivos uma “formação geral, em oposição à formação específica; o desenvolvimento de capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização.” (BRASIL, 1999, p.16). A partir de então, tornou-se mais enfático um processo de desenvolvimento do ensino de nível médio no que diz respeito ao que conhecemos por ensino organizado a partir de *competências e habilidades*, partindo do pressuposto que

nessa nova etapa, em que já se pode contar com uma maior maturidade do aluno, os objetivos educacionais podem passar a ter maior ambição formativa, tanto em termos da natureza das informações tratadas, dos procedimentos e atitudes envolvidas, como em termos das habilidades, competências e dos valores desenvolvidos. (Ibid., p. 207)

O documento sugere a organização das disciplinas em áreas do conhecimento, *Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, Ciências Humanas e suas Tecnologias ou Linguagens, Códigos e suas Tecnologias*, e também que se os objetivos propostos para estas áreas forem “compatíveis com valores e atitudes que se pretende desenvolver, (...) podem ser agrupados por competências e habilidades.” (Ibid., 213)

Assim, para a disciplina química, na qual se utiliza “uma linguagem própria para a representação do real (...), é necessário que o aluno desenvolva competências adequadas para reconhecer e utilizar tal linguagem” (Ibid., p. 244), além disso, ainda de acordo com o PCNEM, se conteúdos forem abordados a partir de temas que permitam a contextualização, ganham flexibilidade e interatividade, o que possivelmente contribui para um entendimento de mundo

diferente do usual, em que não só os aspectos essencialmente químicos são considerados. Para isso, “são necessárias competências e habilidades de reconhecer os limites éticos e morais do conhecimento científico, tecnológico e das suas relações” (Ibid., p. 244), afinal,

os conhecimentos difundidos no ensino da Química permitem a construção de uma visão de mundo mais articulada e menos fragmentada, contribuindo para que o indivíduo se veja como participante de um mundo em constante transformação, [se esses conhecimentos traduzirem-se] em competências e habilidades cognitivas e afetivas. (...) Enfim, as competências e habilidades cognitivas e afetivas desenvolvidas no ensino de Química deverão capacitar os alunos a tomarem suas próprias decisões em situações problemáticas, contribuindo assim para o desenvolvimento do educando como pessoa humana e como cidadão. (Ibid., p. 207)

Com a publicação deste documento, iniciaram-se discussões, dentro das escolas entre professores e seus gestores acerca da nova organização curricular por áreas, que segundo os PCNEM, a interdisciplinaridade teria uma função instrumental de modo que oferecesse “maior liberdade aos professores e alunos para a seleção de conteúdos mais diretamente relacionados aos assuntos ou problemas que dizem respeito à vida da comunidade” (Ibid., p. 36), e neste sentido, apontando também para um ensino contextualizado a partir dos interesses não só do aluno, mas da comunidade que ele faz parte, pois,

o distanciamento entre os conteúdos programáticos e a experiência dos alunos certamente responde pelo desinteresse e até mesmo pela deserção que constatamos em nossas escolas [e que] ao propor uma nova forma de organizar o currículo, trabalhado na perspectiva interdisciplinar e contextualizada, parte-se do pressuposto de que toda aprendizagem significativa implica uma relação sujeito-objeto e que, para que esta se concretize, é necessário oferecer as condições para que os dois pólos do processo interajam. (Ibid., p.36)

Sendo assim, podemos dizer que desde então, em âmbito nacional, há uma tentativa de ensino embasado no contexto de vida do aluno de modo que o conhecimento não seja simplesmente “reproduzido das situações originais nas quais acontece sua produção” (Ibid., p.91), e de acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, pode-se dizer que

quando se recomenda a contextualização como princípio de organização curricular, o que se pretende é facilitar a aplicação da experiência escolar para a compreensão da experiência pessoal em níveis mais sistemáticos e abstratos e o aproveitamento da experiência pessoal para facilitar o processo de concreção dos conhecimentos abstratos que a escola trabalha. (DCNEM, apud BRASIL, 1999, p.95 e 96)

Entretanto, a tentativa nacional ainda era distante das escolas, pois a autonomia dos professores ainda se restringia a currículos estaduais prontos e impostos pelas equipes gestoras, distantes da realidade dos estudantes. Afinal, posso afirmar a partir da minha experiência que as discussões nas escolas não passavam de “achismos”, discussões vazias e que não nos levavam a lugar algum senão à elaboração de sentimentos de repulsa com relação àquela nova fase da educação brasileira, pois nos era informado que naquele momento era **ordem** trabalhar por áreas, interdisciplinarmente e que considerássemos o cotidiano do aluno. Mas como trabalhar desta forma se não tínhamos conhecimento para tal?

Lembro-me bem que naquela época, na ocasião do planejamento escolar do ano de 2000, as coordenadoras das escolas em que eu havia assumido os cargos de ciências (EE Professor Adib Chamas, em Santo André) e de química (EE Olavo Hansen, em Mauá), nos dividiram por áreas a fim de elaborar os planos de ensino das disciplinas. A princípio precisávamos efetuar a leitura dos PCN/PCNEM, porém, era necessário que atentássemos também para os planos do ano anterior, elaborados a partir da proposta curricular do estado (no caso da química a de 1992), quando fôssemos organizar os conteúdos.

Eram escolas de locais diferentes, corpo docente e equipes gestoras diferentes e também clientela distintas, mas em nada diferiam na condução das reuniões e nas atitudes dos professores. Em ambas as escolas, as reuniões tiveram duração de cerca de 4 horas e os documentos permaneceram fechados o tempo todo. Não tínhamos conhecimento da real importância deles, tampouco maturidade para inserir conceitos em nossos planos que não tinham significado para nós. Entendíamos a interdisciplinaridade como um grupo de professores trabalhando ao mesmo tempo com uma mesma sala e num mesmo assunto, e claro, impossível de se realizar em virtude da estrutura burocrática das escolas. A contextualização era difícil entender e por isso, focar o cotidiano do aluno não passava de meras exemplificações.

É fato que não ler aqueles documentos era falha do grupo docente, porém, não me lembro de haver ações para mudar aquela situação, sequer encontros nas Diretorias de Ensino que nos motivassem ou esclarecessem melhor tudo aquilo que as equipes gestoras nos passavam do modo como haviam entendido, assim, é importante ressaltar que a falta da participação do professor em discussões mais amplas sobre aquelas mudanças que ocorriam nacionalmente motivava a continuar desenvolvendo um trabalho descontextualizado e disciplinar.

Em 2002, o PCN+ Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, foi elaborado para complementar os PCNEM e com o intuito de “facilitar a organização do trabalho da escola, em termos dessa área de conhecimento” (BRASIL, 2002, p.7). Portanto, é necessário ressaltar que este documento sugere o desenvolvimento das competências e habilidades propostas nos PCNEM em consonância com temas pré-estabelecidos (para o ensino de química: Temas Estruturadores do Ensino de Química) e conteúdos do ensino.

Com esta proposta de organização dos conteúdos, estruturada sobre o tripé transformações químicas, materiais e suas propriedades e modelos explicativos, (que de certa forma, em 1992, na Proposta Curricular para o Ensino de Química 2º grau do Estado de São Paulo já era evidente se considerarmos as unidades temáticas sugeridas), e, fundamentada na interdisciplinaridade e contextualização para o desenvolvimento de competências e habilidades, esperava-se para o ensino de química que

o conhecimento construído com essa abrangência, de forma integrada a outras ciências e campos do saber dentro de contextos reais e considerando a formação e interesses de cada estudante, estará proporcionando o desenvolvimento das diferentes competências propostas nos PCNEM. (BRASIL, 2002, p.87 e 88 – grifo nosso)

No entanto, é preciso enfatizar que para falar em utilização destes documentos (PCNEM e PCN+) nas escolas, “esbarramos” novamente na falta de envolvimento e utilização adequada pelos *atores principais*, os professores e seus gestores, e que poderia ser explicada pela falta de orientação pedagógica sobre seus conteúdos, antecipadamente à fase de implementação nas escolas, desde a elaboração dos planos de ensino dos professores até a sua prática em sala de aula.

Complementar ao que citei anteriormente sobre as dificuldades enfrentadas pelo professor para incorporar em seus planos de ensino conceitos daqueles novos documentos, lembro-me do ano de 2002, quando fazia parte de um novo grupo de *atores* de uma¹⁶ outra escola pública do Estado de São Paulo (EE Professora Ana Rita Godinho Pousa, na qual permaneço até hoje e desenvolvi este trabalho), afinal, dois anos haviam se passado e ainda era difícil entender como tudo aquilo funcionava. Elaborar um plano de ensino baseado em documentos que não faziam

¹⁶ Nesta época havia pedido remoção de meus dois cargos para a região de Campinas, porém, precisei exonerar o de ciências por ter sido removida para muito longe da outra escola e assim não haver condições de locomoção em tempo hábil de atender aos horários. A escola onde fiquei com o cargo de química ficava em Campinas, mas a outra escola em Santa Bárbara do Oeste, a 40 km.

parte do nosso (professores da rede estadual de ensino) material de consulta e/ou estudo, mesmo que estivessem disponíveis nas escolas, ainda era um obstáculo a ser superado.

Foi diante deste *cenário* de obstáculos e resistência ao novo e, a partir de todos estes documentos citados, que a nova Proposta Curricular do Estado de São Paulo fora elaborada e depois implementada em 2008 nas escolas de ensino básico, acompanhada de material didático próprio composto de *cadernos do professor e cadernos do aluno*, infelizmente insistindo na falta de orientação prévia dos principais envolvidos, os professores.

Partindo da minha prática de sala de aula e da análise feita sobre esta nova proposta, a contextualização e interdisciplinaridade sugeridas na LDB/96, nos PCNEM e PCN+, e a utilização de *contextos reais* conforme é previsto na PCEQ, infelizmente, na maioria das vezes, não são praticadas, já que não se levam em consideração a realidade da região ou do local onde se inserem a escola, alunos, professores e todo o restante da comunidade para a estruturação tanto das propostas quanto do material didático complementar.

Para a área das “Ciências da Natureza e suas Tecnologias”, a Proposta Curricular do Estado de São Paulo propõe em seu texto introdutório que um maior aprofundamento no ensino de Química, Física ou Biologia e que venha ocorrer no Ensino Médio (EM), em relação à disciplina de Ciências do Ensino Fundamental II (EF) “não deve significar qualquer exagero propedêutico, [e que este] pode ser evitado quando se explicitam competências relacionadas ao conhecimento científico e aos contextos reais, geralmente interdisciplinares”. (SÃO PAULO, 2008, p.37)

No entanto, entendemos que a nova proposta curricular como um todo, dificilmente proporciona a integração entre diferentes disciplinas (entendemos interdisciplinaridade), mesmo que de mesma área (por exemplo, entre biologia, química e física – área de ciências da natureza), uma vez que os temas sugeridos¹⁷ no material didático fornecido pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo ou nas próprias propostas curriculares, e, a estrutura funcional e de ensino da escola não favorecem o diálogo entre elas.

A estrutura funcional da escola dificulta as possibilidades de uma prática mais interdisciplinar e também contextualizada, pois não há qualquer estrutura para aula fora da escola, a começar pela falta de funcionários que pudessem auxiliar o professor num trabalho de

¹⁷Não foi possível constatar temas gerais para a Proposta Curricular do Estado de São Paulo e menos ainda no material didático complementar, ou seja, cada disciplina tem o seu próprio tema gerador para desenvolver os conceitos disciplinares.

campo, a falta de verba¹⁸ no caso da necessidade de transporte, lanche ou compra de “ingressos”, além de um professor que pudesse suprir as necessidades das outras salas de aula que não sairiam junto, afinal, para o EM, uma mesma sala de aula tem 6 horas/aulas num período, o que requer no mínimo três professores a disposição ou uma outra estrutura curricular e funcional do corpo docente.

Quanto à estrutura de ensino na escola, é preciso considerar que o quadro curricular do EM prevê 6 horas-aula para a área de Ciências da Natureza, divididas entre a Química, a Física e a Biologia, assim sendo, temos somente 2 aulas para cada uma das disciplinas por semana, o que não nos permite um aprofundamento conceitual, por exemplo por falta de tempo, além de sugerir um ensino fragmentado. Entretanto, no caso de um trabalho interdisciplinar e contextualizado, este obstáculo seria supostamente menor, uma vez que as atividades seriam elaboradas em conjunto pelos professores de diferentes disciplinas, conseqüentemente com conteúdos integrados, de modo que o aluno pudesse construir um conhecimento mais abrangente nas mesmas duas aulas.

A relação solo-planta, por exemplo, pode ser abordada em apenas 2 aulas tanto pela química, como pela biologia, porém de forma fragmentada, afinal, as abordagens teriam aspectos diferentes para um mesmo assunto. Num trabalho interdisciplinar, nas mesmas 2 aulas, conhecimentos tanto de uma quanto de outra disciplina poderiam ser tratados ao mesmo tempo e de forma que o aluno pudesse construir conhecimentos sobre a relação solo-planta como um todo, ou seja, entender que as reações químicas são fundamentais num processo em que a nutrição, a respiração e a fotossíntese se integram para que haja crescimento da planta, da mesma forma, e ao mesmo tempo, que o solo se desenvolve, fornece nutrientes e água para que estes processos possam ocorrer e também “empobrece”.

Além da problemática que sugere o quadro curricular do EM, é preciso destaque ao Horário de Trabalho Pedagógico Coletivo (HTPC) e ao Horário de Trabalho Pedagógico Livre (HTPL), que depende do número de horas-aula que compõem a jornada do professor (Quadro 2.2). HTPC refere-se à quantidade de *horas na escola* e HTPL à quantidade de *horas livres*.

¹⁸ Verbas para estes fins são previstas somente para projetos elaborados por equipes da SEE-SP ou da CENP, como o “Cultura e Currículo”.

Horas com alunos	Horas na escola	Horas livres
33	3	4
28 a 32	3	3
23 a 27	2	3
18 a 22	2	2
13 a 17	2	1
10 a 12	2	0

Quadro 2.2 – HTPC e HTPL (artigo 13 da Lei 836/97)

http://apeoespsub.org.br/manual_prof_2011/manual_prof_2011_APEOESP.pdf (último acesso em 06/08/2011)

Um professor de química com 32 horas/aula (visto que o máximo é de 33 e que a disciplina é oferecida em número par) terá de acordo com o quadro 2.2, 6 horas divididas igualmente entre o HTPC e o HTPL. Para estes horários coletivos (supõe-se suficiente), está previsto que este professor discuta com seus colegas assuntos sobre o processo de ensino e aprendizagem, planeje constantemente atividades que possam vir a ser interdisciplinares e ainda utilize este espaço para projetos de formação continuada propostos pela SEE-SP, e, para as 3 horas de HTPL (supostas suficientes também), que prepare aulas, elabore e corrija atividades e avaliações.

Infelizmente, a partir da minha prática docente, afirmo que a interdisciplinaridade não é comum ocorrer nas escolas seja devido falta de tempo para discussões entre os professores, afinal nem todos os professores estão alocados numa única escola, então, nem todos fazem os HTPCs na mesma unidade escolar, ou pela organização do dia-a-dia da escola em “hora-aula”.

Aliás, mesmo quando se tem a intenção de um trabalho integrado, além das questões burocráticas citadas, esbarramos na dificuldade do diálogo entre os temas sugeridos nas propostas curriculares, pois não há um único tema gerador (comum a todas propostas curriculares) que possibilite uma maior interação entre as disciplinas, nem mesmo para uma mesma área (neste caso CNT).

Entretanto, baseando-nos na relação solo-planta brevemente discutida em parágrafo anterior, podemos dizer que dificilmente notamos para a disciplina de ciências do EF o que acontece no caso da química e da biologia. Por ser oferecida por um único professor cuja função é tratar dos aspectos da química e da biologia que se “misturam” na abordagem de um único assunto e numa mesma aula, as especificidades disciplinares acabam por inferir uma visão menos

fragmentada, possibilitando inclusive que os objetivos gerais e específicos sejam atingidos. Assim, entendemos que a prática interdisciplinar que se estabeleceu durante o projeto “Ribeirão Anhumas na Escola”, e que melhor serão abordadas no capítulo 4, puderam, naquele momento, de alguma forma suprir parte da lacuna que separava as geociências da química e estas da biologia.

Ainda sobre o exemplo da relação solo-planta, em aulas de química este tema seria abordado sob aspectos diferentes, mas também em “tempos diferentes”, ou seja, em se tratando do currículo proposto pelo estado para a biologia este assunto estaria na 1ª série do EM e para a química na 3ª série do EM. Podemos dizer que embora as propostas curriculares destas duas disciplinas sejam complementares, não são integradoras. Assim, apesar de possuírem um objetivo geral na formação do cidadão em comum, os temas de trabalho e objetivos específicos são bem diferentes para cada uma delas e não facilitam para o aluno uma visão mais direcionada ao entendimento do *todo*.

Como citado anteriormente, a SEE-SP propõe um currículo¹⁹ para a disciplina escolar química baseado na vivência do aluno, entretanto, em geral, as dificuldades que temos para o sistema de ensino do Estado de São Paulo não permite a prática de uma aula muito diferenciada dos padrões, pois, a quantidade de horas/aula destinadas à disciplina é insuficiente (2 horas/aula semanais), a carga horária em excesso a que o professor geralmente se sujeita, e, a falta de tempo (além dos HTPCs) para discutir sua prática com os colegas fazem com que aquilo que está pronto se torne uma “cartilha” a ser seguida.

E foi justamente na prática interdisciplinar e na pesquisa-ação de cunho colaborativo, proporcionadas na vigência do Projeto Ribeirão Anhumas na Escola e no esforço coletivo do subgrupo Ensino-Aprendizagem de manter reuniões semanais por pelo menos 4 horas além da jornada do professor (que inclui os HTPCs), que superamos estes obstáculos.

O subgrupo Ensino-Aprendizagem, que sempre buscou um processo de ensino para a visão do todo, ou seja, um ensino menos fragmentado, reunia-se semanalmente no contexto de um projeto que objetivava um ensino contextualizado e interdisciplinar, e mesmo assim não foi nada fácil a prática de experiências efetivamente inovadoras. Afinal, além de precisarmos romper com as ideologias que trazíamos da nossa formação, estávamos ainda numa escola com a mesma

¹⁹ Para a PCEQ (2008, p.11), “currículo é a expressão de tudo o que existe na cultura científica, artística e humanista, transposto para uma situação de aprendizagem e ensino.”

estrutura funcional e, mesmo tendo as verbas necessárias, a falta de funcionários era uma realidade, mas que nos afetou pouco, pois conseguíamos suprir com um trabalho mais coletivo de planejamento e atuação na escola.

Este planejamento, entre outras coisas, consistia em marcar nossos trabalhos de campo para dias em que não tínhamos aula na escola (assim nenhuma outra sala ficaria sem professor), ou ainda, para um dia em que as 3 professoras (química, biologia e português) tivessem aulas na sala que sairia à campo (para isso, no início do ano, pedíamos à organizadora do horário escolar que nos colocasse na mesma sala, num mesmo dia da semana e com aulas “duplas”), e, neste último caso, contávamos também com a colaboração dos professores do outro subgrupo (Linguagens e Representações) que nos substituíam voluntariamente nas outras salas que teríamos aulas naquele dia.

Como é possível perceber, este tipo de prática necessita de um trabalho mais coletivo e interdisciplinar, de uma prática social em que diferentes profissionais detentores de diferentes conhecimentos buscam junto soluções para problemas colocados pelos mesmos, referentes à escola que trabalham. É muito difícil a mudança de uma cultura que estaria na prática escolar atual e na cultura disciplinar e propedêutica que formou cada uma das integrantes do subgrupo, centrada na lógica dos conhecimentos generalistas das disciplinas científicas.

Além disso, partindo do pressuposto de que “não é uma tarefa fácil a participação numa obra comum, enquanto diferem os métodos e as modalidades de pensamento” (JAPIASSU, 1976, p.117), podemos dizer que mesmo estando presentes no currículo proposto pelo estado de São Paulo, para cada uma das áreas de conhecimento, as intenções de um ensino interdisciplinar e contextualizado a partir de uma prática em que competências e habilidades são desenvolvidas, tanto sua estrutura como a que as escolas têm atualmente aparentemente não favorecem este tipo de trabalho pela equipe escolar.

Portanto, quando é sugerida a formação do aluno, a partir do desenvolvimento de competências e habilidades em resolver problemas em contextos reais (Brasil, 2002; São Paulo, 2008), a meu ver, necessitaria de um currículo que se preocupasse **também** com o local do aluno e da escola, pois, o trabalho desenvolvido durante o projeto nos mostra que o aluno envolvido desde cedo com a sua realidade, na qual os conhecimentos disciplinares “aparecem” relacionados ou partindo do contexto local e interligados com outras disciplinas, apresenta-se em sala de aula pelo menos mais interessado em adquirir novos conhecimentos.

Podemos supor, então, que um ensino planejado com estas características de certa forma contribui para a visão do todo se considerarmos que os diferentes aspectos disciplinares “se integram” na busca de uma explicação para o que se vê ou conhece, inclusive para um fenômeno local e, que além disso, mesmo sendo várias as iniciativas de âmbito nacional ou estadual, as propostas são idealizadas e distantes do mundo real das escolas. Mudar isso, não é tarefa nada fácil. De início, para a mudança, é necessária uma política que além de publicar novos currículos, valorize o professor e reestruture a escola pública quanto à estrutura funcional e de ensino.

2.2 – Onde foi parar a litosfera na nova proposta curricular do estado de São Paulo?

Com o objetivo de formar indivíduos capazes de se apropriar de saberes de maneira crítica e ética, e romper com a *aprendizagem mecânica e pouco significativa* a partir de listas de conteúdos em sequência bastante comum não só em livros didáticos, mas presente em muitas salas de aula, a PCEQ foi organizada a partir de três temas (Quadro 2.3) que direcionam a organização dos conteúdos específicos de química a cada série do EM.

	Tema
1ª série	Transformação química na natureza e no sistema produtivo
2ª série	Materiais e suas propriedades
3ª série	Atmosfera, hidrosfera e biosfera como fontes de materiais para uso humano

Quadro 2.3 – Temas organizadores (SÃO PAULO, 2008, p. 45)

Os temas organizadores sugerem o ambiente como fonte de materiais para uso do homem em sistemas produtivos e a química como uma ciência capaz de fazer com que o aluno “construa uma visão abrangente da transformação química e entenda alguns processos químicos envolvidos na natureza e no sistema produtivo” (SÃO PAULO, 2008, p.44)

Além disso, os conteúdos,

devem ser abordados de maneira que permitam o desenvolvimento de competências e habilidades relacionadas à comunicação e expressão, à compreensão e investigação e à contextualização e ação (Brasil, PCN+, p. 89-93), paralelamente ao desenvolvimento do pensamento formal. (Ibid., p.45)

Ao confrontar os temas abordados pela PCEQ com os temas sugeridos pelos PCN+ (Quadro 2.4), percebemos que para a 3ª série do EM, a “Litosfera” em momento algum é citada no primeiro documento, apesar de prevista no segundo, o que nos leva a pensar que esta organização não contemplaria o conhecimento do todo, ou seja, o planeta Terra e as relações que se estabelecem entre as esferas que o compõem e destas com o homem e a sociedade, a partir da integração dos saberes disciplinares, já que é na interface da atmosfera e da hidrosfera que se encontra o solo, parte da litosfera que mais o homem “mexe” e interage, e que é essencial para o estabelecimento do homem no planeta, além da água e do ar.

Temas estruturadores do ensino de Química

1. Reconhecimento e caracterização das transformações químicas
2. Primeiros modelos de constituição da matéria
3. Energia e transformação química
4. Aspectos dinâmicos das transformações químicas
5. Química e atmosfera
6. Química e hidrosfera
7. Química e litosfera
8. Química e biosfera
9. Modelos quânticos e propriedades químicas

**Quadro 2.4 – Temas Estruturadores
(BRASIL, 2002, p.93)**

É importante ressaltar aqui o que a PCEQ traz para cada uma das séries do EM, com relação aos conteúdos, competências e habilidades a serem desenvolvidos a partir dos três temas sugeridos no quadro 2.3, para que o leitor tenha uma visão geral das intenções desta proposta e também possa entender o que pretendemos com a inserção do tema “Litosfera” no currículo da 3ª série do EM.

Embora a proposta curricular traga em seu material complementar a abordagem de assuntos que nos remetem a materiais obtidos a partir da exploração da litosfera, não foi possível encontrar para nenhuma das três séries do EM, a abordagem da formação deles ou de solos e tampouco das relações que se estabelecem entre a litosfera e as demais esferas constituintes do planeta, a não ser na breve discussão baseada numa imagem pouco eficiente que aborda os ciclos do carbono, da água e do nitrogênio ao mesmo tempo, proposto nos CP3 e CA3, (volume 4) e que será discutida no próximo capítulo.

Para o aluno da 1ª série do EM, além dos conhecimentos específicos da química previstos, é necessário que tenha “conhecimentos sobre transformações que ocorrem no sistema produtivo e que são importantes para a sociedade (combustíveis e metais)” (PCEQ, 2008, p.46)

Para a 2ª série, a partir do tema “Materiais e suas Propriedades”,

o aluno terá a oportunidade de conhecer e entender as propriedades de materiais que ele manuseia ou que estão presentes em sua vida diária e que são importantes para a sociedade. Serão estudados, especialmente, a água e os metais, considerando a importância social dessas substâncias. (Ibid., p. 46 – grifo nosso)

E no final do EM, o aluno

terá construído conhecimentos e suas próprias representações sobre processos de obtenção de materiais a partir da atmosfera (oxigênio, gases nobres, nitrogênio), entendendo, especialmente, a produção de materiais a partir do nitrogênio (amônia, nitratos etc.); obtenção de materiais a partir da hidrosfera (produtos obtidos da água do mar), entendendo a importância do equilíbrio químico nos sistemas aquáticos; e da biosfera (compostos orgânicos). Terá construído, também, conhecimentos sobre perturbações nesses sistemas causados pela ação humana, identificando, por exemplo, poluentes, e avaliando ações, corretivas e preventivas, para essas perturbações. (Ibid., p.47 – grifo nosso)

Diante destas considerações, preocupa-nos o fato de que a “Química e a Litosfera”, importante tema proposto nos PCN⁺, não ser de modo algum abordado pela disciplina química, mesmo sendo a obtenção de minérios (1ª série), concentração de soluções e solubilidade (2ª série) e a biosfera como fonte de materiais orgânicos (alimento) alguns dos conteúdos propostos e que naturalmente sugerem a litosfera, ou pelo menos o solo como tema essencial de ser tratado.

Partindo da ideia de que “o solo, por ser uma parte essencial do meio ambiente e da economia, tornou-se um campo de estudo separado, a ciência do solo, desenvolvida no século XX” (PRESS, 2006, p.185) e que “uma vez que o solo, juntamente com o clima, compõe o meio físico que condiciona toda a atividade agropecuária”, não só para a produção de alimento, mas

também de matéria prima para a indústria (MONIZ, 1975, p.4), podemos supor que uma lacuna se abre diante da necessidade de se interrelacionar a esfera da sociedade com a atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera.

Esta lacuna poderia ser preenchida se o objetivo de contemplar o todo pudesse ser atingido. Contemplar o todo, significa para nós, pensarmos o planeta enquanto *sistema Terra*, que de acordo com Press et al. (2006), é constituído de “todas as partes do nosso planeta e todas suas interações”(p.36), ligados à noosfera, que compreende a esfera da sociedade e humana.

Estas partes que estão ligadas à noosfera são organizadas em três geossistemas que também interagem entre si, conforme figura 2.1, e que é uma modificação feita por Compiani em virtude da original, proposta pelo grupo de autores do livro “Para entender a Terra” (Press et al., 2006), não abordar as relações da esfera social com a Terra.

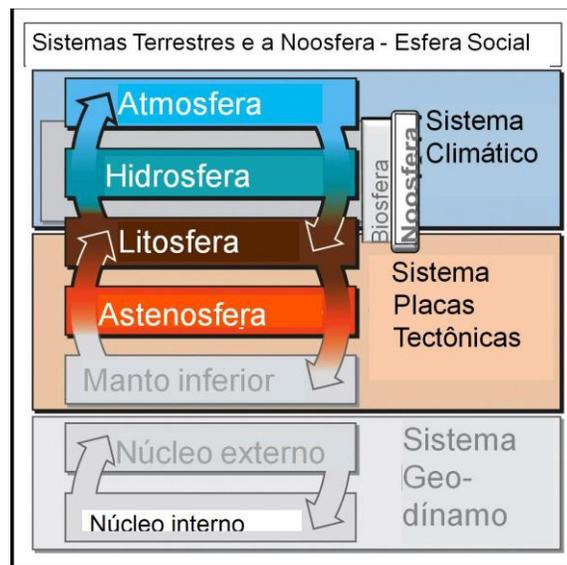


Figura 2.1 - Sistemas Terrestres e suas Interações
Ilustração modificada por Compiani (PRESS, et al., 2006)

Segundo Compiani, introduzir a sociedade em interação com o mundo das ciências e suas tecnologias é uma construção também difícil para os cientistas acostumados culturalmente com a fragmentação disciplinar e o quão cômodo é tratar entre pares com sua linguagem especializada e com sofisticados repertórios. A interdisciplinaridade implica em também dentro de cada

disciplina ir construindo conhecimentos mais abrangentes que busquem relações mais complexas e claras com outros campos científicos. Introduzir a noosfera nesse típico esquema geocientífico é estar atento para essas relações mais abrangentes entre os diferentes campos científicos.

O *Sistema Climático* compreende as interações entre a atmosfera, a hidrosfera, a biosfera e a noosfera, controladas pela energia solar, e “inclui todas as propriedades e interações dos componentes dentro do sistema Terra necessárias para determinar o clima numa escala global e descobrir como ele muda com o tempo” (PRESS et al., 2006, p.38).

O *Sistema Placas Tectônicas* compreende as interações entre a litosfera, a astenosfera e o manto inferior, controladas pelo calor interno do globo num processo chamado convecção. A litosfera, “camada mais externa, rígida e resistente da Terra é fragmentada em cerca de 12 placas que deslizam, convergem ou se separam umas em relação às outras que se movem sobre a astenosfera, menos resistente e dúctil” (Ibid., p.48). A teoria que descreve estes movimentos e as forças atuantes entre as placas recebe o nome de Tectônica de Placas.

O *Sistema Geo-dínamo* compreende as interações entre o núcleo interno e o núcleo externo e “é responsável pelo campo magnético terrestre, que trata de uma parte importante do funcionamento da Terra como planeta e também se constitui em um instrumento-chave para explorar as camadas internas” (Ibid., p.38).

Cada um dos sistemas, apesar de terem suas dinâmicas, interage uns com os outros e também com a noosfera e biosfera, então, podemos dizer que o solo que está diretamente ligado ao sistema clima, e é produto da interação deste com o sistema tectônico. É fundamental para a compreensão dos ciclos da rocha, da água e bioquímicos, e tudo isso essencial à sociedade e a esfera humana, seja por ser parte essencial do meio ambiente, da economia, ou por condicionar a agropecuária.

Mesmo diante da toda essa importância que o solo representa para o homem, Lima et al. (2003), sugere haver uma grande lacuna no ensino de solos nos níveis fundamental e médio e que o conteúdo “solo” existente nos materiais didáticos, normalmente, está em desacordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNEM (BRASIL, 1999), e, frequentemente encontra-se desatualizado, incorreto ou fora da realidade brasileira. Além disso, o conteúdo é ministrado de forma estanque, apenas levantando aspectos morfológicos do solo, sem relacionar com a utilidade prática ou cotidiana desta informação, causando desinteresse tanto ao aluno quanto ao professor.

Prova disso está na organização e abordagem deste tema no currículo como um todo do estado de São Paulo, para as áreas de “*Ciências da Natureza e suas Tecnologias*” (CNT), “*Ciências Humanas e suas Tecnologias*” (CHT), “*Linguagens, Códigos e suas Tecnologias*” (LCT) e “*Matemática e suas Tecnologias*”(MT), no qual “SOLO”, e mais especificamente a “formação do solo” é abordado somente na disciplina de ciências na 5ª série/6º ano do EF, nos três primeiros bimestres, e depois em biologia durante o 2º Bimestre da 1ª série do EM com outra conotação.

Sendo assim, e partindo da ideia de que o sentido e a finalidade da interdisciplinaridade é buscar “responder à necessidade de superação da visão fragmentada nos processos de produção e socialização do conhecimento” (SILVA THIESEN, 2008, p. 545), e pensando na formação de um aluno que possa atuar de maneira crítica na sociedade, propomos a articulação do tema “Química e Litosfera” com o local onde se insere a escola, de modo que de acordo com Dowbor (2007), haja a possibilidade de mobilizar os alunos e professores nas pesquisas do local e da região, assegurando tanto a construção de conceitos como a interação de conhecimentos entre as diversas áreas, rearticulando informações que nas escolas são segmentadas em disciplinas.

Outra autora, Pinto (2005), dialoga com a questão do currículo ser elaborado a partir do local, defende que o sujeito pode construir-se localmente com uma visão mais ampla do entorno e que, mesmo sofrendo influência dos processos culturais globais, ele elabora seu processo de significação e relações a partir do local, o processo de interpretação, codificação, recodificação e apropriação ocorrerá sempre a partir da cultura local, do seu lugar epistemológico.

Apesar de concordar com estes pressupostos, pensamos também que o processo de ensino e aprendizagem não necessariamente acontece em sentido único (do local para o científico), ou seja, o professor não necessariamente precisa partir do local do aluno para contextualizar o conhecimento científico. Ele pode, por exemplo, iniciar com um levantamento de idéias prévias (LIP) e caminhar nesta direção, ou ainda, partir das definições e modelos científicos rumo ao cotidiano, ao local do aluno, e neste sentido, podemos citar trabalhos que os integrantes do Projeto Ribeirão Anhumas na Escola desenvolveram e publicaram. São importantes considerações feitas a partir de reflexões acerca do trabalho neste projeto sobre a importância de se construir um currículo local, e podem ser encontrados em Garcia et al, 2008; Santos et al, 2008; Briguenti et al, 2009; Cracel e Compiani, 2009; Santos e Compiani, 2009; Melo, Barbosa e Compiani, 2009; Garcia e Compiani, 2010 e Panzeri, Compiani e Alberto Júnior, 2011. Esta

quantidade de trabalhos nos faz pensar que o projeto nos proporcionou práticas e reflexões inovadoras para o ensino público, além disso, nos mostra que

as múltiplas relações entre professores, alunos e objetos de estudo constroem o contexto de trabalho dentro do qual as relações de sentido são construídas. Nesse complexo trabalho, o enfoque interdisciplinar aproxima o sujeito de sua realidade mais ampla, auxilia os aprendizes na compreensão das complexas redes conceituais, possibilita maior significado e sentido aos conteúdos da aprendizagem, permitindo uma formação mais consciente e responsável. (SILVA THIESEN, 2008, p. 551)

É neste sentido que um problema real que se relaciona ao contexto escolar (a ausência do tema “Química e Litosfera” na PCEQ) possibilita a proposição de uma inovação metodológica para o ensino de química, o qual normalmente

baseia-se na transmissão de informações, na aprendizagem mecânica de definições e de leis isoladas, na memorização de fórmulas e equações. Reduz-se o conhecimento químico a muitos tipos de classificações, à aplicação de regras desvinculadas de sua real compreensão. (PCEQ, 2008, p.41).

Tal inovação estaria na abordagem de conceitos da química durante trabalhos de campo de geociências baseados no local de vivência do estudante (GARCIA e COMPIANI, 2008), além de atividades que dialogam com as disciplinas de biologia e português, em meio a um plano de ensino para a disciplina de química referente à 3ª série do EM, com o objetivo de preencher as lacunas sobre litosfera e formação de solos, encontradas na PCEQ sem que a mesma tivesse necessidade de ser descartada.

Então, para que o aluno

reconheça e compreenda, de forma integrada e significativa, as transformações químicas que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos em diferentes contextos, encontrados na atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera, e suas relações com os sistemas produtivo, industrial e agrícola (BRASIL, 2002, p.87),

como sugere os PCN+, perguntamos: será que a Proposta Curricular para o Ensino de Química foi organizada para contemplar a contextualização do ensino “considerando a formação e interesses de cada estudante” ?

Podemos dizer que neste caso, a PCEQ considera a formação dos estudantes, mas o interesse de cada um, infelizmente não. Aliás, pensamos que dificilmente isso ocorra, pois, hoje estamos em uma época de estudantes cujos interesses são diversos, principalmente da escola pública. Talvez isso seja reflexo da falta de perspectiva com relação a prosseguir seus estudos

uma vez que muitos sacrificam esta etapa de suas vidas pela necessidade de trabalho, falta de recursos ou ainda falta de incentivo da família.

Por outro lado, também não nos parece nada fácil trabalhar em *contextos reais* como sugere a PCEQ. No entanto o Projeto Ribeirão Anhumas na Escola, como discutido anteriormente, desenvolveu interessantes propostas e atividades em sala de aula com problemas, temas e contextos reais do entorno da escola. Isso foi feito pela parceria constituída no projeto e pelo apoio recebido pela FAPESP e Petrobras. Sabemos das profundas dificuldades de desenvolver tal tipo de projeto em escolas que não possuem verbas para saídas a campo ou para a aquisição de materiais diversos, cuja estrutura de ensino apresenta sérias dificuldades para abraçar inovações e com uma estrutura funcional pouco voltada, arejada e permeável para assumir desafios.

O subgrupo Ensino-Aprendizagem preocupou-se desde o início com este contexto que também era presente na EE Ana Rita, aceitando o desafio da mudança. Propôs um projeto pedagógico em conjunto ao subgrupo Linguagens e Representações, e juntos, num trabalho reflexivo e interdisciplinar de elaboração e discussão de atividades pedagógicas, procuramos também direcionar verbas à contratação de transporte para as saídas a campo, equipamos o laboratório de ciências, adquirimos equipamentos de multimídia, de papelaria, livros sobre os diversos assuntos trabalhados durante o ano de formação dos professores, entre outros. Também transformamos um banheiro desativado na “Sala do Projeto”, onde ocorriam as reuniões extra-escolares (que, aliás, somente aconteciam por que os professores tinham este tempo que era proporcionado pela bolsa que recebiam, afinal podiam diminuir seu número de aulas), as formações dos monitores ambientais e também aulas para as classes regulares de alunos quando era necessário o uso dos equipamentos de multimídia.

Diante disto, podemos dizer que a preocupação e o trabalho coletivo influenciou, e muito, a escrita desta dissertação que, aliás, é produto da dinâmica que se estabeleceu naquela escola, entre os colegas, os acadêmicos, e principalmente, com os alunos durante a vigência do projeto.

Afinal,

superar e romper com a prática pedagógica tradicional e produzir um currículo voltado para o local não é uma tarefa fácil e para isto não é suficiente somente a vontade do professor em querer mudar a realidade da escola e da sala de aula, apesar de ser um elemento bastante importante e, até mesmo, fundamental. É necessário também que haja um suporte teórico que oriente as ações a serem desenvolvidas e que busque o reconhecimento do saber do outro, a troca de conhecimentos e a sua contextualização. (CRACEL e COMPIANI, 2009, p. 10)

Por fim, para melhor entender o propósito deste trabalho que é, entre outros, a elaboração de um currículo de química para a 3ª série do EM no qual a litosfera se fará presente, e compreender o ensino baseado em *contextos reais*, como é proposto pela SEE, no próximo capítulo, analisamos o livro didático proveniente do PNLEM, base 2008, do governo federal, que foi utilizado na escola durante a vigência do projeto e desenvolvimento desta pesquisa e o *conjunto de documentos dirigidos especialmente aos professores* que complementam a PCEQ (cadernos do professor e cadernos do aluno).

Capítulo 3

“Química e Litosfera” no material didático: uma possibilidade de análise

O Livro didático constitui uma importante ferramenta no ensino, mas em nenhuma hipótese substitui o professor em sala de aula. (...) Nesse sentido, defendemos que o professor deve ter autonomia para desenvolver o seu planejamento com base nas características de sua comunidade escolar.

Wildson dos Santos e Gerson Mól

Este item é destinado à análise do material didático disponível aos alunos da EE Profa Ana Rita Godinho Pousa durante o período em que se desenvolvia esta pesquisa e o “Projeto Ribeirão Anhumas na Escola”. O material a que nos referimos é composto de um livro didático e dos cadernos do professor e do aluno, estes complementares à Proposta Pedagógica do Estado de São Paulo de 2008, e ambos referentes à disciplina escolar química.

Ressaltamos que a análise destes materiais nos foi bastante útil não só para confirmar a lacuna que no capítulo anterior sugerimos existir, mas também durante o processo de elaboração das atividades a respeito da relação entre a química e a litosfera que viriam fazer parte do plano de ensino para a 3ª série do EM.

A Proposta Curricular do Estado de São Paulo foi introduzida nas escolas acompanhada de material didático próprio, organizado por bimestres, para cada uma das disciplinas escolares. Constituído dos “Cadernos do Professor - CP” e “Cadernos do Aluno - CA”, este material foi desenvolvido com o intuito de *facilitar* o trabalho do professor em sala de aula, como é citado na introdução do primeiro CP de química, editado em 2008. Além disso, o material foi organizado de modo que se atendessem os “conhecimentos disciplinares por série e bimestre, assim como as habilidades e competências a serem promovidas” (CP3, v. 1, p.6)²⁰.

²⁰ Para facilitar a citação dos cadernos do professor, da disciplina química (CP), serão utilizados os números 1,2 e 3 para distinguir a série para a qual o material foi escrito (CP1- 1ª série do EM, CP2- 2ª série do EM e CP3- 3ª série do EM), o volume também será citado para distinguir o bimestre (v.1- 1º bimestre, v.2- 2º bimestre, v.3- 3º bimestre e v.4- 4º bimestre)

O livro didático provém do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio – 2008 (PNLEM/2008) passando por várias etapas, como as inscrições dos títulos pelas editoras, seguida da análise por uma equipe de acadêmicos, até a escolha de dois títulos pelo professor e envio de um exemplar para cada aluno da escola.

O processo de escolha²¹ pelo professor acontece sempre no ano anterior de a sua utilização, então, neste caso, em 2007. A partir de uma lista de cinco títulos (Quadro 3.1), o professor de química de cada escola precisava selecionar dois por meio eletrônico, indicando a sua preferência, e aguardar o processo de licitação e compra que é seguido da entrega dos exemplares em quantidade suficiente para suprir as necessidades da escola, baseados no censo escolar daquele ano.

TÍTULO	AUTORES	EDITORA
Universo da Química	Bianchi, J.C.A; Albrecht, C.H. e Maia, D.J.	FTD
Química na Abordagem do Cotidiano	Peruzzo, F.M. e Canto, E.L.	Editora Moderna
Química para o Ensino Médio	Mortimer, E.F. e Machado, A.H.	Editora Scipione
Química e Sociedade	Santos, W.L.P. dos e Mól, G. de S.	Editora Nova Geração
Química	Feltre, R.	Editora
Química	Silva, E.R.; Nóbrega, O.S. e Silva, R.H.	Editora Ática

Quadro 3.1 – PNLEM 2008 – Química
Fonte: Elaborado pela autora com base em BRASIL, 2007

Na escola em questão, fui eu a professora responsável por este processo e a primeira opção indicada foi *Química e Sociedade* seguida por *Química para o Ensino Médio*. A primeira opção foi enviada pelo programa, entretanto já vinha utilizando a obra desde o seu lançamento em 2005.

Previsto nos PCN+, o tema “Química e Litosfera” seria tratado junto à hidrosfera, biosfera e atmosfera, de modo que o enfoque ficasse para “os materiais extraídos e sintetizados pelo homem, seus processos de produção, seus usos e as implicações ambientais, sociais,

²¹ Não é nosso objetivo descrever cada uma das etapas, pois o objeto de análise deste capítulo é o livro escolhido e utilizado nas aulas durante o desenvolvimento deste trabalho.

econômicas e políticas deles decorrentes.” (BRASIL, 2002, p.87). Para a PCEQ, tal tema não é previsto.

Sob este aspecto, é importante enfatizar que entendemos que a formação de solos e o processo de intemperismo, bem como a interação entre as esferas citadas no parágrafo anterior, seriam de extrema importância de serem abordados, uma vez que nenhuma delas está isolada dentro do sistema Terra, assim como o sistema Terra não está isolado da noosfera, como citado no capítulo 2. É neste enfoque que baseamos a análise do referido material.

3.1 – O Livro “Química e Sociedade”

O livro “Química e Sociedade” (SANTOS e MÓL, 2005) foi publicado em 744 páginas, divididas em nove unidades. Cada uma das unidades (Quadro 3.2) é organizada acerca de uma *temática social* e estrutura-se conceitualmente a partir de tal. Há homogeneidade na estrutura das unidades e capítulos, e percebe-se que não há uma ordem de abordagem obrigatória.

<i>UNIDADE</i>	<i>TEMA</i>
1	A ciência, os materiais e o lixo
2	Modelos de partículas e poluição atmosférica
3	Elementos, interações e agricultura
4	Cálculos, soluções e estética
5	Termoquímica, cinética e recursos energéticos
6	Equilíbrio químico e água
7	A química em nossas vidas
8	Metais, pilhas e baterias
9	Átomo, radioatividade e energia nuclear

Quadro 3.2 – Organização das unidades

Fonte: Elaborado pela autora com base em SANTOS e MÓL, 2005

Embora seja possível perceber a partir do quadro acima (Quadro 3.2), que a sequência de conteúdos apresentada segue uma linha mais tradicional, este difere dos livros mais utilizados no ensino de química, afinal, há a tentativa de abordagem destes num contexto social e ambiental.

De um modo geral,

os autores estão procurando adequar suas obras ao discurso oficial em relação à contextualização dos conceitos químicos a partir do contexto ambiental, com diferentes nuances [e de acordo com] os capítulos introdutórios e respectivos manuais de professores, [nesta] obra está explícita a preocupação com as questões ambientais. (SANTOS e SICCA, 2007, p. 94)

Estabelecer critérios de análise que pudessem nos mostrar um caminho para a compreensão da obra no contexto desta pesquisa foi fator importante. Então, partimos da ideia apresentada no PCN+ de que

neste tema, aprimoram-se competências como: compreender os diferentes usos do solo e seus benefícios para a vida, entre outros, vida; compreender propriedades dos materiais no estado sólido e modelos explicativos a elas associados; buscar informações, analisar e interpretar textos relativos aos conhecimentos científicos e tecnológicos para compreender problemas relacionados à litosfera; reconhecer, avaliar e tomar decisões sobre os impactos nos ambientes naturais e construídos causados pela intervenção humana na litosfera. (BRASIL, 2002, p. 103)

Assim, buscamos ao longo dos capítulos a presença da litosfera no intuito de perceber como a sua abordagem era desenvolvida, bem como a quais conteúdos da química estava relacionada. Além disso, procuramos perceber se havia interconexões entre os capítulos a partir da temática social que era desenvolvida ou se estas relações se estabeleciam pelos conteúdos.

Cada um dos capítulos e tópicos que compõem uma unidade possui objetivos específicos, descritos no manual do professor, se interconectam por meio de textos (Tema em Foco) elaborados acerca da temática da unidade, e mantém a abordagem tradicional dos conceitos da química, a partir do conhecimento científico.

Os textos oferecidos no “Tema em Foco”, tópico principal de análise neste trabalho e que aparecem ao longo da unidade são complementares: o primeiro traz a problematização da questão social a ser discutida ao longo da unidade e o último discute os pontos centrais levantados no primeiro texto. É nesta seção que os temas da unidade são discutidos, e onde percebemos melhor a abordagem do tema “Química e Litosfera”.

Apesar de ser na unidade três que nosso objeto de investigação ganha relevância, percebemos que a litosfera não é explorada como poderia, pois, notamos a possibilidade de abordagem também ao longo das outras unidades do livro e, no entanto, o tema sequer é citado, talvez por ter sido elaborado seguindo uma sequência de conteúdos mais tradicional. Desta maneira, parece-nos que o conhecimento específico dos autores foi o fio condutor na organização da obra, uma vez que notamos o foco na química e não na contextualização.

Na unidade 3, o tema é tratado no âmbito da utilização do solo para a agricultura (obtenção de alimento), abordando aspectos relacionados ao uso de adubos e agrotóxicos. O processo de intemperismo, bem como a interação com a hidrosfera e atmosfera não puderam ser percebidos ao longo dos textos, já a formação de solos é tratada de forma estanque, conforme trecho a seguir:

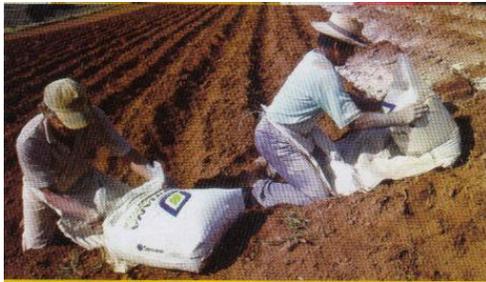
O planeta Terra tem cerca de 4000 minerais conhecidos. (...) A maior parte dos minerais é classificada como silicatos, substâncias constituídas por átomos de silício, oxigênio e um ou mais metais. É pela combinação dos átomos desses elementos químicos, em diferentes proporções, que se forma a grande quantidade de minerais da crosta terrestre (...). Os minerais geralmente apresentam-se unidos em blocos maciços, que recebem o nome de rochas. A decomposição das rochas produz o que denominamos terra. Extensas camadas de terra encobrem as camadas rochosas da crosta terrestre. A mais superficial recebe o nome de **solo**. (SANTOS e MÓL, 2005, p. 191)

Os textos do “Tema em Foco” (Quadro 3.3) desta unidade estão divididos em seis partes, como mostra o quadro a seguir:

Capítulo	Título (Conceito específico)	Tema em foco	Páginas
7	Classificação dos Elementos Químicos	1 - Química e Agricultura: Uma relação delicada	169 – 171
		2 - Os elementos químicos e os vegetais	184 – 185
8	Substâncias Iônicas	3 - O chão que nos alimenta	190 – 192
9	Substâncias Moleculares	4 - Agrotóxico: de mocinho a bandido	208 – 211
		5- A polêmica dos transgênicos	222 – 223
		6- Agricultura e desenvolvimento sustentável	241 – 243

Quadro 3.3 – Organização dos capítulos
Fonte: Elaborado pela autora com base em SANTOS e MÓL, 2005

A preocupação com o ambiente é visível no primeiro texto do capítulo 7, no entanto, trata o solo como a “terra” que se planta, se fertiliza e se contamina pelo uso indiscriminado de agrotóxicos (Figuras 3.1 e 3.2), o que nos remete ao uso do solo única e exclusivamente para a produção de alimentos, esquecendo-se de que há uma interação necessária deste com a atmosfera e com a hidrosfera, assim como com os seres vivos, e a sociedade para que se mantenha o planeta.



Terra enriquecida: o uso de fertilizantes químicos contribui para aumentar a produtividade agrícola, melhorar o rendimento das áreas cultivadas ou recuperar os solos empobrecidos pela constante utilização.

Figura 3.1 – Uso de Fertilizantes
Fonte: SANTOS e MOL, 2005, p.170



O uso de agrotóxicos permite controlar diversas pragas, facilitando o cultivo de monoculturas, mas pode levar a um desequilíbrio ambiental.

Figura 3.2 – Uso de Agrotóxicos
Fonte: SANTOS e MOL, 2005, p.170

Estas observações nos mostram a preocupação dos autores, como citado anteriormente, em “adequar suas obras aos discursos oficiais em relação à contextualização dos conceitos químicos a partir do contexto ambiental” (SANTOS e SICCA, 2007, p. 94), mas também ao que é previsto nas diretrizes traçadas pela LDB.

O segundo texto, “Os elementos químicos e os vegetais”, presente também no capítulo 7, complementa o anterior ao focar a fertilidade do solo, no entanto, fala-se em átomos de carbono, de oxigênio e de outros elementos químicos sem sequer citar ou esquematizar os ciclos biogeoquímicos, a não ser pelo primeiro parágrafo acerca da reposição dos elementos químicos no solo, tratando-os como nutrientes:

As plantas retiram do solo os nutrientes de que precisam para sobreviver. Depois, quando morrem, se decompõem e devolvem ao solo esses nutrientes. Numa plantação, pela interferência humana, esse ciclo se rompe. Com o passar do tempo, o solo perde nutrientes e empobrece. O agricultor costuma dizer que o solo está “cansado”. (SANTOS e MÓL, 2005, p.184)

Neste momento é necessário levar em consideração que as relações solo-planta são muito mais complexas. O clima ao mesmo tempo que proporciona a formação de solos pelo intemperismo, também leva os tais nutrientes (sais minerais) pela lixiviação para os rios e esses para os oceanos. Dessa maneira enriquece, mas também enfraquece os solos, interferindo assim no desenvolvimento dos vegetais.

Além disso, quando sugerem a retirada de nutrientes do solo pelas plantas, de modo algum falam em vegetais como os seres produtores de uma cadeia alimentar e que utilizam estes nutrientes para “compor” seu próprio alimento por meio de transformações químicas.

Então, a ausência de tais ciclos nos faz supor que os autores partem do princípio de que é claro para o aluno a interação existente entre litosfera, atmosfera e hidrosfera, e que prontamente os alunos estabelecerão as relações necessárias para a compreensão do parágrafo citado do livro, inclusive acrescentando a interferência humana, reconstruindo-o como um ciclo em suas ideias.

Ao mostrarem uma fotografia de um laranjal, destacam a seguinte frase: “O que você está vendo não é apenas um laranjal. É um imenso laboratório químico, que transforma espécies químicas contidas na água, no ar e no solo em laranjas” (Ibid., p. 184). Esta frase nos remete à ideia de transformação química, porém, de onde vêm, ou como se formam as substâncias que compõem o solo e que serão absorvidas e transformadas pelos vegetais?

O terceiro texto, “O chão que nos alimenta”, que inicia o capítulo 8, faz referências muito sutis e generalizadas à litosfera e formação dos solos, além disso, o processo de intemperismo não é citado, como é possível verificar no pequeno trecho que segue:

O nosso planeta é disposto em três camadas: a litosfera ou crosta terrestre (a mais externa, vai de 0 a 120 km de profundidade), o manto (vai de 120 a 2900 km) e o núcleo fumegante (de 2900 km ao centro do planeta). (...) Os minerais geralmente apresentam-se unidos em blocos maciços, que recebem o nome de rochas. A decomposição das rochas produz o que denominamos terra. Extensas camadas de terra encobrem as camadas rochosas da crosta terrestre. A mais superficial recebe o nome de **solo** (...). A palavra solo origina-se do latim *solum*, que significa “base, chão, superfície de terra”. (Ibid., p.190-191)

Com base na citação, podemos de início notar que a litosfera passa a sinônimo de crosta terrestre quando são diferentes e a última é parte da primeira. Litosfera pode ser definida como “envoltório sólido rochoso externo do planeta e os processos a ele associados” (GONÇALVES e CARNEIRO, 2006, p.10), e engloba a crosta terrestre.

No trecho onde dizem “extensas camadas de terra encobrem as camadas rochosas” é possível que se entenda que solo e rocha são coisas muito diferentes, pois o solo encobre a rocha, além disso, só com uma visão de intemperismo (assunto não abordado pelos autores conforme citado anteriormente), os alunos serão capazes de compreender que solo e rocha são interdependentes e fazem parte do ciclo das rochas (rocha transforma-se em solo e esse por sua vez vai fazer parte de futuras rochas sedimentares - novos minerais são originados pelo intemperismo como é o caso das complexas e interessantes argilas) bem como participam de outros ciclos importantes (carbono, nitrogênio, fósforo etc).

Além destas observações, podemos supor que possivelmente os autores partem do princípio de que esta temática (formação de solos) já fora abordada em outras fases e/ou disciplinas da escola básica que o aluno de EM cursou, e que foi muito bem internalizada por eles.

Embora o objetivo desta pesquisa não seja observar o processo de ensino e aprendizagem, nos chamou a atenção durante a verificação das respostas dos alunos, na ocasião do desenvolvimento das atividades elaboradas que justificam e compõem o plano de ensino sugerido no capítulo 4, o fato de nossos alunos da 3ª série de EM apresentarem sérias dificuldades a este respeito, o que confirma, portanto, que há realmente uma lacuna referente ao ensino de solos como observado no capítulo anterior corroborado por Lima et al. (2003).

No mesmo texto, os autores citam as rochas como as responsáveis pelas propriedades físico-químicas dos solos que originaram e fazem referências a três tipos de solos como os principais do Brasil (latossolo, terra roxa e massapê), sem sequer citar as diversas variações existentes entre eles ou fornecer dados mais atualizados sobre estas denominações dadas aos solos, o que pode ser obtido no site da Embrapa Solos²² (Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias – unidade Solos), consultando o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS).

A esse respeito, Lúcia H. C. dos Anjos, em comunicação oral no V Simpósio Brasileiro de Educação em Solos, ocorrido em abril de 2010, disse ser bastante comum em livros didáticos e ainda utilizados por professores os termos “terra roxa e massapê”, porém não adequados tendo em vista o SiBCS, liberado para substituir o antigo em 1999, de fácil acesso por “não especialistas”, o que não ocorria até antes desta publicação. Na mesma ocasião fez a observação de que “muito ainda deve ser feito pelos professores nos diversos níveis, para que os mesmos possam usar essa informação [Classificação de Solos] e, mais importante, compreender sua relevância para a preservação e uso adequado do recurso natural SOLO.”

Após este último texto e antes do próximo, que inicia o capítulo 9, os autores introduzem o conceito de ligações iônicas e covalentes por meio de um experimento sobre condução de eletricidade sob o título “A água sempre conduz eletricidade?”. Neste momento observamos uma ‘ruptura’ dos conceitos que vinham sendo tratados e nenhuma relação estabelecida com o assunto abordado no texto, quando este poderia ser aproveitado no próprio experimento, levando em

²² <http://www.cnps.embrapa.br/>

consideração a gama de substâncias que compõem os solos e a solubilidade de grande parte destas em água, entre outras.

Em seguida, ainda tratando destas ligações e da condução de eletricidade, sugerem o trabalho com sólidos iônicos, cristais e sais de diferentes aplicações sem sequer mencionar as palavras rocha ou solo, a não ser quando o carbonato de cálcio é citado como exemplo de sal que pode ser utilizado como fertilizante ou para diminuir a acidez do solo quando junto com cal.

Ainda neste capítulo, abordam os óxidos iônicos como substâncias que também formam os solos e presentes em grandes quantidades nos minérios e citam alguns exemplos como o CaO (óxido de cálcio) que pode ser utilizado como corretivo de pH do solo. No entanto, em nenhum momento, reações químicas que pudessem exemplificar a formação destes materiais no ambiente ou a relação direta entre estas substâncias com as rochas e o solo por meio do ciclo das rochas e a interação deste com os demais ciclos biogeoquímicos foram propostas, o que sugere um ensino fragmentado, pois, o solo ou as rochas e minerais são utilizados somente quando é momento de exemplificar, o que não caracteriza necessariamente uma abordagem contextualizada.

Ao tratarem do tema “Agrotóxico: de mocinho a bandido”, no capítulo 9, o foco fica para o DDT, (um dos muitos tipos existentes, porém proibido hoje em dia no Brasil) no sentido de contaminação e desencadeador de doenças aos seres vivos. Cogita-se também, em duas frases, que “a contaminação pelo DDT pode ocorrer por inalação, ingestão ou contato com a pele [e que] no ambiente, ele é encontrado na água, no ar, no solo, nas frutas e verduras e nos animais” (SANTOS e MÓL, 2005, p.209). Neste momento, vemos novamente a possibilidade do trabalho com os ciclos biogeoquímicos, de modo que, o aluno compreenda a interação existente entre a água, o ar e o solo enquanto estruturas necessárias para a manutenção de vida no planeta.

Ao tratarem de substâncias moleculares, no final deste capítulo, voltam a exemplificar com os minerais e sem maiores detalhes, o que reforça a ideia de ensino fragmentado que abordamos dois parágrafos acima.

Os autores do livro voltam a fazer referências ao solo enquanto ‘produtor’ de alimentos nos dois últimos textos presentes na unidade 3, num deles quando trata da *polêmica dos transgênicos* e no outro quando faz referências à *agricultura e desenvolvimento sustentável*, também citando os minerais como exemplos na abordagem de conceitos químicos como a estrutura e geometria de moléculas.

Enfim, considerando que no catálogo do PNLEM 2008, o livro didático é definido para o professor como “ferramenta importante na busca dos caminhos possíveis para sua prática pedagógica [e que] ele pode auxiliá-los, inclusive, na procura de outras fontes e experiências para complementar o trabalho em sala de aula” (BRASIL, 2007, p.7), podemos dizer que este livro não atenderia às necessidades do professor no que diz respeito à busca por informações acerca da formação de solos e do processo de intemperismo, para nós também essenciais para o entendimento do todo e necessários a fim de suprir a ausência da ‘Química e Litosfera’ no material didático complementar à PCEQ.

A esse respeito, Santos e Sicca (2007) fazem importante observação quando analisam este livro e os demais do PNLEM/2008²³, sob o aspecto da abordagem da ‘Química e Hidrosfera’:

O livro LDD [Química e Sociedade] é o único dos livros analisados que indica a contribuição do ciclo da água na distribuição dos fluxos de energia do planeta, o fato da água consumir e liberar energia nas suas mudanças de estado físico. Porém, apresenta uma visão parcial, ao não considerar os processos de intemperismo e dissolução que ocorrem na litosfera. (Ibid., p.97 – grifo nosso)

Neste momento aproveitamos para reforçar as observações feitas pelas autoras sobre a visão parcial da abordagem que o livro traz quando não considera o intemperismo e as dissoluções que ocorrem na litosfera. Desta maneira enfatizamos a importância da água na ocorrência de reações fundamentais para a formação de solos, como a hidrólise e a oxidação. Precisamos também lembrar que a lixiviação dos solos e do manto de intemperismo é fundamental para a salinidade dos oceanos, que por sua vez é mantida em equilíbrio por ser oriunda de processos cíclicos de formação de carapaças, corais, etc.

Assim sendo, haveria necessidade do professor buscar informações adicionais em outras obras e para tanto, precisaria compartilhar o pouco tempo que lhe sobra para a preparação de aulas e elaboração e correção de atividades com a pesquisa em fontes diversas, muitas vezes, daquilo que lhe é desconhecido.

Além disso, a falta de dados atualizados (sobre o DDT e a classificação de solos), e a abordagem didática dos conteúdos pouco contextualizada, ou seja, bastante próxima da tradicionalmente encontrada nos livros didáticos exceto quando utiliza itens relacionados ao tema

²³ Lembramos que o ano que compõe a nomenclatura PNLEM/2008 refere-se ao ano em que os livros passarão a ser utilizados nas escolas, portanto, o catálogo do programa fora disponibilizado em 2007.

geral da unidade, neste caso o 'solo', conforme citamos neste mesmo capítulo, dificulta ainda mais o trabalho do professor bem como a construção de conhecimentos do aluno.

Talvez, conforme Santos e Sicca (2007) sugerem quando analisam o mesmo livro a respeito do tema 'Química e Hidrosfera', "um trabalho interdisciplinar que inclua aspectos apresentados pelas Ciências do Sistema Terra" (p.98), possa complementar também a abordagem da temática 'Química e Litosfera'. Além disso, sugerimos que a participação de um especialista em solos na equipe organizadora deste livro tivesse suprido muitas das observações feitas no decorrer desta análise.

3.2 – Os Cadernos do Aluno e do Professor da SEE-SP

Para que possamos iniciar este item é importante deixarmos claro que os critérios utilizados para a análise deste material são os mesmos que utilizamos para a verificação do livro didático, ou seja, partimos daquilo que é proposto no PCN+ com relação à abordagem da relação entre a química e a litosfera, mais especificamente acerca do tema solos.

Antes de iniciar a análise do material complementar à PCEQ para a 3ª série do EM farei brevemente algumas colocações sobre como a litosfera e o solo são tratados em outras disciplinas escolares diferentes da química, ainda que não faça parte dos objetivos desta dissertação, por entender o processo de ensino enquanto processo contínuo em que conteúdos se aprofundam a medida que o aluno amadurece, ou seja, passa de uma série ou ciclo a outro, e que se complementam a partir da integração entre estas.

Na disciplina de ciências (5ª série/6º ano), o solo é tratado no primeiro bimestre (Figura 3.3) somente no âmbito dos problemas acarretados por sua impermeabilização, pois o tema principal é o ciclo da água, de acordo com os cadernos do professor e do aluno. Não há qualquer menção sobre a interação desta água com o solo e/ou rochas, nem mesmo a questão de solubilidade de materiais. Além disso, a única bibliografia sugerida é "Tem um cabelo na minha terra", de Gary Larson, um livro paradidático que "conta a história de uma família de minhocas e o aprendizado de um jovem minhoquinho sobre as relações entre os seres vivos de um ambiente" (CAC5²⁴ - v1, p. 55).

²⁴Assim como para os cadernos do professor e do aluno de química que adotamos siglas a fim de facilitar as citações, para ciências faremos o mesmo. Portanto, os cadernos do professor de ciências será tratado por CAC, seguido dos números de 5 a 8 que correspondem às séries do EFII – 5ª, 6ª, 7ª e 8ª. Para os bimestres, utilizaremos volumes, ou

5ª série/6º ano do Ensino Fundamental	
Conteúdos	
Vida e ambiente	
Meio ambiente / Ambiente natural	
<ul style="list-style-type: none"> • Os seres vivos e os fatores não vivos do ambiente • Tipos de ambiente e de especificidade, como caracterização, localização geográfica, biodiversidade, proteção e conservação dos ecossistemas brasileiros • O ar, a água, o solo e a interdependência dos seres vivos • O ciclo hidrológico do planeta • A formação dos solos e a produção de alimentos • O fluxo de energia nos ambientes e ecossistemas – transformação da energia luminosa do Sol em alimento • Relações alimentares – produtores, consumidores e decompositores 	

**Figura 3.3 – Conteúdo em Ciências 5ªsérie/6ºano - 1º bimestre
(SÃO PAULO, 2010a, p.38)**

Para o 2º bimestre (Figura 3.4), o tema central ainda é o ciclo da água e é possível notar que os minerais e rochas são abordados como “fornecedores” de alguns materiais ao homem e o solo “essencial” para a agricultura, porém não é possível notar no material disponível ao aluno atividades que proponham uma discussão sobre o ciclo das rochas ou formação do solo ou ainda a interação entre a hidrosfera e litosfera, pelo menos. Não há bibliografia específica sugerida.

5ª série/6º ano do Ensino Fundamental

Conteúdos

Ciência e tecnologia

Materiais no cotidiano e no sistema produtivo / Fontes, obtenção e uso de materiais

- Visão geral de propriedades dos materiais, como cor, dureza, brilho, temperaturas de fusão e de ebulição, permeabilidade e suas relações com o uso dos materiais no cotidiano e no sistema produtivo
- Reconhecimento de fontes, obtenção e propriedades da água e seu uso residencial, agropecuário, industrial, comercial e público
- Minerais, rochas e solo – características gerais e importância para a obtenção de materiais como metais, cerâmicas, vidro, cimento e cal

Materiais obtidos de vegetais

- A fotossíntese e seus produtos
- A tecnologia da madeira – produtos de sua transformação, como carvão vegetal, fibras e papel
- Consequências ambientais do desmatamento indiscriminado; importância da reciclagem do papel
- Tecnologia da cana – açúcar e álcool

**Figura 3.4 - Conteúdo em Ciências 5ªsérie/6ºano - 2º bimestre
(SÃO PAULO, 2010a, p.40)**

No 3º bimestre, o solo é abordado (Figura 3.5), porém levando em consideração a agricultura e a poluição do mesmo, no sentido de ser um fator que possa incidir efeitos à saúde. No entanto, no caderno do aluno referente a este mesmo bimestre, observo que as características do solo são abordadas, porém, em uma única atividade e de maneira superficial (Figura 3.6), uma vez que a composição do solo é simplificada em parte mineral (proveniente da fragmentação das rochas) e parte orgânica (formada por restos de plantas e animais menores, decompostos por fungos e bactérias).

Ser humano e saúde

Qualidade de vida

- A saúde individual, coletiva e ambiental

Poluição do ar e do solo: fontes e efeitos sobre a saúde

- O que é poluição
- Os automóveis e a poluição do ar
- A agricultura intensiva e a transformação da paisagem original
- Agricultura convencional x agricultura orgânica
- Defensivos agrícolas e a poluição do solo

A poluição da água e a importância do saneamento básico

- Tratamento da água e do esgoto
- O uso consciente da água
- Caracterização e prevenção de doenças transmitidas por água contaminada

A produção de resíduos e o destino dos materiais no ambiente

- A coleta e os destinos do lixo: coleta seletiva, lixões, aterros, incineração, reciclagem e reaproveitamento de materiais
- O consumo consciente e a importância dos 3Rs (reduzir, reutilizar e reciclar)

Figura 3.5 - Conteúdo em Ciências 5ªsérie/6ºano - 3º bimestre (SÃO PAULO, 2010a, p.42)

As características do solo

Com base na ilustração a seguir, registre os principais tópicos da explicação do professor sobre algumas características do solo.

Composição do solo

Parte mineral: proveniente da fragmentação das rochas.

Parte orgânica: formada por restos de plantas e animais mortos, decompostos por fungos e bactérias.

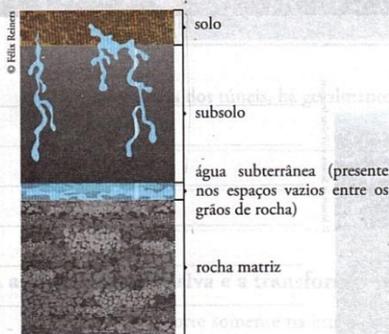


Figura 3.6 – “Atividade” – As características do solo (CAC5, v. 3 - SÃO PAULO, 2009a, p.10)

Entretanto, um ponto positivo em relação ao solo, para este bimestre, é a possibilidade do professor recorrer ao final do material do aluno e do professor para a obtenção de bibliografia apropriada para um aprofundamento sobre o tema, como o livro *Decifrando a Terra*, de Wilson Teixeira, além de alguns sites com informações gerais sobre agricultura e descarte de lixo.

Mesmo assim, podemos considerar falha a abordagem do tema, pois, uma aula bem executada, por parte do professor, de modo fornecer todas as informações necessárias para o bom entendimento do assunto pelos alunos, depende de outros fatores: entre eles a disponibilidade na escola do livro de referência, a disposição do professor em selecionar um bom conteúdo para a aula, o domínio do assunto pelo professor, a elaboração de atividades de forma que o aluno construa seu conhecimento, além da “boa vontade” do aluno em executar tarefas e seu empenho em buscar novas informações que complementem as do professor, entre outros. Enfim, não é a proposta de uma única atividade que fará com que uma aprendizagem menos fragmentada aconteça.

Ressaltamos que para as séries/anos seguintes, a proposta curricular de ciências não retoma a formação de solos. Por outro lado, trata de doenças causadas através do contato com solos contaminados por falta de saneamento básico no 4º bimestre da 6ª série/7º ano. Para uma análise sobre o trabalho com este tema no EFII reconhecemos que seria importante também verificar o livro didático, assim como fizemos com a disciplina química, mas, como este nível de ensino não é o foco desta pesquisa, preferimos deixar esta parte para outra oportunidade.

Para a 1ª série do EM, na disciplina de Biologia – 2º bimestre (Figura 3.7), o tema é tratado no âmbito da poluição do solo por pesticidas utilizados na agricultura e a relação com as cadeias alimentares. É também abordado o ciclo do carbono, relacionando-o ao aquecimento global e efeito estufa. Ao final dos cadernos do aluno e do professor são sugeridos alguns sites sobre estes assuntos, porém nenhum relacionado à formação dos solos ou pelo menos a relação deste com os vegetais e os outros seres vivos sob um aspecto diferente além da poluição.

1ª série do Ensino Médio	
Conteúdos	
A interdependência da vida – A intervenção humana e os desequilíbrios ambientais	
Fatores de problemas ambientais	
<ul style="list-style-type: none"> • Densidade e crescimento da população • Mudança nos padrões de produção e de consumo • Interferência nos ciclos naturais – efeito estufa, mudanças climáticas, uso de fertilizantes 	
Problemas ambientais contemporâneos	
<ul style="list-style-type: none"> • Poluidores do ar, da água e do solo • Condição do solo, da água e do ar nas regiões do Brasil • Destino do lixo e do esgoto, tratamento da água, ocupação do solo e qualidade do ar • Ações individuais, coletivas e oficiais que minimizam a interferência humana • Contradições entre conservação ambiental e interesses econômicos • Tecnologias para a sustentabilidade ambiental • Conferências internacionais e compromissos de recuperação de ambientes 	

Figura 3.7 – Conteúdo em Biologia 1ª série EM - 1º bimestre (SÃO PAULO, 2010a, p.76)

Para a Geografia, encontramos no currículo do estado de São Paulo (o material complementar não foi analisado) a abordagem da litosfera ao longo do EF e EM como fonte de recursos, percebemos também a intenção de se trabalhar o intemperismo como agente externo de modificação do relevo, mas, em nenhum momento a formação de solos.

Quanto ao material fornecido pela SEE-SP (cadernos do professor e do aluno) para o ensino de química, procurei ilustrar, *a priori*, trechos de alguns dos textos dos cadernos do aluno e do professor para a primeira e segunda séries do EM, onde é possível verificar a abordagem de nomenclaturas comuns às geociências e que de certa forma nos remete à litosfera e às interações desta com a hidrosfera, atmosfera e biosfera, mais especificamente ao processo de intemperismo.

Ao longo do material, é comum encontrarmos nos textos nomes de minerais e referências sobre eles (Figuras 3.8 e 3.9), no entanto, em momento algum há explicação sobre seu processo de formação, sobre sua extração e tampouco sobre a transformação dos mesmos após processos intempéricos, supondo talvez que o aluno já tenha estes conceitos elaborados e aprendidos em outras disciplinas e/ou séries anteriores.

Produção do aço e do cobre

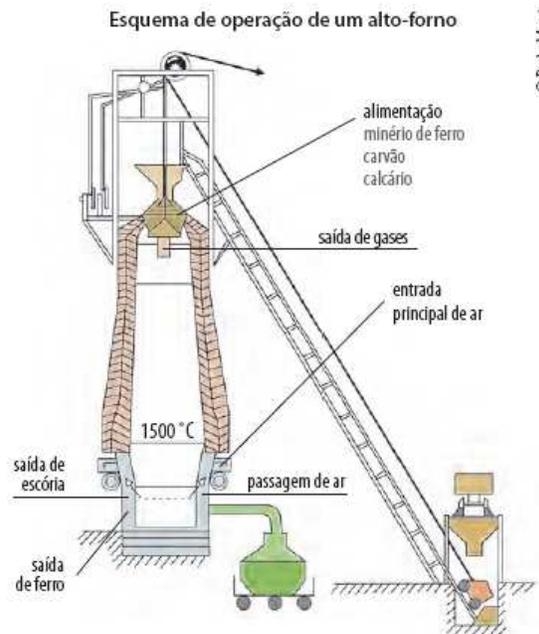
Denilse Moraes Zambom, Fabio Luiz de Souza e Luciane Hiromi Akahoshi

Muitos metais são obtidos por meio de transformações químicas dos minerais que os contêm, como é o caso do ferro (Fe), que pode ser extraído do Fe_2O_3 (óxido de ferro III), principal componente do minério hematita. Para que essa transformação química ocorra, é necessário o fornecimento de energia. Nas siderúrgicas, essa energia é proveniente da queima do carvão (C). Essa transformação é realizada em grandes fornos – os altos-fornos. A queima do carvão, além de liberar energia térmica que provoca aumento de temperatura até cerca de $1\,500\text{ °C}$, fundindo o minério, também produz o reagente monóxido de carbono (CO), que irá interagir com o minério e formar o ferro. Este sai líquido do alto-forno e é chamado de ferro-gusa ou ferro de primeira fusão.

As matérias-primas utilizadas para a produção do aço são o minério de ferro, o carvão e o calcário (CaCO_3). Este último reage com impurezas do minério, como a sílica (SiO_2), formando a escória (CaSiO_3), que é utilizada como matéria-prima para a fabricação de cimento.

(...)

A calcosita (composta principalmente por Cu_2S) e a calcopirita (composta principalmente por CuFeS_2) são minérios utilizados na produção do cobre metálico. Ao utilizar-se a calcopirita (CuFeS_2), as transformações químicas envolvem a produção de sulfeto de cobre I (Cu_2S), que é aquecido na presença de oxigênio, produzindo o cobre metálico.

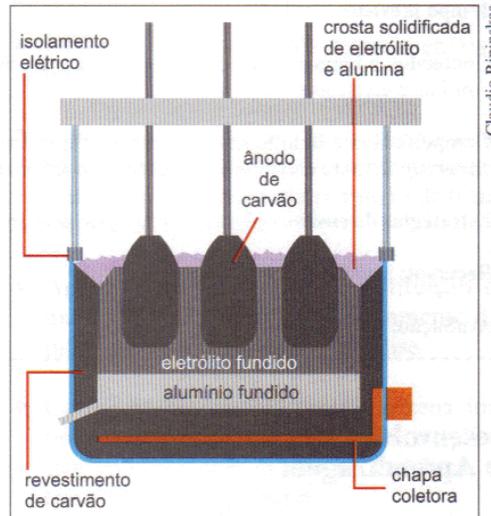


GEPEQ (Grupo de Ensino e Pesquisa em Educação Química). *Intenções e transformações I: elaborando conceitos sobre transformações químicas*. GEPEQ/IQUSP. 9. ed. revista e ampliada. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.

Figura 3.8: Produção do ferro e do cobre
(CA1, v. 3 - SÃO PAULO, 2009b, p. 11 e 12)

O alumínio é obtido a partir da bauxita – minério de alumínio composto principalmente por hidróxidos como o Al(OH)_3 – que, ao interagir com uma solução de soda cáustica, sofre transformações químicas, produzindo a alumina (Al_2O_3). Este material é, então, submetido à eletrólise a altas temperaturas, produzindo alumínio líquido, que é recolhido do fundo das cubas eletrolíticas.

Este processo foi patenteado em 1886 e chama-se Hall-Heroult.



Corte esquemático de uma cuba de redução do alumínio.

Figura 3.9: Produção do alumínio
(CP2, v. 4 - SÃO PAULO, 2009c, p.10)

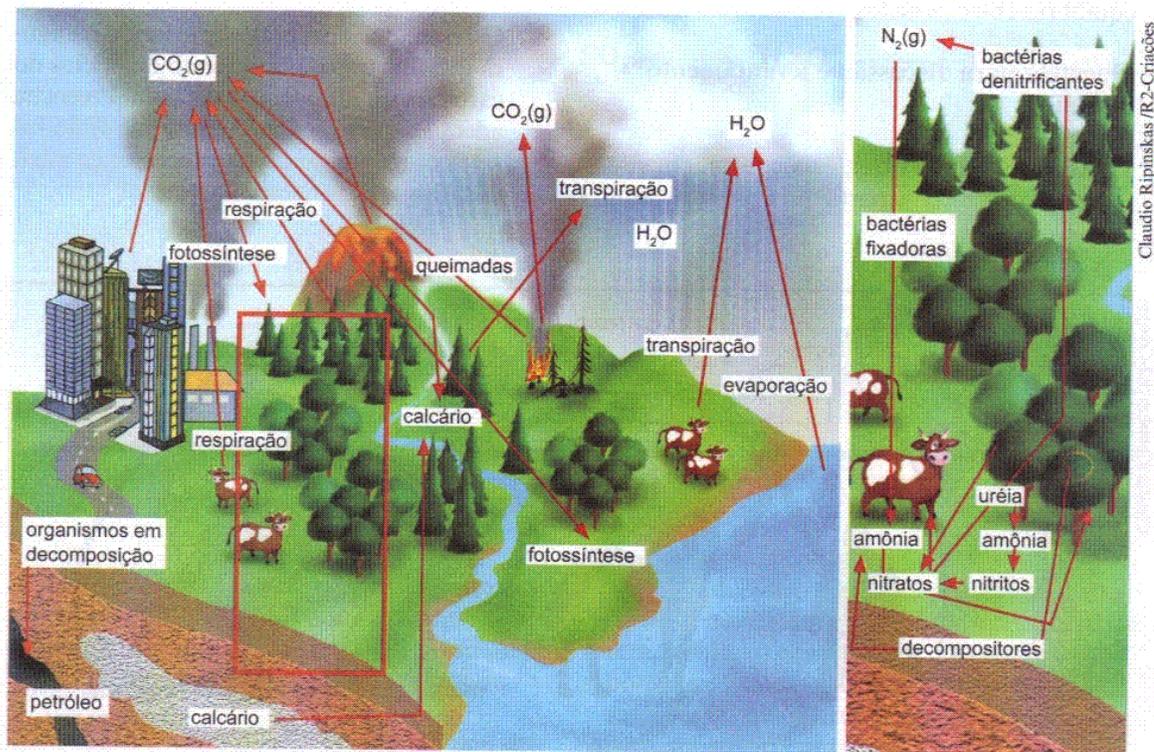
Quanto à bibliografia sugerida, foi possível encontrar somente em CP1 e CA1, v.1, a indicação de dois livros: “Minérios, minerais, metais: de onde vêm, para onde vão?” de autoria de Eduardo Leite Canto, e “Os metais e o homem” de Yvone Mussa Esperidião e Olimpio Nóbrega. Entretanto, a indicação desta bibliografia não quer dizer que o professor ou o aluno necessariamente tenham disponíveis o material, que o professor vá utilizá-la para o preparo de suas aulas, ou ainda que o aluno ao efetuar a leitura vá abstrair os conceitos necessários para a construção de seu conhecimento. Por isso, é importante lembrar, como citado anteriormente para o ensino de ciências e biologia, que dependerá do professor a procura por maiores informações e a disponibilização destas ao aluno.

Assim, podemos dizer que a forma como é feita a abordagem destes itens, que são parte da litosfera, apresenta-se de modo a não satisfazer o tema “Química e Litosfera” como um todo quando deixa de lado a formação e transformação dos minerais, indicando a existência de uma

lacuna que não favorece a compreensão do planeta enquanto sistema.

Para o material referente aos três primeiros bimestres da 3ª série “será estudado de onde o ser humano retira os materiais necessários para a sua sobrevivência, focalizando a Atmosfera, a Hidrosfera e a Biosfera como fontes de materiais úteis” (CP3, v.1 - SÃO PAULO, 2009d, p.51). E da litosfera não se extraem recursos? Em particular, o solo, não nos fornece materiais? Além disso, os textos apresentados abordam a atmosfera, a hidrosfera e a biosfera de forma estanque e individual, sem que haja tentativa de aproximação destas umas das outras, tampouco da Litosfera.

No entanto, para o material do 4º bimestre, em que a temática envolve desequilíbrios causados pela introdução de materiais na atmosfera, a poluição das águas, as perturbações na biosfera e contribuições para a diminuição da poluição no planeta, a primeira tentativa de integração entre as esferas (atmosfera, hidrosfera e biosfera) é feita a partir de uma figura que sugere o acoplamento dos ciclos do carbono, do nitrogênio e da água (Figura 3.10).



Acoplamento dos ciclos do carbono, do nitrogênio e da água.

Figura 3.10: Acoplamento dos ciclos
(CP3, v. 4 - SÃO PAULO, 2009d, p.11)

Repleta de informações e de setas que se entrecruzam, a figura é apresentada com certa poluição visual, o que pode dificultar seu entendimento, mas mesmo assim, admitimos que a iniciativa de acoplar tais ciclos foi de real importância, pois é bastante comum que apareçam em materiais didáticos numa abordagem fragmentada, na qual cada ciclo acontece de maneira independente, o que talvez dificulte ainda mais o entendimento de um sistema.

Novamente a litosfera não é citada, porém é fato que está presente na figura, mesmo que de uma maneira não muito favorável à compreensão por parte do aluno uma vez que, por exemplo, a representação do petróleo e do calcário não são condizentes com a realidade, passando uma falsa impressão de verdadeiras “piscinas” ou “rios subterrâneos”, a infiltração das águas não é nítida, bem como não são mostradas possíveis reservas de águas subterrâneas. Neste caso, entendemos que uma visão mais geológica do ciclo da água seja importante, afinal, para discutir os processos intempéricos de alteração das rochas e formação dos solos, a água é fator essencial.

A figura 3.11, apesar de falha em alguns pontos, representa o ciclo hidrológico com fatores geológicos inseridos, conforme sugerimos. Nesta figura é possível perceber a interação entre a atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera (com esta, não de forma tão adequada, pois a figura sugere somente os vegetais para ilustrar esta relação) quando atentamos para os “caminhos” da água, orientados pelas setas.

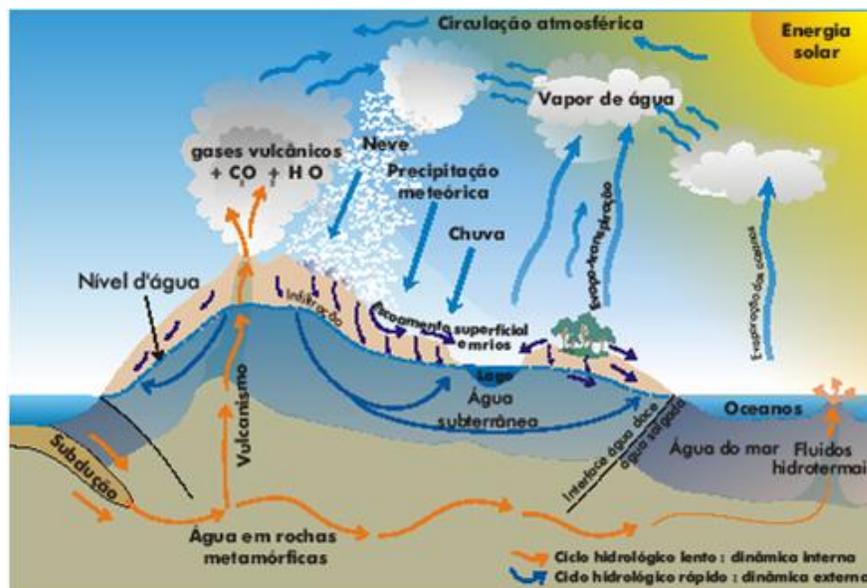


Figura 3.11 – Ciclo Hidrológico
 Fonte: TEIXEIRA et al., 2000, p. 115

Além disso, nesta figura também não se considera o homem e a urbanização como interferentes neste ciclo, o que, na figura proposta no material do estado, pode ser notado pela presença de indústrias, centros urbanos e atividades ligadas à pecuária. Talvez a falta de escala na figura proposta nos cadernos do aluno e do professor gere a dificuldade de entendimento dos fatores que interferem nos ciclos biogeoquímicos, deixando de proporcionar assim, uma abordagem clara e eficiente do acoplamento dos ciclos.

Ainda com relação à mesma figura (Figura 3.10), no ciclo do Nitrogênio, o solo não aparenta ser essencial para que haja a fixação e absorção deste pelos seres que dele necessitam. O $N_2(g)$ da atmosfera não está presente nos poros do solo para que as bactérias fixadoras possam transformá-lo em substâncias de fácil absorção pelos vegetais, como se estas substâncias “aparecessem prontas” para serem utilizadas. Também não é claro nestes esquemas a interação da água com os solos e o seu papel na solubilização de nutrientes, ou seja, as ‘águas’ não aparecem claramente se infiltrando e interagindo com os demais materiais do solo, ou sendo absorvidas pelos vegetais e abastecendo lençóis freáticos.

Algumas observações feitas sobre esta figura pelos alunos²⁵ durante uma aula dialogada, após algumas atividades desenvolvidas durante esta pesquisa, podem confirmar algumas destas suposições:

O petróleo está muito perto da superfície. (K).

Parece que está escorrendo. [quando se refere ao petróleo] (G.)

No livro de PD²⁶ tem uma representação mais correta. (A.)

O petróleo está representado como um rio e não é assim, ele está nas camadas que tem no solo, está mais próximo das rochas. (L.)

A uréia parece que está nas árvores, e deveria estar no solo se transformando. (M.)

As bactérias [desnitrificantes] estão no “ar” e deveriam estar no solo. M.

O vulcão vai detonar a cidade, está muito perto. (J.)

A partir destas considerações feitas pelos alunos, é possível notar que a figura não se mostra eficiente, pois fizeram referências a diversos elementos que os incomodavam e, além disso, confirmam a necessidade da presença do tema ‘solos’ no referido material.

²⁵ Os nomes dos alunos serão preservados e que por isso você usará letras ao invés dos nomes.

²⁶ Parte Diversificada do currículo, em que se utiliza como material de apoio o “Guia do Estudante – Atualidades”, da editora Abril.

Sugerimos, então, que a figura 3.10 seja substituída [atentando para as observações feitas](#), pois são alternativas que contribuiriam para um entendimento mais global de ciclos tão importantes para a existência de vida no planeta.

Percebemos então, que a relação estabelecida entre a química e as três esferas (atmosfera, hidrosfera e biosfera), sugeridas tanto no caderno do professor quanto do aluno para a 3ª série, ainda não satisfaz a relação necessária entre a química e as geociências de modo que

as pessoas percebam que o ambiente é resultado do funcionamento integrado de seus vários componentes e, portanto, a intervenção sobre qualquer um deles estará afetando o todo. Um desses elementos é o solo, componente essencial do meio ambiente, cuja importância é normalmente desconsiderada e pouco valorizada. (MUGGLER, 2006, p. 734)

Portanto, a lacuna que se abre diante deste tema, tanto referente ao que observamos durante a análise do livro didático, quanto dos cadernos do professor e do aluno, precisa ser preenchida a partir da prática do professor e da autonomia da escola, incluindo atividades, reformulando propostas pedagógicas e planos de ensino de modo que tivéssemos um tratamento mais integrado entre as esferas hidrosfera, atmosfera, litosfera e noosfera, em outras palavras, o tratamento do ciclo climático, com o ciclo das rochas e com a sociedade.

Diante destas breves colocações, sobre o que encontramos (ou não) para as disciplinas de ciências, biologia, geografia e química, é possível concordar com Lima et al (2003) a respeito da lacuna que se abre nos ensinamentos fundamental e médio sobre a abordagem do tema solos.

Assim, seguimos para a análise e reflexão acerca das atividades desenvolvidas durante esta pesquisa a fim de ilustrar as possibilidades de um trabalho acerca da relação “Química e Litosfera”, procurando preencher pelo menos as lacunas encontradas no material de química.

Capítulo 4

As atividades desenvolvidas e um de plano de ensino: possibilidades

Que legal, um professor completou a ideia do outro e ainda, é interessante que os textos têm leituras diferentes dependendo da área do professor.

aluna B.

A pesquisa do professor de escola básica, realizada sob a perspectiva da pesquisa-ação-colaborativa, requer caminhos que possivelmente a academia não esteja acostumada percorrer, afinal pesquisar **na** e **sobre** a ação é bem diferente do que pesquisar **sobre** ensino.

Pesquisar **na** e **sobre** a ação é para nós um processo reflexivo que o professor participa a fim de encontrar respostas para os muitos questionamentos que fazem parte de seu dia-a-dia, ou seja, um processo intuitivo que muitas vezes não é valorizado, mas que quando sistematizado e complementado pela reflexão tem condições de apontar erros, inferir correções e, portanto, sugerir mudanças na sua própria prática. Este tipo de trabalho tem o professor como o sujeito da pesquisa-ação e pode ser feito colaborativamente com a academia. Então, nesse caso, temos a pesquisa **com**, **para** e **na** escola, como ocorreu no período de vigência do Projeto Ribeirão Anhumas na Escola e desta dissertação.

Pesquisar **sobre** ensino é um processo no qual o pesquisador acadêmico estaria envolvido, sem que a participação do professor da escola básica estivesse vinculada, pois a partir de coleta de dados de observação, por exemplo, o acadêmico passa a refletir sobre a prática daquele professor sem que necessariamente este tome rumos diferentes dos quais ele traçou em seus planejamentos, ou seja, professores e alunos são os “objetos” da pesquisa.

Assim, apresentamos este capítulo que é destinado à descrição e reflexão das atividades elaboradas e desenvolvidas desde o segundo semestre de 2008 até final de 2009 num movimento reflexivo de pesquisa, ação e colaboração, o qual contou com as valiosas contribuições das discussões no subgrupo Ensino-Aprendizagem e acadêmicos no período em que o Projeto Ribeirão Anhumas na Escola esteve em vigência.

4.1 – Um novo olhar para o ensino...

Ao efetuarmos uma pesquisa **na** e **sobre** a ação, na qual é proposto um novo olhar para o ensino, precisamos ressaltar a necessidade de um envolvimento do professor que vai muito além do que é previsto em sua jornada de trabalho. É necessária além de dedicação, uma prática reflexiva a qual o professor da escola básica não está acostumado.

O projeto Ribeirão Anhumas na Escola nos proporcionava uma visão de currículo e de professor que Mckernan sugere e que fora tratado no capítulo 2. Um currículo local e elaborado por professores que pesquisam na prática e a necessidade de construir conhecimentos diferentes daqueles específicos que já trazíamos de nossa formação era o que nos fazia estar ali como integrantes do projeto.

Foram horas de reuniões semanais no subgrupo Ensino-Aprendizagem (composto por professoras de química, biologia, matemática e português e também por acadêmicos), muitas conversas nos corredores durante as trocas de aula e intervalo para o lanche, além dos muitos sábados nos quais fazíamos principalmente planejamentos dos trabalhos de campo que contribuíram para uma prática diferenciada das que possuíamos.

E foi durante estas reuniões e conversas que atividades foram pensadas, sugeridas, discutidas, elaboradas, avaliadas e adaptadas a fim de suprir a vontade de um “fazer diferente” que tínhamos. Afinal, formar um aluno com algum tipo de participação mais ativa, utilizando o local para ensinar uma ciência mais contextualizada a partir de um trabalho interdisciplinar e de cooperação eram nossos objetivos em comum.

Estes momentos de reflexão em grupo aconteciam principalmente porque os professores envolvidos podiam ter suas jornadas de trabalho reduzidas em virtude da bolsa auxílio que a FAPESP nos proporcionava e também porque a academia estava ali para contribuir com um conhecimento geocientífico e pedagógico que não havia sido elaborado na ocasião da graduação da maioria, excetuando esta autora que vinha de uma formação diferenciada, e que de certa forma contribuiu para uma *práxis* desafiadora.

A Fundação Santo André, onde cursei Licenciatura em Ciências e depois a Habilitação em Química, se preocupava em formar um professor de ciências e química que fosse capaz de partir do macro, ou seja, daquilo que o aluno conhece para ensinar uma ciência abstrata e de difícil compreensão, o micro.

Além disso, proporcionava uma formação mais abrangente em relação a outras instituições no sentido de disponibilizar um currículo com uma carga horária bem diferente. Enquanto oferecia em período diurno o curso de Licenciatura em Ciências com aulas de segunda a sábado por três anos e cujo currículo incluía aulas de biologia, física, química, matemática e elementos de geologia ao longo de todo o período de graduação em meio às disciplinas pedagógicas, as outras instituições costumavam formar o professor de ciências em dois anos com aulas de segunda a sexta no período noturno. A Habilitação em Química era oferecida pela Fundação Santo André com mais dois anos de estudo, em período noturno e com aulas de segunda a sábado, o que significa a formação do professor de química em cinco anos diferente dos muitos cursos equivalentes, oferecidos em três ou quatro anos. Mas esta é uma discussão que não faz sentido abordarmos uma vez que não faz parte dos objetivos desta dissertação.

No entanto, precisamos dizer que a diferença na formação das integrantes do subgrupo, (disciplinas diferentes ou por terem sido formadas em instituições cujo foco diferia principalmente sobre a formação do professor), de certa forma direcionava as reuniões, pois muito tinham a trocar, contribuir e refletir.

Assim, podemos dizer que a dinâmica do subgrupo reforça a ideia de pesquisa-ação no sentido de colaboração e reflexão já que temos profissionais com a intenção de resolver problemas práticos num *cenário social*, conforme sugere Mckernan (2009). Além disso, enquanto estávamos ali, discutindo sobre atividades ou práticas pedagógicas, pensávamos também na aprendizagem dos alunos, e “que as escolas não são apenas distribuidoras de conhecimento, mas que os professores e os alunos podem ser produtores de conhecimento” (Ibid., p.143).

Entretanto, estávamos também sempre atentas no desenvolvimento das atividades em sala de aula a fim de obter nos resultados observados, informações que indicassem a viabilidade e também nos fornecessem subsídios para a continuidade do trabalho do subgrupo.

Neste contexto surgiram as propostas de trabalho mais específicas para cada uma das professoras, as quais se entrelaçavam quando o local da escola era base da contextualização e os conhecimentos disciplinares (da química, da biologia, da matemática e do português) eram enriquecidos nas discussões interdisciplinares.

Isilda, a professora de biologia, pretendia para a 2ª série B do EM o trabalho com a temática da evolução humana, bem como dar continuidade ao trabalho iniciado no ano anterior sobre alelopatia e também em abordar a classificação da flora com a sugestão da montagem de

exsicatas com exemplares da região da escola.

Lia, a professora de português estava indecisa, porém tinha planos de trabalhar a memória do local por meio de narrativas com a mesma turma do período da manhã, mas também preocupava-se com o fato da professora Graziela de matemática não ter ninguém para dividir o trabalho que faria com a turma do noturno. Esta trabalharia a questão do uso e ocupação dos solos por meio da introdução de conceitos matemáticos.

Em especial para a disciplina química pensei para a mesma turma da manhã em trabalhar a temática solos, mas infelizmente não poderia fazer um trabalho em conjunto com a Graziela por não ter aulas no noturno. Mas essa é a vida do professor... Num ano tem aulas no período da manhã, no outro a noite, num ano tem as três séries do EM, no outro somente as finais sem sequer conhecer a turma.

Infelizmente a estrutura e dinâmica da rede estadual de São Paulo é falha neste sentido, quando com um pouco de logística e planejamento poderia ser resolvida. O ideal seria se os professores não precisassem mudar de escola ou ficar na dependência de “sobrar” aulas principalmente quando não efetivos como a Graziela. No caso dela, precisou trabalhar no período noturno por ter “perdido” as aulas do ano anterior para outro colega, mas somente conseguiu estas porque pediu, no dia da escolha, para o professor classificado em posição que antecedia a dela que não as escolhesse, pois, participava de um projeto e gostaria de dar continuidade.

Mesmo com a temática de trabalho definida para a química, era preciso estabelecer diretrizes que pudessem organizar o meu trabalho. Em virtude de terem sido encontradas lacunas referentes à abordagem da formação de solos, tanto no livro didático como nos cadernos do aluno e do professor, houve necessidade de fazer escolhas para que direcionasse a prática na sala de aula.

Então, no subgrupo, a PCEQ carente de litosfera foi colocada em discussão e tínhamos quatro possibilidades para suprir tal carência:

- sugerir um novo material;
- propor a reformulação da unidade 3 do livro didático;
- substituir ou complementar os textos do “Tema em Foco” do livro;
- complementar o plano de ensino sugerido pelos cadernos do aluno e do professor.

A alternativa escolhida foi a última, e deve-se ao fato de que o material (cadernos do aluno e do professor), além de relevante e acharmos que não deveria ser descartado, sua abrangência é bem mais ampla na rede estadual do que a do livro didático, que se restringe às escolhas dos professores, ou seja, nem todas as escolas recebem a mesma obra que fora analisada no capítulo 3.

Entendemos a necessidade de trabalhar os conhecimentos disciplinares de modo menos fragmentado a fim de suprir a importante lacuna sobre a ausência da temática “Química e Litosfera” no currículo da 3ª série do EM, em específico a formação de solos, e de certa forma a falta de informações no livro didático. Portanto, para atender a esta necessidade, foram desenvolvidas, em caráter piloto, atividades sobre o tema solos e suas relações com as transformações químicas na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Anhumas. Estas, muitas vezes elaboradas interdisciplinarmente e com o objetivo de discutir o papel do ensino de química para uma compreensão mais complexa do ambiente em que vivemos, valorizando o local do aluno.

Em se tratando de uma prática inovadora, a crítica e a proposição de alterações de um currículo oficial por um professor de escola básica, baseamo-nos em Mckernan (2009) que além de enfatizar a necessidade da participação do professor na elaboração do currículo, defende um *profissional autônomo reflexivo* em busca da melhoria de sua prática e do currículo oficial por meio desta mesma metodologia.

A descrição e reflexão destas atividades são realizadas a seguir em meio a uma análise de todo o processo ao qual o subgrupo se submeteu, de modo que o leitor compreenda a dinâmica colaborativa e interdisciplinar que se estabeleceu durante o período mais relevante para esta pesquisa, porém, antes de prosseguirmos, esclarecemos que recortes que evidenciam o ensino de química foram necessários diante da prática complexa que vivenciamos, e objetivo desta dissertação.

Também lembramos que embora nosso foco de trabalho não seja o processo de ensino e aprendizagem, não podemos nos desvincular dele por total, afinal, esta pesquisa é realizada **na** prática do professor. Então, vez ou outra, ao longo dos comentários e reflexões sobre os caminhos percorridos pelo subgrupo, o leitor poderá verificar alguns dados sobre a aprendizagem dos alunos levantados durante o processo de desenvolvimento das atividades.

Ressaltamos ainda que estas foram sugeridas dentro do contexto do projeto e desta pesquisa, como citado em capítulo anterior, e também dos anseios dos professores envolvidos e

dos conhecimentos que os alunos da EE Professora Ana Rita Godinho Pousa traziam consigo de sua vivência escolar e cotidiana e, talvez, num outro contexto escolar, estas atividades precisem ser adaptadas ou mesmo substituídas por outras, dependendo das necessidades locais e que os alunos trazem.

Além disso, é importante lembrar que não houve a organização de um plano de ensino totalmente sistematizado anterior ao desenvolvimento de todo este processo, pois baseávamos na dinâmica da sala de aula e nas discussões no subgrupo para dar “o passo seguinte”. O que houve, portanto, foi uma sistematização de ideias que ao longo do período foram discutidas e reelaboradas a fim de atender nossos alunos.

Afinal, o projeto foi desenvolvido com a escola viva e real, inclusive no contexto de implantação da proposta curricular do estado (2008). Em nenhum momento a equipe do projeto Ribeirão Anhumas na Escola teve a intenção de criar dois mundos, o do projeto simulado e ideal aplicado separadamente dessa escola real e o mundo desta descartado de nossas pesquisas.

Além disso, o subgrupo em nenhum momento teve a intenção de “deixar de lado” a proposta curricular e os conteúdos sugeridos para a química e biologia a fim de “ceder lugar” para desenvolver o projeto ao qual nos dedicávamos, mesmo que este contexto tenha sido um fator para desestruturar temporariamente o planejamento anual do Ensino-Aprendizagem. Portanto, é necessário dizer que as atividades que serão melhor descritas a seguir, foram introduzidas no cotidiano escolar dos alunos envolvidos a medida que as discussões avançavam em sala de aula e principalmente quando sentíamos a necessidade ou entendêssemos que era momento oportuno.

4.2 – Meados de 2008: uma importante contribuição

No decorrer de todo o período em que nos reuníamos estávamos desenvolvendo nosso trabalho docente com o grupo de alunos, procurando também atender ao calendário proposto pela escola com vistas para os projetos da SEE-SP.

E foi refletindo os resultados que obtínhamos em sala de aula com o desenvolvimento de atividades propostas pelo subgrupo como também com as que faziam parte do planejamento da escola, que cuidamos para que o enfoque das atividades a serem comentadas a seguir estivesse não só no processo de formação de solos e algumas das reações/transformações químicas

envolvidas, mas também nas relações estabelecidas entre a litosfera, hidrosfera, atmosfera, biosfera e noosfera, na abordagem local e interdisciplinar.

Foi partindo desta ideia que em meados de 2008, antes de iniciar o trabalho com os alunos da então 2ª série B do EM a respeito da relação entre química e litosfera, que fiz uma sondagem informal acerca do que eles entendiam por “formação de solos” para direcionar as práticas posteriores. Para confirmar minhas suspeitas, a ideia “criacionista” veio à tona, mostrando que, agora para a minha surpresa, praticamente 97% dos alunos acreditavam que “DEUS criou o solo, assim como todas as outras ‘coisas’ do planeta”, como disse M., uma das alunas.

Neste meio tempo, era desenvolvido um trabalho de campo (Campo da Leucena²⁷), também elaborado no subgrupo, para que a problemática local a respeito do crescimento desordenado de uma espécie vegetal exótica, a leucena (que impedia outras espécies de se desenvolverem ao seu redor), pudesse ser de certa forma estudada e compreendida por aqueles estudantes.

Apesar deste trabalho ter sido muito importante para o subgrupo, não entraremos em detalhes, pois, mesmo pensando que uma abordagem do tema solos pudesse ser compreendida em meio ao problema levantado e tê-lo incluído no roteiro de campo, este assunto acabou por ficar “de lado” uma vez que empolgados com a verificação e coleta de amostras do vegetal, os alunos pouco se importaram em questionar o solo ou responder as perguntas propostas para este fim, indicando talvez que a lacuna sobre o tema é real, uma vez que além de não demonstrarem interesse, não o relacionaram ao vegetal.

Após esta atividade, como de costume, o subgrupo se reuniu e discutiu o que havia sido executado, chegando à conclusão de que a química havia sido, naquele momento, somente uma “ferramenta” para o entendimento de algumas situações específicas, e que um campo específico para solos que abordasse as relações entre a química e as geociências, era de extrema importância.

Estávamos próximos do início do 4º bimestre de 2008 e de acordo com a PCEQ, conceitos sobre reações de óxido-redução deveriam ser inseridos na 2ª série do EM, porém nos cadernos do aluno e do professor este conceito se restringe a “Situações de Aprendizagem” que abordam o processo de eletrólise, a construção e o funcionamento de diferentes tipos de pilhas e os impactos

²⁷ Roteiro de Campo da Leucena, disponível no Relatório Final do Projeto “Ribeirão Anhumas na Escola”, apresentado à Fapesp em junho de 2010. (COMPIANI et al., 2010).

ambientais possíveis de serem causados por estes tipos de produtos ao serem descartados de maneira imprópria, sem que inclusive, detalhes a respeito dos solos fosse abrangido.

Como meu objetivo não era o mesmo da PCEQ quanto ao tema sugerido, não precisaria necessariamente explicar o funcionamento de uma pilha para que a construção do conhecimento referente ao conceito específico de “reações de óxido-redução” se estabelecesse. Sendo assim, iniciei o meu trabalho a partir da explicação de uma reação bastante comum entre as pessoas e fácil de ser identificada: a formação da ferrugem, ou seja, a oxidação do ferro, em detrimento ao que era proposto nos cadernos do aluno e do professor. A parte teórica foi toda baseada nesta reação e na existência desta durante a formação de solos, depois, passei a explicar a eletrólise e o funcionamento de uma pilha e prossegui com as demais atividades do caderno do aluno.

Claro que a abordagem sobre o funcionamento de uma pilha é comum ao cotidiano do aluno e que, portanto, pode muito bem contextualizar o ensino de química, porém é bastante abstrato caso não seja possível uma simulação deste processo em laboratório, uma vez não há evidências visíveis das transformações que ocorrem no interior da pilha.

Desta maneira, sugerimos que o aluno perceba que a química não se restringe ao que é normalmente abordado em materiais didáticos e que pode explicar inclusive fenômenos naturais facilmente observáveis em sua vida cotidiana, e também que, ao fazer escolhas, os professores muitas vezes contribuem para um ensino mais contextualizado e, principalmente, usufruem de sua tão sonhada autonomia.

Em contextos diferentes, ou melhor, onde não há a oportunidade de um projeto como o Ribeirão Anhumas na Escola que proporcione a prática reflexiva entre os professores e conseqüente elaboração de conhecimentos que vão muito além da sala de aula, talvez os gestores não permitam a contra-argumentação aos docentes sobre o que lhes é solicitado (muitas vezes imposto). Afinal, sempre “dizem-nos que temos liberdade e escolha quando na verdade, estamos presos a sistemas que negam a verdadeira construção de currículos democráticos, prescrevendo o currículo compulsoriamente” (MCKERNAN, 2009, p.69).

Ainda que tivéssemos a tal liberdade para construir um currículo a partir da reflexão na ação, conforme este mesmo autor sugere, teríamos formação adequada às necessidades que a pesquisa-ação nos impõe? Infelizmente a esta pergunta não podemos sugerir respostas, primeiro porque não é o foco deste trabalho e segundo porque é assunto para outra pesquisa. Mas não nos impede de deixar indicado que a autora desta dissertação precisou sair em busca de suprir estas

necessidades junto aos acadêmicos que participavam do projeto e, também na literatura uma vez que em sua formação docente, apesar de bastante relevante para a definição do caminho que deveria percorrer no desenvolvimento de sua *práxis* docente, a pesquisa do professor sequer foi abordada.

Portanto, foi fazendo escolhas que a temática solos foi iniciada ao final da 2ª série e passou a ser abordada sempre que necessário em cada um dos bimestres do ano seguinte, se intensificando no último.

4.3 – Primeiro semestre de 2009: um recomeço

No período que compreende o ano de 2009, a dinâmica do subgrupo se manteve, e poderá ser notada em cada item a seguir, nos quais ressaltamos particularidades de cada uma das atividades mais importantes para esta pesquisa e também das contribuições obtidas na reflexão sobre cada uma das etapas que as integrantes do subgrupo se submeteram. Estas foram base para que prosseguíssemos com o trabalho a fim de encontrar caminhos para a resolução de problemas presentes no cotidiano e comum a todos daquela escola.

Para este item incorporamos uma linha de tempo do Ensino-Aprendizagem que fora organizada na ocasião da elaboração do relatório final para a FAPESP. Esta linha de tempo apresentava sucintamente as atividades desenvolvidas pelo subgrupo e ao mesmo tempo indicava a dinâmica estabelecida entre escola, subgrupos e professores.

Como a intenção desta pesquisa, assim como a do projeto, era a de trabalhar com a escola real, fatos do cotidiano escolar foram também incorporados nesta linha de tempo, afinal, a escola continuava com suas atividades cotidianas previstas no calendário escolar e planejamento anual de acordo com a SEE-SP e ao mesmo tempo, as atividades contextualizadas com o local eram introduzidas pela equipe do projeto.

Temos o objetivo de situar o leitor no contexto que as professoras estavam inseridas de modo que compreendam a dinâmica que tanto falamos. Esta linha de tempo, dividida em duas partes (1º e 2º semestres de 2009) engloba atividades gerais do projeto principal (vermelho), da escola (verde), do grupo que compreende os dois subgrupos (azul) e também atividades de cada uma das professoras (amarelo), exceto as da Graziela que não desenvolveu seu trabalho com a mesma turma, mas que apesar disso sempre foi presente e participativa nas reuniões.

A seguir, detalhamos melhor a linha de tempo do subgrupo do primeiro semestre de 2009

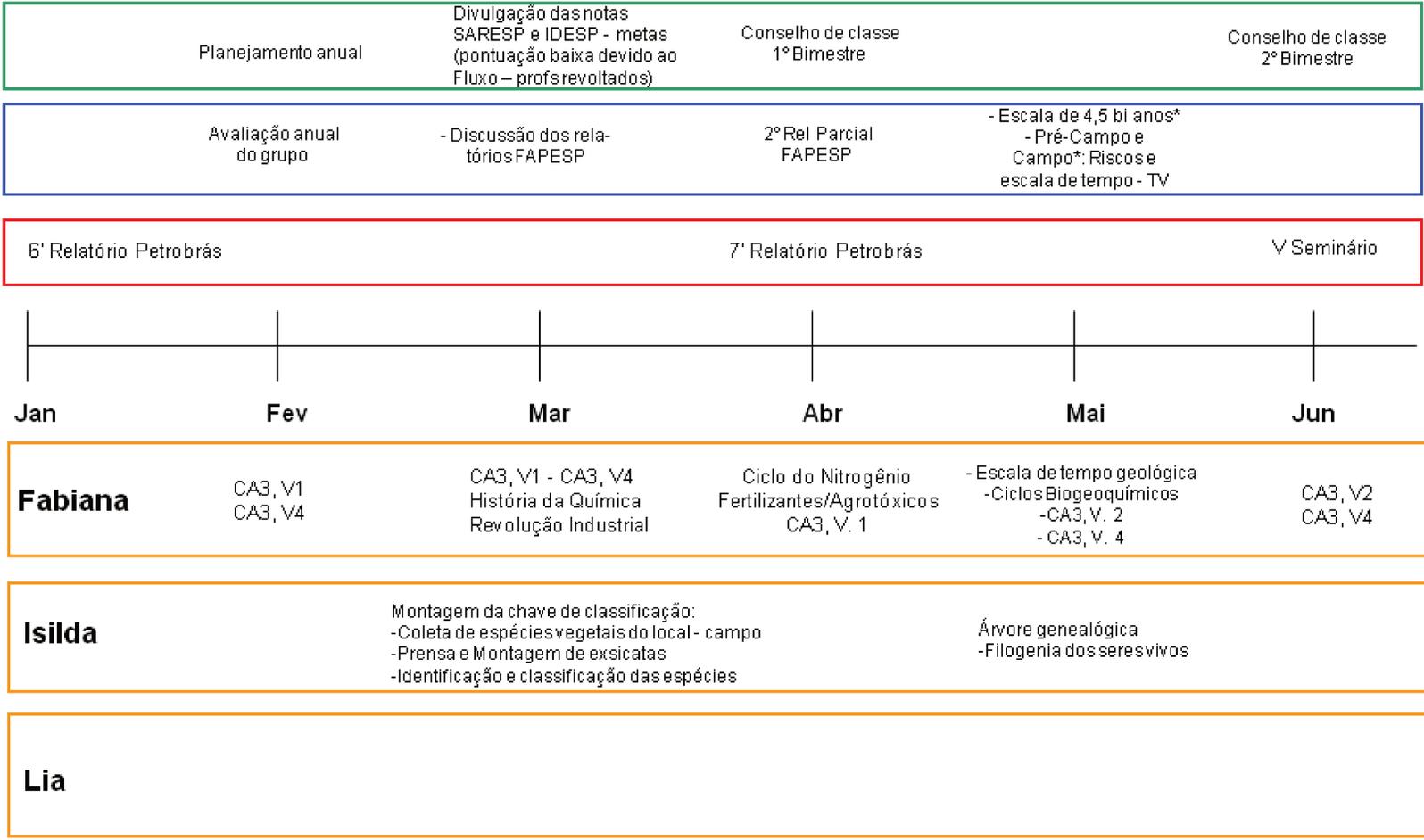


Figura 4.1 – Linha de tempo do subgrupo Ensino-Aprendizagem: 1º semestre de 2009
(Fonte: Compiani et al, 2010 - adaptado pela autora)

Somente em março, com base nas discussões do 2º semestre de 2008 e depois do empenho para a elaboração do 2º relatório parcial da FAPESP, o subgrupo retomou suas atividades com a ideia de continuidade dos trabalhos iniciados e também com intenções de desenvolver em outras turmas aquilo que havia feito no ano anterior.

A professora Isilda iniciou seus trabalhos sobre identificação e classificação das espécies vegetais do local da escola, enquanto em química eram abordados aspectos da temática atmosfera no sentido de produção de materiais a partir de recursos disponíveis na natureza (PCEQ, 2008), porém inserindo a história da química e a relação do desenvolvimento desta ciência com a revolução industrial. As atividades desenvolvidas neste semestre pela professora Lia eram direcionadas à 1ª série do EM do período noturno e faziam parte de um conjunto de ações que havia planejado com a professora Graziela, por isso não “aparecem” na linha de tempo.

Já estávamos em maio daquele ano e fomos convidados pela Fundação Padre Anchieta para a gravação de um programa a respeito de práticas interdisciplinares que seria utilizado na formação continuada de professores. Diante do convite, os dois subgrupos da escola se mobilizaram e resolveram montar um trabalho de campo abordando o tema “Riscos”²⁸ para a mesma turma de investigação do Ensino-Aprendizagem, agora 3ª série B.

O subgrupo Ensino-Aprendizagem que já havia evidenciado a vontade do desenvolvimento da atividade “Linha do Tempo Geológico” sugeriu que conceitos sobre tempo fossem abordados na mesma ocasião e que esta atividade também fosse gravada pela equipe da TV digital da Universidade Virtual do Estado de São Paulo (UNIVESP TV).

Não entraremos em detalhes sobre o trabalho de campo mencionado, pois apesar do Ensino-Aprendizagem ter ajudado na elaboração, não abrange a relação química e litosfera como pretendia e, portanto os objetivos de estudo desta pesquisa.

Linha do Tempo Geológico

O que seria muito ou pouco tempo? Para a ciência pouco tempo pode significar séculos, então, como fazer para que os alunos compreendessem a importância deste fator para a formação de solos já que, todo este processo leva muito tempo para ocorrer? Afinal, de acordo com os

²⁸Roteiro de Campo “Riscos e Escala de Tempo”, disponível no Relatório Final do Projeto “Ribeirão Anhumas na Escola”, apresentado à Fapesp. (COMPIANI et al., 2010)

autores sobre solos do site do “Programa Educ@r²⁹”, cada centímetro de solo se forma num intervalo de tempo de 100 a 400 anos, mas os usados na agricultura, entre 3000 a 12.000 anos para serem considerados produtivos.

Assim, em maio de 2009, na ocasião da filmagem, orientamos a construção de uma Linha do Tempo Geológico, com o objetivo de situá-los quanto ao próprio tempo e a história de formação do planeta. Afinal,

para compreendermos a dinâmica do planeta, a concepção de Tempo Geológico é essencial, pois a duração do conjunto de processos e fenômenos terrestres exerce papel decisivo nos ciclos de transformação do Sistema Terra. Qualquer feição geológica ou rocha representa uma série de eventos naturais que estão situados em um intervalo de tempo específico da história geológica da Terra. (CARNEIRO, LOPES e GONÇALVES, 2009, p.54)

Além disso, a atividade continha elementos para que o aluno pudesse fazer relações entre tempo e formação de solos, uma vez que foi abordada a origem das rochas e ao mesmo tempo o surgimento e evolução dos seres vivos.

O fator tempo trabalhado na atividade deveria contribuir para o trabalho de campo sobre riscos, no sentido de localizar o aluno numa escala de tempo que ele está e esteve presente, ou seja, associar a ocorrência de enchentes, por exemplo, com uma época antes e depois da construção de um gigantesco shopping em área que antes de ser totalmente pavimentada era um local amplo e de grande capacidade de infiltração de água de chuva.

Além disso, como o tempo é um dos cinco fatores envolvidos na formação de solos, podemos dizer que desenvolver esta atividade seria o início para uma compreensão mais global deste processo.

Diferente das demais atividades esta não foi elaborada pelo subgrupo, pois como citado na introdução, no ano de 2007 durante a formação continuada dos professores do projeto, tivemos a oportunidade de trabalhar com ela na 2ª oficina do módulo “Cartografia e Geologia”, no entanto não deixou de ser bastante discutida, principalmente sobre como seria a organização dos grupos, quais aspectos da atividade original seriam mantidos e qual espaço da escola utilizaríamos.

Esta atividade (Anexo I) consta da construção de uma “linha do tempo geológico”, com a idade de 4,5 bilhões de anos, representada numa tira de papel de 4,5 metros de comprimento. Os alunos, divididos em grupos, deveriam relacionar fatos importantes fornecidos sobre a história da

²⁹ O Programa Educ@r é coordenado pelo Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC) da Universidade de São Paulo. <http://educar.sc.usp.br/ciencias/recursos/solo.html> (último acesso em 08/08/2011)

vida e a formação de alguns recursos minerais (ferro, ouro, carvão e petróleo), entre eles recursos disponíveis na região de Campinas (gnaiesses, arenitos e granitos), com as divisões em eras, períodos e épocas que a geologia se incumbiu de determinar.

Como o objetivo não era o de trabalhar única e exclusivamente as “escalas”, estas foram fornecidas e a única tarefa dos alunos era então de calcular as distâncias em metros, centímetros ou milímetros e relacioná-las ao tempo passado entre um acontecimento e outro.

Mesmo assim, certa resistência dos alunos pôde ser notada no início, porém, o subgrupo associou este comportamento à insegurança, devido a dificuldades matemáticas que normalmente apresentam e que ali estariam em evidência e sendo gravadas pela equipe de TV, como o entendimento da escala e a equivalência entre as unidades de medidas.

Com o decorrer do tempo, os alunos se mostraram mais interessados, bem como radiantes com algumas descobertas. Foi um choque para eles não conseguirem visualizar o tempo atual, no entanto ficaram mais tranqüilos quando falamos que poderia haver uma segunda etapa da atividade em que poderíamos desmembrar os últimos 10.000 anos, porém, questionaram a escala a ser utilizada. Esta preocupação aparece depois de terem conseguido enfim entender como a escala funcionava, calculando e traçando a primeira ERA (pré-cambriana) que ocupara 3,9 metros da folha de 4,5 metros que eles tinham em mãos e depois os últimos 10.000 anos que apareceu como uma única linha, de espessura praticamente incalculável.

Ao término da atividade, uma auto-avaliação foi solicitada aos grupos de trabalho e foi possível perceber que a prática do trabalho em grupo (Figura 4.2) propiciou maior responsabilidade entre os membros para a realização do solicitado.



**Figura 4.2 – Alunos durante trabalho em grupo (Linha do Tempo)
(Foto da autora)**

No excerto que segue, quando os alunos relatam sobre a atividade, é possível perceber que a prática colaborativa se manteve durante todo o tempo entre eles e entre alunos e professor:

No trabalho [...] sobre a linha do tempo, tivemos a oportunidade de trabalhar em conjunto, pois todos os integrantes do grupo tentaram se ajudar, todos participaram e se empenharam para concluir o trabalho. As tarefas a serem realizadas não foram divididas; cada um realizava a parte com que se identificava mais e isso deu extremamente certo, pois todos ajudaram fazendo aquilo que sabiam, e o que nenhum de nós sabia, pedíamos explicações à professora e depois, através do raciocínio dela, desenvolvíamos o nosso, simplificando de uma forma que era mais fácil de compreender. (relato grupo 1 – grifo nosso)

Neste momento, o papel do professor era mediar discussões e esclarecer dúvidas (Figura 4.3), aliás, podemos dizer que estas relações, tanto entre os alunos quanto entre professor e alunos, foram pontos importantes para que o trabalho fosse concluído.



Figura 4.3 – Professor e grupo de alunos durante a atividade
(Foto tirada por alunos)

Afinal, o trabalho em grupo não era uma prática muito utilizada na escola, pois, geralmente os professores deixam de elaborar atividades com este intuito para evitar conversas altas, indisciplina ou para que não haja “cópias” da atividade pela maioria do grupo, uma vez que é muito comum ser feita somente por um dos participantes. Durante esta atividade, na qual a colaboração era fundamental e o ato de copiar do colega não era suficiente, foi possível notar espanto por parte dos alunos quando o trabalho realizado “por várias mãos” estava concluído.

No subgrupo tentávamos a todo o tempo conectar uma atividade com outra. No caso desta, de forma que os alunos percebessem que aqueles conhecimentos sobre tempo, escala e formação do planeta, embora abordados de maneira “diferente” da qual normalmente se utiliza a

especificidade das disciplinas escolares, para que pudessem compreender melhor algum outro conceito, como a formação de solos.

Assim, após a realização desta atividade, sentamos mais uma vez para tentar organizar o trabalho que o subgrupo tinha intenções de desenvolver. Talvez por lecionarmos disciplinas de mesma área, Isilda e eu éramos as mais próximas e logo chegamos a um acordo sobre como seriam as etapas seguintes.

Meu foco era a formação de solos e Isilda sugeriu um trabalho em conjunto de modo que ressaltássemos a importância da relação solo-planta quando voltasse a falar sobre os ciclos biogeoquímicos já que estes haviam sido brevemente tratados durante o mês de março. Além disso, para o trabalho da Isilda sobre a temática evolução presente na proposta curricular de biologia, sugeri que partisse da relação citada, passando pelas interações existentes nas cadeias alimentares a fim de abordar a adaptação dos seres vivos na Terra.

Lia e Graziela estavam ainda na tentativa de um trabalho com a 1ª série do EM do período noturno (a única em comum para as duas), mas não nos traziam boas notícias quando relatavam que os alunos pouco se interessavam pelo trabalho, que havia falta excessiva de alunos e docentes e que tudo isso estava atrasando seus planos.

No final de junho, tivemos o V Seminário do Projeto Ribeirão Anhumas na Escola no qual apresentamos os trabalhos em desenvolvimento, nossos planos e também nossas angústias e erros. Saímos de lá com várias contribuições dos colegas e principalmente dos acadêmicos, que inclusive sugeriram um trabalho de campo ao subgrupo sobre solos para nos auxiliar na elaboração das atividades que fariam parte inclusive do meu projeto de pesquisa.

4.4 – Segundo semestre de 2009: trabalho duro, porém recompensador

Com o objetivo de continuar esclarecendo o leitor quanto ao contexto e dinâmica do subgrupo em relação à escola, atividades gerais do projeto e grupo da escola (dois subgrupos), detalharemos a seguir a linha de tempo do Ensino-Aprendizagem (Figura 4.4) referente ao 2º semestre de 2009.

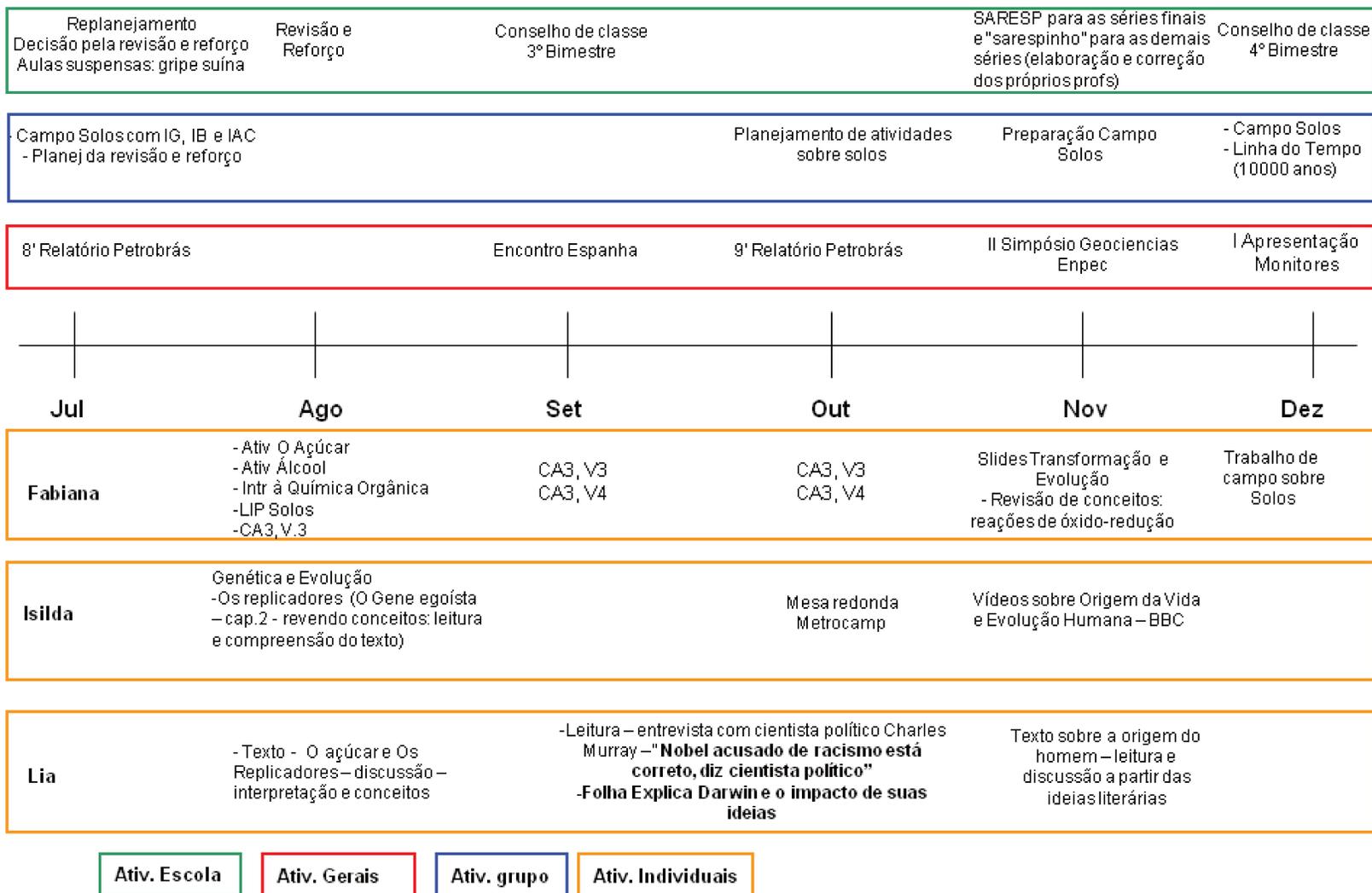


Figura 4.4 – Linha de tempo do subgrupo Ensino-Aprendizagem: 2º semestre de 2009
(Fonte: Compiani et al, 2010 - adaptado pela autora)

Em julho ainda, um dia antes da volta às aulas, retomamos nossas conversas e a primeira reunião do subgrupo aconteceu em campo, conforme indica a figura 4.4. Esta atividade de campo foi realizada com o professor Ricardo Coelho, especialista em solos do IAC, os geólogos e biólogos da equipe do projeto com o objetivo de auxiliar o subgrupo na elaboração de atividades que envolvessem a química, a biologia e o português no ensino sobre a formação de solos e as relações que se estabelecem durante este processo.

Neste trabalho de campo, o primeiro assunto tratado foi datação de solos e a dificuldade em se fazer isso em virtude das diferentes variáveis presentes durante o processo de formação dos solos, como clima, relevo e vegetação. Dessa forma, podemos dizer que dentro de um processo ele pode ser mais ou menos desenvolvido. Também tratamos da composição e fertilidade do solo, da importância da avaliação de profundidade do solo e disponibilidade de água para viabilizar o plantio e, das marcas que uma paisagem traz a respeito de sua história.

Naquela ocasião, portanto, os acadêmicos nos forneceram informações não só a respeito da formação de solos, mas também da questão tempo e das relações solo-planta para que pudéssemos prosseguir com a elaboração das atividades.

Entretanto, toda expectativa com a volta as aulas e retomada das atividades foi significativamente reduzida, pois as aulas foram suspensas por determinação da Secretaria da Saúde e também da Educação devido a uma epidemia de gripe causada pelo vírus H1N1 (gripe suína), o que atrasou o início de nossos trabalhos. Nosso retorno ao trabalho aconteceu em meados de agosto, quando enfim pudemos fazer o levantamento de idéias prévias (LIP) e que será melhor detalhado a seguir.

Levantamento de Ideias Prévias (LIP)

No subgrupo, a partir do que discutimos após o “Campo da Leucena” no ano anterior e sobre a atividade da “Linha do Tempo”, elaboramos um levantamento de ideias prévias – LIP (Anexo II) com algumas questões adaptadas de Yus Ramos e Rebollo Bueno (1993).

Eram oito questões acerca do processo de formação de solos, sua relação com os seres vivos e com as reações químicas, de modo que ao ser respondido nos trouxesse dados que pudessem nos orientar nas próximas atividades e discussões.

Estas questões agrupadas nos fornecem inúmeras informações a respeito do que os estudantes entendem sobre a formação dos solos e no quadro abaixo (Quadro 4.1) é possível perceber quais informações poderiam ser levantadas a partir da resposta dada pelos alunos a cada uma delas.

Questão	Informações previstas e inferidas em cada questão
Q1	Conceito de solos;
Q2	Formação de solos e os fatores que influenciam este processo;
Q3	Formação de solos e os fatores que influenciam este processo. Saber se eles reconhecem os processos químicos como sendo os principais na formação de solos e se eles apresentam alguma noção da espacialidade desses processos como predominantemente verticais; Importância da interação das rochas com o ambiente para a formação de solos; Relação ‘química e litosfera’ (transformação – decomposição química);
Q4	Formação de solos e a relação com o ar, água, vegetais, animais e microorganismos; Relação ‘química e litosfera’ (transformação). Solo como parte superficial da crosta e material poroso;
Q5	O fator tempo e a relação com a formação de solos;
Q6	O fator tempo e a relação com a formação de solos. Se eles tem noção que os processos intempéricos são formadores de novos minerais que irão formar o horizonte B; Compreensão da estruturação vertical do perfil de solo; Relação ‘química e litosfera’ (transformação – reações químicas formadoras de minerais);
Q7	O fator tempo e a relação com a formação de solos; Formação de solos e a relação com o ar, água, vegetais, animais e microorganismos; Relação ‘química e litosfera’ (transformação);
Q8	Formação de solos e os fatores que influenciam este processo; Importância da água e da temperatura nas transformações químicas; Relação ‘química e litosfera’ (transformação);

Quadro 4.1 – Informações previstas e inferidas em cada questão.

Além de entender o LIP como uma possibilidade de verificar o que o aluno conhece e traz consigo de suas vivências escolares e cotidianas e direcionar as atividades seguintes, podemos dizer que de certo modo também faz parte da construção do conhecimento e da aprendizagem se reflexões e diálogos são gerados entre essas ideias ou a partir delas.

Segundo Compiani (1998, p.145), os alunos sempre trazem para a escola uma “estrutura cognitiva, elaborada a partir da experiência diária, que serve para explicar e predizer o que ocorre em seu entorno e no seu dia a dia” (*tradução minha*). Então, por que descartar o que os alunos

traziam para a sala de aula? Afinal, eles provavelmente ao longo de sua trajetória escolar já haviam passado por um processo de formação a respeito dos assuntos que seriam abordados, mesmo que nas aulas de ciências o ensino sobre a formação de solos tenha sido restrito ao livro didático.

Para um melhor entendimento do papel do subgrupo na avaliação das respostas dadas pelos estudantes e também das influências que estes resultados tinham sobre as demais atividades, a seguir o leitor terá contato com o tratamento dado pelo subgrupo às questões do LIP de maior relevância para a elaboração das próximas atividades.

Embora este LIP tivesse sido elaborado com a intenção de avaliar os conhecimentos que aqueles alunos traziam de suas vivências cotidianas e escolares sobre a formação de solos, as relações deste processo com os vegetais e as reações químicas e, portanto voltadas mais para o ensino da química, o subgrupo entendia que num trabalho coletivo e interdisciplinar, não deveria haver divisão de tarefas, ou seja, todas nós éramos elementos importantes em todas as discussões e reflexões que fazíamos.

Desta maneira, o conhecimento do subgrupo ganhou novos contextos e as “barreiras” disciplinares deixaram de existir, e assim cada uma de nós buscava relações entre as disciplinas escolares às quais pertencíamos a medida que estas eram esmiuçadas durante as discussões.

Apesar dos dados coletados durante esta atividade terem sido mais utilizados para desenvolver atividades mais relacionadas à química, contribuições importantes das colegas de subgrupo foram incorporadas.

A Lia sugeriu que os alunos fizessem leituras de textos científicos a respeito de cada temática que era desenvolvida tanto na disciplina química como na biologia a fim de que se apropriassem de conhecimento também a partir de textos de gênero pouco utilizado para este nível de ensino.

A colaboração dela nestas leituras se fazia importante uma vez que nossos alunos não estavam acostumados com aquele tipo de linguagem, porém, em alguns momentos, também era necessário o auxílio tanto meu quanto da professora Isilda para o entendimento de conhecimentos mais específicos da química e da biologia quando estes se distanciavam daqueles que a professora de português havia elaborado durante as discussões do subgrupo ou no processo de formação que tivemos em 2007.

Desta maneira, pensamos que o subgrupo mantinha uma relação interdisciplinar que permitia a análise das questões do LIP em conjunto, como abordaremos a seguir, e assim a proposição de atividades que pudessem estabelecer vínculos entre as disciplinas escolares que lecionávamos.

Com relação às respostas dadas pelos alunos, ressaltamos que as questões 1 e 2 não foram comentadas neste estudo pois as mesmas informações previstas e inferidas a elas foram melhor abordadas nas demais questões analisadas, e estas nos trouxeram elementos mais significativos para uma análise a respeito das concepções que os estudantes traziam sobre a relação química e litosfera.

Para a questão 3 (Figura 4.5), 45% afirmaram que a alternativa correta seria a que indica uma formação de solos como um processo semelhante à sedimentação ou acumulação de material sobre a rocha mãe sem qualquer alteração dela (alternativa “a”), ou seja, predominante físico, e se confirmam nos excertos das justificativas dadas para a escolha da alternativa A, a seguir:

A espessura do solo aumenta pela acumulação de terra acima das rochas. (aluno M.)

O vento se agita e areia são levadas junto e assim elas se depositam em lugares altos. (aluno R.)

Ele vai se formando por acumulação. De baixo para cima. (aluna D.)

Pelo desenho podemos ver que ela tem bastante solo e pouca rocha, assim o solo aumenta mais a acumulação de terra. (aluna D.P.)

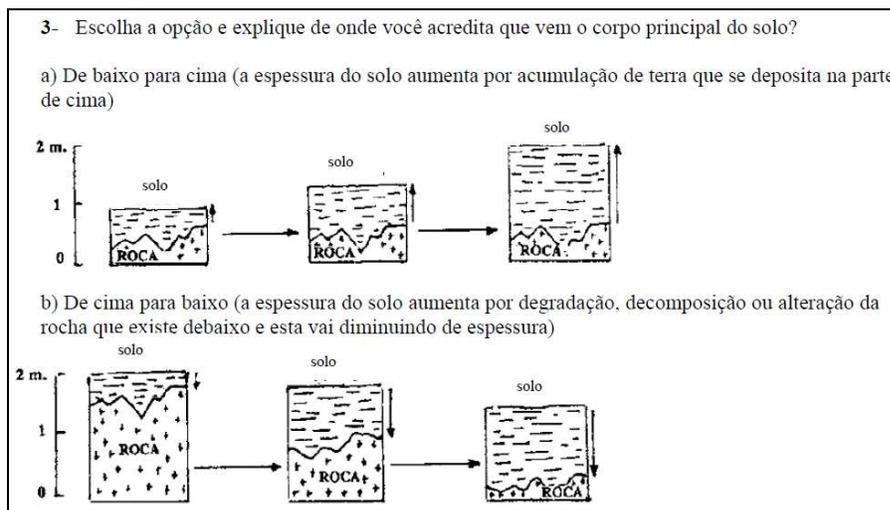


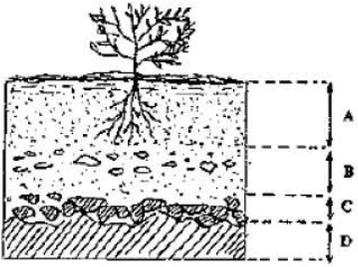
Figura 4.5 – LIP: questão 3

(Tradução e adaptação da autora com base em Yus Ramos e Rebollo Bueno, 1993)

As respostas dadas à questão número seis (Figura 4.6) confirmam o que observamos anteriormente (questão 3) quanto à formação dos solos por processo semelhante à sedimentação, pois,

57% assinalaram a alternativa “a” que afirma que este horizonte é o mais recente em comparação aos “B”, “C” e “D”, por ter sido o último a ser depositado.

6- Em todos os solos se encontram camadas ou horizontes sobrepostos.



Assinale com um X o horizonte mais recente (o último que se formou):

- a) A
- b) B
- c) C
- d) D

Explique a sua escolha: _____

Figura 4.6 – LIP: questão 6
(Tradução e adaptação da autora com base em Yús Ramos e Rebollo Bueno, 1993)

As respostas dos estudantes nos levaram a uma atenção especial para o intemperismo, afinal, este “é o conjunto de modificações de ordem física (desagregação) e química (decomposição) que as rochas sofrem ao aflorar na superfície da Terra” (TEIXEIRA et al., 2000, p. 140) e para as *Ciências da Terra* o solo é “o produto do intemperismo, do remanejamento e da organização das camadas da crosta terrestre, sob ação da atmosfera, da hidrosfera, da biosfera e das trocas de energia envolvidas” (Ibid., p. 157).

Sabendo que “a biosfera também participa mais diretamente no processo intempérico através da formação de moléculas orgânicas que são capazes de complexar cátions dos minerais, colocando-os em solução” (Ibid., p. 156), a professora de biologia sugeriu que na ocasião da abordagem deste assunto não deixássemos de falar sobre a interferência dos microorganismos neste processo, pois assim estaríamos relacionando a biosfera à litosfera de uma forma que o aluno pudesse entender qual a necessidade de um ensino interdisciplinar e, portanto menos fragmentado.

Para a questão 4 (Figura 4.7), percebemos que a maioria dos alunos (cerca de 90%), apesar de associarem a formação de solos a um processo predominantemente físico, sugerem que o solo seja formado por *rochas decompostas*, diferindo suas respostas somente nas associações com os demais elementos sugeridos nas diferentes alternativas.

- 4- Do que é formado o solo?
- a) somente de rochas decompostas e água
 - b) de rochas decompostas, água e plantas
 - c) de rochas decompostas, plantas e animais
 - d) de rochas decompostas, ar, água, animais e plantas
 - e) de rochas trituradas, água, plantas e animais
 - f) outro lugar (especificar): _____

Figura 4.7 – LIP: questão 4
(Tradução e adaptação da autora com base em Yus Ramos e Rebollo Bueno, 1993)

Então, relacionando os dados fornecidos pelas respostas das questões 3, 4 e 6, podemos dizer que estes alunos provavelmente não sabem o sentido da palavra “decompostas”, e assim não entendem a decomposição como um processo químico e por consequência a formação de solos, além disso, eles não têm noção que o solo é uma matéria porosa superficial na crosta e em interação com a biosfera daí a ser composto por ar, água, animais, plantas e rochas decompostas.

Diante deste fato chegamos a conclusão de que era preciso um enfoque maior para as transformações químicas que ocorrem durante o processo de decomposição e a associação de fatores para que isto aconteça, ou seja, acerca do processo de intemperismo que era desconhecido. Afinal, este não só decompõe mas forma novos minerais ao longo de um tempo bem maior, como séculos e até milhares de anos.

As respostas dadas à questão número cinco (Figura 4.8) que permitia ao estudante estabelecer relações com a atividade sobre a linha do tempo. Cerca de 20% dos alunos responderam que um solo atual tem a mesma idade da Terra (alternativa “d”), e 33% deles responderam que o solo se formou a mais de um milhão de anos (alternativa “c”).

- 5- Quando você acredita que se formaram os solos que você vê na atualidade?
- | | |
|----------------------------|---------------------------------|
| a) entre 1 e 100 anos | c) de 1.000.000 anos pra frente |
| b) entre 100 e 15.000 anos | d) a mesma idade que a Terra |

Figura 4.8 – LIP: questão 5
(Tradução e adaptação da autora com base em Yus Ramos e Rebollo Bueno, 1993)

Somadas, as respostas “c” e “d”, referem-se a mais da metade dos alunos entrevistados, o que confirma a falta de conhecimento acerca do tema proposto e o estabelecimento de relações do intemperismo com a atividade da Linha do Tempo Geológico.

Para o subgrupo, embora a atividade da linha do tempo trouxesse elementos para que o aluno pudesse fazer relações entre tempo e solos, naquela ocasião não houve (re)elaboração do conhecimento que traziam de suas experiências anteriores sobre as relações que se estabelecem durante a formação dos solos, mesmo a origem das rochas ter sido abordada ao mesmo tempo que era trabalhado o surgimento, evolução e adaptação dos seres vivos. Talvez isto tenha ocorrido pela temática não ter sido o foco principal da atividade, e também supostamente por estes alunos terem participado de um processo de ensino de ciências deficiente de abordagens menos fragmentadas, porém significativas a respeito da formação de solos.

Para a questão 8 (Figura 4.9), predominou o clima quente e chuvoso (alternativa “c” – 93%), quando os alunos responderam sobre condições favoráveis de se formar um solo mais desenvolvido.

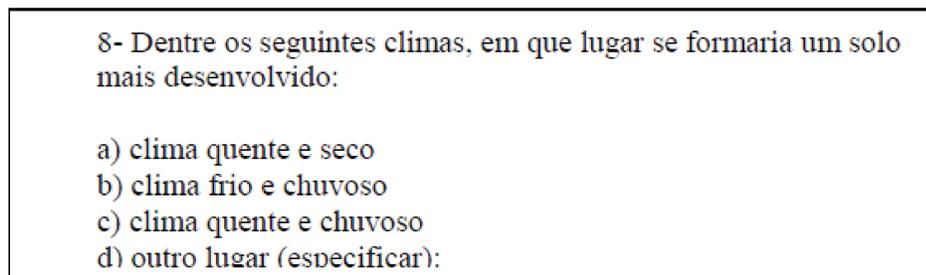


Figura 4.9 – LIP: questão 8
(Tradução e adaptação da autora com base em Yús Ramos e Rebollo Bueno, 1993)

Ao comparar as respostas dadas para esta questão com os 45% das respostas sobre a formação do solo acontecer por processos predominantemente físicos na questão 3 (alternativa A), podemos supor que além de não associarem as transformações químicas ao processo de formação destes, também não associam o clima ao solo e pouco sabem sobre o papel da água e da temperatura nas reações químicas.

Então, resumidamente, a partir dos dados obtidos na ocasião, podemos afirmar que

- há entre os alunos falta de noção do que é o solo com suas características e fatores formadores;
- para aqueles alunos a formação dos solos, apesar do criacionismo, associava-se a um processo semelhante à sedimentação,

predominantemente físico;

- sabem pouco sobre o papel da água e da temperatura nas transformações químicas do solo;
- não relacionam a formação de solos como originária de processos químicos;
- temos ausência da noção de intemperismo com seu papel decompositor e formador de novos minerais em ambiente de superfície com baixa pressão e temperatura;
- há falta de noções espaciais e dos processos de formação de solos com suas relações com as rochas; e
- não há conhecimento acerca do tema solos e a possibilidade de estabelecer relações com a atividade da Linha do Tempo Geológico.

Além disso, algumas hipóteses que sugerem um ensino desarticulado e fragmentado também puderam ser evidenciadas:

- há uma grande lacuna no ensino de solos nos níveis fundamental e médio, vide a inexistência do tema na atual PCEQ e a abordagem superficial para a disciplina de ciências (EF), biologia e geografia (EF e EM);
- os livros didáticos apresentam em sua maioria a concepção de formação de solos por processos físicos e semelhantes à sedimentação (pesquisa em elaboração por Compiani, orientador deste trabalho), e
- dificuldade de aprendizagem por ser ministrado de forma estanque, tratando somente os aspectos morfológicos do solo sem relacioná-los com a utilidade prática ou cotidiana desta informação, como sugere Lima et al. (2003).

A partir do LIP, então, direcionamos nossas discussões para a elaboração de atividades que pudessem resultar num entendimento menos fragmentado acerca das relações que se estabelecem entre a química e as geociências para que a formação dos solos possa acontecer, bem como da importância do solo para o planeta enquanto sistema.

Assim, o próximo passo do subgrupo foi na verdade a elaboração de uma aula expositiva que ao final foi intitulada “Transformações e Evolução”, já que as chuvas que caíam na região

dificultaram a saída a campo que deveria iniciar toda a discussão a respeito da formação de solos para que depois arestas que eventualmente “sobrassem” pudessem ser aparadas em sala e com a aula que será comentada a seguir.

Aula Expositiva: “Transformações e Evolução”

A aula expositiva, intitulada “Transformações e Evolução”, foi organizada para que o aluno pudesse compreender que tipo de interação havia entre estes dois conceitos, um abordado mais comumente na química e o outro na biologia.

Foi elaborada a partir de discussões no subgrupo, após as professoras de biologia e português terem iniciado um trabalho sobre a origem da vida³⁰ com aqueles alunos, utilizando como recurso uma sequência de slides (Anexo III) preparados com figuras extraídas de Teixeira et al (2000), Press et al (2008), do Dicionário Virtual de Geociências³¹ e de atividades já desenvolvidas, por exemplo o LIP e a Linha do Tempo.

A professora Isilda, na aula de biologia, abordou a origem da vida e o processo de evolução. Este último processo no sentido de que somente acontece se houver a possibilidade de transformações/reações químicas no indivíduo de qualquer espécie (inclusive nas mais complexas como a espécie humana), de forma aleatória e dependente diretamente das relações ecológicas estabelecidas e do meio em que está inserido. Além disso, trabalhou essa dependência de que a adaptação é a condição básica para o entendimento da evolução. Estar adaptado significa poder passar para seus descendentes fatores internos responsáveis por essa adaptação, e isso ocorre através da reprodução. A submissão das diversas gerações às condições ambientais define o processo evolutivo da espécie, permitindo estabelecer níveis de complexidade diferenciados entre espécies diferentes.

³⁰ Para tanto utilizaram os vídeos da BBC/Londres sobre origem da vida (Os Mares da Vida, s/d) e evolução humana (Os Seres Humanos, s/d) e textos de obras literárias e jornalísticas: “O Cortiço” de Aluísio Azevedo, “Bom Crioulo” de Adolfo Caminha, “Nobel acusado de racismo está correto, diz cientista político” – entrevista com o cientista político Charles Murray (05/11/2007), “Folha explica Darwin e o impacto de suas ideias” – Folha de São Paulo, 14/10/2009, “Os replicadores” – capítulo do livro O Gene Egoísta, de Richard Dawkins, além de uma entrevista com James Watson – Revista Veja, 24/08/2005.

³¹ Dicionário Virtual de Geociências, disponível em: <http://www.dicionario.pro.br/dicionario/index.php/> (último acesso em 08/11/2009)

A professora Lia, na aula de português, que discutia os mesmos vídeos e textos da biologia, tratava do assunto sob o aspecto da literatura do romance experimental naturalista, cujos autores, se apropriando das experiências e ideias científicas da época, procuravam construir suas personagens pelo mesmo viés utilizado pela ciência, colocando o homem como fruto das interações com o *meio, a hereditariedade e o momento histórico*, de acordo com Campedelli (2001, p.3). Aqui vale ressaltar que a contribuição de português foi mais direcionada às discussões das aulas de biologia, porém, em se tratando de um grupo que trabalhava em equipe e tinha intenções de ligar as transformações químicas à evolução, o tratamento dado em português, mesmo que indiretamente, foi importante para a química também.

Assim, a química se encarregaria de abordar conceitos e conteúdos que ainda não haviam sido discutidos, e de complementar os quais que ainda geravam dúvidas, com o objetivo de integrar as três disciplinas.

Na verdade, parte da sequência de slides que utilizei nesta aula havia sido elaborada por mim para tratar a formação de solos na disciplina química, porém numa de nossas reuniões, a professora de português sugeriu a inclusão da formação do planeta Terra e pouco tempo depois, a professora de biologia sugeriu que falasse sobre a evolução das espécies enquanto transformação que ocorre junto e ao mesmo tempo destes processos.

Ao invés de prolongar muito na formação do planeta que já havia sido contemplado na ocasião da Linha do Tempo Geológico, e na evolução das espécies que havia sido abordada nas aulas de biologia e português, Isilda sugere contemplar o início da aula com alguns slides sobre a atmosfera terrestre fortemente redutora que tínhamos quando ainda não havia vida em nosso planeta e a relação desta com as cianobactérias, seres anaeróbios e formadores de estromatólitos³² para a origem de uma atmosfera oxidante, necessária para o processo de intemperismo e também para a existência de seres vivos que se utilizam de oxigênio para a sua respiração.

³² Estruturas calcáreas formadas por meio da precipitação de carbonato de cálcio como consequência da remoção do gás carbônico da água por meio da fotossíntese pelas cianobactérias. (Disponível em http://www.anuario.igeo.ufrj.br/anuario_2008_2/2008_2_42_49.pdf - último acesso em 09/08/2011)

Então, a sequência de slides (Anexo III) foi elaborada conforme o quadro 4.2 e utilizando o data-show foi tratada de maneira expositiva e por vezes dialógica, em 2 horas-aula na sala do projeto, com registro áudio-visual.

SLIDES (Anexo III)	CONCEITOS/CONTEÚDOS
1 a 7	Transformação da atmosfera terrestre; Formação de novas substâncias; Surgimento de vidas mais complexas, e Necessidade de adaptação dos seres àquele novo ambiente.
8 a 26	Formação das rochas e suas propriedades.
27 a 30	Transformação da crosta terrestre resultante da interação com a atmosfera, hidrosfera e biosfera.
31 a 41	Intemperismo e fatores que o influencia; Formação de solos; Tipos de Solos.

Quadro 4. 2 – Conceitos e Conteúdos abordados na sequência de slides

Ao iniciar a sequência de slides com a transformação da atmosfera terrestre, a formação de novas substâncias, o surgimento de vidas mais complexas e a necessidade de adaptação dos seres àquele novo ambiente (Slides 1 a 7), os alunos imediatamente se reportaram às aulas sobre evolução tratadas em biologia e português, bem como à atividade sobre a linha do tempo, mostrando-se interessados e ao mesmo tempo surpresos, pois estavam em contato com uma prática que muito difere daquela em que o professor se preocupa em “transmitir” somente o que diz respeito à sua especialidade.

Aos poucos os alunos sentiam mais facilidade para agir e foi possível perceber que a nova maneira de “dar aulas”, que o subgrupo adotara, colaborava para que construíssem seus próprios conceitos de maneira mais ampla e menos fragmentada. Não havia a divisão disciplinar para tratar os conceitos das geociências, da biologia, da química ou do português, por exemplo, havia somente a estrutura burocrática que organiza a escola em hora-aula, um grupo de alunos interessados e estimulados a aprender, e professores que procuravam integrar seus conhecimentos a fim de atingir objetivos em comum.

E segundo Japiassu (1976), uma equipe como a nossa organizada a fim de executar um trabalho numa determinada instituição para estudar e solucionar um mesmo problema,

favorece inevitavelmente as trocas, os intercâmbios, os confrontos e o enriquecimento recíproco. Por outro lado, o trabalho em equipe tem muito mais chances de êxito que o empreendimento individual, sobretudo quando se trata de superar os vários obstáculos epistemológicos ou culturais e de fazer face às barreiras institucionais criadas hoje por muitas faculdades, escolas, departamentos (...). (p.126)

Durante a aula, diante das várias respostas dadas às questões que foram surgindo tanto por parte dos alunos como feitas por mim, foi possível perceber que os alunos passaram a se apropriar de termos técnicos, associar a formação do solo às transformações do ambiente por meio da ação do vento, da água, da temperatura e outros fatores, assim como a ação do homem como fator de transformação (anotações do diário de campo 13/11/2009).

Além dos slides, para que a aula se tornasse mais clara, havia amostras³³ da Pedreira do Coxixo que apesar de não localizar-se na bacia do Ribeirão Anhumas, fica às margens da Rodovia D. Pedro I na divisa entre o município de Valinhos e Campinas.

Em Campinas, a extração de recursos a beira de rodovias é proibida e esta, apesar de sua localização não pertencer a nossa cidade, é uma pedreira ativa, de extração de granito utilizado principalmente para a pavimentação de ruas e construção civil. Como aquele granito é uma rocha presente também na bacia hidrográfica que estudávamos, e sua formação ter sido abordada na atividade da Linha do Tempo Geológico, achei pertinente a sua utilização nas aulas.

As amostras compreendiam fragmentos de granito sem alterações ou pouco alterados, rocha podre e pequena porção de solo. Era possível identificar fragmentos de quartzo nestas amostras, pois é um mineral presente no granito de decomposição mais lenta, e assim os alunos podiam perceber que as propriedades dos minerais também interferem na formação dos solos uma vez que se transformam de acordo com a relação estabelecida entre as substâncias que os formam, a água e a temperatura, entre outros fatores, conferindo assim características específicas ao solo formado.

Estas foram utilizadas principalmente quando discutíamos a formação dos solos. Eram introduzidas pouco a pouco, ou seja, antes de abordarmos o intemperismo, somente o fragmento

³³ Durante o processo de formação no projeto, 2007, foi possível recolher amostras para compor um pequeno acervo na escola. Temos amostras da “Pedreira do Coxixo”, local que realizamos um trabalho de campo durante o módulo de “Geologia e Cartografia”. São frações de perfil do solo, no qual era possível observar os horizontes A e B, rochas podres (horizonte C), bem como a rocha mãe (granito).

do granito já havia sido apresentado aos alunos, ou seja, enquanto falava sobre as rochas, mostrei o granito e pedi que observassem atentamente as cores, as formas e a quantidade de minerais que compunham aquela rocha.

Prosegui a aula e ao projetar o slide 27, que introduz o intemperismo, os alunos apresentaram-se bastante interessados e também bastante participativos, talvez por que enfim estávamos “chegando” no objetivo principal da aula que era entender a formação de solos.

A primeira reação abordada foi a de hidratação (slide 28 - anexo III) na qual a anidrita é transformada em gipso. Neste momento, a aluna M.A., que era uma das monitoras ambientais e também participante do Programa de Iniciação Científica Júnior (PICjr) da UNICAMP, e já havia passado por aulas no IAC a respeito da formação de solos, iniciou uma explicação sobre um dos testes físicos que realizavam para a classificação dos solos. Este teste consistia em molhar uma pequena porção de solo na mão para perceber a textura e poder dizer se era mais ou menos argiloso. Assim, explicou também que isso iria depender da quantidade de partículas de argila que a amostra apresentava, pois a argila tem a propriedade de reter bastante água, como deveria de ser a anidrita do exemplo. (anotações do diário de campo baseadas na gravação áudio visual da aula – 03/11/2009)

A reação seguinte foi a de oxidação (slide 29) que já havia sido abordada anteriormente em sala de aula. Para este slide os alunos interferiram bastante trazendo elementos da aula dada no final do ano anterior, como a questão da perda de elétrons e transformação de uma substância em outra, e a única observação que fizeram relacionando a reação ao processo de formação de solos foi em relação à coloração dos mesmos, já que o slide trazia a formação de um óxido de ferro e na aula da 2ª série preferi trabalhar com eles a formação da ferrugem. Os alunos associaram a cor da ferrugem à cor avermelhada de certos tipos de solo da região e que são formados a partir de rochas ferro-magnesianas (diabásio).

Prosegui a aula apresentando aos alunos fragmentos de rocha alterada (rocha podre) e propositalmente coloquei-as ao lado da amostra de granito que já havia sido observada. Os alunos não exitaram em dizer que aquelas amostras não pertenciam ao mesmo local quando foram questionados a esse respeito, ou seja, em nenhum momento associaram uma a outra, o que nos indica que o fator tempo trabalhado na atividade da linha do tempo geológico não era associado ainda àquele processo de alteração talvez por que apresentava as amostras naquele momento como elementos distintos, separados.

Quando iniciei a explicação sobre a hidrólise (slide 30), perguntei o que aquela palavra significava para eles e alguns alunos recordaram da aula de biologia que foi explicado a “lise da célula”. A aluna “E.” explicou aos colegas que o significado de “lise” era quebra e, que “hidro” era água, e no mesmo momento sintetizou que a água seria utilizada para que aquela reação acontecesse.

Após esta inferência da colega, pedi que os alunos olhassem melhor para as amostras e que tentassem identificar semelhanças. Como o quartzo, um dos minerais que forma o granito, é muito resistente, puderam identificá-lo inclusive na rocha alterada que observavam, mas não associaram de imediato uma amostra à outra. Além disso, não conseguiram perceber semelhanças de cores entre os minerais que formam o granito, por exemplo, à cor daquela amostra alterada, assim, naquele momento foi preciso intervenção minha.

Na próxima reunião do subgrupo, ao expor em específico o que foi observado e comentado pelos alunos com relação às reações químicas do intemperismo, imediatamente chegamos ao acordo de que um trabalho de campo talvez ajudasse aqueles alunos a compreender melhor o processo de intemperização e como conseqüência a formação de solos, pois ao observar um perfil de solo que apresentasse cada uma das “fases” comentadas na aula expositiva, sobre o granito primeiro transformar-se em rocha podre e depois em solo, o aluno talvez passasse a estabelecer estas relações com maior facilidade, afinal, *in loco* não estariam olhando para dois elementos distintos como aconteceu na aula.

Observamos que o campo, neste momento seria de real importância, afinal, as amostras utilizadas em sala nada mais eram do que “exemplos”. O que faltava ali era uma contextualização real e com o local, que os trabalhos de campo proporcionam. Enfim, ao final daquela aula ainda não era possível dizer que a formação de solos por um processo de transformações químicas estava clara para todos os estudantes.

Além disso, é importante ressaltar que mesmo os alunos mostrando-se interessados percebemos no registro áudio-visual que o excesso de informações para duas aulas seguidas (1h e 40min) foi exaustivo para eles, que já demonstravam sinais de cansaço (bocejos e brincadeiras) ao término da primeira aula.

Aula na “sala de aula” ou na “sala do projeto”, na qual utilizamos giz e lousa ou equipamentos sofisticados como o data-show, são sempre aulas que normalmente não despertam tanto o interesse dos alunos a ponto de envolvê-los completamente. Há sempre os que se cansam

e dormem, os que preferem ouvir música com fones de ouvido e os que estabelecem conversas paralelas e alheias ao assunto abordado.

Não é porque estávamos envolvidos com o projeto e porque aqueles alunos eram aplicados que isso não aconteceria, então, no subgrupo marcamos um pré-campo a fim de elaborar o trabalho de campo que já havia sido adiado, afinal, pensávamos que observar *in loco* o perfil de solo, os matacões e a rocha podre que inclusive faziam parte da paisagem diária de muitos de nossos alunos, poderia contribuir para uma melhor elaboração de conceitos e também trazer o aluno que menos está acostumado a interferir nas discussões em sala de aula à participação mais ativa. Este trabalho de campo é descrito e comentado a seguir, objetivando evidenciar a importância deste tipo de atividade na escola.

Trabalho de Campo “Transformações e Evolução”

Com o mesmo título da aula expositiva, foi organizado de forma colaborativa entre as professoras do subgrupo Ensino-Aprendizagem um roteiro de campo (Anexo IV), levando em consideração o que foi observado no levantamento das ideias prévias e durante a aula expositiva com os slides, tanto no que diz respeito à elaboração de conceitos como com relação à necessidade de “chamar a atenção” de alguns alunos.

É importante ressaltar que os trabalhos de campo podem ter caráter diferente um do outro, dependendo do objetivo que se quer atingir e segundo o seu papel didático. Compiani e Carneiro (1993) sugerem que sejam divididos em categorias conforme quadro 4.3.

Categoria	Características	Objetivos principais da atividade, de influência forte e muito forte
Ilustrativo	Visão de ensino informativa; Modelos científicos aceitos e preservados; Ensino dirigido e centrado no professor; Lógica da ciência predominante	Aproveitar os conhecimentos geológicos prévios; Reconhecer feições e fenômenos da natureza;
Indutivo	Visão de ensino formativa e informativa; Modelos científicos aceitos e preservados; Ensino dirigido/semi-dirigido e centrado no aluno; Lógica da ciência e do aprendiz	Reconhecer feições e fenômenos da natureza; Desenvolver e exercitar habilidades; Estruturar hipóteses/sínteses e criar conhecimento;
Motivador	Visão de ensino formativa; Modelos científicos aceitos e preservados em grau variável; Ensino não dirigido e centrado no aluno; Lógica do aprendiz	Elaborar dúvidas e questões; Reconhecer feições e fenômenos da natureza;
Investigativo	Visão de ensino formativa; Modelos científicos aceitos, mas questionados; Ensino não dirigido e centrado no aluno; Lógica da ciência e do aprendiz	Estruturar hipóteses/sínteses e criar conhecimento; Desenvolver e exercitar habilidades; Aproveitar os conhecimentos geológicos prévios; Elaborar dúvidas e questões; Desenvolver atitudes e valores; Reconhecer feições e fenômenos da natureza;

Quadro 4.3 – Classificação dos Trabalhos de Campo
(Fonte: COMPIANI e CARNEIRO, 1993 - adaptado pela autora)

Baseando-nos nesta classificação dos papéis didáticos das excursões geológicas é possível propor este, que detalharemos a seguir, como *indutivo*, já que tem um roteiro estruturado (ver quadro 4.4 e anexo IV) com questões dirigindo às cognições e conhecimentos, pois, apresentava como objetivos mais importantes (ou de influência *forte e muito forte*, segundo os autores) a estruturação de sínteses e o desenvolvimento e exercício de habilidades, numa visão formativa, em que os modelos científicos existentes foram aceitos e preservados, o ensino semi-dirigido e a lógica predominante da ciência e às vezes do aprendiz.

Para que o leitor entenda melhor este trabalho de campo no qual alguns termos mais técnicos foram utilizados, precisamos dizer que o intemperismo e a pedogênese (formação de solo) levam à formação de um *perfil de alteração* ou *perfil de solo* (Figura 4.10), e este é “estruturado verticalmente, a partir da rocha fresca, na base, sobre a qual formam-se o **saprolito** e o **solum**, que constituem, juntos o **manto de alteração** ou **regolito**” (TEIXEIRA et al., 2000, p.141 – grifo dos autores).

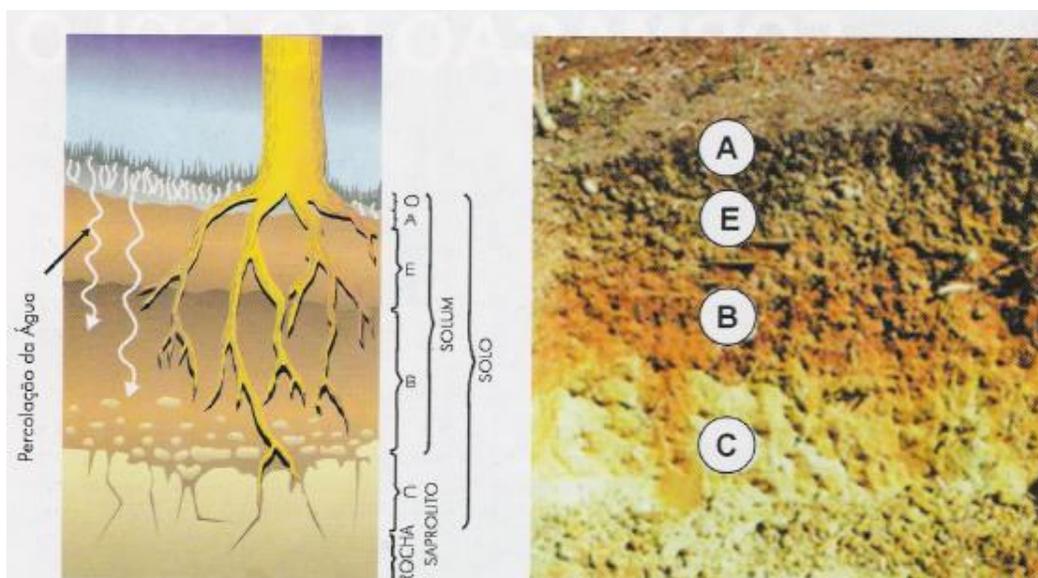


Figura 4.10 – Perfil de Alteração ou perfil de solo
(Ibid., 2000, p.140)

O *solum* é o conjunto dos horizontes O, A, E e B. Horizonte é o nome dado a um nível particular numa secção de rocha (PRESS, 2006). O horizonte “O” é rico em restos orgânicos em vias de decomposição; o horizonte “A” é mais escuro, pois contém matéria mineral e orgânica e alta atividade biológica; o horizonte “E” é mais claro, devido a remoção de argila, matéria orgânica e oxi-hidróxidos de ferro e alumínio; e o horizonte “B” é aquele que mais acumula argila, matéria orgânica e óxi-hidróxidos de ferro e alumínio (TEIXEIRA, 2000, p. 140).

Manto de alteração ou *regolito*, o solo, que compreende o *solum* e o *saprolito*. Este pode ser dividido em saprolito grosseiro (parte inferior, onde as estruturas e texturas da rocha estão conservadas) e saprolito fino (parte superior, onde a morfologia da rocha não é mais reconhecida). E por último, “C” é um horizonte de rocha intemperizada ou alterada (saprolito), e que pode ser chamado também de rocha podre já que do grego *sapros* = podre e *litos* = rocha³⁴.

A princípio, como citado anteriormente, o trabalho de campo seria realizado antes da sequência de slides, porém estávamos num período de chuvas e, portanto tínhamos dificuldades em acessar o local (Cemitério dos Animais – Campinas) que nos foi apresentado na ocasião das atividades de campo do módulo “Cartografia e Geologia” no ano de nossa formação.

Neste local, que na verdade ficava em frente ao “cemitério dos animais”, tínhamos a oportunidade de mostrar aos alunos um perfil com inclusive parte da rocha-mãe (rocha que ao

³⁴ De acordo com <http://vsites.unb.br/ig/glossario/verbete/saprolito.htm>, último acesso em 04/08/2011.

sofrer intempéries, origina o solo), essencial para que eles reelaborassem o conceito de formação de solos que tinham e que a LIP evidenciou. Porém, a chuva constante atrapalhou nosso cronograma de atividades e não tivemos outro jeito senão inverter a ordem: primeiro a aula expositiva e depois o campo.

Claro que com esta inversão, sabíamos que o campo poderia ter outros objetivos, mas era preciso. O campo, depois da aula expositiva, passa a ter uma conotação diferente, pois pode caminhar para a mera ilustração e este não era nosso objetivo. Assim sendo, tivemos o cuidado de elaborar questões que fizessem o aluno retomar os conhecimentos adquiridos sobre a formação de solos e as relações estabelecidas com os vegetais e com a química de modo que o observado fosse objeto de estudo e não um exemplo da aula anterior.

Quando novamente era tempo de fazer o trabalho de campo, ao visitarmos previamente o local, percebemos que as chuvas teriam contribuído para que a vegetação crescesse a ponto de tornar o local de risco para os alunos e, além disso, a população havia feito daquele lugar um depósito de lixo. Infelizmente precisávamos mudar o local da atividade.

Então, o trabalho de campo foi elaborado e realizado no Bairro de Santa Cândida num ponto próximo ao trevo entre a Rodovia Campinas - Mogi Mirim (SP-340) e a Rodovia D Pedro I (SP-065). Este local situa-se na Bacia do Ribeirão das Anhumas e é bem próximo da localização da escola e moradia dos alunos envolvidos (Figura 4.11).

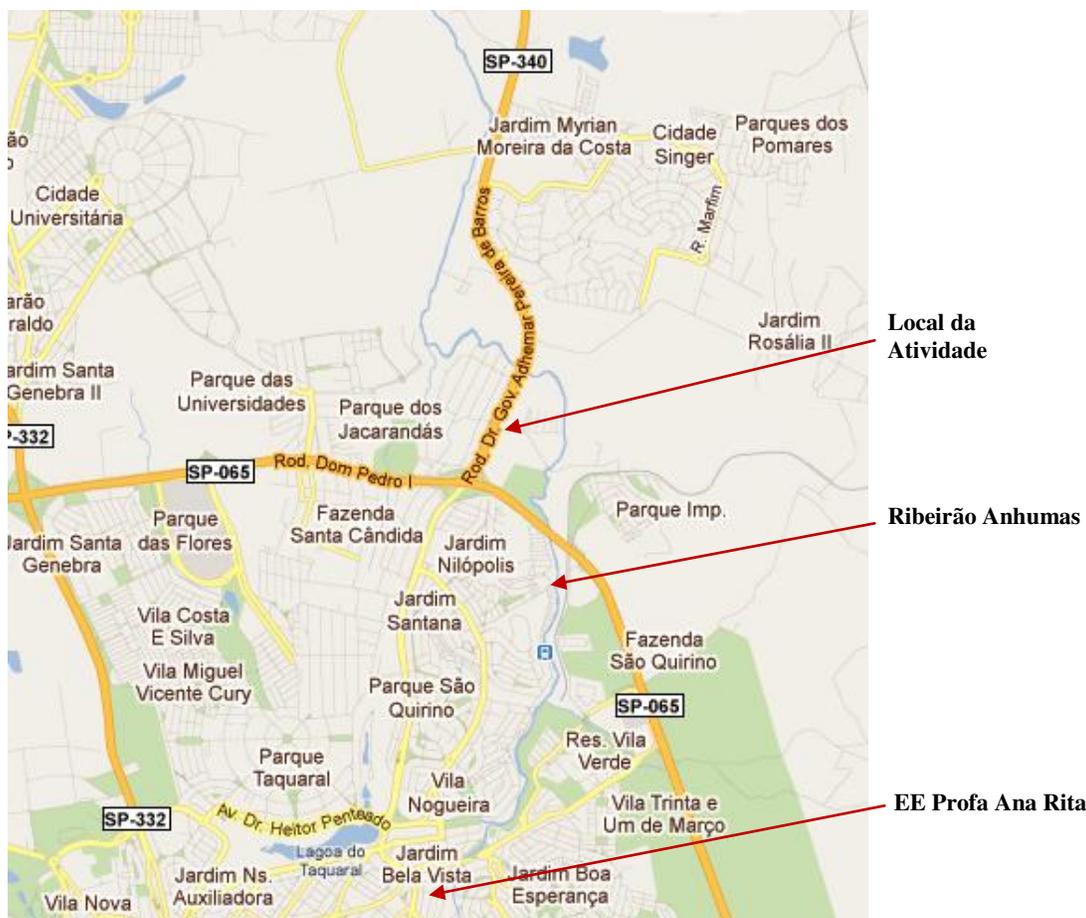


Figura 4.11 – Mapa do local (Trabalho de Campo)

(Disponível em <http://maps.google.com.br/maps?ll=-22.841573,-47.035689&spn=0.022346,0.042014&z=15>)

Como este local também havia sido um ponto visitado na ocasião da nossa formação, era preciso somente rever e adaptar algumas questões do roteiro que estava pronto, pois neste lugar não havia rocha mãe, mas havia outros elementos de igual importância para os objetivos traçados sobre a formação dos solos.

Com oito questões e utilizando como formas de representação os desenhos e a escrita, tivemos o cuidado de estabelecer relações a todo tempo a respeito do que já havíamos trabalhado, sobretudo, acerca das transformações químicas e formação de solos, tempo geológico e a evolução do planeta e do homem. Em campo, estabelecemos uma dinâmica de discussão em grupo, mas preenchimento individual do roteiro.

O quadro 4.4, a seguir, traz as informações que pretendíamos obter para as respostas dadas pelos estudantes a cada uma das questões daquele roteiro.

Questões	Informações a serem coletadas a partir das observações de campo
Q1	Verificar a partir de desenhos qual a importância dada aos elementos que compõem a paisagem que estava sendo observada;
Q2	Formação de solos; Evidências observáveis na paisagem e a associação das mesmas a processos de transformações químicas (minerais menos alterados, rocha podre, diferentes colorações, etc)
Q3	Formação de solos; O fator tempo e a relação com a formação de solos; Relação ‘química e litosfera’ (transformação);
Q4	Formação de solos e os fatores que influenciam este processo; Relação solo-planta;
Q5	Formação de solos e os fatores que influenciam este processo; Relação ‘química e litosfera’ (transformação química – formação de minerais – evidências destas reações);
Q6	Formação de solos; Relação solo-microorganismos;
Q7	Formação de solos e os fatores que influenciam este processo; Intemperismo;
Q8	Formação de solos; O fator tempo e a relação com a formação de solos; Relação ‘química e litosfera’ (transformação); Relação com a atividade de construção da Linha do Tempo Geológico;

Quadro 4.4 – Informações do campo

A partir de dados coletados e observações feitas ao longo das atividades, podemos dizer que o trabalho de campo foi chave de contextualização do ensino proposto, afinal, os alunos puderam exercitar o que já haviam “aprendido” e ao mesmo tempo entender que o solo daquela região não podia ser simplesmente tratado por “chão em que se pisa”, assim como o ribeirão por “valeta”, afinal, fazem parte de um conjunto de elementos que compõem o ambiente em que se inserem alunos e escola.

Este campo teve a duração de três horas, aproximadamente, e pudemos contar com 30 alunos da 3ª série B, a autora desta dissertação, as professoras Isilda e Lia, além da Viviane (geógrafa e mestrande do IG/UNICAMP). Os alunos foram divididos em 4 grupos, de modo que cada uma das professoras pudesse acompanhá-los durante as discussões e preenchimento do roteiro (Figuras 4.12 e 4.13).



**Figura 4.12 – Alunos recebendo as instruções gerais em campo
(Foto de Viviane L. Cracel)**



**Figura 4.13 – Professora esclarecendo dúvidas num grupo
(Foto de Viviane L. Cracel)**

A presença das outras duas professoras e da mestranda foi importante inclusive para garantir a segurança dos alunos e para que durante o trabalho em grupo fosse possível o atendimento de todos, afinal, cada uma de nós esteve junto a um deles (Figura 4.14), e em casos de dúvidas muito específicas da disciplina química e que as professoras não se sentiam seguras para auxiliá-los, trocávamos de lugar.



**Figura 4.14 – Professoras atuando nos diferentes grupos
(Foto de Viviane L. Cracel)**

Geralmente para um trabalho de campo com uma única sala (mesmo que seja com 30 a 40 alunos), somente um professor é autorizado acompanhar a turma, visto a estrutura funcional e de ensino que temos hoje em dia nas escolas, como citado no capítulo 2, porém, no caso de algum colega não ter aulas naquele dia, sempre pedimos a sua colaboração.

Portanto, a dinâmica estabelecida nesta atividade só foi possível por ter sido um dia atípico de atividades na escola uma vez que estávamos em período de recuperação final quando poucos alunos se fazem presentes, exceto esta turma tão dedicada. Assim, não houve necessidade de que as outras turmas que teriam aulas comigo ou com a professora Lia ficassem sozinhas ou que fossem dispensadas, além disso, a professora Isilda fez questão de nos acompanhar mesmo estando em dia de “folga”.

É preciso salientar também que esta turma, quando na 1ª série do EM apresentava comportamento inadequado, falava muito e bastante alto durante as aulas, além de que não conseguiam se organizar e trabalhar em grupos.

Estes alunos haviam cursado o ensino fundamental em outras escolas, então, o subgrupo pensava que a dificuldade em se identificarem com aquele novo ambiente contribuía para tal comportamento. Entretanto, acreditamos que a dinâmica que se estabeleceu quando as atividades relacionadas ao projeto se iniciaram tenha ajudado na aquisição de valores, principalmente nas saídas a campo que em nossa opinião foram fator importante para que estes alunos passassem a um comportamento adequado à aprendizagem, ou seja, com atitudes de respeito, responsabilidade e comprometimento.

Na época em que as atividades relacionadas a esta pesquisa se encerravam, os alunos estavam em contagem regressiva para a formatura, no entanto, participaram ativamente do trabalho, mostrando compromisso e seriedade.

Em campo, foi possível que os alunos estabelecessem relações entre seus conhecimentos prévios e o que foi construído durante as aulas, principalmente durante a aula que utilizei a sequência de slides, pois, referiam-se o tempo todo às figuras que haviam visto, para que pudessem responder às questões do roteiro e o completassem.

As várias questões propostas no roteiro de campo foram elaboradas justamente para que pudéssemos perceber se os estudantes seriam capazes de sintetizar conhecimentos e assim demonstrar compreensão sobre o que observavam. Então, a medida que esta atividade for sendo comentada, inferências sobre o aprendizado de alguns conceitos, bem como as relações que os alunos conseguiram estabelecer serão citadas. Vale ressaltar que as oito questões do roteiro se complementam, sendo assim, somente faremos comentários daquelas que melhor exemplifica o que pretendemos ressaltar com relação ao trabalho desenvolvido pelo subgrupo e também as que melhor justificam este tipo de atividade na escola.

Como a paisagem que estava sendo observada continha um perfil de solo (Figura 4.15), com presença de rocha podre e, minerais menos alterados (quartzo), havia a possibilidade de que os estudantes estabelecessem relações acerca de evidências das transformações químicas que vinham sendo abordadas ao longo do ano e intensificadas durante a sequência de slides.



**Figura 4.15 – Perfil de solo do local visitado
(Foto da autora)**

Assim, ao inferirem comentários acerca da questão de número 5 (Figura 4.16), indicam que houve a associação de conceitos sobre as transformações químicas com o que se observava quando citam como evidências destas, a cor e a textura do solo. Como exemplo, seguem alguns excertos de respostas dos alunos à questão 5 do roteiro de campo:

As diferentes colorações do solo são evidências de que houve uma transformação nas rochas (aluna B.)

A cor, a textura, o tamanho das partículas entre um horizonte e outro são evidências de transformações em tempos diferentes (aluna L.)

São evidências de transformações a cor, a textura, pedras mais resistentes que não sofreram alteração e o tamanho das partículas (aluna I.)

5- A influência de vários fatores implica em diversos tipos de transformações quando nos referimos à formação dos solos. Estas transformações podem ser evidenciadas por alterações/modificações observáveis numa paisagem. Com base no que se está observando, cite algumas destas evidências. Quais delas você acha que estariam relacionadas ao processo de intemperismo químico? Explique.

Figura 4.16 – Roteiro de Campo: questão 5

Como no local escolhido para o trabalho de campo, tínhamos um perfil de solo no qual podíamos melhor observar o horizonte C, evidenciado pela presença das rochas podres (mais alteradas) e também minerais menos alterados (Figura 4.17), pudemos dar ênfase aos diferentes estágios que se encontravam os elementos daquele perfil e discutir que “o tempo necessário para intemperizar uma determinada rocha depende dos outros fatores que controlam o intemperismo, principalmente da susceptibilidade dos constituintes minerais e do clima” (TEIXEIRA et al. 2000, p.156).

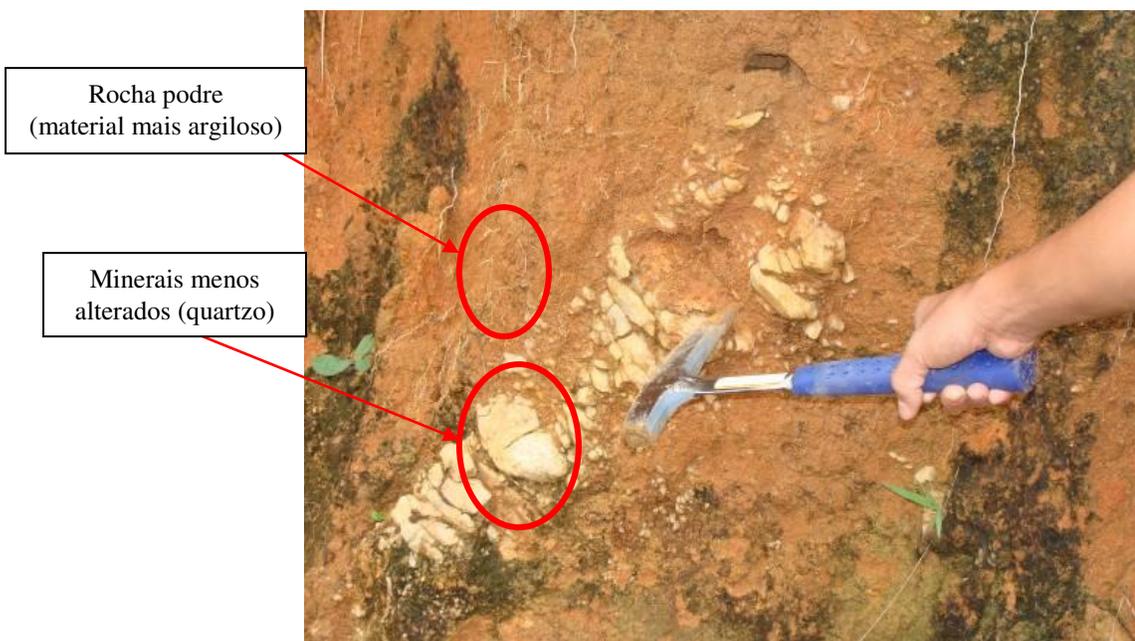


Figura 4.17 – Rocha podre e minerais menos alterados
(Foto da autora)

Afinal, o solo é formado de partículas que se estruturam permitindo entre elas a existência de espaços “vazios” (poros do solo) e dessa maneira podemos ter presente ali a atmosfera (ar), a hidrosfera (água) e a biosfera (presença de microorganismos e raízes).

Da interação entre o sistema clima e o de tectônicas (se necessário retome a figura 2.1 no capítulo 2), podem ocorrer reações químicas de grande relevância para o processo de formação de

solos:

- A hidrólise, reação muito importante para a formação dos solos, ocorre entre a litosfera e a hidrosfera e consiste na transformação de minerais silicatos quando em contato com a água. Como exemplo, citamos o feldspato, mineral presente no granito, rocha de ocorrência na região de Campinas, que por meio da hidrólise origina um material muito mais argiloso como o indicado no perfil da figura 4.15.
- A oxidação que ocorre entre a litosfera e a atmosfera e consiste em alteração intempérica de um mineral pela associação de um dos seus elementos constituintes com o oxigênio. Neste caso, o ferro é mais facilmente encontrado sob a forma Fe^{2+} que liberado em solução, oxida-se a Fe^{3+} e precipita como um novo mineral, por exemplo. Normalmente as cores mais avermelhadas ou amareladas dos solos são associadas à presença de diferentes tipos de óxidos de ferro e estes sempre relacionados aos processos oxidativos.

Além de tudo disso, durante o processo de intemperismo, as

reações estão sujeitas às leis do equilíbrio químico e às oscilações ambientais. Assim, se componentes, como a própria água, são retirados ou adicionados, as reações poderão ser aceleradas ou retardadas, ou seguir caminhos diferentes, gerando diferentes minerais secundários e diferentes soluções de lixiviação. (TEIXEIRA et al., 2000, p.145)

Comparando os relatos feitos durante o preenchimento do roteiro ou durante as discussões nos grupo (em campo) com os resultados do LIP, é possível evidenciar momentos de ressignificação de conceitos com relação à formação de solos. No LIP cerca de 57% dos alunos responderam que o horizonte “A” era o mais recente devido o solo ter sido formado por um processo físico (acumulação/sedimentação), enquanto que para as respostas à questão 2 (Figura 4.18) do roteiro de campo 90% dos estudantes evidenciaram um conceito de formação de solos relacionado ao intemperismo, confirmado pelos excertos que seguem.

2- Como você explicaria a formação do solo que estamos observando?
Existem evidências que expliquem esta formação? Quais?

Figura 4.18 – Roteiro de campo: questão 2

Embaixo dele (solo) tem uma rocha que continua intemperizando para continuar formando solo, e se tiver erosão podem aparecer mais matacões. (aluna M. – durante discussão)

A água penetra no solo e ajuda na decomposição das rochas. (aluna M. – resposta à questão do roteiro)

[A formação do solo observado acontece] através do intemperismo químico e físico. (aluno F. - roteiro)

No decorrer da atividade, algumas conversas e/ou atividades também foram recordadas pelos alunos. Entre elas estavam as imagens da sequência de slides e amostras da pedreira do Coxixo que foram muito bem lembradas pelos alunos no decorrer das observações, uma vez que ao visualizar a rocha podre em campo, facilmente a identificaram, associando àquela apresentada na aula expositiva, talvez pela textura e tamanho dos grãos (anotações do diário de campo da autora, 04/12/2011).

Neste momento, foi possível ressaltar aos alunos a ocorrência de rocha podre e solo num mesmo perfil, ou seja, que não eram elementos distintos, porém, fomos questionadas sobre a relação com o fragmento de rocha, presente também na aula, afinal, ali não era possível observar a rocha mãe. Então, pedimos a um aluno que se aproximasse mais dos matacões e com ferramenta apropriada retirasse uma amostra daquele fragmento. Assim, o mesmo exercício feito na sala de aula, a observação da rocha em conjunto com a rocha alterada, foi solicitado. Imediatamente pudemos notar inferências dos alunos no sentido de que realmente aqueles elementos compreenderem um mesmo processo de transformação, porém em tempos diferentes.

Além disso, lembraram-se de uma conversa informal no pátio da escola, anterior ao trabalho de campo em que observávamos um matacão localizado próximo à entrada de alunos. Na época, a maioria deles afirmava que era um “objeto” utilizado para “enfeitar” o local e que havia sido trazido e colocado ali por alguém.

Enquanto olhavam para os matacões (Figura 4.19) que também compunham a paisagem que estava sendo observada, discussões acerca do “surgimento” daqueles elementos naquele local aconteceram. Num dos momentos de reflexões, a aluna “E.” se lembrou sobre a conversa no pátio e imediatamente associou o “matacão” da escola com aquele observado e questionou: “Na escola pode até ter sido ‘colocado’ para enfeitar, mas aqui acho que não...” (diário de campo da autora, 30/11/2009). Foi quando a mesma aluna fez a seguinte reflexão e registrou em seu roteiro: “As rochas estavam formadas embaixo da terra e com o processo de erosão ficaram perceptíveis” (aluna E.).

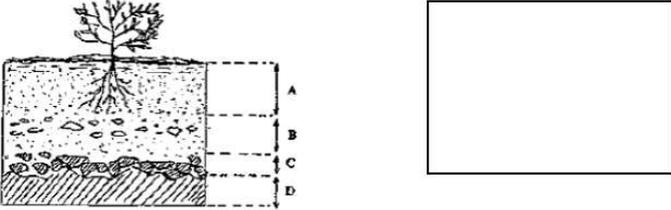


Figura 4.19 – Matacão
(Foto de Viviane L. Cracel)

Ainda, em gravação áudio-visual, é possível perceber a aluna “M.A.” explicando aos colegas o perfil do solo que está sendo observado, referindo-se à questão 3 do roteiro de campo (Figura 4.20), se apropriando de termos técnicos e ainda questionando e inferindo comentários em relação ao que se deve considerar sobre o horizonte mais antigo. Assim evidencia a internalização dos conceitos a ela apresentados:

O horizonte B já é o solo... o A é o mais antigo, rico em matéria orgânica (...). O horizonte C ainda não é solo, é rocha alterada, então este deve ser mais antigo (afirmando), então o B é o mais recente. (aluna M.A.)

3-Observe o esquema abaixo e compare-o com o perfil que está sendo observado (faça um esquema do que se observa para facilitar). Em seguida, complete a tabela a seguir:



Esquema

Perfil observado (real)

	Esquema	Real
a) Horizonte mais recente		
b) Horizonte mais antigo		
c) Percebe-se alguma diferença entre o esquema e o real? Qual?		

Figura 4.20 – Roteiro de Campo: questão 3
(Tradução e adaptação da autora com base em Yus Ramos e Rebollo Bueno, 1993)

Para fortalecer a hipótese de elaboração da concepção de formação química dos solos pelos estudantes, é importante ressaltar que os 30 alunos participantes do trabalho de campo responderam que o horizonte mais recente era o “B” tanto para o esquema, como para o que estavam observando, enquanto que no LIP (conforme descrito em item anterior), 57% afirmavam que o “A” era o mais recente devido o solo ser formado por processo físico.

Ainda a respeito desta questão, deste total, 48% deles responderam que o horizonte mais antigo para o esquema era o “D” (rocha) e “A” para o real. Supomos que neste momento consideraram a idade da rocha mãe que era visível no esquema e que no real não aparecia.

Próximo ao término da atividade, uma forte chuva começou a cair e fomos obrigados a terminar o preenchimento dos roteiros de campo dentro do ônibus. Enquanto isso, a professora de português iniciou uma conversa informal com um dos grupos sobre a interferência do homem no ambiente, e mostrando através da janela o outro lado da rua em que estávamos, pôde exemplificar o que tentava dizer, pois havia uma construção de um conjunto de prédios comerciais onde funcionários da construção civil retiravam com tratores muitas matações e solo do local.

Apesar de ter causado indignação e várias observações dos alunos quanto à quantidade de material que era removido, não temos anotações dos estudantes, devido esta conversa não fazer parte do roteiro. Infelizmente também não temos fotos daquela construção e isso reforça a necessidade do registro seja com imagens, em áudio e/ou vídeo de tudo o que acontece num trabalho como este, bem como de uma visão amplificada do professor de modo que esteja atento

a qualquer “imprevisto” e que como este pode contribuir para a elaboração de conhecimento.

Afinal, neste momento, relações entre o ambiente e a noosfera foram discutidas, porém não foram sistematizadas. Assim, a falta de dados mais concretos dificultou a discussão no subgrupo que poderia tê-las aproveitado para a elaboração de uma nova atividade ou complementação daquela, pois

a ideia de interação no âmbito de Sistema Terra exige abordar a noosfera integrada com as demais esferas, de modo a se visualizar a Terra como resultado de mútuas interações. Enquanto a biosfera se transforma mediante mecanismos explicados pela teoria da evolução, a esfera social – da qual fazemos parte – modifica-se sobretudo por meio de instrumentos culturais e que podem ser explicados pela economia, política e formas de organização social. (CARNEIRO, LOPES e GONÇALVES, 2009, p.52)

Neste momento podemos dizer que a observação *in loco*, para a construção ou reelaboração de conhecimentos pelos estudantes evidenciando também “o papel epistemológico do campo como fonte de informações” (COMPIANI e CARNEIRO, 1993, p.92), foi bastante importante, afinal, foi possível perceber que os alunos tinham conhecimento para explicar em campo a formação dos solos a partir das interações que ocorrem no ambiente, partindo de observações daquela paisagem.

A partir deste trabalho, os alunos entenderam melhor inclusive a relação solo-planta, o que não aconteceu na ocasião do Campo da Leucena, talvez por não terem claro na época que os solos eram formados a partir das interações estabelecidas entre a atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera, que originam-se de reações químicas, e que os vegetais dependem de vários elementos presentes em sua composição para seu desenvolvimento.

Discussão pós-campo

Normalmente, o pós-campo funciona como um *feedback* do trabalho de campo, mas, neste caso, esta discussão nos trouxe elementos importantes sobre todo o processo ao qual estivemos envolvidos durante aquele ano e não somente sobre aquela atividade. Ter as impressões dos alunos nos auxilia na elaboração de um próximo trabalho, assim como dar a eles um retorno a respeito do que se desenvolveu até ali os faz perceber o quanto foram importantes no processo de construção de seu próprio conhecimento.

Quando discutimos algumas das questões do campo em conjunto com as obtidas durante o LIP, estamos de certa forma indicando que houve evolução quanto à aprendizagem de conceitos que levam estes alunos a compreender a formação de solos, por outro lado também entendemos que o trabalho desenvolvido foi relevante, afinal, partimos de um estágio em que “Deus era o criador de todas as coisas” e chegamos à compreensão do intemperismo como processo no qual as transformações químicas são de extrema importância e, que a formação dos solos depende dele.

Diante das considerações e observações feitas durante a atividade e também no pós-campo podemos sugerir que o trabalho de campo neste processo de ensino e aprendizagem teve um papel *formativo* e muito importante, pois, promoveu a “construção de conhecimento a partir de informações [e a] aprendizagem como internalização de conceitos aplicados a contextos rotineiros ou novos” (COMPIANI e CARNEIRO, 1993, p.93). A este respeito, é importante que retomemos o item anterior quando fazemos comentários sobre as respostas dadas às questões do roteiro de campo e as relacionamos ao LIP, bem como às inferências sobre a aula expositiva.

Também a atividade com a linha do tempo geológico pôde “situar” os alunos com relação ao próprio conceito de tempo e a relação deste com os processos de formação de recursos naturais, bem como dos solos. As aulas expositivas e/ou dialógicas complementaram as específicas da disciplina química e o trabalho de campo, mas também as discussões em biologia e português sobre a origem da vida e evolução, de modo que o conteúdo específico, no caso as reações químicas, pudesse ser de fato, ensinado e compreendido de forma mais contextualizada e interdisciplinar.

Um excerto de uma aluna exemplifica contribuições entre as disciplinas. Neste caso, a aula de química feita com a sequência de slides contribuiu para a elaboração de atividade sobre a “Origem da Vida”, que a professora de biologia solicitou:

Na atmosfera terrestre primitiva existiam vários tipos de gases: CH₄, NH₃, H₂ e vapores de água (H₂O). (...) O clima é muito quente, ocorreram erupções, chuvas e raios. Cada um dos componentes da atmosfera primitiva reagiram entre si e dessa forma constituíram as moléculas orgânicas simples (CHO). Se reproduziram e criaram os primeiros seres vivos. Moléculas de proteínas formaram esses seres. Esses seres através da fermentação se alimentavam e liberavam CO₂ na atmosfera. Com o tempo evoluíram e se tornaram seres autótrofos fotossintetizantes, usando também a luz do sol no processo de produção de alimento.
(excerto de atividade entregue por M.A. à prof. de biologia)

Também com um excerto de texto produzido por outra aluna feito à professora de português, exemplificamos a impressão que ficou sobre todo o trabalho desenvolvido pelo subgrupo Ensino-Aprendizagem:

Nós, seres humanos do século XXI, vivemos em um ritmo frenético e compulsivo no qual nos privamos dos prazeres da vida. O mundo e a sociedade estão em constante mudanças assim como nós, “não obstante”, estamos sempre em busca daquilo que não alcançamos e esquecemo-nos de olhar ao nosso redor, ficando privados (podendo) assim de ver as diversas coisas boas que temos a disposição e são banalizadas. Um bom exemplo disso é o que acontece aqui no entorno da nossa escola, o Ribeirão das Anhumas passa no “quintal” dela e sabemos que existe, mas na correria do “dia a dia” não damos a devida importância, a maioria dos moradores nem sequer sabe o nome do ribeirão, ele é chamado de valeta ou de córrego.(...) Ao longo do ano todos os professores passaram o conteúdo previsto de uma forma diferente, a interdisciplinaridade foi a chave mestra do processo de aprendizado, pois buscamos nas diversas disciplinas as respostas para os questionamentos feitos nos trabalhos de campo desta maneira conceitos trabalhados em biologia podem ser abordados em química ou “vice versa”. (...) Por fim posso dizer que com tudo o que desenvolvemos tanto dentro de sala como fora serviu não só para o nosso aprendizado, mas também para produzir conhecimento e consequentemente transformar de alguma maneira por pequena que pareça a realidade de cada um.

(excerto de texto produzido à professora de português pela aluna K.)

A impressão que tivemos quando chegamos ao final daquele ano era a de dever cumprido, porém com muitas arestas a serem aparadas, como por exemplo, uma coleta de dados mais sistematizada de modo que tivéssemos “um histórico” da aprendizagem dos alunos durante todo o processo, pois boa parte das atividades desenvolvidas além destas aqui comentadas não foram alvo de investigação, “por não fazerem parte” de atividades que se relacionavam com o local e não termos feito registros. Mas se estávamos dentro de um processo de ensino e aprendizagem, em que discutíamos a sala de aula a todo tempo e as atividades “se encaixavam” em meio ao que nos foi proposto pela SEE-SP, por que estas atividades que “não abordavam” o local não seriam parte dos dados de pesquisa?

Hoje, vemos todo este trabalho como um produto da dedicação do subgrupo e por isso que os resultados obtidos durante o desenvolvimento das atividades nos indicam a necessidade de continuidade, pois mostram dados positivos que pudemos obter com uma única turma, mas que validam o plano de ensino para a 3ª série do EM que sugerimos no item a seguir.

4.5 – Um produto desta dinâmica: plano de ensino

Neste item sugerimos um plano de ensino para a 3ª série do EM que originou-se a partir de toda a dinâmica estabelecida no ano de 2009. Aqui, encontra-se sistematizado, porém foi organizado somente após o término do ano letivo e ocasião na qual elaborava o relatório individual final do projeto Ribeirão das Anhumas na Escola para a FAPESP.

Para a elaboração deste plano, consideramos a maioria das atividades dos cadernos do aluno da 3ª série do EM e adicionamos outras complementares a fim de contemplar o tema “Química e Litosfera”, presente nos PCN+, porém pouco ou nada explorado na PCEQ, visando a compreensão do todo e um ensino menos fragmentado a respeito da formação de solos.

Este plano foi organizado bimestralmente (Quadro 4.6) considerando as condições estruturais e legais do ensino público do estado de São Paulo que prevê 2 horas-aula por semana, sendo em média 20 por bimestre, para a disciplina de química.

Assuntos/Conceitos	Duração (h/aula)	Bimestre
LINHA DO TEMPO GEOLÓGICO	4 aulas	1º
Ciclos Biogeoquímicos (nitrogênio, oxigênio e carbono), cadeias alimentares	2 aulas	1º
CA3, v.1 – Atmosfera como fonte de materiais - Situação de aprendizagem 1: A atmosfera pode ser considerada uma fonte de materiais úteis para o ser humano? - Situação de aprendizagem 2: Estudo da síntese e da produção industrial da amônia a partir dos gases nitrogênio e hidrogênio - Situação de aprendizagem 3: É possível alterar a rapidez com que uma transformação química ocorre? - Situação de aprendizagem 4: Como utilizar modelos microscópicos para explicar as diferenças na rapidez das transformações químicas? CA3, v. 4 (Situação de Aprendizagem 1: Desequilíbrios ambientais causados pela introdução de materiais na atmosfera)	16 aulas	1º
CA3, v.2 – Hidrosfera como fonte de materiais - Situação de aprendizagem 2: Importância do controle da acidez de soluções e a escala de pH - Situação de aprendizagem 3: Como saber as quantidades de produtos e de reagentes que coexistem em equilíbrio químico? - Situação de aprendizagem 4: Influência das variações de temperatura e pressão em sistemas em equilíbrio * Os ciclos biogeoquímicos O papel da água nas reações químicas CA3, v.4 (Situação de Aprendizagem 2: Poluição das águas – Conhecendo para saber analisar e agir)	18 aulas	2º
LIP	2 aulas	2º
Conceitos básicos de química orgânica	2 aulas	3º
CA3, v.3 – Biosfera como fonte de materiais - Situação de aprendizagem 1: A biosfera como fonte de materiais - Situação de aprendizagem 2: Composição, processamento e usos do petróleo, do gás natural e do carvão mineral - Situação de aprendizagem 3: Composição, processamento e usos da biomassa - Situação de aprendizagem 4: A biosfera como fonte de alimentos para o ser humano * Os ciclos biogeoquímicos	18 aulas	3º
A importância dos solos na produção de alimentos CA3, v.4 (Situação de Aprendizagem 3: Perturbações na Biosfera)	2 aulas	4º
REAÇÕES DE ÓXIDO-REDUÇÃO E HIDRÓLISE - Reação de formação da ferrugem e alteração do feldspato potássico CA2, v.4 - Eletrólise, Pilhas e Baterias - Situação de aprendizagem 2: Estudando o processo de eletrólise - Situação de aprendizagem 3: Como funcionam as pilhas e baterias?	8 aulas	4º
TRABALHO DE CAMPO (para esta etapa é necessário a contribuição de outro colega que possa compartilhar 2h/aula de sua disciplina para que a sala possa sair da escola)	2 aulas	4º
SEQUÊNCIA DE SLIDES – Transformações e Evolução (sugerimos 2 etapas para este trabalho)	4 aulas	4º
DISCUSSÃO PÓS-CAMPO	2 aulas	4º
	80 aulas	-

Quadro 4.5 – Plano de Ensino: Disciplina Química, 3ª série do EM

Notem que neste plano de ensino há momentos em que contemplamos as atividades dos cadernos do aluno e aulas extras sobre conceitos como ciclos biogeoquímicos, cadeias alimentares, conceitos básicos para a química orgânica, a importância do solo para a produção de alimentos e reações de oxido-redução e hidrólise, que na ocasião do desenvolvimento deste trabalho foram pertinentes ao contexto que tínhamos em sala de aula. Tudo isso distribuído em meio as atividades elaboradas e comentadas pelo subgrupo.

Em se tratando de “poluição, perturbações da biosfera, ciclos biogeoquímicos e desenvolvimento sustentável” (SÃO PAULO, 2010a, p.150), conteúdo destinado ao 4º bimestre, consideramos que devam ser introduzidos de forma que não fiquem isolados do estudo da atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera, afinal, sugerimos um ensino menos fragmentado no qual o aluno possa entender que estas esferas podem nos fornecer recursos, mas que também são perturbadas pelo ser humano na ocasião da extração e utilização destes. Para tanto distribuímos os temas que achamos de maior relevância do CA3, v.4 ao longo dos quatro bimestres.

É importante ressaltar que para a nossa realidade foi oferecido o estudo acerca das reações de “oxido-redução” no final da 2ª série do EM e, no entanto, deixamos aqui a sugestão de trabalho com este tópico da disciplina, ou pelo menos uma retomada (como foi necessário), para o final da 3ª série, por se tratar de um conceito relevante para o entendimento de parte do processo de intemperismo.

Outro fator importante, é que o trabalho de campo foi inserido anterior à aula expositiva “Transformações e Evolução” conforme havíamos planejado inicialmente e por ainda considerarmos que o campo tem conotação diferente quando tratado previamente, conforme exposto em item anterior, e neste caso pensamos que corremos menor risco de utilizá-lo simplesmente como “exemplificação” de uma aula expositiva.

A aula expositiva também requer cuidados, pois tornou-se cansativa e pouco interessante para aqueles estudantes que bocejavam ao final da exposição, talvez também pela falta de ação daqueles alunos. Assim, propomos que seja dividida e desenvolvida em 4 aulas, pensando também numa dinâmica de mais ação por parte do aluno do que do professor.

Além disso, pensando na autonomia do professor, a ordem e adaptação das atividades devem ser definidas por este que talvez conheça melhor o contexto e a realidade local dos alunos e da escola.

Considerações Finais

Em resumo, a ideia se refere à situação, ou à qualidade da ação, dentro de um cenário que desejamos melhorar.

James Mckernan

No contexto da atual escola pública do estado de São Paulo, carente de uma estrutura funcional e de ensino que poderiam suprir muitas das necessidades de um processo de ensino e aprendizagem de qualidade, iniciou-se o Projeto Ribeirão Anhumas na Escola, que tinha como alvo principal a regionalização e flexibilização curricular no contexto da Bacia do Ribeirão das Anhumas.

Este projeto buscava “desenvolver estratégias de cooperação entre professores da escola básica, licenciandos e professores da universidade” (COMPIANI et al., 2006, p.10), sob a perspectiva da pesquisa-ação-colaborativa, para que o ensino das escolas estaduais parceiras do projeto pudessem aproximar o aluno do conhecimento a partir do local da escola e de sua comunidade.

Desta maneira, a pesquisa-ação foi utilizada metodologicamente pelos professores, de modo que aquelas escolas e os atores envolvidos fossem produtores de conhecimento, assim como sugere Mckernan (2009), e também por acreditarmos que o conhecimento é construído socialmente. Neste momento, então, realçamos a relevância da participação do professor-pesquisador na elaboração de um currículo escolar local, afinal, é o professor que melhor conhece a realidade dos estudantes e o qual também, em parceria com seus alunos, pode prever e prescrever aquilo que vai ser de fato significativo para a elaboração do conhecimento deles. Pois,

quando o local é transformado em problema de ensino sob o enfoque da teoria de sistemas e do tempo geológico é possível construir com os alunos uma concepção ambiental. Esta possui uma dimensão temporal da história da natureza. Trata-se de uma abordagem sintética que conduz os alunos a compreender certo campo das ciências (química), bem como achar nexos deste com outras áreas de conhecimento. (SICCA e GONÇALVES, 2006, p.10)

Foi participando deste cenário, na EE Profa Ana Rita Godinho Pousa, que possibilitou propor e concluir esta pesquisa buscando suprir lacunas encontradas na PCEQ relacionadas à temática “Química e Litosfera” e indicando a possibilidade de um caminho para a atuação do professor enquanto pesquisador, participante do processo de elaboração de um currículo

contextualizado.

Dessa maneira, as relações entre a química e as geociências e entre estes dois campos do saber com o local foram se estabelecendo enquanto parte do currículo da 3ª série do EM, no intuito de formar um aluno crítico, consciente e atuante em relação aos problemas socioambientais do local onde vive e está inserida a escola.

Tudo isso deve-se ao fato dos professores envolvidos no projeto Ribeirão Anhumas na Escola terem conquistado seu espaço, ou seja, poderem agir com autonomia. Afinal, com o embasamento teórico disponibilizado pelos professores da academia podiam contra-argumentar sobre a imposição de práticas que não concordavam, como a utilização de materiais didáticos muitas vezes generalistas e que não atendiam aquele contexto.

Além disso,

são visões que vão se concretizando gradualmente, com experiências que buscam de forma diferenciada, segundo as realidades locais e regionais, caminhos práticos que permitam dar à educação um papel mais amplo de irradiador de conhecimentos para o desenvolvimento local, formando uma nova geração de pessoas conhecedoras dos desafios que terão de enfrentar. (DOWBOR, 2007, p. 88)

Durante o período de vigência do projeto, a busca por caminhos alternativos para suprir necessidades de sala de aula aconteceu predominantemente nas reuniões do subgrupo Ensino-Aprendizagem e também no contato com a academia, o que caracteriza a ideia da pesquisa-ação-colaborativa de Pimenta, Garrido e Moura (2001), e, Santos e Compiani (2010), também fortalecendo os laços entre as professoras participantes do subgrupo e entre escola pública e universidade.

Nestas reuniões onde a interdisciplinaridade era discutida e também era base na elaboração das atividades escolares, conteúdos da química se misturavam com os da biologia, da literatura e das geociências, pois como Silva Thiesen, pensamos que

quanto mais interdisciplinar for o trabalho docente, quanto maiores forem as relações conceituais estabelecidas entre as diferentes ciências, quanto mais problematizantes, estimuladores, desafiantes e dialéticos forem os métodos de ensino, maior será a possibilidade de apreensão do mundo pelos sujeitos que aprendem. (2008, p. 552)

Deste modo, os laços estabelecidos também proporcionaram oportunidades reflexivas e inovadoras para que um professor de química da escola pública olhasse para o currículo oficial de seu estado de maneira crítica e propusesse alterações e complementações, contribuindo assim para o fechamento de lacunas detectadas, inclusive por outros autores com relação ao tema solos.

A partir de atividades contextualizadas com o local, elaboradas e discutidas no subgrupo e complementadas por muitas das sugeridas no material da SEE, desenvolvemos um plano de ensino para a 3ª série do EM, que procura relacionar a química e as geociências para o entendimento do sistema Terra a partir das interações que ocorrem entre a atmosfera, hidrosfera, litosfera, biosfera e noosfera.

Consideramos o contexto que aqueles estudantes estavam inseridos e também o que traziam como ideias prévias e, na ocasião de desenvolvimento destas atividades, principalmente do trabalho de campo, foi possível verificar que a construção do conhecimento acerca da formação de solos aconteceu de maneira satisfatória. Afinal, foi na interrelação dos conhecimentos acadêmicos e cotidianos que o conhecimento escolar daqueles jovens foi trabalhado.

Quando concordamos com Mckernan (2009) que “a educação aperfeiçoa a liberdade do aluno induzindo-o ao conhecimento de sua cultura como um processo vivo, pensante” (p.149), estamos distinguindo a educação do mero treinamento ou instrução, já que neste processo, o aluno foi atuante e seu conhecimento anterior àquele contexto e o adquirido durante a sua participação foram extremamente relevantes e valorizados.

Desta maneira, podemos dizer que houve o estabelecimento mais uma vez de parceria e colaboração, agora entre alunos e professores, o que, de certa forma, diminuiu a indisciplina, o excesso de conversa e a indiferença pelo local que estavam inseridos como quando ingressaram naquela escola.

Infelizmente é preciso concordar que a falta de sistematização dos dados que obtínhamos em outras atividades que permearam não só todo este trabalho, mas também das professoras Lia e Isilda, e que não demos importância na época por entendermos que eram atividades que não estavam diretamente ligadas ao local, nos prejudicou no sentido de não incorporar reflexões acerca de nossa prática e da aprendizagem dos nossos alunos. Deste modo também nos privamos de obter outros dados tão significativos quanto os que discutimos nesta dissertação e que pudessem talvez nos mostrar um outro “caminho” a ser seguido quando elaboramos o plano de ensino de química para a 3ª série do EM que fora proposto no capítulo 4.

Mesmo assim, podemos dizer que a inserção do tema faltante na PCEQ, hoje currículo da disciplina química, vem suprir necessidades de conteúdos enquanto promove junto com a abordagem local a superação de problemas reais e escolares, estimulando assim, a autora desta

dissertação ou o próprio leitor ao prosseguimento de seus estudos quem sabe para a 1ª e 2ª séries do EM.

Neste momento, convidamos outros professores de química ou também das demais disciplinas escolares à reflexão e à busca de parcerias com a universidade, a fim de um “repensar” sobre sua relação com a academia no sentido de obter conhecimentos para modificar sua prática e assim contribuir com a educação deste país.

Referências Bibliográficas

BRASIL. **Lei de diretrizes e bases da educação nacional**, Lei nº 5.692, de 11 de agosto de 1971.

_____. **Lei de diretrizes e bases da educação nacional**, Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasil. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

_____. **PCN⁺ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasil. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2006, v.2, 135 p.

_____. **Química: catálogo do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio: PNLEM/2008**. Brasília: MEC/FNDE, 2007. 67 p.

BRIGUENTI, E. C.; SANTOS, P. N.; FRAILE, O. O.; VACCARI, C. A.; AMARAL, V. R.; HORNINK, G. G. Trabalho de campo e caso simulado CTSA: Os muros da cidade. Atividade para pesquisa do professor no projeto Anhumas na Escola. In: VII Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências, 2009, Florianópolis. **Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências**, 2009. v. 1.

CAMPEDELLI, S. Y., apud CAMINHA, A. **Bom-crioulo**. São Paulo. Editora Ática, 2001.

CARNEIRO, C. Dal Re; LOPES, O. R.; GONÇALVES, P. W. O Ciclo das Rochas na Natureza. **Terrae Didatica** (Impresso), v. 5, p. 50-62, 2009.

CARRERI, A. V. **Cotidiano escolar e políticas curriculares: táticas entre professores consumidores**. Orientadora: Maria Inês P. dos S. Rosa. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação. Campinas, SP. [s.n.], 2007.

CHASSOT, A. I. Uma história da educação química brasileira: sobre seu início discutível apenas a partir dos conquistadores. **Epistême**, v. 1, n. 2, 1996.

COLL, C.; MARTÍN, E.; MAURI, T.; MIRAS, M.; ONRUBIA, J.; SOLÉ, I. & ZABALA, A. **O construtivismo na sala de aula**. Editora Ática, Série Fundamentos, 6ª edição, 1999.

COMPIANI, M.; CARNEIRO, Celso Dal Ré. Os papéis didáticos das excursões geológicas: **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, 1993 (1.2), 90 – 98.

COMPIANI, M. (Coord.). *et al.* **Projeto Elaboração de conhecimentos escolares e curriculares relacionados à ciência, à sociedade e ao ambiente na escola básica com ênfase na regionalização a partir dos resultados de projeto de políticas públicas.** Encaminhado ao Programa Especial FAPESP ENSINO PÚBLICO. Depto. de Geociências Aplicadas ao Ensino, Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas, 2006.

COMPIANI, M. (Coord.). *et al.*; Sobre o Projeto Ribeirão Anhumas na Escola. In: **6º Seminário do Projeto Ribeirão Anhumas na Escola.** Campinas, CD-ROM, 2010.

COMPIANI, M. Ideas Previas y construcción de conocimiento em aula: **Enseñanza de las Ciencias de La Tierra**, 1998 (6.2), 145 – 153.

CRACEL, V. L.; COMPIANI, M. Currículo regionalizado: uma experiência de contextualização do local na escola Estadual Profa. Ana Rita Godinho Pousa Campinas, São Paulo, Brasil. In: 12º Encuentro de Geógrafos de América Latina, 2009, Montevideo. **Memorias del 12º Encuentro de Geógrafos de América Latina**, 2009. v. s/n. p. 1-12.

DOWBOR, Ladislau. Educação e apropriação da realidade local: **Estudos Avançados**, 21 (60), p.75-92, 2007.

ELLIOTT, J. **La investigación-acción en educación.** Org. CASANOVA, M. A.; SACRISTÁN, J. G.; GÓMEZ ÁNGEL. I. P. E SANTOMÉ, J. T. Quinta edición, reimpresión. Ediciones Morata, S. L., Madrid, 2005.

FRANCO, M. A. S. Pedagogia da Pesquisa Ação. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.31, n.3, p. 483-502. Set/dez. 2005.

FREITAS, M. T. de A. A abordagem sócio-histórica como orientadora da pesquisa qualitativa. **Cadernos de Pesquisa** [online]. 2002, n.116, pp. 21-39.

GARCIA, F. B. T.; COMPIANI, M. O tema solos no ensino de química no contexto da bacia hidrográfica do Ribeirão das Anhumas, Campinas-SP. In: V Simpósio Brasileiro de Educação em Solos. **Resumos Expandidos do V Simpósio Brasileiro de Educação em Solos**, UFPR, Curitiba, PR. 15 a 17 de abril de 2010, p. 233-235. ISBN: 978-85-89950-05-3. Disponível em http://www.sbes.ufpr.br/resumos_expandidos_VSBES.pdf (último acesso em 06/08/2011).

GARCIA, F. B. T.; SIMAO, G. M.; BRIGUENTI, E. C.; COMPIANI, Maurício. Projeto: "Ensino Público e o contexto da bacia do Ribeirão das Anhumas". In: 60ª Reunião Anual da SBPC, 2008, Campinas. **Anais da 60ª Reunião Anual da SBPC**, 2008. v. s/n. p. 13-14.

GONCALVES, P. W. ; CARNEIRO, C. D. R. . Os ciclos da natureza. In: Celso Dal Ré Carneiro. (Org.). Geologia - **Série Ciência Hoje na Escola**. 3ª ed. São Paulo: Global/SBPC, 2006, v. 10, p. 6-10.

JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e Patologia do Saber**. Imago Editora Ltda, Rio de Janeiro, 1976.

LIMA, V. C., LIMA, M. R., MELO, V. F., MOTTA, A. C. V., DIONÍSIO, J. A., FAVARETTO, N., SIRTOLI, A. E., CARVALHO, A. R., BICCA NETO, H., RODRIGUES, R. Promoção do ensino de solos através de cursos, eventos e publicações de extensão para professores do nível fundamental e médio. **Expressa Extensão**, Pelotas, v. 8, n. 1-2, jul/dez 2003, CD-ROM.

LOPES, A. C. Discursos curriculares na disciplina escolar química. **Revista Ciência & Educação**, n. 2, v. 11, p. 263-278, 2005.

MCKERNAN, J. [Tradução Gisele Klein] **Currículo e Imaginação: teoria do processo, pedagogia e pesquisa-ação**. ARTMED, Porto Alegre, 2009.

MCKERNAN, J. **Investigación-acción y curriculum: Métodos y recursos para profesionales reflexivos**. Segunda edición, reimpresión. Ediciones Morata, S. L., Madrid, 2001.

MELO, V. R. O. ; BARBOSA, M. A. ; COMPIANI, Maurício. . Relato e análise de experiência em sala de aula numa perspectiva em CTSA: uma parceria das disciplinas de matemática e português. In: VII ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação Científica, 2009, Florianópolis. **Anais do VII ENPEC**, 2009. v. 1. p. 1-10

MONIZ, A. C. **Elementos de Pedologia**. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro, 1975.

MOREIRA, A. F. B.; CANDAU, V. M. Currículo, conhecimento e cultura. In: Beauchamp J.; Pagel, S. D.; Nascimento, A. R. (orgs). **Indagações sobre currículo: currículo, conhecimento e cultura**. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Brasília, 2007.

MOURA, J.H.C.; ROSA, M. I. P. O Currículo da Escola Básica na área de Ciências da Natureza - práticas constituídas pelo imaginário docente a partir dos livros didáticos de Química. In: XIV ENEQ, 2008, Curitiba. **Caderno de Resumos e Trabalhos Completos do XIV ENEQ**, 2008.

MUGGLER, C. C.; SOBRINHO, F. A. P.; MACHADO, V. A. Educação em solos: princípios, teorias e métodos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 30:733-740, 2006.

PANZERI, C. G.; COMPIANI, M.; ALBERTO JUNIOR, L. Pensando a Educação Ambiental sob o enfoque didático de natureza sócio-construtivista: contribuições do Projeto Acre 2000 de Educação Ambiental. **Pesquisa em Educação Ambiental** (UFSCar), 2011.

PIMENTA, S. G. Pesquisa-ação crítico-colaborativa: construindo seu significado a partir de experiências com a formação docente. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 521-539, set./dez. 2005.

PIMENTA, S. G.; GARRIDO, E.; MOURA, M. O. Pesquisa colaborativa na escola facilitando o desenvolvimento profissional de professores. **Anais da 24ª Reunião anual da ANPED**, CAXAMBU, 07 A 11 Out. 2001.

PINTO, H. P. **O global e o local na construção de práticas curriculares.** Tese de doutorado. PUC/SP, 2005.

PRESS, F.; SIEVER R.; GROTZINGER, J.; JORDAN, T. H. [Tradução de Rualdo Menegat (coord); Paulo César Dávila Fernandes, Luís Alberto Dávila Fernandes e Carla Cristine Porcher]. **Para Entender a Terra.** 4ª edição, Bookman, Porto Alegre, 2006.

ROSA, M. I. P. . Identidade docente e a disciplina escolar química: o caso da Proposta Curricular da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. In: XV Encontro Nacional de Ensino de Química, 2010, Brasília. **Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química**, 2010. v. 1. p. 30-45.

ROSA, M. I. P. ; QUINTINO, T. C. A. ; ROSA, D. S. . Possibilidades de investigação-ação num programa de formação continuada de professores de Química. **Química Nova na Escola**, v. novembro, 2001.

ROSA, M. I. P. ; TOSTA, A. H. . O lugar da Química na escola - movimentos constitutivos da disciplina no cotidiano escolar. **Ciência e Educação** (UNESP), Faculdade de Ciências - UNESP, v. 11, n. número 2, p. 253-262, 2005.

SANTOMÉ, J. T. [Tradução de Cláudia Schilling]. **Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado.** Editora Artes Médicas Sul Ltda, Porto Alegre, 1998.

SANTOS, M. J. dos; SICCA, N. A. L. O ciclo da água em livros didáticos de química: o currículo planejado para o professor. **PLURES – HUMANIDADES:** Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação - Mestrado, nº 8 – jan./dez. 2007. Ribeirão Preto, SP: Centro Universitário Moura Lacerda. Departamento de Educação e Programa de Pós-Graduação em Educação.

SANTOS, P. N.; BRIGUENTI, E. C.; AMARAL, V. R.; MONTAGNER, M. A. P.; GARCIA, F. B. T.; LATARINI, C. G. Z.; SIMAO, G. M.; SENE, I. de L. P.; VACCARI, C. A.; CRACEL, V. L.; FRAILE, O. O.; SILVA, H. C. da ; ZIMMERMANN, N.; SILVA, F. K. M. da ; COMPIANI, M. Educación para la participación en la actividad piloto de `trabajo de campo -caso simulado CTSA` sobre conocimientos geocientíficos. In: XV Simposio sobre Enseñanza de la Geología, 2008, Alcalá de Henares. **Actas del XV Simposio sobre Enseñanza de la Geología.** Madrid : Instituto Geológico y Minero de España, 2008. v. 1. p. 333-342.

SANTOS, V. M. N. dos; COMPIANI, M. Formação de Professores para o Estudo do Ambiente: projetos escolares e a realidade socioambiental local. **Terrae Didática**, 5(1): 72-86, 2009. <http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/> (último acesso em 28/11/2010)

SANTOS. W. L. P. dos; MÓL, G. de S. **Química e Sociedade.** Volume único, Ensino Médio, Editora Nova Geração, 1ª Edição, São Paulo, 2005.

SÃO PAULO. SECRETARIA DA EDUCAÇÃO – **Caderno do Professor e do Aluno:** ciências – 5ª série. Volumes 1 a 4. Coordenação geral Maria Inês Fini. - São Paulo: SEESP, 2009a.

_____ **Caderno do Professor e do Aluno: química** - 1º ano. Volumes 1 a 4. Coordenação geral Maria Inês Fini. - São Paulo: SEESP, 2009b.

_____ **Caderno do Professor e do Aluno: química** - 2º ano. Volumes 1 a 4. Coordenação geral Maria Inês Fini. - São Paulo: SEESP, 2009c.

_____ **Caderno do Professor e do Aluno: química** - 3º ano. Volumes 1 a 4. Coordenação geral Maria Inês Fini. - São Paulo: SEESP, 2009d.

_____ **Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas Tecnologias.** 1ª edição. Coord. Geral Maria Inês Fini e Coord. de área Luis Carlos de Menezes. São Paulo: SEESP, 2010a.

_____ **Currículo do Estado de São Paulo: Ciências Humanas e suas Tecnologias.** 1ª edição. Coord. Geral Maria Inês Fini e Coord. de área Paulo Miceli. São Paulo: SEESP, 2010b.

_____ **Currículo do Estado de São Paulo: Linguagens Códigos e suas Tecnologias.** 1ª edição. Coord. Geral Maria Inês Fini e Coord. de área Alice Vieira. São Paulo: SEESP, 2010c.

_____ **Currículo do Estado de São Paulo: Matemática e suas Tecnologias.** 1ª edição. Coord. Geral Maria Inês Fini e Coord. de área Nilson José Machado. São Paulo: SEESP, 2010d.

_____ **Proposta Curricular para o Ensino de Química: 2º grau,** 1ª edição. Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. São Paulo: SE/CENP, 1986.

_____ **Proposta Curricular para o Ensino de Química: 2º grau,** 2ª edição. Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. São Paulo: SE/CENP, 1988.

_____ **Proposta Curricular para o Ensino de Química: 2º grau.** 3ª edição. Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. São Paulo: SE/CENP, 1992.

_____ **Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Química.** 1ª edição. Coord. Maria Inês Fini. - São Paulo: SEESP, 2008.

SICCA, N. A. L.; GONÇALVES, P. W. *Didática e Currículo: O local como problema de ensino.* Caxambú: 29º **Reunião Anual da ANPEd**, 2006.

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. Visões de Contextualização de Professores de Química na Elaboração de seus Próprios Materiais Didáticos. **Revista Ensaio**, v.12, nº 01, p. 101-118, jan/abr, 2010.

SILVA, F. K. M. da; COMPIANI, M. O processo reflexivo na formação de professores: reflexões sobre a implementação da pesquisa do professor em uma proposta colaborativa. **Revista Ensaio de Pesquisa em Ensino de Ciências**, 2010 (no prelo)

SILVA, F. K. M. da. **Rastros e Apropriações no Projeto Geociências e a Formação de Professores em Exercício no Ensino Fundamental**. Orientador: Mauricio Compiani. Tese (doutorado) Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. Campinas, SP. [s.n.], 2009.

SILVA THIESEN, J. da. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, V. 13, nº 39, p. 545–554, dez.2008.

SIQUEIRA, A. Práticas interdisciplinares na educação básica: uma revisão bibliográfica-1970-2001. ETD – **Educação Temática Digital**, Campinas, v.3, n.1, p.90-97, dez.2001.

SOLÉ, I; COLL, C. Os professores e a concepção construtivista. In: Coll, C.; Martín, E.; Mauri, T.; Miras, M.; Onrubia, J.; Solé, I.; Zabala, A. **O construtivismo na Sala de Aula**. São Paulo: Editora Ática. 1999.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T. R. & TAIOLI, F (orgs.). **Decifrando a Terra**. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2000.

VALMIQUI C. L.; LIMA M. R.; MELO V. de F. M. (Orgs.). **O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio**. Curitiba: Fotolaser Gráfica e Editora, 2007.

YUS RAMOS, R.; REBOLLO BUENO, M. Aproximación a los problemas de aprendizaje de la estructura y formación del suelo em el alumnado de 12 a 17 años. **Enseñanza de las Ciências**, 1993, 11 (3), 265-280.

Sites consultados

http://www.anuario.igeo.ufrj.br/anuario_2008_2/2008_2_42_49.pdf (último acesso em 09/08/2011)

http://apeoespsub.org.br/manual_prof_2011/manual_prof_2011_APEOESP.pdf (último acesso em 06/08/2011)

<http://www.bdc.ib.unicamp.br/gv/principal.php> (último acesso em 04/08/2011)

<http://www.cnps.embrapa.br/> (último acesso em 13/11/2010)

<http://www.dicionario.pro.br/dicionario/index.php/Estromatolito> (último acesso em 08/11/2009)

<http://educar.sc.usp.br/ciencias/recursos/solo.html> (último acesso em 08/08/2011)

<http://www.escola.agrarias.ufpr.br/> (último acesso em 06/08/2011)

<http://www.iac.sp.gov.br/ProjetoAnhumas/index.htm> (último acesso em 06/08/2011)

<http://maps.google.com.br/maps?ll=-22.841573,-47.035689&spn=0.022346,0.042014&z=15> (último acesso em 27/07/2011)

<http://vsites.unb.br/ig/glossario/verbete/saprolito.htm> (último acesso em 04/08/2011)

Linha do Tempo Geológico³⁵

(em grupo de 6 pessoas no máximo)

1. Examine o quadro do tempo geológico que se encontra na página seguinte.
2. Imagine e construa uma escala adequada para representar eras geológicas e os períodos, os eventos da história da vida, os períodos de formação de recursos minerais da tabela 1, numa seqüência ordenada de tempo, **dispondo para isso de uma fita de papel de máquina de calcular com 4,5m de comprimento.**
3. Represente os dados acima, começando do mais antigo para o mais atual. Planeje e organize também como vai dispor estes dados no papel. Por exemplo: use a parte inferior da fita para dispor as escalas de tempo e a história da vida e parte superior para dispor os eventos relacionados aos recursos minerais e eventos da história de Campinas.
4. Na mesma escala, coloque a dimensão e a posição dos seguintes eventos importantes da história ambiental de Campinas:
 - a. formação de gigantescos derrames basálticos: 135 a 70 milhões de anos atrás;
 - b. formação de sedimentos glaciais da bacia sedimentar do Paraná: 320 a 225 milhões de anos atrás;
 - c. formação de rochas cristalinas mais jovens: 650 a 550 milhões de anos atrás;
 - d. formação de rochas cristalinas mais antigas: 2200 a 1800 milhões de anos atrás;
 - e. formação de latosolo maduro: 2000 anos atrás;
 - f. formação de neosolo: 500 a 200 anos atrás.
5. Desenvolva a idéia da espécie humana e o tempo de formação dos recursos minerais. Quais são as implicações ambientais dessa relação?
6. Que contribuições você acha que traz essa idéia do tempo para a compreensão das mudanças climáticas globais? Que contribuições para a discussão ambiental?

³⁵ Adaptado a partir da atividade Escala do Tempo Geológico desenvolvida durante o módulo Cartografia e Geologia no ano de formação do projeto Ribeirão das Anhumas na Escola

ERA	PERÍODO	ÉPOCA (INÍCIO)	EVENTOS DA HISTÓRIA DA VIDA	FORMAÇÃO DE RECURSOS MINERAIS
CENOZÓICA	QUATERNÁRIO	Recente (últimos 10.000 anos)		  → Areia e argila (aluvionares)
		Pleistoceno (2.000.000 anos atrás)	Primeiros homens primitivos. Homo sapiens (500.000) Homo erectus (700.000)	
	TERCIÁRIO	Plioceno (11.000.000 anos atrás)	Expansão dos cavalos modernos na América do Norte	
		Mioceno (25.000.000 anos atrás)	Rápida expansão e evolução dos ruminantes	
		Oligoceno (40.000.000 anos atrás)	Primeiros elefantes	
		Eoceno (60.000.000 anos atrás)	Primeiros cavalos, rinocerontes, camelos primitivos.	
	Paleoceno (70.000.000 anos atrás)	Primeiros primatas		
MESOZÓICA	Cretáceo (135.000.000 anos atrás)		Grande evolução e expansão das plantas com flores. Extinção dos dinossauros.	  Petróleo do Recôncavo Baiano
	Jurássico (180.000.000 anos atrás)		Primeiros pássaros e mamíferos. Apogeu dos dinossauros.	
	Triássico (225.000.000 anos atrás)		Primeiros dinossauros.	
PALEOZÓICA	Permiano (270.000.000 anos atrás)		Répteis semelhantes à mamíferos.	 ( Carvão (SC)
	Carbonífero (350.000.000 anos atrás)		Primeiros répteis	
	Devoniano (400.000.000 anos atrás)		Primeiros anfíbios	
	Siluriano (440.000.000 anos atrás)		Primeiras plantas terrestres	
	Ordoviciano (500.000.000 anos atrás)		Primeiros vertebrados	
	Cambriano (600.000.000 anos atrás)		Abundância pela primeira vez de fósseis de animais	
PRÉ-CAMBRIANA	Proterozóico (2.500.000.000 anos atrás)		Primeiras plantas (algas marinhas) (3.200.000.000 anos atrás)	 ( Ouro – Serra Pelada (Pa) 1,6-1,7 bilhões de anos  → Ferro – Carajás (Pa) 2-3,7 bilhões de anos
	Arqueano (3.800.000.000 anos atrás)			
	Hadeano (4.500.000.000 anos atrás)			

LEVANTAMENTO DE IDEIAS PRÉVIAS ___/___/___
(adaptado de Yus Ramos, R e Rebollo Bueno, M, 1993)

1- O que você entende por solo quando lê esta palavra? (assinale uma resposta com um X)

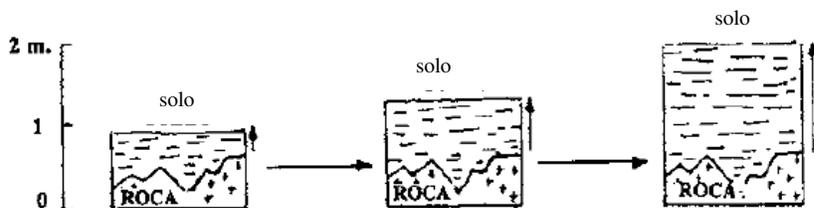
- a) a superfície que pisamos quando andamos
- b) camada superficial da terra onde se assentam os seres vivos
- c) a terra de trabalho ou de cultivo
- d) outra coisa (especificar): _____

2- Quais dos seguintes fatores são os de maior importância na formação do solo?
(assinale com um X somente 2 respostas)

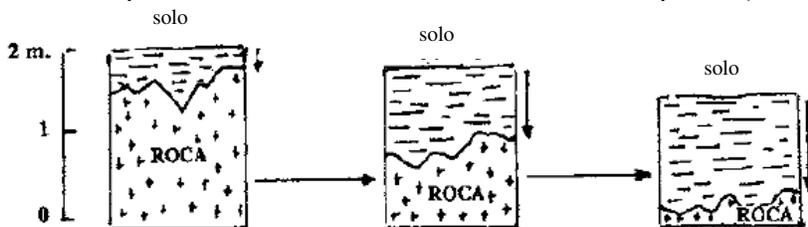
- | | |
|--------------------------|-------------------------------|
| a) clima | e) tipo de planta |
| b) agricultura | f) esterco |
| c) inclinação do terreno | g) outro (especificar): _____ |
| d) tipo de rocha | |

3- Escolha a opção e explique de onde você acredita que vem o corpo principal do solo?

a) De baixo para cima (a espessura do solo aumenta por acumulação de terra que se deposita na parte de cima)



b) De cima para baixo (a espessura do solo aumenta por degradação, decomposição ou alteração da rocha que existe debaixo e esta vai diminuindo de espessura)



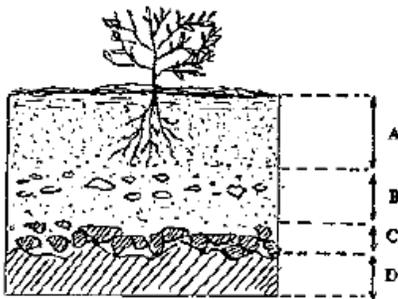
4- Do que é formado o solo?

- a) somente de rochas decompostas e água
- b) de rochas decompostas, água e plantas
- c) de rochas decompostas, plantas e animais
- d) de rochas decompostas, ar, água, animais e plantas
- e) de rochas trituradas, água, plantas e animais
- f) outro lugar (especificar): _____

5- Quando você acredita que se formaram os solos que você vê na atualidade?

- a) entre 1 e 100 anos
- b) entre 100 e 15.000 anos
- c) de 1.000.000 anos pra frente
- d) a mesma idade que a Terra

6- Em todos os solos se encontram camadas ou horizontes sobrepostos.

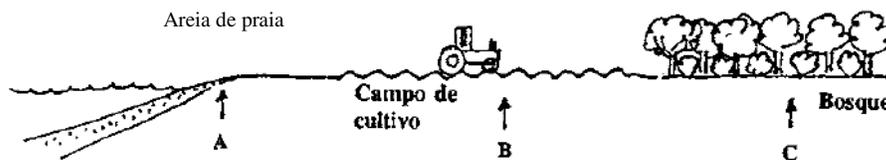


Assinale com um X o horizonte mais recente (o último que se formou):

- a) A
- b) B
- c) C
- d) D

Explique a sua escolha: _____

7- O seguinte esquema representa um lugar em que há areia de praia, um campo de cultivo e um bosque:

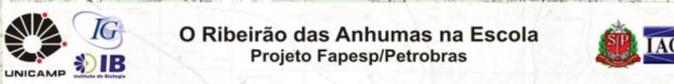


Assinale com um X onde você acredita que é mais provável que se desenvolva um solo:

- a) na areia da praia
- b) no campo de cultivo
- c) no bosque
- d) outro lugar (especificar): _____

8- Dentre os seguintes climas, em que lugar se formaria um solo mais desenvolvido:

- a) clima quente e seco
- b) clima frio e chuvoso
- c) clima quente e chuvoso
- d) outro lugar (especificar): _____


O Ribeirão das Anhumas na Escola
 Projeto Fapesp/Petrobras

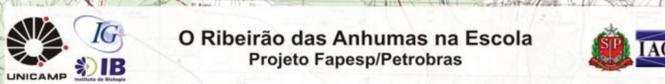
TRANSFORMAÇÕES E EVOLUÇÃO

Profa Fabiana
 Profa Isilda
 Profa Lia

Patrocínio:  Apoio: 

SLIDE 1

SLIDE 2

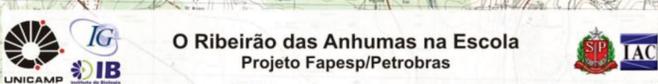

O Ribeirão das Anhumas na Escola
 Projeto Fapesp/Petrobras

COMO TUDO COMEÇOU...

- 1- Uma atmosfera rica em CO₂ e extremamente redutora...
- 2- Condições necessárias para a existência de cianobactérias ...
- 3- Realização de Fotossíntese por estes seres vivos ...
- 4- Aparecimento do O₂ livre na atmosfera...
- 5- Uma atmosfera oxidante ...
- 6- A possibilidade de **TRANSFORMAÇÕES**, a formação de novas substâncias e o surgimento de formas de vida mais complexas a partir do Cambriano...

Patrocínio:  Apoio: 

SLIDE 3


O Ribeirão das Anhumas na Escola
 Projeto Fapesp/Petrobras

Estromatólito: (do grego stroma=cama, camada e lithos=rocha).
 São estruturas laminadas construídas principalmente por cianobactérias, erroneamente também chamadas de algas azuis.



Estas bactérias formam uma rede filamentosa, recoberta por bainhas mucilaginosas, que fixam o carbonato de cálcio do meio circundante, construindo, pouco a pouco, uma estrutura laminar que se desenvolve através da agregação de grãos detriticos, cimentados pelo carbonato de cálcio.

Autor:SNP. Estromatólitos colunares. Amostra serrada e polida. Proterozóico da Bolívia.

Patrocínio:  Apoio: 

SLIDE 4

O Ribeirão das Anhumas na Escola
Projeto Fapesp/Petrobras

E o CO₂...

Segundo [Silva e Silva](#) et al., a precipitação do carbonato de cálcio se dá como consequência da remoção do CO₂ e do ácido carbônico (HCO₃⁻) da água através da fotossíntese; evaporação intensa e/ou decomposição da matéria orgânica pelos organismos heterotróficos, com a liberação de amônia. Estes processos permitem a elevação do pH do meio aquático e a consequente precipitação de carbonato de cálcio.

Patrocínio: Apoio:

O Ribeirão das Anhumas na Escola
Projeto Fapesp/Petrobras

A IDADE DOS ESTROMATÓLITOS...



Desde estruturas recentes e em construção:
Estromatólito domal, Lagoa Salgada - RJ
Autor: Eurico Zimbres



Até idades acima de 3 bilhões de anos.
(Proterozóico)
Estromatólitos colunares.
Amostra serrada e polida.
Bolívia

Patrocínio: Apoio:

SLIDE 5

SLIDE 6

O Ribeirão das Anhumas na Escola
Projeto Fapesp/Petrobras

Estes estromatólitos Proterozóicos, após metamorfismo das sequências sedimentares onde normalmente inclusos, transformam-se em mármore, alguns dos quais, ainda apresentam resquícios de sua origem biológica: carbono na forma de grafite em manchas que lembram sua origem estromatolítica.

Patrocínio: Apoio:

SLIDE 7

UNICAMP IG IB Instituto de Geologia

O Ribeirão das Anhumas na Escola
Projeto Fapesp/Petrobras

IAC

A temperatura em queda e a atmosfera oxidante permitiram, então, que os materiais fossem resfriados, solidificados e transformados...

Patrocínio: PETROBRAS AMBIENTAL PETROBRAS FAPESP BRSI Apoio: CNPq

UNICAMP IG IB Instituto de Geologia

O Ribeirão das Anhumas na Escola
Projeto Fapesp/Petrobras

IAC

ROCHAS

As rochas compõem-se de um agregado de minerais que são constituídos por um ou mais elementos químicos que se combinam de forma organizada na sua estrutura interna.

Patrocínio: PETROBRAS AMBIENTAL PETROBRAS FAPESP BRSI Apoio: CNPq

SLIDE 8

SLIDE 9

Três Tipos de Rochas

Tipo de rocha e origem do material	Processo de formação da rocha	Exemplo
ÍGNEA Fusão de rochas na crosta e no manto superior quentes e profunda	Cristalização (solidificação do magma)	 Granito de granulação grossa
ÍGNEA Fusão de rochas na crosta e no manto superior quentes e profunda	Deposição, enterramento litificação	 Arenito acamado
METAMÓRFICA Rochas sob altas temperaturas e pressões na crosta profunda e no manto superior.	Recristalização no estado sólido de novos minerais	 Gnaisse

SLIDE 10

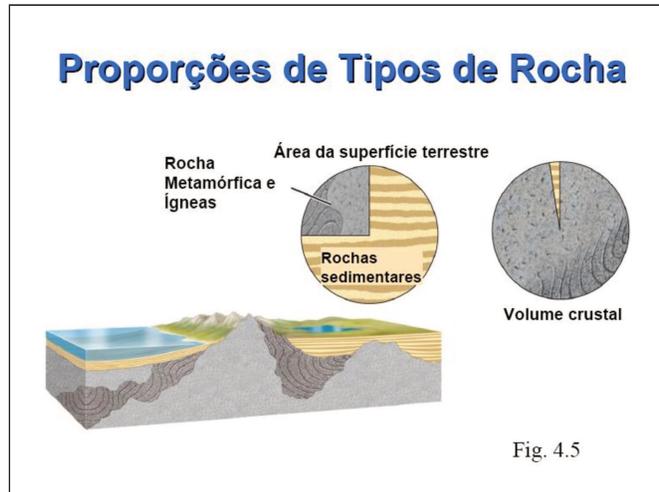


Tabela 4-1 - Alguns minerais mais comuns das rochas ígneas, sedimentares e metamórficas.

Rochas Ígneas	Rochas Sedimentares	Rochas Metamórficas
Quartzo*	Quartzo*	Quartzo*
Feldspato *	Argilo minerais*	Feldspato *
Mica*	Feldspato *	Mica*
Piroxênio*	Calcita	Garnierita*
Anfibólio*	Dolomita	Piroxênio*
Olivina*	Gipsita	Estaurolita*
	Halita	Cianita*

O asterisco indica que o mineral é silicato.

SLIDE 11

SLIDE 12

O Ribeirão das Anhumas na Escola
 Projeto Fapesp/Petrobras

Rochas ígneas: sólidos que se formam de líquidos

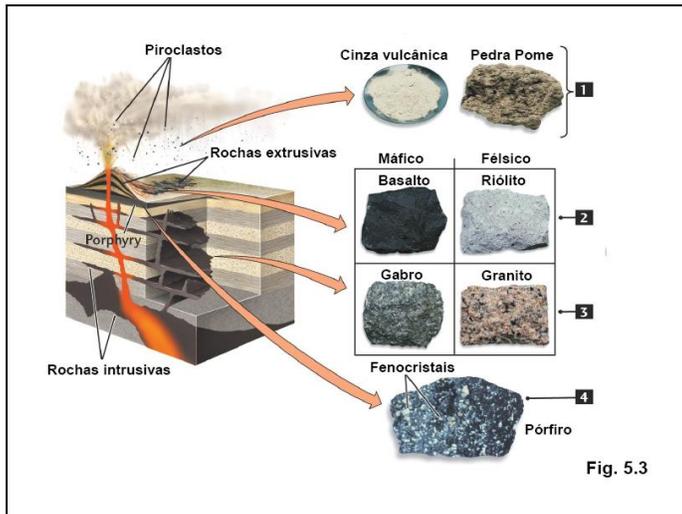
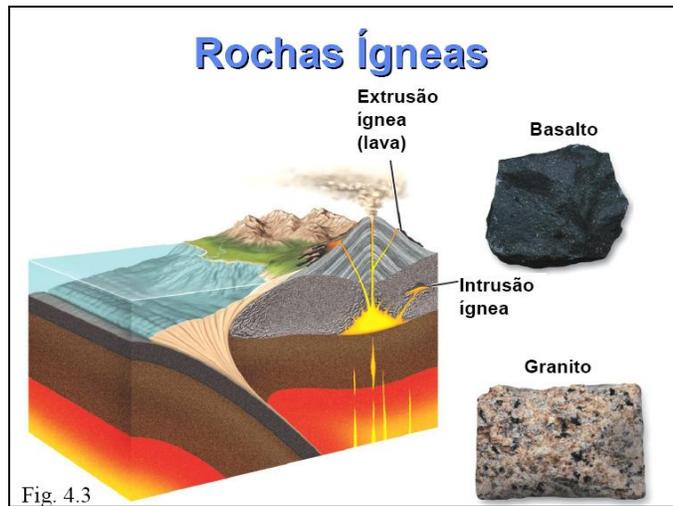
Classificação Genética das Rochas Ígneas

Intrusiva: cristalizada a partir do resfriamento lento do magma intrudido dentro da crosta terrestre; ex. granito, gabro.

Extrusiva: cristalizada a partir do rápido resfriamento do magma extrudido na superfície da Terra como lava ou como material piroclástico (material erupcionado para o ar) que sofreu erupção.

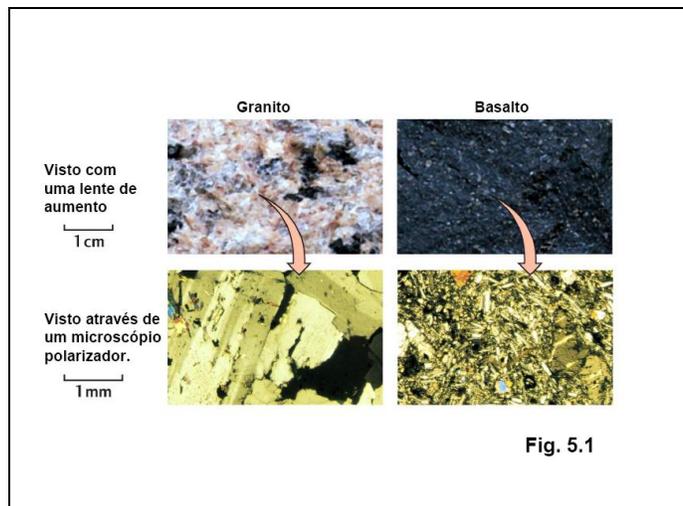
Patrocínio:
 Apoio:

SLIDE 13



SLIDE 14

SLIDE 15




O Ribeirão das Anhumas na Escola
 Projeto Fapesp/Petrobras

ROCHAS SEDIMENTARES

As rochas sedimentares foram uma vez sedimentos...

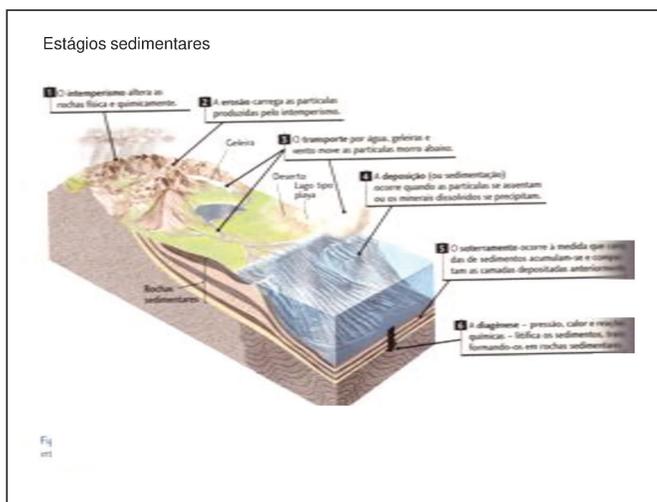
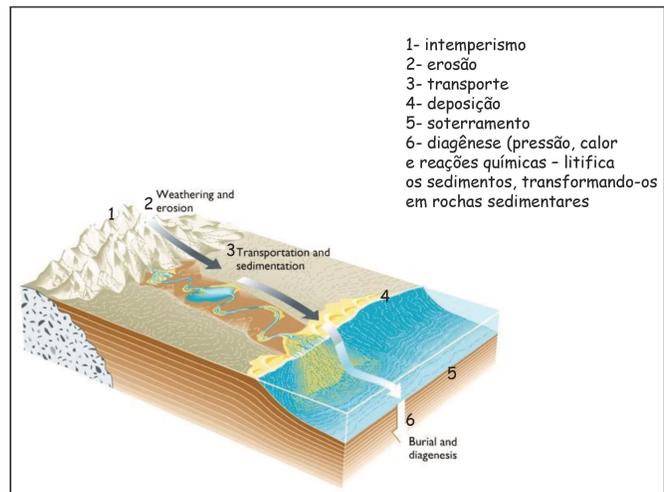
Estes sedimentos, dispostos em camadas de partículas soltas cujas origens podem ser três:

- intemperismo dos continentes
- restos de organismos que secretaram conchas minerais
- cristais inorgânicos precipitados

Patrocínio: 
 Apoio: 

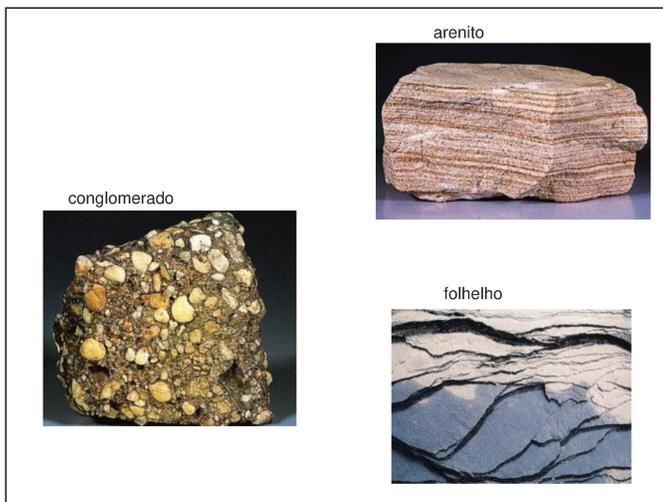
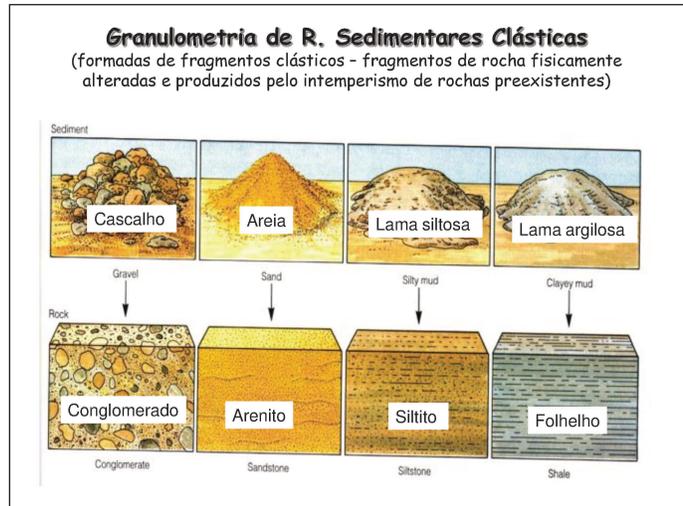
SLIDE 16

SLIDE 17



SLIDE 18

SLIDE 19



SLIDE 20

SLIDE 21

UNICAMP IG IB

O Ribeirão das Anhumas na Escola
Projeto Fapesp/Petrobras

SIP IAC

Rochas Metamórficas

Metamorfismo: mudança de uma forma para uma outra

Rocha Metamórfica : alguma rocha que sofreu mudanças na textura, mineralogia, ou composição química no estado sólido

Patrocínio: IPETROBRAS AMBIENTAL BR PETROBRAS FAPESP BVS IAC Apoio: CNPq


O Ribeirão das Anhumas na Escola
 Projeto Fapesp/Petrobras

Como as rochas metamorfizam?

A partir da recristalização parcial ou completa de minerais nas rochas por longos períodos de tempo.

OBs.: Rochas permanecem essencialmente sólidas durante o metamorfismo.

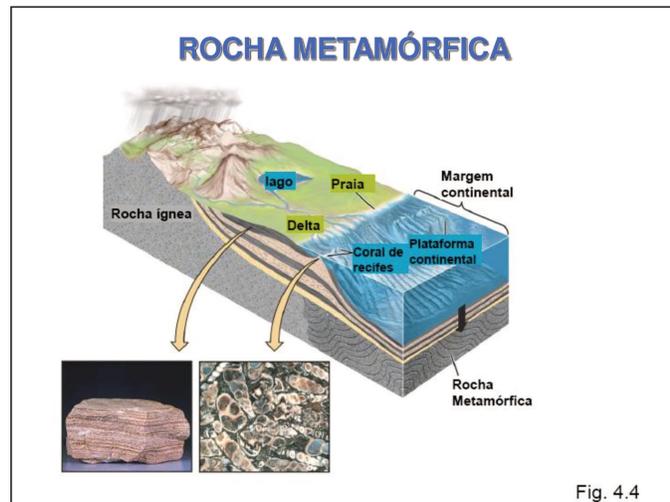
Grau Metamórfico refere-se à intensidade do metamorfismo.

Alto grau: Alta temperatura e pressão
 Baixo grau: Baixa temperatura e pressão

Patrocínio:  Apoio: 

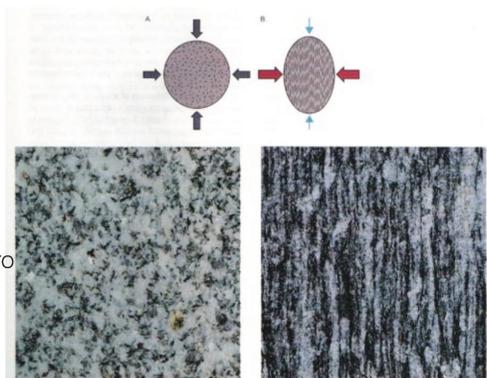
SLIDE 22

SLIDE 23



Slide 23

Metamorfismo: transformações mineralógicas e texturais no estado sólido

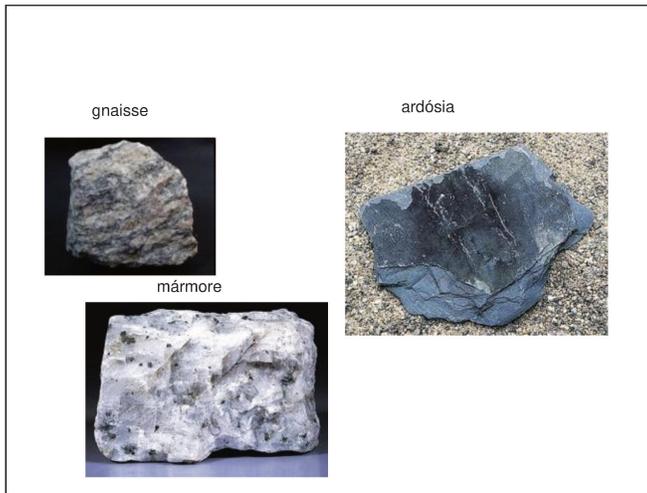


GRANITO

GNAISSE

SLIDE 24

SLIDE 25



SLIDE 26

SLIDE 27

UNICAMP JG IB

O Ribeirão das Anhumas na Escola
Projeto Fapesp/Petrobras

IAC

INTEMPERISMO

Conjunto de modificações de ordem física (desagregação) e química (decomposição) que as rochas sofrem ao aflorar na superfície da Terra.

Produtos do intemperismo:

- rocha alterada
- Solo

Produtos das TRANSFORMAÇÕES que a crosta terrestre sofre na interação com a ATMOSFERA, a HIDROSFERA e a BIOSFERA.

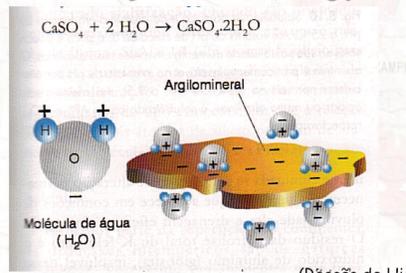
Patrocínio: PETROBRAS AMBIENTAL BR PETROBRAS FAPESP BRSI

Apoio: CNPq


O Ribeirão das Anhumas na Escola
 Projeto Fapesp/Petrobras

Transformação de anidrita em gipso:

$$\text{CaSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$$

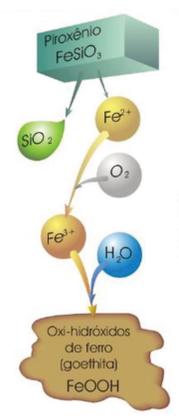


(Reação de Hidratação)
Teixeira, 2008 p.145

Patrocínio: 
 Apoio: 

SLIDE 28

SLIDE 29

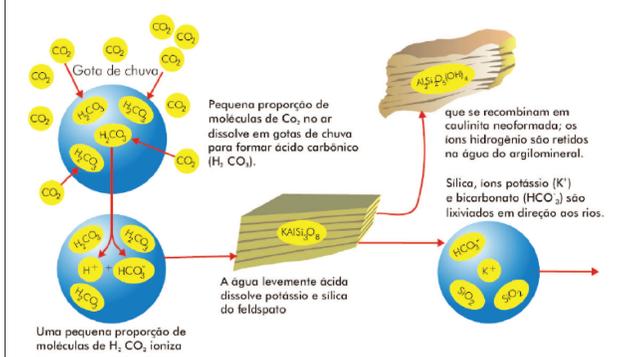


Piroxênio rico em ferro, libera silício e íons ferrosos para a solução.

Ferro ferroso é oxidado pelas moléculas de oxigênio, formando ferro férrico.

Ferro férrico combina com água precipitando produtos ferruginosos.

Fig. 8.11 A alteração intemperística de um mineral com Fe^{2+} resulta, por oxidação do Fe^{2+} para Fe^{3+} , na formação de um oxihidróxido, a goethita.



Uma pequena proporção de moléculas de H_2CO_3 ioniza formando íons H^+ e HCO_3^- (bicarbonato) tornando as gotas levemente ácidas.

Pequena proporção de moléculas de CO_2 no ar dissolve em gotas de chuva para formar ácido carbônico (H_2CO_3).

A água levemente ácida dissolve potássio e silício do feldspato

que se recombina em caulinita neoformada; os íons hidrôgênio são retidos na água do argilomineral.

Silica, íons potássio (K^+) e bicarbonato (HCO_3^-) são lixiviados em direção aos rios.

Fig. 8.8 Alteração de um feldspato potássico em presença de água e ácido carbônico, com a entrada de H^+ na estrutura do mineral, substituindo K^+ .

SLIDE 30

SLIDE 31

UNICAMP IG IB
O Ribeirão das Anhumas na Escola
Projeto Fapesp/Petrobras

SOLOS

Produtos formados na superfície da Terra como resultado da desagregação e decomposição das rochas pela ação do intemperismo. Material complexo e de difícil definição. O conceito varia em função da sua utilização.

Para as ciências da Terra:
Produto do intemperismo, do remanejamento e da organização das camadas superiores da crosta terrestre, sob ação da atmosfera, da hidrosfera, da biosfera e das trocas de energia envolvidas.

Patrocínio: PETROBRAS AMBIENTAL BR PETROBRAS FAPESP Biotecnia Apoio: CNPq

UNICAMP IG IB
O Ribeirão das Anhumas na Escola
Projeto Fapesp/Petrobras

FATORES QUE INFLUENCIAM O INTEMPERISMO E OS TIPOS DE SOLOS

Patrocínio: PETROBRAS AMBIENTAL BR PETROBRAS FAPESP Biotecnia Apoio: CNPq

SLIDE 32

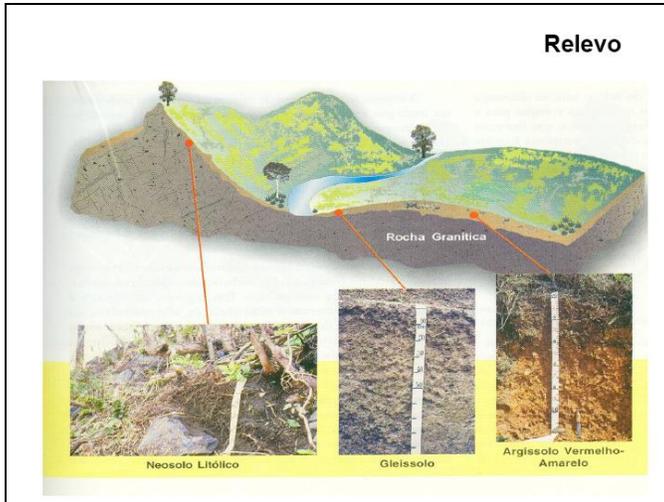
SLIDE 33

CLIMA

(a) **Clima temperado**
PEDALFER
Húmus e solo lixiviado (quartzo e argilominerais presentes)
Alguns óxidos de ferro e alumínio precipitados; todos os materiais solúveis, como carbonatos, foram lixiviados
Substrato de granito

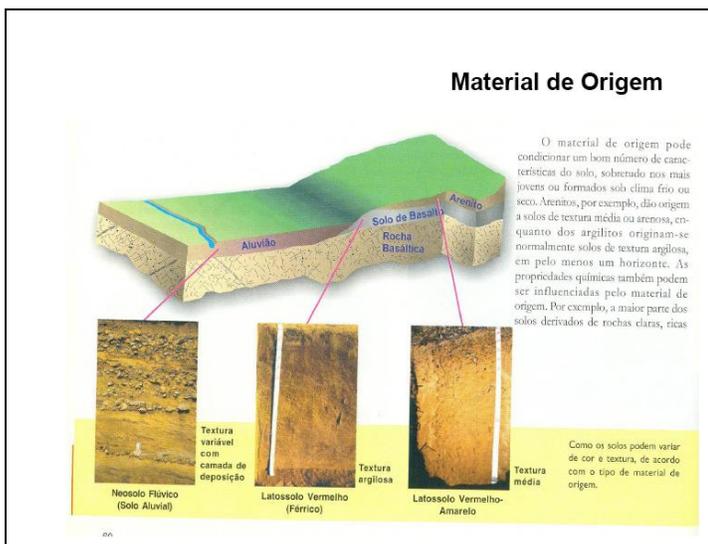
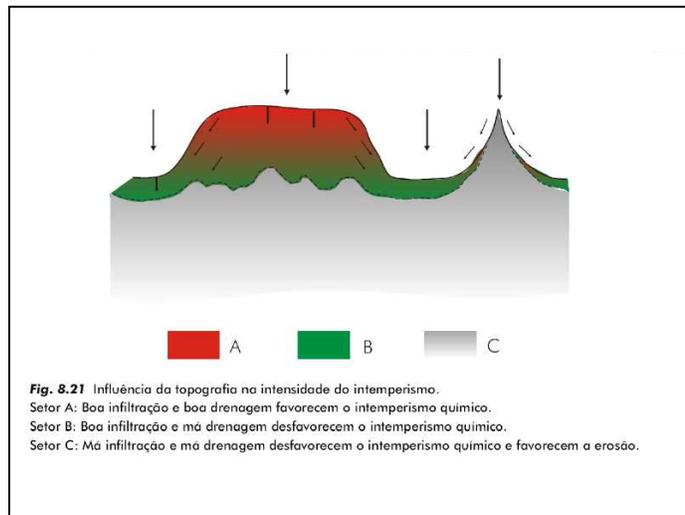
(b) **Clima úmido**
LATERITO
Camada de húmus delgada ou ausente
Massa espessa de óxidos de ferro e alumínio insolúveis; quartzo ocasional
Fina zona lixiviada
Substrato de rochas ígneas máficas

(c) **Clima seco**
PEDOCAL
Húmus e solo lixiviado
Concreções e nódulos de carbonato de cálcio precipitado
Substrato de arenito, folhelho e calcário



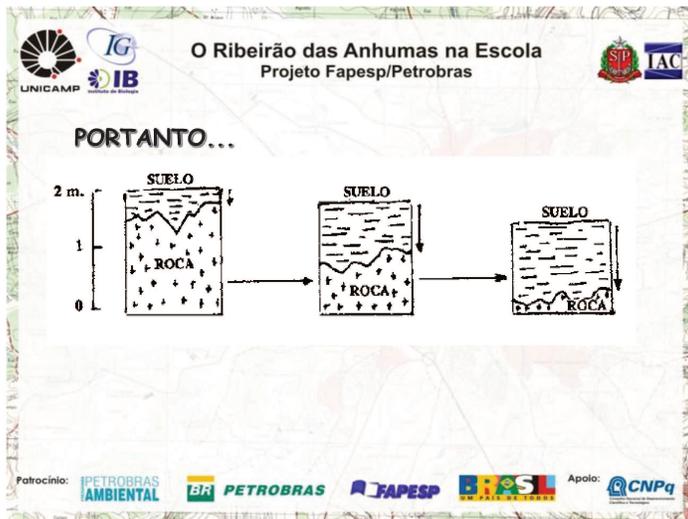
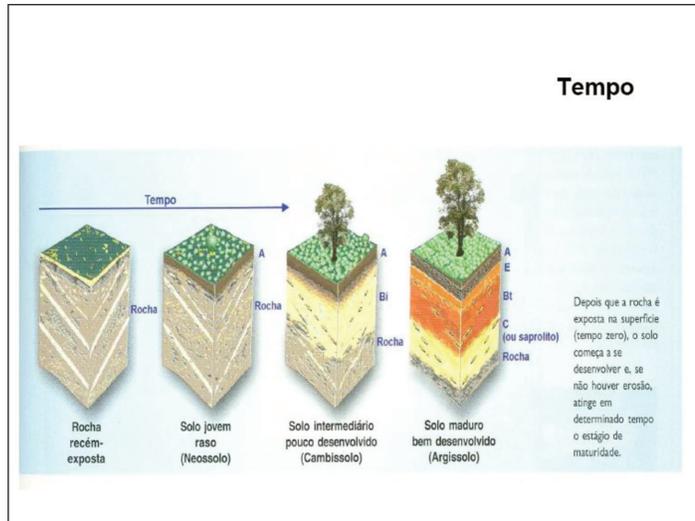
SLIDE 34

SLIDE 35



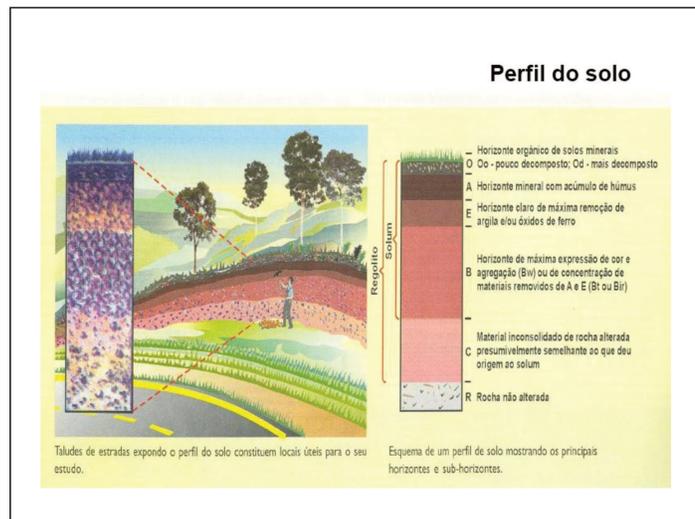
SLIDE 36

SLIDE 37



SLIDE 38

SLIDE 49



O Ribeirão das Anhumas na Escola
Projeto Fapesp/Petrobras

“O perfil do solo exprime a ação conjunta dos diversos fatores responsáveis pelo seu aparecimento. Suas várias propriedades, tais como textura, cor, estrutura, consistência e seqüência de horizontes, caracterizam o solo e determinam seu valor agrícola”.

REGOLITO

ROCHA

Patrocínio: PETROBRAS AMBIENTAL BR PETROBRAS FAPESP S IAC Apoio: CNPq

SLIDE 40

SLIDE 41

O Ribeirão das Anhumas na Escola
Projeto Fapesp/Petrobras

Solum - solo

Saprolito - rocha alterada

Regolito - conjunto de material superficial afetado pelo intemperismo

Patrocínio: PETROBRAS AMBIENTAL BR PETROBRAS FAPESP S IAC Apoio: CNPq

O Ribeirão das Anhumas na Escola
Projeto Fapesp/Petrobras

TEIXEIRA, W., TOLEDO, M. C. M. de, FAIRCHILD, T. R., TAIOLI, F. (org). **Decifrando a Terra**. Companhia Editora Nacional – São Paulo, 1ª edição (2000), 3ª reimpressão, 2008.

PRESS, F., SIEVER, R., GROTZINGER, J., JORDAN, T. H.; Tradução Rualdo Menegat (coord). **Para Entender a Terra**. Editora Bookman – Porto Alegre, 4ª edição (2006), 1ª reimpressão, 2008.

MONIZ, A. C. (coord). **Elementos de Pedologia**. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. - Rio de Janeiro, 1ª edição (1972), 1ª reimpressão, 1975.

Dicionário Virtual de Geociências, disponível em:
<http://www.dicionario.pro.br/dicionario/index.php/Estromatolito>
Último acesso em 08/11/2009

SILVA e SILVA et al. Composição dos estromatólitos Estratiformes da Lagoa Salgada, Rio de Janeiro, Brazil. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, vol. 31-2/2008, p.42-49
http://www.anuario.igeo.ujr.br/anuario_2008_2/2008_2_42_49.pdf (último acesso em 08/11/2009)

Patrocínio: PETROBRAS AMBIENTAL BR PETROBRAS FAPESP S IAC Apoio: CNPq

Referências

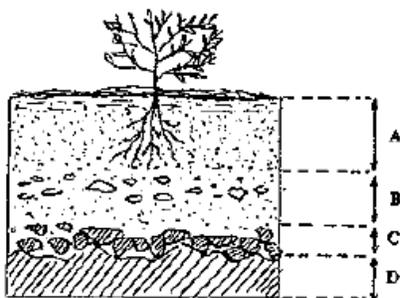
ROTEIRO DE CAMPO – Grupo Ensino Aprendizagem

Transformações e Evolução

1- Registre no espaço abaixo o que se observa neste local. Faça legendas se necessário.

2- Como você explicaria a formação do solo que estamos observando? Existem evidências que expliquem esta formação? Quais?

3- Observe o esquema abaixo e compare-o com o perfil que está sendo observado (faça um esquema do que se observa para facilitar). Em seguida, complete a tabela a seguir:

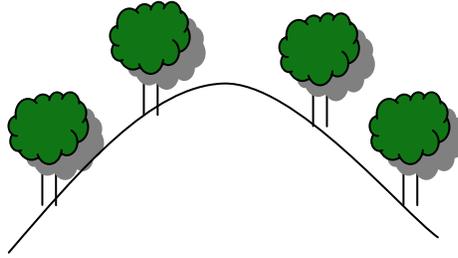


Perfil observado (real)

	Esquema	Real
a) Horizonte mais recente		
b) Horizonte mais antigo		
c) Percebe-se alguma diferença entre o esquema e o real? Qual?		

d) No caso de resposta afirmativa à questão “c” da tabela, tente propor uma explicação para o fato.

- 4- Em um relevo como o desenhado logo abaixo, onde se localizam separadamente o solo e a rocha? Complete o desenho e use legendas caso necessário.



- 5- A influência de vários fatores implica em diversos tipos de transformações quando nos referimos à formação dos solos. Estas transformações podem ser evidenciadas por alterações/modificações observáveis numa paisagem. Com base no que se está observando, cite algumas destas evidências. Quais delas você acha que estariam relacionadas ao processo de intemperismo químico? Explique.

- 6- É sabido que a matéria orgânica é essencial para o processo formativo dos solos. Qual a relação existente entre este tipo de material com os microorganismos presentes no solo?

- 7- Como o intemperismo físico (erosão) auxilia o intemperismo químico?

- 8- Relacione as informações dadas nos itens A, B, C, D e E com os fatos propostos logo abaixo.

- A) milhões a bilhões de anos
- B) milhares de anos
- C) anos/décadas
- D) dias
- E) minutos/horas

- () formação de rochas
- () constituição de um bairro (baseie-se no entorno da escola)
- () formação de solos
- () destruição da mata ciliar do Anhumas

- () enchentes
- () assoreamento do Ribeirão das Anhumas
- () surgimento do *Homo sapiens*
- () surgimento de vida no planeta