



JOSÉ ROBERTO SERRA MARTINS

**CONTROVÉRSIAS E PROBLEMATIZAÇÃO
NO ENSINO DE GEOCIÊNCIAS**

**CAMPINAS
2014**



NÚMERO: 072/2014
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

JOSÉ ROBERTO SERRA MARTINS

“CONTROVÉRSIAS E PROBLEMATIZAÇÃO NO ENSINO DE GEOCIÊNCIAS”

ORIENTADOR: PROF. DR. CELSO DAL RÉ CARNEIRO

**TESE DE DOUTORADO APRESENTADA AO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS DA UNICAMP
PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE DOUTOR EM
CIÊNCIAS**

**ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA
TESE DEFENDIDA PELO ALUNO JOSÉ ROBERTO SERRA
MARTINS E ORIENTADO PELO PROF. DR. CELSO DAL RÉ
CARNEIRO**

CAMPINAS

2014

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Geociências
Cássia Raquel da Silva - CRB 8/5752

M366c Martins, José Roberto Serra, 1965-
Controvérsias e problematização no ensino de Geociências / José Roberto Serra Martins. – Campinas, SP : [s.n.], 2014.

Orientador: Celso Dal Ré Carneiro.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.

1. Geociências - Estudo e ensino. 2. Abordagem interdisciplinar do conhecimento na educação. 3. Pós-colonialismo. I. Carneiro, Celso Dal Ré. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Controversies and problematization in Geoscience Teaching

Palavras-chave em inglês:

Geosciences - Study and teaching

Interdisciplinary approach in education

Post-colonialism

Área de concentração: Ensino e História de Ciências da Terra

Titulação: Doutor em Ensino e História de Ciências da Terra

Banca examinadora:

Celso Dal Ré Carneiro [Orientador]

Joseli Maria Piranha

Wilson Luiz Lanzarini

Mário Sérgio de Melo

Carlos Alberto Lobão da Silveira Cunha

Data de defesa: 18-12-2014

Programa de Pós-Graduação: Ensino e História de Ciências da Terra



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

AUTOR: José Roberto Serra Martins

"Controvérsias e Problemática no Ensino de Geociências"

ORIENTADOR: Prof. Dr. Celso Dal Ré Carneiro

Aprovada em: 18 / 12 / 2014

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Celso Dal Ré Carneiro – Presidente

Profa. Dra. Joseli Maria Piranha

Prof. Dr. Wilson Luiz Lanzarini

Prof. Dr. Mário Sergio Melo

Prof. Dr. Carlos Alberto Lobão da Silveira Cunha

Four handwritten signatures in blue ink, each on a horizontal line. The signatures are: 1. Celso Dal Ré Carneiro (President), 2. Joseli Maria Piranha, 3. Wilson Luiz Lanzarini, and 4. Mário Sergio Melo. The signature of Carlos Alberto Lobão da Silveira Cunha is not visible.

Campinas, 18 de dezembro de 2014.

DEDICATÓRIA

Dedico esta tese aos que, como eu,
acreditam na possibilidade de uma
educação pública de qualidade.

AGRADECIMENTOS

Venho aqui agradecer a todos aqueles que contribuíram, de um modo ou de outro, para o sucesso deste trabalho:

- Ao meu amor, Ana Cecília, por me ajudar na tese, com seus ensinamentos sobre poscolonialismo, e pelas correções necessárias, nos aspectos mais basilares de minha vida;
- À minha filha Maria Eduarda, por, desde sempre, me orientar no caminho de uma melhor compreensão;
- Ao meu avô José Gonçalves Martins (Zeca) e à minha avó Blandina Silva Serra (Blanda), pela chance de aprender sempre mais;
- À memória de meus pais Oneida e Roberto, por seu suporte de amor e afeto incondicional;
- Ao meu orientador, Prof. Dr. Celso Dal Ré Carneiro, por sua orientação e amizade;
- Aos membros da Qualificação, Prof. Dr. Carlos Alberto Lobão Cunha e Prof. Dr. Alfredo Borges de Medeiros, ambos do IG-Unicamp, pela dedicação na leitura e pelas sugestões dadas nesta etapa tão fundamental;
- Aos membros da banca de doutorado, Prof. Dr. Wilson Luiz Lanza-rini, Prof. Dr. Mário Sérgio de Melo, Prof^a. Dr^a. Joseli Maria Piranha, por estarem comigo em tão importante momento, acrescentando suas “concepções de mundo e de ensino” a este trabalho;
- Aos meus amigos das escolas em que trabalhei/trabalho, por fazer da sala dos professores um excelente local para discussões sobre ensino;
- Aos alunos da escola pública que participaram deste projeto, por sua paciência em ouvir, alegria em trabalhar e seriedade ao construir o material didático transdisciplinar aqui apresentado;
- A todos os meus amigos que, de um modo ou de outro, são verdadeiros irmãos/irmãs, estando ao meu lado nas horas boas (e nas não tão boas): Marcão, Zé Antônio, Chiquinho, Roberto, Guilherme, Teixeira, Vicente, Osvaldo, Carlson, Juliana, Saulo, Daniel, Rosana e os saudosos Luís Coppi

Júnior e Ronaldo Tuccori, além de tantos outros que, comigo, compartilharam saberes e risos;

- Aos amigos da Secretaria de Pós-graduação do Instituto de Geociências da Unicamp, por sua dedicação em resolver as vicissitudes que apareceram durante este trabalho: Val, Gorete e Valdir: a vocês, minha gratidão;
- Aos atuais companheiros do Instituto Federal de São João da Boa Vista, Menoti, Glauber, Felipe, Wilson, Viriato, Carolina e Joel, pelo apoio e substituições decorrentes dos afastamentos para seminários e congressos;
 - A tod@s @s amig@s que estiveram comigo ao longo da minha infância, adolescência e juventude (Antonio José, Renato, Arlindo, Jamil e Elton, entre tantos), nos locais em que morei (Lauro, Sergio, Marcelo Rozo, Milton, Wlamir, Paulo Cesar, Marcelo Guedes, Claudinei, André, Vinícius e Reginaldo, entre muitos), no colégio que estudei (Marcelo Lopes, Marcelo Paiva, Vladimir, Luiz Henrique, Antonio Dabus, Antonio Sergio, Rogerio, Luiz Carlos, Jader, Glaucia, Marilize, Carla e Daniela, entre outros), nas bandas em que toquei (Antonio Bittencourt, Germano, Roberto Farias, Nilo, Adelvan, Campedelli, Roberto, Rios, Ademar, Chico, Murilo, Laurindo, Beto, Domenico, Bonini e Ricardo, entre quantos), nos cursos em que me formei [Celso, Paulo, Alexandre, Antonio Eduardo, Marcos, Luiz Ricardo, José Otavio, Luiz Cesar, Dorian, Luiz Antonio e Plínio (EQ), Vagner Alexandre, Roberto, Ricardo, Clovis, Beatriz Helena, Luciana, Eduardo, Silmara e Elizabeth (QUI), J.C. Brombal [BZ], Georgio, André Olmos, Vagner, Anderson, Paulo Campos, Marcia, Juliana Pereira, Juliana Perri, Sandi, Patrícia, Renata, Luciana, Odair, Artur, André Ribeiro, Marcelo Pereira, Ricardo, Tiago Estrada, Janduí, Rodrigo, Fabiano, Glauco (BIO), Takashi, Luís Muraro, Luís Vilela, Carina, Juliana, André, Juan, Edilson e Gilberto (GEO), Gustavo, Enrico, Adriano, Aram e Bruna (SOC), Edson, Cecília, Flávia, Ronaldo, Drielly, Fabio, Eneida, Rosangela, Gabriela e Thiara (PG-EHCT), Isabele e Deborah (PG-QUIM) e muitos outros que a memória, de quase cinco décadas, me fez esquecer]...

Obrigado a todos pela melhor viagem que já fiz: *a da minha vida*.



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

CONTROVÉRSIAS E PROBLEMATIZAÇÃO NO ENSINO DE GEOCIÊNCIAS

RESUMO

Tese de Doutorado

José Roberto Serra Martins

Nas últimas décadas, o ensino de Geociências passou por grandes transformações. Em princípio, abandonando concepções tradicionais de ensino por transmissão-recepção; em seguida, adotando metodologias voltadas para a redescoberta científica e abordagens interdisciplinares baseadas em discussões dialéticas e na transversalidade temática. Neste trabalho, pesquisou-se o modo pelo qual controvérsias e problematizações podem compor uma epistemologia transdisciplinar para o ensino de Geociências. Para tal, construiu-se um material didático a partir das demandas dos estudantes, que possibilitou a edificação de saberes científicos por meio de uma abordagem transdisciplinar de viés poscolonialista, além de se sugerir a formação de uma massa crítica de professores e pesquisadores, com a intenção de disseminar, de modo rápido e efetivo, as ideias aqui defendidas. Assim, discutiu-se o incentivo à reflexão e à alfabetização científica dos educandos, bem como o posicionamento do professor ao interferir e mediar a construção do conhecimento científico. A pesquisa mostra que as controvérsias e a problematização – referentes à complexidade presente em diversos níveis de realidade – incentivam educadores e educandos a pensar e construir seus conhecimentos, relacionando-os aos modos de produção, utilização e consumo das sociedades modernas, com as implicações resultantes. Reflexões envolvendo controvérsias e problematização revelam-se estratégias importantes para ressignificar e/ou edificar os saberes dos envolvidos no processo de ensino/aprendizagem, ajudando na construção da cidadania.

Palavras chaves: Ensino de Geociências; Transdisciplinaridade; Poscolonialismo.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
GEOSCIENCES INSTITUTE

CONTROVERSES AND PROBLEMATIZATION IN GEOSCIENCE TEACHING

ABSTRACT

PhD Thesis

José Roberto Serra Martins

In recent decades, Geoscience teaching has undergone major transformations. First, by abandoning traditional teaching conceptions of transmission-reception; then when adopting methodologies aimed at scientific rediscovery and interdisciplinary approaches based on dialectical discussions and transversal themes. This thesis results from an investigations about the way controversies and problematizations can compose a transdisciplinary epistemology for teaching geosciences. For this, from the demands of students an educational material has been built, which enable the construction of scientific knowledge through a transdisciplinary approach of postcolonialist bias and suggests the formation of a critical mass of teachers and researches in an attempt to quickly and effectively disseminate the ideas here defended. To this end, the author has built a courseware from the students' demands, which enabled the construction of scientific knowledge by means of a transdisciplinary approach with a postcolonialist bias. Students to be stimulated to think about and to build their scientific literacy is as important as the posture of teachers to intervene and to mediate the construction of scientific knowledge. This research has shown that controversies and problematization – referring to the various levels of this complex reality – encourage teachers and students to think and build their knowledge, by relating it to the modes of production, use and consumption with all the final consequences. The reflections involving controversies and problematization become important strategies to reframe and/or to build the knowledge of those involved in the teaching/learning process by helping to reach citizenship.

Keywords: Geoscience Teaching; Transdisciplinary; Postcolonialism.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	xvii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xix
LISTA DE SÍMBOLOS	xxi
CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Reformas Curriculares.....	2
1.1.1. <i>Reforma curricular em Harvard</i>	3
1.1.2. <i>Declaração de Bologna</i>	5
1.1.3. <i>Problematizando as reformas</i>	7
1.2. Motivação e temática selecionada.....	10
1.3. A tese em suas partes	17
CAPÍTULO 2 PREMISSAS DA TESE, PERGUNTA DE PESQUISA E AS METAS DE CADA CAPÍTULO	21
2.1. Premissas da tese	22
2.2. Pergunta de pesquisa	23
2.1. Metas de cada capítulo	24
CAPÍTULO 3 PROBLEMATIZAÇÕES E CONTROVÉRSIAS	31
3.1. Contextualizando metodologias	31
3.2. Definindo controvérsias e problematização	35
3.3. Controvérsias geológicas	37
3.3.1. <i>Netunismo</i>	38
3.3.2. <i>Plutonismo</i>	40
3.4. Problematização Geográfica.....	42
3.4.1. <i>Primeiro período</i>	43
3.4.2. <i>Segundo período</i>	44
3.4.3. <i>Terceiro período</i>	44
3.4.4. <i>Quarto período</i>	45
CAPÍTULO 4 TRANSDISCIPLINARIDADE E POSCOLONIALISMO NO ENSINO DE GEOCIÊNCIAS	47
4.1. Transdisciplinaridade: do surgimento à polissemia.....	49
4.2. Interdisciplinaridade ou transdisciplinaridade: uma, outra ou ambas?.....	50
4.3. Os pilares da transdisciplinaridade e as (Geo)ciências.....	51
4.4. O que é poscolonialismo?.....	53
4.5. Transdisciplinaridade e poscolonialismo: possíveis interações.....	55
CAPÍTULO 5 METODO CIENTÍFICO E CONTROVÉRSIAS NAS GEOCIÊNCIAS	57
5.1. Ciências da terra: fundamentos de análise	59
5.2. A filosofia como alicerce a uma possível periodização das ciências	61
5.2.1. <i>Primeiro período: Deduzindo conceitos</i>	61
5.2.2. <i>Segundo Período: Descobrimo leis naturais</i>	62

5.2.3. <i>Terceiro Período: da história cíclica à evolutiva, por meio do idealismo hegeliano</i>	65
5.2.4. <i>Quarto Período: Contraposição entre positivismo e materialismo dialético</i>	66
5.3. O método científico analisado sob uma ótica sociológica	68
5.4. A problematização do ensino conduzindo à cidadania	70
CAPÍTULO 6 MÉTODO DA REDESCOBERTA E OUTRAS METODOLOGIAS:	
CONVERGÊNCIAS E CONFRONTOS	75
6.1. Análise do Livro: estrutura e histórico	76
6.2. Método da redescoberta: histórico e estrutura.....	79
6.3. Estruturalismo X pós-estruturalismo.....	83
6.4. O “pós-moderno” das ciências	86
CAPÍTULO 7 VULNERABILIDADE E RISCOS SOCIOAMBIENTAIS: ASPECTOS	
TRANSDISCIPLINARES DE UMA ABORDAGEM DE ENSINO/APRENDIZAGEM.....	89
7.1. Narrando experiências anteriores	89
7.2. Revisão de literatura	91
7.3. Sobre O PROJETO transdisciplinar	93
7.4. Transdisciplinaridade e poscolonialismo em ação	94
7.4.1. <i>Para início de conversa...</i>	94
7.4.2. <i>Estabelecendo conexões...</i>	95
7.4.3. <i>Problematizando discursos...</i>	100
7.4.4. <i>Aplicando as ideias surgidas ao longo do processo...</i>	102
CAPÍTULO 8 CONTRIBUIÇÕES DO ENSINO DE GEOCIÊNCIAS PARA A	
FORMAÇÃO DE UMA MASSA CRÍTICA DE PROFESSORES E INVESTIGADORES	105
8.1. Agenciamento, complexidade e demandas sociais.....	107
8.2. Especificidades da Sociedade Atual: o Conceito de Autonomia	107
8.3. Ambientes propícios à formação de professores e pesquisadores.....	111
8.3.1. <i>A família</i>	111
8.3.2. <i>A escola</i>	112
8.3.3. <i>A sociedade</i>	114
8.4. Massa crítica de professores/investigadores.....	115
CAPÍTULO 9 CONSIDERAÇÕES FINAIS	117
9.1. Resultados obtidos.....	117
9.2. Respondendo a pergunta de pesquisa.....	127
9.3. Síntese das conclusões	128
REFERÊNCIAS	133
APÊNDICE	147
Trajetória Pessoal	147

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura	página
1: Duas imagens em escalas semelhantes de uma duna (ESCP 1973)	11
2: Folder (volante) da Defesa Civil para orientar a população sobre a ocorrência de deslizamentos	94

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
BSCS	<i>Biological Sciences Curriculum Study</i>
C&T	Ciência e Tecnologia
Cap.	Capítulo
CASus	Cartilha de Atitudes Sustentáveis
CBA	<i>Chemical Bond Approach</i>
CETRANS	Centro de Educação Transdisciplinar
EEES	Espaço Europeu de Ensino Superior
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
ES	Espírito Santo
ESCP	<i>Earth Science Curriculum Project</i>
EUA	Estados Unidos da América
Fig.	Figura
FGTS	Fundo de Garantia por Tempo de Serviço
IES	Instituição/ções de Ensino Superior
IFSP	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
Ma	Milhões de anos (por vezes, Ma AP = Milhões de anos antes do presente)
MEC	Ministério da Educação
MD	Método da Descoberta
MG	Minas Gerais
MPr	Metodologia da Problematização

MR	Método da Redescoberta
ONU	Organização das Nações Unidas
PAC	Plano de Aceleração do Crescimento
PCB	Plataforma Continental Brasileira
PCN/PCN+	Parâmetros Curriculares Nacionais
PE/A	Processo de Ensino/Aprendizagem
PIB	Produto Interno Bruto
PSB	Partido Socialista Brasileiro
RJ	Rio de Janeiro
SP	São Paulo
TI	Tecnologias da Informação
UOL	Universo Online
URSS	União das Repúblicas Socialistas Soviéticas

LISTA DE SÍMBOLOS

Temperatura, em Celsius °C

Temperatura, em Fahrenheit °F

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

“Temos a ressurreição [das] (...) Ciências da Terra (...): trata-se de um domínio que pretende conhecer a Terra como um sistema complexo, e que tem permitido articular diferentes disciplinas que, até o presente, ignoravam-se umas às outras”.
(MORIN, 2009, p.33)

Grande parte das escolas de ensino básico no Brasil, para não dizer a quase totalidade, não possui professores graduados (ou especializados) em Geociências, apesar de em seus currículos estarem presentes assuntos relativos ao Tempo Geológico, ao Ciclo das Rochas, às mudanças climáticas ou outro tema da mesma natureza.

Nestes estabelecimentos de ensino dá-se preferência à contratação de professores formados em áreas afins, que não só assumem a responsabilidade pelo processo de ensino/aprendizagem (PE/A) relativo a temas de sua especialidade, como também de temas relativos às Ciências da Terra. É comum professores de Ciências (no Ensino Fundamental) ministrarem aulas que envolvam temas relativos ao ambiente ou à formação e história evolutiva do planeta (no sexto, sétimo ou oitavo ano do Ensino Fundamental) e que professores de Geografia e/ou Biologia completem a formação relativa às Geociências (no nono ano do Ensino Fundamental e nas três séries do Ensino Médio).

No Brasil, a participação de alunos, tanto na construção dos materiais didáticos, quanto na escolha da temática a ser abordada – que poderia considerar também as demandas sociais – é rara, apesar de estes serem os grandes responsáveis pela efetiva transformação das intenções do currículo em uma prática de ensino cotidiana, na qual se valorizam experiências e concepções dos envolvidos no PE/A, notadamente os dos estudantes.

Por essa razão, este trabalho assevera que as demandas dos discentes devem ser encaradas, cada vez mais, como ponto de partida à proposição da temática a ser tratada em sala de aula; de modo conjunto às ênfases educacionais (básica, geral e profissional) do ensino superior – *nível que constituirá o foco desta tese* – devem ser incluídas questões que não apaguem as vozes das populações não pertencentes às classes mais favorecidas, mas que

problematizem as posições hegemônicas; características estas basilares dos Estudos Poscolonialistas (SANTOS, 1995). Com isso, seria revelada a importância das controvérsias no âmbito das disciplinas afins às Ciências da Terra, e mesmo para além destas, tal como defendido pelo enfoque transdisciplinar (NICOLESCU, 1999; SOMMERMAN, 2008; MORIN, 2009):

Nas escolas, o espaço destinado à problematização das Geociências é exíguo, e focaliza, sobremaneira, aspectos técnicos em detrimento de questões de outras naturezas. (...) a premissa é que as Ciências da Terra devem ser compreendidas de modo dialógico com outras disciplinas, que as constituem e permanentemente as transformam (MARTINS, 2014b, p.2).

Assim, controvérsias e problematizações contribuiriam não apenas para a formação de futuros professores, como auxiliariam na formação de uma massa crítica de pesquisadores, cujo agenciamento¹ possibilitaria a disseminação de propostas de ensino comprometidas com a formação da cidadania.

1.1. REFORMAS CURRICULARES

Os alunos, que até há alguns anos desempenhavam o papel de aprendizes (caracterizado por ser fixo no tempo e no espaço e dependente do recorte escolhido como necessário à análise do cenário), começaram a ser percebidos como *agentes* responsáveis pelo desenvolvimento das temáticas e das atividades curriculares, atuando diretamente na dinamização do PE/A, que não pode prescindir das controvérsias científicas, e na construção e problematização dos conhecimentos. Assim, este trabalho parte da premissa de que *todo indivíduo* envolvido no processo de alfabetização científica e/ou educação formal – estudantes, seus responsáveis e, principalmente, docentes e gestores escolares – deve, minimamente, conhecer os fundamentos que constituem o quadro de prioridades do PE/A.

Interessante notar que os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), que tinham por meta auxiliar os professores na execução de seu trabalho (BRASIL, 1997, p.4), funcionando como balizadores das discussões pedagógicas, da elaboração de projetos e do planejamento das

¹ Agenciamento, em sentido filosófico, refere-se à capacidade de um agente intervir no mundo, sendo que esta não implica, a princípio, em uma dimensão moral específica (DELEUZE e GUATTARI, 2007). Embora a repetição de valores e ideologias seja inerente ao processo de construção dos sentidos nas práticas sociais e discursivas, é possível escapar de desenhos pré-determinados por discursos hegemônicos – notadamente por meio de problematizações –, fazendo emergir outras possibilidades de construção do social. O conceito de agenciamento é retomado no Capítulo 8.

aulas, adquiriram uma condição ímpar: tornaram-se, em certos casos, a *única via* capaz de levar à formação plena do cidadão. Para muitas equipes pedagógicas, do texto “sagrado” dos PCN advinham dogmas importantes como a aprendizagem interdisciplinar por temas transversais.

Concomitantemente à implantação do PE/A por temas transversais ocorrida na década de 1990, grupos de professores, tanto no Brasil quanto no exterior, passaram a considerar como legítimas as demandas dos alunos. Estes grupos discutiam amplamente sobre os fundamentos que serviriam para a formatação e o modo de implementação de novos currículos, superando aspectos como a mera formação profissional, ultrapassando os estreitos caminhos da especialização ao focalizar aspectos como a construção da responsabilidade social e a ética.

Na maior parte do mundo ocidental, os currículos estavam se adaptando às mudanças sociais na tentativa de se tornarem mais abrangentes, mais culturais e mais interdisciplinares (MONTEIRO, 2007, p.22). Corroborando tal posicionamento, ocorreram dois eventos basilares, um na América do Norte, outro na Europa:

- Reforma curricular implementada pela Universidade de Harvard (EUA) a partir de 2001, cujo documento final é datado de 2004.
- Assinatura do termo de criação do Espaço Europeu de Ensino Superior (EEES), que passou a ser conhecido como Declaração de Bologna (1999), em virtude de ter sido assinado naquela cidade italiana.

1.1.1. Reforma curricular em Harvard

O processo de reformulação curricular da Universidade Harvard, que resultou no “*Relatório sobre a Revisão Curricular*” (2004), foi desenvolvido e discutido por quatro grupos de trabalho, compostos por *estudantes de graduação, docentes e egressos*, assegurando, assim, a participação democrática e ativa de todos os *agentes*.

Partindo de discussões que ressignificaram o sentido de “ser educado”, o processo direcionou as reflexões sobre a compreensão do que estava dando certo no processo, para decidir que valores deveriam ser preservados e ainda qual a abrangência da nova proposta. A revisão curricular então iniciada era considerada uma reestruturação justificada pelas rápidas transformações a que o mundo está sujeito. O próprio documento de 2004 (p.1) afirma que “(...) assim como o mundo [e a forma como o compreendemos] se transforma, é de responsabilidade

da Faculdade de Artes e Ciências² rever tanto a estrutura como o conteúdo da educação que provê aos estudantes”.

Assim, quatro grupos de trabalho – voltados ao estudo da educação geral, dos estudos concentrados, das atividades pedagógicas e da experiência global acadêmica – apresentaram e debateram suas ideias junto à comunidade acadêmica durante os quatro anos do processo de reestruturação curricular (2001-2004), cuja meta final era a atualização/reavaliação das ementas das disciplinas, ajustando-as às demandas atuais (da sociedade, dos indivíduos etc.).

A concepção de currículo, implementada a partir de 2005, pretendia assegurar a todos os estudantes, independentemente de sua futura área de atuação, a aquisição de saberes, habilidades e hábitos cognitivos que levassem a uma apreciação crítica dos modos de conhecimento existentes e de como os saberes são construídos, empregados e cotidianamente ressignificados. Segundo Ruder (1997), o núcleo curricular (*core curriculum* – no original em inglês) levaria os alunos a vivenciar múltiplas formas de construir e aplicar seus conhecimentos, sendo os saberes de fundamental importância para o desenvolvimento da cognição de homens e mulheres educados.

O processo de revisão curricular, desencadeado em 2001, partiu de dois enfoques. No primeiro, levaram-se em consideração as demandas dos professores e dos alunos, que elencaram requisitos que deveriam ser contemplados no núcleo curricular dos cursos; no segundo, implementaram-se decisões que visavam garantir o oferecimento de concepções basilares (por meio de temáticas que ultrapassavam as fronteiras das disciplinas), visando uma formação mais atualizada. Este processo alterou não apenas os fundamentos do currículo; ele imprimiu um novo e amplo entendimento do que significa “ser educado” nas primeiras décadas do século XXI e se preocupou em delinear as necessidades cotidianas dos cidadãos em um tempo marcado pela comunicação em tempo real, pela “integração” das culturas, pelo cuidado com o ambiente e pelas novas formas de produção dos conhecimentos.

Nas palavras do então reitor de Harvard, Lawrence H. Summers, que assumiu a universidade em julho de 2001, “uma revisão curricular deve ter por base as discussões levadas a termo pelo corpo docente, que deve ser atuante e participativo” (J.H.J., 2002, p.55). Para ele, os

² A Faculdade de Artes e Ciências é a unidade responsável pela formação básica dos estudantes da Universidade de Harvard.

professores – como um todo, e não apenas os que fazem parte dos grupos de trabalho – são responsáveis por repensar e implementar formas de integrar ensino e cultura acadêmica, balizando eticamente seus atos (HARVARD, 2004).

1.1.2. Declaração de Bologna

Esta declaração, datada de 1999 e firmada por 29 países europeus³, marcou o compromisso da comunidade europeia em coordenar as políticas educacionais, de modo a estabelecer o Espaço Europeu de Ensino Superior (EEES), disseminando-o, se possível, para outros países. Entre suas metas, destacam-se:

A adoção de um sistema de graus por todos os signatários, que implemente o Suplemento ao Diploma e que promova a empregabilidade e a competitividade internacional entre os cidadãos europeus formados pelo EEES.⁴

A primeira meta nos mostra a importância de se adotar este sistema de grau único, uma vez que a intenção primeira é promover a formação dos indivíduos, garantindo sua capacitação para o exercício profissional e expandindo suas possibilidades de emprego.

A adoção de um sistema baseado em dois ciclos principais, o graduado e o pós-graduado. O acesso ao segundo ciclo requeria que o estudante completasse com êxito dos estudos do primeiro ciclo, cuja duração mínima era de três anos. O grau conferido, após o primeiro ciclo, é relevante ao mercado de trabalho europeu como nível apropriado de qualificação; o segundo ciclo deveria conduzir aos graus de mestre e/ou doutor como acontece em muitos países europeus.

Nesse caso, além da capacitação profissional, no primeiro ciclo, os alunos passam a ter oportunidade de aprofundar seus estudos em programas de pós-graduação, fazendo com que não apenas estejam prontos para “saber fazer”, mas também para contribuir com pesquisas que possam levar, por exemplo, a novas descobertas e inovações tecnológicas.

Estabelecimento de um sistema de créditos como mecanismo universal para promover a mobilidade dos estudantes. Os créditos podem ser adquiridos em contextos de ensino

³ Áustria, Bélgica (comunidades flamenga e francófona), Bulgária, República Checa, Dinamarca, Estónia, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Hungria, Islândia, Irlanda, Itália, Letónia, Lituânia, Luxemburgo, Malta, Holanda, Noruega, Polónia, Portugal, Roménia, República Eslovaca, Eslovénia, Espanha, Suécia, Suíça e Reino Unido.

⁴ O texto em destaque é uma tradução própria dos artigos da declaração citada.

não superior, incluindo a aprendizagem ao longo da vida, desde que sejam reconhecidos pelas respectivas Universidades de acolhimento.

O terceiro artigo mostra o quão fundamental é a experiência de vida dos estudantes, não se limitando apenas ao ensino formal. Dessa forma, pessoas que passaram a vida inteira trabalhando em áreas afins e que possuem conhecimento prático sobre determinadas áreas podem construir novos saberes ao conjugar a teoria que estão aprendendo com a prática que já possuíam, ou, até mesmo, completar estudos em áreas equivalentes por meio de provas que comprovem sua capacidade ou que possam demonstrar alguma equivalência com as disciplinas cursadas e a cursar.

Promoção da mobilidade, ultrapassando obstáculos ao efetivo exercício da livre mobilidade, com particular atenção: (a) aos estudantes, no acesso às oportunidades de estudo e formação, bem como a serviços correlativos; (b) aos professores, investigadores e pessoal administrativo, no reconhecimento e na valorização dos períodos passados num contexto europeu de investigação, de ensino e de formação, sem prejuízo de direitos estatutários.

O quarto artigo é de suma importância não apenas para que os alunos, professores e técnicos possam cumprir suas funções em outros locais para os quais estejam designados; a mobilidade permite aos envolvidos no processo educacional conhecer novas culturas, novos idiomas e estabelecer novo rol de amizades, o que amplia suas possibilidades de empregabilidade futura – tanto em seu país, por terem conhecimento sobre outras realidades, quanto nos países em que exerceram algum tipo de função, ou pelos vínculos construídos onde estudaram.

Promoção da cooperação europeia na avaliação da qualidade, com vista a desenvolver critérios e metodologias comparáveis.

O artigo garante que a cooperação elevaria a qualidade dos cursos ministrados pelas instituições de ensino participantes do EEES. A utilização de metodologias e critérios de aprovação equivalentes não só ajudaria a desenvolver uma política educacional unificada para a Europa, mas também auxiliaria a controlar as universidades que não estivessem engajadas no processo.

Promoção das dimensões europeias do Ensino Superior, especialmente no que respeita ao desenvolvimento curricular, à cooperação interinstitucional, aos esquemas de mobilidade e aos programas integrados de estudo, de formação e de investigação.

O último artigo não apenas promove o respeito à formação deste novo cidadão europeu, mas garante às instituições a troca de profissionais e a disseminação de tecnologias envolvidas no processo educacional, fazendo com que as universidades se auxiliem mutuamente e contribuam para a consolidação de uma comunidade europeia mais justa e responsável.

1.1.3. Problematicando as reformas

Se você leu estas últimas seis páginas e não se sentiu nem um pouco incomodado, saiba que elas foram escritas com a intenção de mostrar que em toda e qualquer área do conhecimento as verdadeiras intenções do currículo podem estar ocultas, seja naquelas propostas de novas metodologias de ensino ou nas políticas que visem a unificação pedagógica no ensino de ciências.

Assim, é fundamental entender que informações analisadas com uma única chave interpretativa ou sob enfoque maniqueísta correm o sério risco de não serem plenamente compreendidas: elas devem ser apresentadas, analisadas, avaliadas a partir de seus múltiplos significados e constantemente ressignificadas. Daí a importância de se ensinar reflexivamente por meio de controvérsias e problematizações.

O enfoque tradicional de ensino é baseado na transmissão/recepção de conhecimentos. Nele, o ensino de Ciências, em geral, ou de Geociências, em particular, é apresentado sem controvérsias e sem vicissitudes; os conceitos parecem surgir na mente dos cientistas como decorrência direta da aplicação do método científico, de grande exatidão.

Do mesmo modo, por acreditarem nas grandes essencializações e metanarrativas das ciências, entre as quais as que afirmam ser a ciência objetiva e neutra, muitos indivíduos ainda são incapazes de perceber, nos dias atuais, a influência de fatores diversos sobre os resultados experimentais, acreditando inclusive que estes serviriam, única e exclusivamente, para a comprovação da teoria.

Entretanto, não deve bastar aos professores do ensino superior, que atuam na formação inicial ou continuada de futuros professores, apontar o que há por detrás da *Reforma Curricular* (HARVARD, 2004) ou da *Declaração de Bologna* (1999): o professor deve

problematizar o discurso e apontar controvérsias, por exemplo, por meio da utilização de outros gêneros discursivos, como notícias, vídeos, propagandas etc., sem defender determinado enfoque, mas mostrando suas prováveis virtudes e eventuais defeitos.

Só como exemplo, se buscarmos informações mais recentes, entre 2013 e 2014, sobre as consequências das reformas curriculares que aconteceram em Harvard e sobre a condição atual das universidades pertencentes ao EEES, veremos que, depois de mais de uma década da assinatura da *Declaração de Bologna*, e da erupção de movimentos de resistência isolados frente ao que ela determina, está em curso um movimento de adaptação das universidades europeias aos interesses dos grandes grupos econômicos, que articulam e determinam o quanto será investido em educação nos diversos países.

Essa “capitulação” provoca a perda da autonomia do livre espírito acadêmico, desfigurado pela *assimilação do modelo universitário norte-americano de resultados* (aplicado inclusive em Harvard), que promove a competição entre profissionais (MELLO & DIAS, 2011), defende a meritocracia e deseja atender às demandas dos mercados: de trabalho, de mercadorias e de valores.

Como exemplo, se analisarmos o primeiro item da *Declaração de Bologna*, veremos que este defende a adoção de um sistema de graus (único) por todos os signatários, promovendo aumento da empregabilidade e da competitividade internacional entre os cidadãos *européus* formados pelo EEES. Em decorrência disso, uma parcela dos estudantes acreditou que poderia haver, em poucos anos, uma melhoria do nível de ensino, enquanto outra parte o criticou por entender que tal “melhoria” teria um preço a ser pago pelos usuários do sistema aos seus financiadores (na maioria, bancos particulares associados às instituições de ensino e às agências de fomento). A perda de autonomia financeira das universidades é apenas um dos muitos reordenamentos e reconfigurações impostos pelo processo de globalização (MELLO & DIAS, 2011).

Nos dias atuais, ao mesmo tempo que uma parcela dos estudantes atribui uma melhoria do ensino ao processo desencadeado pela *Declaração de Bologna*, outra parte o critica por ampliar o número de trabalhadores a serem inseridos no mercado de trabalho, cuja política liberal, do ponto de vista econômico, não preserva os direitos trabalhistas de modo igualitário.

Levantamos aqui apenas alguns fatos a partir de uma rápida análise dos processos citados. Cabe lembrar que eles mostram outra face da realidade, a qual não pode ser considerada basilar, sendo apenas mais um argumento que deve ser utilizado pelo estudante na formação de seus conceitos, juízos e valores.

No que diz respeito à Geografia, pode-se asseverar que seu primeiro objeto de estudo foi a paisagem; conhecer um local passava, necessariamente, pela descrição do mesmo. Geógrafos de linha francesa como Paul Vidal de la Blache [1845-1918] ou Emmanuel de Martonne [1873-1955] utilizavam seus conhecimentos pregressos (científicos e/ou cotidianos) na intenção de explicar a evolução histórica da paisagem.

Contudo, a Geografia Crítica diferencia a paisagem – tudo que pode ser abarcado pela nossa visão – do espaço geográfico, que representa o único e verdadeiro objeto de estudo da Geografia. Nesta corrente, o espaço geográfico intimamente relacionado ao meio técnico-científico-informacional pode ser definido como “um conjunto indissociável, solidário e também contraditório, de sistemas de objetos e sistemas de ações, não considerados isoladamente, mas como um quadro único na qual a história se dá” (SANTOS, 1997).

Esta tese advoga que os saberes em Ciências da Terra podem contribuir amplamente para pensar e reavaliar aspectos socioambientais relativos ao *espaço geográfico*, ao mesmo tempo em que pode fornecer importantes contribuições à própria permanência do homem no planeta. Pensar na vida humana em detrimento da vida de cada indivíduo parece ser um importante passo dado na direção de se entender o mundo como uma *entidade complexa* (MORIN, 2009).

A educação superior há anos espera por uma transformação, que possibilite uma ressignificação do PE/A. Em consonância a Pedro Demo (2007, p.32), afirma-se que, do ponto de vista pedagógico, “a escola fala muito e diz pouco”, ou seja, há um profundo desejo em se transmitir informações como se fossem conhecimentos tácitos, quando se deveria optar por mediar a construção social dos conceitos, ideias e saberes.

Por esta razão, nas últimas décadas, sempre desejei me transformar⁵ em um professor capaz de: ensinar mais por falar menos; orientar mais; aprender com e junto aos alunos;

⁵ Em várias passagens da tese conjugam-se os verbos na primeira pessoa do singular, modo que “facilita o percurso do intelecto” (Korte 1999).

ter uma relação menos engessada e mais profunda com os saberes e não menosprezar os conhecimentos prévios dos que se encontram à margem do saber, ou seja, os aprendizes (MORIN, 2003).

1.2. MOTIVAÇÃO E TEMÁTICA SELECIONADA

Quando era aluno de graduação em Química, costumava ir às bibliotecas da Unicamp retirar as mais diferentes publicações. Nessa época, interessavam-me assuntos diversos, como Geociências ou até um grupo de organismos bentônicos denominados foraminíferos. A curiosidade em conhecer melhor o mundo em que vivemos levou-me a buscar os fundamentos da ciência e a tentar compreender como se dá a interação entre (ou para além) delas. Após me graduar, decidi ampliar meu saber formal, buscando formação em cursos de graduação relacionados às Ciências Biológicas e Ciências da Terra (Geografia).

Uma das primeiras atividades da disciplina *Geologia Geral*, ministrada aos ingressantes em Ciências Biológicas, era analisar um par de fotos (fig.1), cuja reprodução se encontra na página a seguir. Na atividade, os alunos tinham que dizer qual das imagens era mais antiga, ou seja, se a duna havia se deslocado para a direita ou para a esquerda na foto. O interesse dos alunos em explicar o movimento da duna e solucionar o problema fez com que cada um de nós pensasse em argumentos que explicassem o movimento dos grãos de areia, tendo no formato da “barcana” (com a duna vista do alto) uma boa pista para solucionar a questão.

Na ocasião, um dos professores (Carlos Alberto Lobão Cunha) questionou se o vento sempre soprava na mesma direção. A nova informação nos fez repensar sobre o movimento da duna e a sugerir que deveria haver uma direção prioritária de ventos dependente do padrão de circulação para uma dada região. Comentou-se do fenômeno conhecido como “vento sul” na região de Cabo Frio (RJ) e do vento denominado “noroeste” – quente e seco – que faz com que os moradores da cidade de Santos (SP) sintam grande calor, não importando a época do ano em que ocorra.

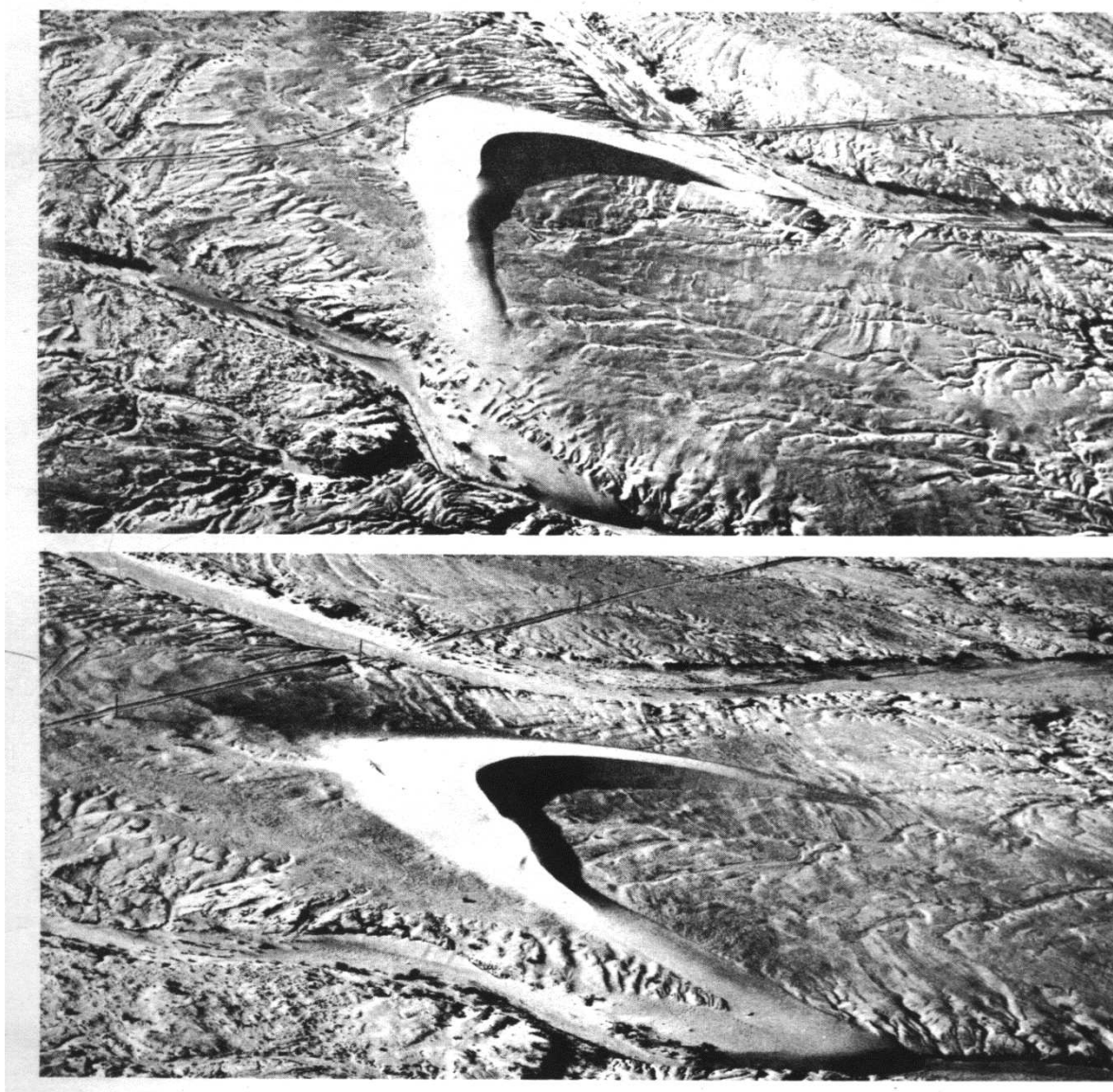


Figura 1. Duas imagens em escalas semelhantes de uma duna (ESCP 1973)

Certos de termos resolvido a questão, preparávamo-nos para encerrar o relatório da atividade prática quando nos foi indagado pelo mesmo professor: “E se as fotografias não fossem da mesma duna?” Simplesmente, não haveria como comparar as fotografias e chegar a qualquer conclusão. Saberíamos depois que as experiências, acumuladas durante a disciplina (que durou um semestre) e outras posteriores sugeririam outras possibilidades de se chegar à resposta. Encantou-me a estratégia de construir conhecimentos pela interposição de questionamentos que, em geral, levava-me a refletir sobre fatos novos.

A atividade mostrou que trabalhar com questionamentos múltiplos era uma estratégia extremamente válida. A compreensão do processo de construção conceitual poderia nos levar a discutir a *Teoria das Hipóteses Múltiplas* nas Geociências, adaptando exemplos desta aos princípios enunciados por Chamberlain (1887). As reflexões não só nos levariam a pensar no fato em si, mas nos conduziram a problematizar as situações de ensino, dando-lhes novas dimensões analíticas.

Profissionalmente, a dedicação de quase trinta anos ao ensino de Química, em particular, e de Ciências, em geral, fez com que eu optasse por métodos *interdisciplinares* ou *transdisciplinares* para o ensino da temática científica. No caso de eleger a via:

- Interdisciplinar, as aulas apresentavam concepções a partir de fundamentos de duas ou mais disciplinas; promoviam a interação entre os temas, por meio de simples comunicação das ideias, estabelecendo intencionalmente vínculos e nexos até a integração mútua dos conceitos, terminologias e de metodologias (JAPIASSU, 1981) que culminavam em um conhecimento mais abrangente e unificado (COIMBRA, 2000).
- Transdisciplinar, as aulas se iniciavam com a determinação da temática por meio de um acordo entre alunos e professor. Em seguida, este buscava por informações pertinentes sobre o assunto visando fomentar discussões, por meio da apresentação de controvérsias e de problematização dos saberes. Por fim, os alunos buscavam, em gêneros textuais diversos, informações físicas, sociológicas e/ou filosóficas sobre o tema, realizando atividades que promovessem a ressignificação de conhecimentos antigos e a formação de novos.

No caso do viés transdisciplinar, o professor não poderia ocupar um local privilegiado no PE/A, ou seja, ele não seria o detentor único do conhecimento; assumiria a função de mediador do PE/A, no qual todas as vozes deveriam ser consideradas como válidas na construção do conhecimento, tal como proposto pelo artigo 9 do Manifesto da Transdisciplinaridade, proposto, em 2001, por Basarab Nicolescu, teórico francês que se tornou referência no assunto. O processo envolvendo a discussão de ideias, baseado no respeito às opiniões alheias e no rigor argumentativo das principais exigências feitas aos participantes, era conduzido de modo a evitar possíveis desvios do tema (idem, art. 11). A discussão, assim mediada, possibilitaria as primeiras vinculações entre nexos para a formação de um sistema total,

sem fronteiras disciplinares (SANTOMÉ, 1998) e que culminaria com a produção (coletiva/individual) de saberes.

Um questionamento, entretanto, persistia: Entre o viés interdisciplinar e o transdisciplinar, qual seria o melhor? Como compará-los?

Em 2008, ao ingressar no mestrado em História e Ensino de Ciências da Terra, tinha a ambição de produzir um material didático interdisciplinar em Geociências (MARTINS e CARNEIRO, 2009) que pudesse ser utilizado em diferentes níveis de ensino. Este material utilizava-se de temas transversais para investigar as inter-relações entre as questões estratégicas, econômicas, ambientais, sociais e científicas. O material, que fazia parte de um projeto ainda maior, não visava apenas o ensino de Geociências, mas fazer com que os alunos exercessem e vivenciassem seus saberes no âmbito das Ciências.

Testado a princípio em alunos do primeiro semestre do curso de Ciências da Terra da Universidade Estadual de Campinas durante dois anos consecutivos (2009/2010), o mesmo material foi aplicado (em parte) aos alunos de uma turma do último ano do Ensino Médio (2011/2012) de um colégio particular da cidade de Campinas-SP, com resultados diversos⁶. A ideia central da atividade era revisar e aprofundar teorias e conceitos relacionados à Geografia Física, tais como a Teoria Tectônica de Placas, as escalas gráficas e a leitura de mapas.

A aplicação do material em sala de aula mostrou que não era difícil encontrar estudantes em atitude de “estranhamento”⁷ frente ao conteúdo em debate ou com dúvidas sobre conceitos que, anteriormente, pareciam imutáveis (no tempo e no espaço). Isso ocorria, principalmente, quando havia conflito de ideias entre o que os estudantes consideravam “verdadeiro” e algum fato que, aparentemente, contrariava seu conhecimento cotidiano (BIZZO, 1999) ou senso comum (SANTOS, 2003), ou quando havia dúvida sobre os conceitos científicos pregressos dos estudantes, por contraposição a situações que fugiam de suas expectativas paradigmáticas.

⁶ No caso dos alunos do Ensino Médio, havia uma lacuna de pré-requisitos que os alunos do Ensino Superior já haviam preenchido, pois a atividade em questão era aplicada no fim do primeiro semestre letivo.

⁷ Esse “estranhamento” constitui uma reação positiva, do ponto de vista didático, ao que foi dito ou lido. A atitude mostra que o aluno prestava atenção à aula quando foi ‘surpreendido’ por uma informação que lhe parecia avessa às suas concepções/certezas.

A análise dos resultados da aplicação do material didático de cunho interdisciplinar (MARTINS, 2010) mostrou que:

- Apesar do tema instigante e de sua associação a assuntos estratégicos (recursos do pré-sal), político-econômicos (distribuição dos *royalties* do petróleo), sociais (gestão de áreas litorâneas), legais (extensão e delimitação da Plataforma Continental Jurídica Brasileira) e científicos (vida marinha e climatologia, entre outros), a maior parte dos alunos não se sentiu motivada a estudar a temática proposta, nem obteve bom desempenho nas questões relativas ao tema, presentes à segunda avaliação da disciplina Ciência do Sistema Terra I ⁸.
- As atividades não surtiaram o efeito desejado no que tange à construção de conhecimentos, uma vez que poucos foram os alunos interessados em buscar materiais que permitissem facilitar o processo de construção de saberes. Um dos problemas enfrentados durante a aplicação das atividades foi o fato de que, apesar de os alunos possuírem alguma informação sobre o assoalho e o subsolo marinhos, poucos conheciam o processo de formação, extensão, fisiografia e importância estratégica da Plataforma Continental Brasileira (PCB).

No que diz respeito às atividades já citadas, outro problema de difícil solução se associava ao fato de os alunos quase não possuírem vínculos com o mar e, muito menos, com o fundo deste, o que tornava abstrato o conceito de plataforma continental. A maioria dos estudantes, quando questionada, vinculava o assoalho oceânico a “um substrato de profundidade variável”, “praticamente plano”, que servia como “ponto de apoio para a fixação de dutos e cabos submarinos” (MARTINS, 2010, p. 40).

Como mudar, então, esta realidade? Como levar os alunos a construir conceitos a partir de informações fragmentadas obtidas em veículos de informação que, em geral, não estão preocupados com a ‘qualidade’ da informação revelada? Poderia o aluno confiar em *sites* de busca na internet? Mas, em qual deles? Somente nos acadêmicos? Como seria possível ao aluno relacionar áreas distintas do conhecimento – ou tipos diversos de conhecimento (cotidiano e científico) – e, pelo surgimento de controvérsias, problematizar suas concepções de modo a (re)construir conceitos?

⁸ Verificou-se posteriormente que esses alunos consideraram o tema relevante para sua formação, mas que, naquele momento, seu foco de atenção estava voltado para a aprendizagem de conteúdos técnicos, visando suprir as deficiências relativas a aspectos importantes das Geociências e que não constavam dos temas desenvolvidos no ensino básico. Portanto, os temas de cunho geral, como o da atividade proposta, não faziam parte de suas demandas naquele momento.

Os agenciamentos do professor/autor e do aluno/autor conquistaram importância nos debates sobre uso das Tecnologias da Informação (TI) aplicadas ao ensino, ao longo da última década. Ao mesmo tempo em que propõe a utilização de recursos tecnológicos para esclarecer dúvidas, tal como nas aulas da *Khan University* (ou criar novos gêneros textuais para a disseminação das Ciências), os especialistas em TI impõem, aos seus usuários, sistemas e *softwares* que uniformizam a forma de apresentação de trabalhos. Em certos congressos, soa como heresia uma apresentação sem o “apoio fundamental” do *Punto Poderoso (Power Point)* (ANGUITA, 2005, p. 190).

Entre os muitos exemplos sobre a utilização de tecnologias, Barbosa (2003) cita que no *website* da Apple (<http://www.apple.com/education/>) – empresa associada a inovações tecnológicas – encontra-se um painel representativo das aspirações das grandes companhias de tecnologia em relação ao mercado educacional. Nestes, vendem-se aplicativos diversos que vão de ferramentas para gravação de aulas, geração de animações e apoio à redação, até computadores com grande capacidade de processamento, prontos a atender todas as necessidades da escola.

Os argumentos apresentados pela empresa para a aquisição desse recurso didático levam em conta a sua eficiência. Encontram-se, por exemplo, relatos de experiências consideradas bem sucedidas, nas quais alunos da primeira série do ensino fundamental fotografam, filmam e editam vídeos nas aulas de Ciências utilizando recursos computacionais visando registrar o crescimento de plantas hidrófilas no ambiente da sala de aula. Como questiona Barbosa (2003, p. 12): “Seria este o caminho para o grande salto da educação em Ciências que todos aguardamos”?

Voltando à proposição acima analisada, assevera-se que os estudantes não necessitariam de um *software* específico para captar imagens e, assim, comprovar o crescimento vegetal. A aprendizagem seria equivalente – em certos casos, até superior, no que tange ao desenvolvimento de habilidades motoras e aptidões artísticas – se os alunos registrassem o crescimento das plantas por meio de desenhos à mão livre. O problema é que a tecnologia simplifica, com a mesma intensidade, o modo de se obter os dados sobre o crescimento e a tarefa de se pensar sobre o assunto. A produção de novos saberes obtidos por meio de discussões intermediadas por professores e/ou a comparação dos desenhos realizados pelos mesmos alunos

de um ano para outro e que poderiam ajudar na percepção das aptidões artísticas dos mesmos são, amiúde, adiadas ou mesmo rechaçadas.

Nos cursos superiores isso também acontece. Na disciplina básica *Trabalho de Campo*⁹ e nas específicas, *Geologia de Campo*¹⁰ I, II e III, os alunos aprendem os fundamentos da observação, análise macroscópica e a se comportar (profissionalmente) diante, por exemplo, de um afloramento, desenhando-os, ao seu próprio modo, em suas cadernetas de campo, sem a utilização de qualquer tipo de instrumento que capte imagens (máquinas fotográficas digitais ou celulares, por exemplo).

Os anos de experiência mostraram aos professores das disciplinas citadas que a maioria dos estudantes, que apenas fotografam os afloramentos ao invés de registrá-los igualmente por meio de desenhos, em geral, não consegue relatar detalhes do que observou no campo. O registro fotográfico, dito instantâneo, rapidamente “desaparece da mente”, uma vez que se encontra desvinculado dos demais eventos, também registrados em imagens. Metaforicamente falando, *o obturador da máquina fotográfica, ao se abrir, parece fechar a mente de quem fotografa*, ou seja, o responsável por captar as imagens simplesmente não se questiona sobre o que está registrando e por quê.

As dificuldades, assim expostas, revelam a necessidade de se implementar uma abordagem transdisciplinar que envolva a importância das controvérsias e as qualidades da problematização e que seja capaz de preparar as futuras gerações de professores e pesquisadores para mediar a efetiva construção de saberes.

Fatores outros, como baixa remuneração e pouco reconhecimento profissional, estão afastando os alunos do magistério. O comprometimento dos alunos de graduação no que tange às atividades didáticas e seu interesse pelas disciplinas específicas da licenciatura mostra o quão fundamental é a formação de uma massa crítica de professores e pesquisadores que os capacite. Caberia a estes profissionais, a tarefa de mostrar que o PE/A não é exclusivo à educação formal e nem depende da divisão – didática – do conteúdo por disciplinas.

⁹ Cursada por alunos de graduação em Geografia e Geologia da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) nos semestres iniciais da graduação.

¹⁰ Disciplinas específicas ao curso de graduação em Geologia da mesma Universidade.

1.3. A TESE EM SUAS PARTES

O primeiro capítulo visa introduzir o leitor à temática a ser abordada. Partindo da motivação e da seleção da temática, passo pela explicação dos motivos que me levaram a escolher as controvérsias e as problematizações em Geociências como tema principal e a propor uma metodologia transdisciplinar para o seu ensino.

A sequência de capítulos continua com a apresentação da pergunta de pesquisa, da meta geral – relativa à pergunta – e das metas específicas – relacionadas a cada uma das partes da tese. Para encerrar o segundo capítulo, são reveladas as hipóteses que balizaram o trabalho.

O terceiro capítulo tem por objetivo específico construir uma fundamentação teórica que revele a importância das controvérsias e das problematizações nas Geociências; demonstre que a transdisciplinaridade pode contribuir para as discussões científicas, uma vez que lança luz sobre aspectos pouco visibilizados pelas Ciências e, por fim, explane a importância do viés poscolonialista¹¹ no PE/A.

No quarto capítulo faz-se uma revisão teórica sobre a transdisciplinaridade e sua relação com os processos de ensino/aprendizagem. Neste capítulo, mostram-se importantes aspectos relativos ao agenciamento das demandas dos estudantes, iniciando o PE/A pelo levantamento dos conhecimentos pregressos dos aprendizes e discutindo aspectos científicos em níveis de realidade diferentes, o que, acredito, pode potencializar a construção de conceitos em Geociências e a formação de cidadãos conscientes das possibilidades de agência na construção da vida social.

No quinto capítulo abordam-se aspectos científicos e filosóficos das Geociências; por meio de uma proposta de periodização que se inicia nas cosmologias helênicas e que nos conduzirá à definição do objeto de estudo da Geologia, tal como definido por Potapova (1968/2007): o Processo Histórico-Geológico.

A intenção da periodização proposta neste capítulo é mostrar que este método analítico “congela”, no tempo-espço, as relações dinâmicas que ocorreram (e ainda ocorrem) ao

¹¹ O termo poscolonialista (sem hífen) diz respeito a uma afiliação teórico-científica e epistemológica deste trabalho aos Estudos Poscolonialistas (SANTOS, 1995; MOITA LOPES, 2006; BHABHA, 2007; SPIVAK, 2010, dentre outros). A supressão do hífen objetiva desvincular o termo da ideia de que esta postura diz respeito simplesmente ao período posterior ao colonialismo, contrapondo-se a ele. No Capítulo 4, discuto mais atentamente os preceitos do Poscolonialismo.

longo das eras geológicas. O recurso analítico de se recortar a realidade em um determinado momento leva a uma dupla simplificação do Processo Histórico-Geológico: primeiro, porque os objetos de investigação (como os afloramentos, por exemplo) podem não mais possuir as evidências que levariam ao desvelamento completo do processo, depois, porque ocorre o “apagamento” da complexidade envolvida na edificação dos conceitos das Geociências.

No sexto capítulo são apresentados os métodos de ensino mais utilizados nas Ciências da Terra ao longo das últimas décadas. Tomando por ponto de partida o *Método da Redescoberta*, este capítulo promove um estudo comparativo dos métodos de ensino, tomando por base as metodologias associadas ao tecnicismo da década de 1970, e a decorrente implementação do *Método da Redescoberta*. Em seguida, analisam-se os métodos estruturalista e pós-moderno, apresentando, por fim, a abordagem transdisciplinar (de viés poscolonialista) que funciona como alicerce ao sétimo capítulo.

No sétimo capítulo mostra-se como uma abordagem transdisciplinar de viés poscolonialista pode ser utilizada na confecção de um material didático sobre vulnerabilidades e riscos socioambientais. Construído de modo conjunto com estudantes de uma escola pública do município de Campinas, o material serviu de base para discussões entre os alunos, e destes com os moradores de comunidade que vive em área de risco, culminando com a construção coletiva de uma *Cartilha de Atitudes Sustentáveis* (CASus).

No sétimo capítulo, deu-se forma final à abordagem transdisciplinar que pode ser replicada em qualquer curso de Ciências da Terra. Como se nota, a abordagem visa desconstruir a imagem do professor como mediador hegemônico do processo educacional, e demonstrar a possibilidade de o ensino transformar-se em um território sem fronteiras e, portanto, transdisciplinar: alunos e professores edificando, de forma coletiva, um material didático que contribua para uma aprendizagem eficiente em Geociências.

No oitavo capítulo, encaminharam-se propostas relativas à formação de uma massa crítica de professores e pesquisadores engajados em concepções transdisciplinares de ensino, que, por convicção, sejam capazes de disseminá-las para outros profissionais de ensino, nos cursos de formação continuada, ou para estudantes dos cursos de formação inicial de professores (licenciaturas). Nele, a intenção é propor que a formação de uma massa crítica de professores e pesquisadores engajados em concepções transdisciplinares de ensino possa criar

condições favoráveis para reflexões éticas, autônomas e responsáveis, acelerando o processo de formação da cidadania.

No nono capítulo, discuto a construção e utilização do material didático transdisciplinar de viés poscolonialista, respondendo as perguntas de pesquisa que direcionam esta pesquisa. Os resultados sugerem que o desejo de estudar a transdisciplinaridade e criar condições para os alunos aprenderem a construir coletivamente um material didático deve ser permanente, ou seja, não pode deixar de existir a partir do momento em que a tese esteja concluída e publicada.

CAPÍTULO 2

PREMISSAS DA TESE, PERGUNTA DE PESQUISA E AS METAS DE CADA CAPÍTULO

Toda pessoa que se propõe a realizar um estudo centrado no ensino das Geociências deve ter em mente que enfrentará um desafio pedagógico. Identificar o problema a estudar, definir a(s) pergunta(s) de pesquisa e discutir as metas a serem alcançadas parece uma missão simples se comparada às demais partes da tese. Entretanto, é neste ponto que reside o crucial momento de definição da abordagem a ser utilizada, dos conceitos a mobilizar, das chaves analíticas utilizadas na tentativa de se responder à(s) pergunta(s) de pesquisa.

Na verdade, a construção do material didático presente nesta tese (cap.7) me levou a compreender com maior exatidão a natureza de algumas dificuldades decorrentes do processo de ensino/aprendizagem (PE/A); verifiquei, inclusive, a capital importância de vicissitudes e contratempos ocorridos na implementação da abordagem transdisciplinar baseada em problematizações, ao longo do processo de construção de saberes.

A reflexão sobre minha trajetória pessoal (apêndice 1), que auxiliou a decidir sobre o tema a ser abordado (cap.1), também possibilitou uma melhor compreensão sobre o lugar dos professores na educação. A problematização de conceitos e a utilização de conceitos alinhados aos estudos poscolonialistas – definidos no Capítulo 4 – orientou as opções pedagógicas e epistemológicas deste estudo, bem como a organização geral deste trabalho.

Assim, no tocante ao item *A tese em suas partes* (Capítulo 1), observa-se uma ordem que nos pareceu a mais adequada para um trabalho que partiu da análise das controvérsias, em sua vertente histórico-epistemológica, e da implementação dos fundamentos relativos ao processo de problematização (Capítulo 3) e que culminou com a apresentação de um material didático de inspiração transdisciplinar e poscolonialista (Capítulo 7) e com a proposta de se incentivar a formação de uma massa crítica de professores e pesquisadores imbuídos na disseminação destas concepções (Capítulo 8).

2.1. PREMISSAS DA TESE

Esta tese possui algumas premissas que devem ser consideradas antes de sua leitura. São elas:

- As ciências em geral e as Geociências, em particular, podem evoluir por meio de controvérsias historicamente datadas que surgem como decorrência de um embate sobre um determinado ponto de vista ou temática, no qual argumentos diversos/antagônicos são utilizados. A análise e, principalmente, as problematizações das polêmicas constituem uma abordagem teórico-pedagógica fundamental à construção de saberes. Desse modo, tanto as controvérsias quanto as problematizações científico-geológicas podem constituir importante instrumental ao PE/A em Ciências da Terra.
- A ciência é mais animada e frutífera quando há disputas decorrentes de posicionamentos antagônicos entre cientistas, cujas teorias sobre algum tema divergem. Quantas não foram as aulas que ministrei na disciplina de Química Inorgânica sobre o Ciclo das Rochas em que a maior parte dos alunos se mostrou muito mais interessada pela controvérsia entre as ideias netunistas de Abraham G. Werner [1749-1817] e as concepções plutonistas de James Hutton [1726-1797] do que na compreensão do ciclo em si. Não se pode afirmar, com isso, que o interesse dos alunos limitava-se a apreciar o embate em si, mas que havia uma curiosidade intrínseca em saber qual das hipóteses saiu vencedora, e por que isso ocorreu.
- As relações múltiplas e dialógicas que contribuem para o estabelecimento de vínculos entre conceitos de diferentes níveis de realidade são conexões (ou galerias) por onde os saberes progridem ao encontro uns dos outros, levando ao avanço do conhecimento na medida em que o seu objeto de estudo se amplia. A ampliação pode, portanto, ser comparada ao crescimento do sistema de raízes (rizoma) das árvores, que procede pela diferenciação e pelo alastramento das mesmas em busca de novas e variadas interfaces.

A tese incursiona pela transgressão metodológica que nos leva a apresentar conceitos dialéticos¹² relativos ao materialismo marxiano¹³ para, em seguida, desconstruí-los em

¹² A dialética consiste no método analítico utilizado por Karl Marx [1818-1883] em que uma antítese é contraposta a uma tese, em um dado nível de realidade, delas emergindo uma nova possibilidade de compreensão do mundo: a síntese.

¹³ O adjetivo marxiano é relativo às proposições feitas por Karl Marx e é utilizado em contraposição às proposições marxistas, feitas por outros intelectuais tendo por base as teorias de Marx.

favor de uma lógica transdisciplinar. No Capítulo 5, por exemplo, a periodização (técnica de análise de inspiração materialista) proposta no item 5.2 é posta em cheque pela análise sociológica presente ao item 5.3. Com isso, as argumentações que transformam a Filosofia em uma base sobre a qual se debate as histórias das ciências, mostram-se insuficientes para a compreensão unificada das complexidades relativas às Ciências da Terra.

O trabalho de pesquisa realizado com a intenção de fundamentar teoricamente esta tese mostrou, por exemplo, que geógrafos da envergadura de Milton Santos [1926-2001] buscaram estabelecer o objeto de estudo de sua disciplina, utilizando-se das mais variadas formas de análise. Assim como nas Ciências, os pesquisadores que mais obtiveram êxito foram aqueles capazes de problematizar o conhecimento e de estabelecer teorias que, do ponto de vista *interdisciplinar*, descobrem *a totalidade* onde só existiam enfoques fragmentados e hipóteses incompletas, e que, sob abordagem *transdisciplinar*, mostraram a *unicidade* onde só se percebia a heterogeneidade.

2.2. PERGUNTA DE PESQUISA

Um estudo deste porte implicou no surgimento de uma série de questões em torno das quais girou a pesquisa. A questão basilar desta tese revela minha crença em uma natureza humana, que, além de complexa, repleta de controvérsias, constantemente problematiza seu lugar, podendo ser utilizada em favor da construção de conhecimentos no ensino de Geociências.

Com isso, a questão principal da pesquisa é enunciada do seguinte modo:

Como controvérsias e problematizações podem compor uma epistemologia transdisciplinar para o ensino de Geociências?

Além disso, o trabalho se propõe a responder as seguintes perguntas acessórias:

- De que forma o material didático construído a partir das demandas dos estudantes contribuiu para a construção do conhecimento científico?
- Como multiplicar o ensino de base transdisciplinar e poscolonialista de modo significativo?

Para além destas questões, não podemos esquecer dos contributos dados por outras abordagens de modo a incrementar as pesquisas relativas ao ensino de Geociências.

Entretanto, a necessidade de explorar, analisar e entender o processo de edificação dos saberes (escolares também) levou-me a eleger um caminho que melhor revelasse este processo. Constatei que a existência de divergências, dificuldades e mesmo de disputas científicas constituía o mote capaz de conduzir ao estabelecimento de metas a serem alcançadas, e que passo, agora, a esclarecer e justificar.

2.1. METAS DE CADA CAPÍTULO

Este trabalho visa discutir os pilares que sustentam uma abordagem transdisciplinar para o ensino de Geociências, que ressalte e aprofunde a importância das controvérsias e das problematizações no que tange à construção dos conhecimentos científicos. Assim, as metas deste estudo foram indicadas no Capítulo 1 e, aqui, são discutidos os objetivos específicos de cada capítulo, tomando cuidado para não adiantar os aspectos a serem trabalhados na fundamentação teórica.

Os Capítulos 3 e 4 referem-se a dois tópicos diferentes: no primeiro, controvérsias e problematizações são definidas e problematizadas enquanto importantes instrumentos para a edificação de conceitos e para a construção dos conhecimentos científico e cotidiano; no segundo, concepções relativas à transdisciplinaridade e à postura poscolonialista são introduzidas, definidas e sugeridas como abordagens necessárias ao ensino atual das Geociências.

Poderia ter escolhido as controvérsias relativas ao Tempo Geológico, ao número de glaciações ocorridas em nosso planeta ou às que tratam das extinções em massa. Sem querer antecipar a tese propriamente dita, analiso a controvérsia estabelecida entre netunistas e plutonistas e suas concepções sobre os processos de formação das rochas. Trata-se de um assunto abordado em sala de aula no Ensino Superior, fazendo parte da formação de professores, e é um assunto de muita pertinência, pois trata de um dos fundamentos da Geologia, uma das Geociências em análise.

Outro fato importante relativo a esta escolha é que o Ciclo das Rochas está intimamente ligado à Estratigrafia, aos princípios geológicos descobertos (melhor seria dizer enunciados) por Nicolaus Steno [1638-1686] e à determinação da escala do Tempo Geológico. Em Geologia, raramente se fala em anos, mas sempre em milhões de anos (Ma); o que nos faz

pensar que este tipo de escala sugeriria um distanciamento emotivo por parte dos alunos, necessitando deles um grande poder de abstração. Com isso, ao eleger as controvérsias e as problematizações (geográficas e geológicas) consideradas neste estudo, é evidenciada uma relação de proximidade entre a abordagem utilizada e os anseios dos estudantes.

Este trabalho, portanto, sugere que o estudo do caráter evolutivo das ideias propiciou o desvelamento de concepções escondidas e que constituíram, elas próprias, focos de apreensão de controvérsias passadas. A consciência de tal fato nos instigou a procurar os fundamentos históricos que permitissem a religação dos saberes (MORIN, 2009) e a construção de nexos que pudessem beneficiar o PE/A em Geociências.

Exemplarmente, o ensino superior em Geologia costuma ser iniciado pela apresentação do conceito de Tempo Geológico e suas respectivas divisões. Para que não se torne um simples acúmulo de termos que, na maior parte das vezes, pouco diz aos alunos, uma abordagem histórica do tema faz todo o sentido. Contudo, no momento em que se apresenta o *Ciclo das Rochas* aos futuros professores, no caso dos cursos de graduação, costuma aparecer um interesse maior ao tópico quando a este se agregam informações sobre a controvérsia entre plutonistas e netunistas.

Apesar desta controvérsia ser restrita ao tema em apreço (Gênese/Ciclo das Rochas), ela constitui um bom exemplo sobre os poderes de argumentação entre seus debatedores. Sabe-se, por análise histórica em relação a este evento, que as respostas a esta controvérsia passaram por fatores de índole empírica, teórica e até mesmo religiosa, uma vez que havia uma vertente que buscava a integração entre os tipos de rochas existentes e sua associação aos tempos do dilúvio universal presente às Sagradas Escrituras.

No final do século XVIII, a Geologia alçava voos maiores e já havia se tornado uma área do conhecimento, cujos princípios – fossem os formulados por Nicolau Steno ou por James Hutton [1726-1797] – auxiliavam na compreensão de processos ocorridos ao longo do Tempo Geológico. Posteriormente, a consciência de outros nexos por parte dos cientistas, no que tange à existência de fenômenos muito lentos ocorrendo em nosso planeta ou que se associavam à existência de um núcleo e de um manto abaixo da crosta terrestre, produziu novas questões que, continuamente problematizadas, serviram de base para variadas hipóteses e teorizações sobre o

processo histórico-geológico, definido por Potapova (2007/1968) como o objeto de estudo da Geologia.

Situações envolvendo dilemas, tal como a da dinâmica das dunas (ESPC, 1973) citada no Capítulo 1 desta tese, mostra que as problematizações geram bons frutos, em se tratando de ensino de Geociências. Sua presença às aulas iniciais de cursos de graduação comprova que, quando implementados, os dilemas levam a interessantes resultados em contexto educativo¹⁴.

O segundo capítulo relativo à primeira parte da tese teve por objetivo discutir teoricamente a abordagem transdisciplinar, comparando-a às demais, e introduzir o viés poscolonialista no ensino de Geociências. A afiliação à abordagem teórico-epistemológica que embasa a tese e sua metodologia (Capítulo 7) foi um desafio a que me propus.

Utilizar uma abordagem *interdisciplinar* parecia o mais simples a fazer; uma vez que seus nexos podem ser rapidamente mobilizados para explicar o que acontece em um nível de realidade, discutindo-o dialeticamente. Contudo, por acreditar que esta abordagem dificilmente dá conta da complexidade do mundo em que vivemos – marcado pelo avassalador movimento de globalização, bem como pela compressão espaço-tempo e pelos fluxos cada vez mais intensos gerados pelo desenvolvimento das tecnologias –, segui então outro rumo: o da *transdisciplinaridade*.

O Capítulo 4, por sua vez, buscou fazer uma conjunção entre a abordagem transdisciplinar e o viés poscolonialista. Aplicados em níveis de realidade diferentes e discutidos na interface dos conceitos de *terceiro incluído* (NICOLESCU, 1999) e de *complexidade* (MORIN, 2009), esta abordagem não se baseia em argumentos dialéticos, estruturados segundo pares de oposição. Mais que isso, os argumentos são dialógicos, não-estruturantes, buscando abarcar a complexidade do mundo atual e promover discussões e problematizações (Capítulo 3) do conhecimento e, conseqüentemente, da própria vida social.

A religação dos saberes (MORIN, 2009) pode ser obtida, por exemplo, na superação da dicotomia entre ciências sociais e ciências naturais, fazendo com que o sujeito

¹⁴ Certa feita, dividiu-se a classe em dois grupos formados pelo mesmo número de alunos. A intenção era discutir, via problematização, se a Terra girava em torno do Sol ou se ocorria o contrário. As argumentações do grupo geocêntrico foram tão boas que o outro grupo começou a crer em sua validade. Fez-se necessária a intervenção dos professores com novas informações para que se retomasse a argumentação em favor do heliocentrismo.

retorne ao discurso científico erguendo sobre si uma ordem científica ressignificada. A superação da dicotomia citada não apenas leva a uma revalorização dos estudos humanísticos, mas também é responsável por uma profunda transformação destes. Mas por que utilizar o estudo de concepções relativas às humanidades e não às científicas para este intento?

O Capítulo 5 se propõe a realizar uma análise dialética da situação atual da ciência, mostrando que tal abordagem é insuficiente para tal análise. A seguir, resgatam-se os estudos sociais da ciência e discute-se o papel social do cientista, indicando como a problematização, por meio da transdisciplinaridade, pode auxiliar no processo de formação de cidadania. Entre as metas deste capítulo está mostrar que as polêmicas constituem importantes instrumentos para o ensino de Geociências, uma vez que levam ao debate e questionamento dos princípios relativos às Ciências da Terra, e concorrem para o processo de formação de nexos e saberes em ciências.

Nesse mesmo capítulo, são analisadas as Ciências da Natureza a partir de um enfoque científico-histórico, e a Geologia, a partir de seu processo histórico-geológico, na intenção de definir uma abordagem que resultasse em uma periodização e que, a seguir, propiciasse a desconstrução da estrutura proposta. Considerando a fragmentação estrutural, busquei religar os caminhos trilhados pelas ciências naturais e pelas ciências sociais, analisando as primeiras a partir do trabalho do sociólogo sob o ponto de vista dos *Estudos Sociais das Ciências*.

Como os estudos sociais das ciências filiam-se a uma análise interdisciplinar da ciência, a tese prefere criticar, no fim do Capítulo 5, essa tentativa de adaptar os nexos pertinentes às ciências naturais aos métodos utilizados pelas ciências humanas. Por esta razão, analisar a epistemologia das ciências a partir de um enfoque humanístico, com perguntas provenientes da Sociologia, implica em receber respostas que poderiam levar a uma compreensão parcial do objeto (as ciências naturais), sem que houvesse qualquer mudança relativa ao sujeito da pesquisa (as ciências sociais), o que não está de acordo com a abordagem que defendemos nesta tese, a qual se pauta na indissociabilidade entre subjetividade e objetividade, entre repetitivo e efêmero, entre estrutura e agência.

Mais uma vez ressaltamos a importância das Histórias das Ciências para o bom entendimento do PE/A em Geociências, pois nela é que integramos o espírito do cientista e a

pertinência de seu estudo ao contexto histórico. As ciências buscam explicação historicamente datadas para os fenômenos; por isso, ao retirarmos os cientistas de seu contexto, elas deixam de existir – daí a importância do sujeito nesse processo. Assim, ao estudarmos o cientista e seu poder de agenciamento, veremos que as explicações científicas são construídas por meio da visão que cada indivíduo faz do mundo. Havendo contraposições de ideias, pode haver condições para a geração de controvérsias.

No Capítulo 6, preocupo-me em analisar a unicidade que se estabeleceu entre a epistemologia, as abordagens didáticas necessárias ao desenvolvimento do PE/A e às Histórias das Ciências, bem como suas relações com as controvérsias científicas. Posso afirmar que a reflexão sobre as abordagens, notadamente as relativas à problematização das ciências, recebeu lugar de destaque na redação desta tese, ocupando-se da análise relativa à emergência das situações-problema, tal como debatidas no Capítulo 3.

As problematizações, que proporcionam o processo de resignificação, me levou a compreender quão importante é a necessidade de acrescentar, cada vez mais, aspectos relativos às Histórias das Ciências nos currículos escolares. Entretanto, é preciso estar alerta para que tais aspectos: sejam apresentados de modo contextualizado; não se resumam à mera apresentação de fatos e datas; considerem os enganos cometidos pelos cientistas e as vicissitudes do caminho que eles escolheram como aspectos fundamentais à compreensão da episteme.

Um dos problemas enfrentados é que, muitas vezes, aspectos históricos das ciências são substituídos pela biografia dos cientistas e de suas criações – quando não ignorados completamente. O contexto aqui ressaltado é consoante ao que se observa nos cursos de graduação, nos quais, raramente, tratam-se de temas relacionados à História das Ciências, sendo que seu currículo parece estar na contramão das demandas da sociedade atual, que, altamente informatizada, preza e deseja a disseminação de informações, sejam elas históricas, econômicas ou técnicas.

Prosseguindo nesta linha de pensamento, entendo que a utilização de problematizações no ensino pode ajudar a melhorar a compreensão a concepção que os jovens fazem das ciências. Assim, foi elaborada uma atividade que levasse os estudantes a sugerirem a temática, buscando subsídios para desenvolvê-la e criando condições para a edificação de conceitos por meio da construção de um material didático (Capítulo 7).

A criação do material didático, mediada pelo professor, serve, ao mesmo tempo, como modelo e preparação dos estudantes para a segunda fase do projeto, no qual os discentes atuam como mediadores do conhecimento. Assim, por meio de debates com os moradores de uma área considerada vulnerável, os alunos os ajudaram a escrever uma *Cartilha de Atitudes Sustentáveis (CASus)*, visando dirimir ou evitar os riscos socioambientais associados a deslizamentos de terra.

Uma breve digressão é capaz de esclarecer como a epistemologia das ciências é capaz de auxiliar no processo de disseminação das concepções desta tese, via formação de uma massa crítica de professores e investigadores (Capítulo 8). Assim, ao focalizar as controvérsias científicas e a emergência de teorias aceitas pelos cientistas, são estudadas as ciências em sua vertente externalista, ou seja, por meio das relações estabelecidas com o mundo à sua volta. Por outro lado, quando se aproxima de uma abordagem que problematiza o lugar teórico do qual falamos, é a vertente internalista que transparece.

Para mostrar a importância de cada abordagem, os professores em formação inicial (ou continuada) devem ser continuamente estimulados a promover discussões sobre as controvérsias científicas, partindo de uma perspectiva que envolva aspectos didáticos e que seja de origem histórico-epistemológica. Sob outro enfoque, deve-se pensar que os professores devem preparar os estudantes para reconhecer e avaliar problemas (mesmo os “insolúveis”), e lembrá-los de que as soluções nem sempre são definitivas, uma vez que o problema está associado ao contexto, e este, sendo contingencial, está em constante movimento.

Os mestres devem ter em mente que, apesar de vivermos em um período em que a Ciência e a Tecnologia (C&T) gozam de grande popularidade, os desafios a eles propostos poderão ser dessa ou de outras naturezas. Exemplarmente, deve-se:

- Conscientizar os alunos sobre o fato de que a sociedade, apesar de constantemente “informada” sobre as últimas novidades da ciência, não estabelece prontamente relações mentais que conduzem à edificação dos conhecimentos.
- Procurar pelas respostas à atual crise, que se instalou nas Ciências, e que resulta – e é resultado – da alarmante quantidade de alunos e professores não adequadamente preparados (do ponto de vista científico), apresentando inclusive ideias descontextualizadas e sem nexos com seus próprios saberes.

- Tentar superar o descrédito científico por parte dos estudantes, estimulando-os a ver no ensino de Geociências as perspectivas para a construção de um mundo melhor, a partir da valorização da Educação e dos próprios professores.

CAPÍTULO 3

PROBLEMATIZAÇÕES E CONTROVÉRSIAS

“De alguma forma, a ciência é um lugar onde se desfraldam os antagonismos de ideias, as competições pessoais e, até mesmo, os conflitos e as invejas mais mesquinhas”.

(MORIN, 2001, p.52)

A epígrafe do capítulo que se inicia não tem por meta confundir o leitor; ao contrário... Ela foi escolhida, pois traduz, grosso modo, a intenção deste capítulo, uma vez que seu enunciado *problematiza as ciências*, não só ressaltando controvérsias inerentes à mesma (antagonismos de ideias), como também disputas (competições pessoais) que podem levar, inclusive, à deflagração de conflitos.

Este capítulo enseja discutir a possibilidade de utilização das controvérsias científicas e técnicas de problematização no ensino das Geociências. Começando por aspectos históricos relativos a essas abordagens, aprofunda-se a temática por meio de questões que devem ser respondidas: Quais metodologias trabalham sob o enfoque da resolução de problemas? Como são definidas controvérsia e problematização? Toda disputa intelectual que visa ao debate de ideias para a determinação de um paradigma em Geociências pode ser considerada uma controvérsia? É possível problematizar um objeto de estudo?

Uma das premissas desta tese assevera que as Ciências, em geral, e as Geociências, em particular, podem ser ensinadas por meio de controvérsias que surgem de tempos em tempos ao longo do processo histórico. Como decorrência de uma controvérsia, por exemplo, um pesquisador tenta mostrar a outros, por argumentos diversos, a prevalência de suas concepções.

3.1. CONTEXTUALIZANDO METODOLOGIAS

Ao longo da última década, observou-se a concretização de propostas pedagógicas de cursos de graduação que defendiam a capacitação profissional dos estudantes, visando principalmente ao desenvolvimento de um instrumental voltado à compreensão e

resolução de problemas. Esta postura revelava um aparente consenso em torno da ressignificação das universidades brasileiras, cujas raízes se fixavam em fatores econômicos, políticos e sociais complexos.

Dentre as propostas de mudança destacam-se abordagens “ativas” que, deslocando os educandos para o centro do processo de formação dos conhecimentos, pautam-se por um discurso que advoga a adoção de um ensino baseado em problematizações. Mas o que estas propostas definem como ensino problematizado?

As instituições de ensino superior (IES), principalmente as das áreas de Saúde e Engenharia, passaram a estruturar seus conteúdos disciplinares em módulos e adotaram estratégias de ensino-aprendizagem, como a *Metodologia da Problematização* (MPr) e a *Aprendizagem Baseada em Problemas* (ABP), defendidas respectivamente por Berbel (1999) e Bordage (1994).

A *Aprendizagem Baseada em Problemas* (ABP) é uma estratégia de ensino/aprendizagem que visa à aquisição de conhecimentos por meio da análise e resolução de problemas. Entre os objetivos da estratégia, Bordage (1994) afirma que estão:

- O desenvolvimento de aspectos cognitivos e das habilidades dos estudantes na resolução de problemas.
- O incremento da aquisição, retenção e utilização dos saberes.
- A interlocução entre conteúdos ministrados pelas disciplinas básicas e do ensino profissional.
- O estímulo ao aprendizado autodirigido (autonomia) por parte dos discentes.
- O estímulo à compreensão do assunto e ampliação de seu enfoque para outras áreas.
- O estímulo às estratégias mais eficazes de aprendizado dos conteúdos.

A *Metodologia da Problematização* (MPr), por seu turno, defende que o desenvolvimento intelectual dos estudantes ocorre a partir da exposição do aluno à realidade (ou a um recorte da mesma), segundo um processo dividido em cinco etapas:

- Na primeira delas, os aprendizes são colocados frente a um problema inserido em uma determinada realidade (física ou social), e que lhes possibilita uma visão global/contextualizada do problema.

- Na segunda etapa, denominada *Construção de uma Maquete*, as variáveis do problema são identificadas e os elementos estruturais e suas possíveis relações na explicação/definição do problema são estabelecidos.
- Na etapa de *Teorização* (discussão sobre a maquete), busca-se realizar a fundamentação teórica do problema, de seus elementos e das relações que abram encaminhamentos para possíveis respostas. Para tanto, os alunos são orientados a buscar subsídios na literatura sobre o assunto, por meio de consulta às bases de dados, livros etc. Para Bordenave e Pereira (1998, p. 38), é o momento de buscar “a contribuição que as ciências podem dar ao esclarecimento do assunto”.
- Na quarta etapa, denominada *Hipóteses de Solução*, após a superação dos obstáculos epistemológicos mediada pelos professores, acontece a análise dos conteúdos teóricos e a inclusão das vozes dos(as) alunos(as), que são chamados a participar de modo ativo do processo de resolução do problema.
- Na última etapa, verifica-se o momento em que os discentes têm a possibilidade de superar a formulação teórica, ao planejarem estratégias que permitam pôr em prática as sugestões elaboradas. Trata-se de um momento marcado por forte presença dos componentes sociais e políticos, que conduzem à conscientização e transformação da realidade vivida pelos eles.

Por suas características, a MPr está associada à concepção histórico-crítica da Educação, encontrando seus pressupostos filosóficos na Fenomenologia de Edmund Husserl [1859-1938] e Martin Heidegger [1889-1976], no Existencialismo de Jean-Paul Sartre [1905-1980] e em referenciais marxistas, tal como assevera Vasconcellos (1999). Desse modo, por seu aspecto construtivista, esta metodologia estaria associada ao que Silva (2007) define como *currículo crítico*.

Currículos críticos que reagem contra a concepção técnica, e, por esta razão, são denominados *reconceitualistas*, têm por base as análises fenomenológicas e, amiúde, associam-se a outras duas técnicas de investigação: a hermenêutica e as autobiografias. No primeiro caso, combinam-se a Fenomenologia e a possibilidade de múltiplas interpretações dos discursos, tal como proposto por Frodeman (2001); no segundo caso, William Pinar (2004) defende que a autobiografia nos permitiria investigar como nossa subjetividade é formada e, assim, desvelar como os momentos e os aspectos formativos de nossa vida auxiliam no PE/A,

uma vez que possui uma dimensão formativa que levaria os estudantes a agirem “de modo mais consciente, responsável e comprometido” (SILVA, 2007, p.44)

Ao compararmos as duas metodologias, veremos que, na MPr, as problematizações são feitas pelos estudantes por meio de observações e posterior confrontação com a realidade, enquanto na ABP, os questionamentos são elaborados por um grupo de especialistas, visando levar os discentes a alcançarem as metas previstas no planejamento pedagógico. Percebe-se que, apesar de os problemas serem elaborados a partir das demandas discentes, não há garantia da dimensão transformadora do processo. Por essa razão, a principal questão dirigida a qualquer método dito problematizador é como se dá a articulação entre os níveis de realidade, em nosso caso, científico e pedagógico.

Para o educador Paulo Freire, totalmente contrário à concepção bancária de educação¹⁵, a problematização deve estimular os educandos a se perguntarem em qual realidade se insere um dado discurso, cabendo ao professor reconhecer o aluno como sujeito do conhecimento e mediar a construção dos novos conhecimentos. Os questionamentos objetivam despertar nos educadores uma postura fundamentada no compromisso de ajudar as pessoas, ajudando-as a desenvolver seu potencial humano e não simplesmente treiná-las para o trabalho.

Freire (2004/1974) destaca em sua proposição pedagógica duas dimensões diversas e basilares: a problematizadora e a dialógica¹⁶. Problematizar corresponde a uma dinâmica de articulação entre ambas as dimensões no PE/A. Dessa forma, elas se constituem em pontos de contato (interfaces) entre os saberes cotidianos dos educandos e os conhecimentos científicos dos educadores, cuja mediação pode auxiliar tanto a problematização do objeto a ser conhecido (ou conceito a ser construído), quanto a transformação deste em *objeto de estudo* sobre o qual se realiza a ressignificação dos saberes.

Segundo Freire (2004/1974), a dimensão problematizadora visa identificar as condições materiais e as relações sociais que determinam gêneses distintas dos conhecimentos

¹⁵ A concepção bancária de educação é dividida em dois momentos: no primeiro, o educador adquire conhecimentos, e no segundo, em frente aos educandos, ele discursa sobre o resultado de suas investigações, cabendo aos estudantes arquivar o que ouvirem ou copiarem. Assim, de forma não dialógica, a concepção bancária “ensina” para a alienação, em oposição à proposta de se educar para a criação de um indivíduo autônomo e crítico.

¹⁶ Nesse ponto, Paulo Freire se afasta da concepção dialética, relativa ao materialismo hegeliano e se aproxima da noção dialógica da transdisciplinaridade e dos pressupostos teóricos dos estudos poscolonialistas. Entretanto, Freire só a aplicará em um único nível de realidade, aproximando-se assim da interdisciplinaridade e da concepção crítica de ensino.

(cotidiano e científico) a serem problematizados e dialogados ao longo dos processos de investigação temática e de construção de saberes. Como consequência desses processos, ensinam mais os discentes pela construção conjunta dos novos saberes, e aprendem mais os docentes, tanto sobre o próprio *objeto de estudo*, quanto pela ressignificação oferecida pelo PE/A.

3.2. DEFININDO CONTROVÉRSIAS E PROBLEMATIZAÇÃO

A análise de importantes dicionários da língua portuguesa (HOUAISS, 2001; OXFORD, 1996) nos indica que o termo *controvérsia* pode ser considerado sinônimo dos seguintes vocábulos: polêmica, debate, divergência e oposição. Sintetizando as definições, sugere-se que *controvérsia* possa ser compreendida como uma *disputa sobre um determinado ponto de vista ou temática, na qual se utilizam argumentos antagônicos e distintos*.

Para Narasimhan (2001, p. 299), a controvérsia científica pode ser definida como um embate conduzido publicamente – e mantido persistentemente – sobre um tema considerado significativo por um certo número de cientistas praticantes. Ao focalizarmos tal definição, alguns pontos merecem destaque:

- A controvérsia científica constitui um evento público e, portanto, possui uma vertente sociológica de análise.
- Por ser também um evento histórico, a controvérsia pode ser apreendida como tal e analisada sob o enfoque histórico das ciências ou das mentalidades.
- A polêmica expõe a vontade dos envolvidos de demonstrar a relevância das argumentações epistêmicas na formulação de suas concepções.

Desse modo, pode-se sugerir que as controvérsias constituem um elemento fundamental no processo de edificação de conhecimentos científicos ou cotidianos.

Analisado etimologicamente, o termo – proveniente do latim – significa “argumentar contra”. A interposição de uma argumentação contra algo pode ter origem em uma disputa acadêmica, política etc., ou começar pela intenção de esclarecer o ponto de vista do primeiro argumentador (enunciador). Assim, em seu uso científico, poucos fenômenos epistemológicos podem ser mais frutíferos do que uma controvérsia em alto nível. Se analisarmos os avanços importantes da ciência, como, por exemplo, as mudanças paradigmáticas que levam a descobertas (melhor seria dizer criações) fundamentais, veremos que grande parte delas não

aconteceu sem que algum tipo de controvérsia surgisse. As controvérsias, portanto, parecem constituir uma condição necessária, mas não suficiente, para a edificação dos saberes.

Este trabalho ressalta que as controvérsias podem também ser investigadas de acordo com os conceitos que mobilizam, a divergência que se estabelece entre ideias, e as concepções que são ressignificadas ao fim do processo.

O termo *problematização*, por seu turno, é de difícil definição, uma vez que o termo apresenta – positivamente – um “problema” denominado *polissemia*. Muitos já tentaram apreender essa concepção (FREIRE, 2004/1974; BORDAGE, 1994; BORDENAVE e PEREIRA, 1998), mas seu valor parece estar mais associado à imprecisão e à fluidez, as quais permitem abarcar uma miríade de significados e de ressignificações.

Uma opção seria ‘definir’ problematização por aquilo que ela *não é*. Assim, problematizar não seria: uma técnica de resolução de problemas em Física, Química, Biologia ou Geociências ou uma tentativa de fixar conceitos ditos científicos pela resolução de situações-problema presentes em materiais didáticos ou enunciados por educandos ou uma proposta para a discussão de um assunto polêmico.

Muitas vezes, o ato de problematizar pode ser confundido com uma ação dirigida para mostrar, por meio de exemplos ou contraexemplos, o contexto de um dado assunto. Não obstante, problematizar é muito mais que isso. A problematização envolve uma contextualização que pode servir para reforçar hábitos como o de questionar sobre: o contexto, buscando as reais intenções dos discursos; a consistência e validade dos argumentos fornecidos; a posição (social, política, histórica, ideológica, etc.) da qual seu interlocutor fala ao questionar a realidade, fazendo com que seja possível problematizar, compreender e ressignificar os mais variados discursos e suas afiliações, agindo e (re)construindo essa realidade.

Os estudantes possuem conhecimentos prévios (científicos ou não) sobre determinados temas. Problematizar os seus saberes poderia conduzir a novos enfoques sobre o conhecimento, levando-os mesmo a ressignificar suas concepções, de modo a apreender as novas informações surgidas ao longo do PE/A (AUSUBEL, 2003). Importante dizer que as problematizações constituem uma via de mão dupla na qual educadores e educandos aprendem juntos por meio da troca (simultânea) de concepções sobre uma mesma temática.

Nas salas de aula é fundamental que o conteúdo não seja apresentado de forma expositiva e/ou descritiva pelo professor. O Método da Redescoberta (MR), no Capítulo 6, defende que temas de Geociências sejam introduzidos por meio de alguma atividade em que conhecimentos prévios e informações trazidos pelo aluno sejam resgatados, criando-se, assim, condições para a *aprendizagem significativa* (AUSUBEL, 2003).

Problematizar o assunto que será tratado, contextualizando-o, deve funcionar como um convite à reflexão. Perguntas bem colocadas, sem dúvida, promovem o interesse dos aprendizes, que se sentem desafiados a mobilizar seus nexos e conhecimentos para resolvê-las. Com isso, podem agenciar suas demandas por conhecimento e construir explicações satisfatórias para os fatos. No processo todo, os educandos provavelmente abandonarão, complementarão, reformularão ou ressignificarão suas hipóteses iniciais, substituindo-as ou adaptando-as por outras que se coadunam melhor com suas novas concepções.

Deve-se ter em mente que a problematização não se restringe apenas ao início das atividades. Os professores devem proporcionar, ao longo das discussões, várias oportunidades em que o aluno seja desafiado e estimulado a pensar e a resolver problemas e, além disso, repensar suas próprias concepções, tanto no que diz respeito ao contexto científico abordado quanto aos nexos pedagógicos mobilizados (Capítulo 7).

Não é meta deste trabalho chegar a uma definição, nem tampouco esgotar o tema. O que se quer é discutir que as problematizações podem ser um caminho significativo para o ensino das Geociências.

3.3. CONTROVÉRSIAS GEOLÓGICAS

Um bom exemplo de controvérsia remonta ao século XVIII e deu-se entre duas teorias que visavam explicar a origem das rochas: de um lado, as concepções defendidas por Abraham G. Werner e os que se intitulavam netunistas; de outro, os que se filiavam às ideias e ao *Princípio do Uniformitarismo* de James Hutton, denominados plutonistas. A intenção é analisar a controvérsia de um ponto de vista acadêmico e responder se esta disputa intelectual, que auxiliou na determinação de um princípio em Geociências, pode ser considerada uma controvérsia, segundo a definição anteriormente apresentada.

No século XVIII, clérigos e cientistas pareciam acreditar que a Terra havia sido criada apenas há poucos milhares de anos¹⁷. Por perceberem diminuto o tempo transcorrido entre a gênese do planeta e a época em que viviam, não havia incoerência em acreditar que forças repentinas e violentas – catástrofes – tivessem formado a superfície terrestre. Esta vertente filosófica, denominada *Catastrofismo*, defendia que os cânions constituíam um exemplo de fratura ocorrida no substrato rochoso em uma série de violentos sismos e asseverava que maremotos e dilúvios ocorreram do impacto de imensos meteoros que atingiram a Terra.

Os catastrofistas também defendiam que as espessas sequências de rochas da crosta terrestre haviam sido depositadas durante o dilúvio mundial descrito na Bíblia, cuja passagem revela a luta de Noé para construir uma grande arca que salvaria um casal de cada espécie animal. Cientistas filiados a essa vertente afirmavam que os fósseis presentes em rochas eram remanescentes de organismos mortos por ocasião do dilúvio. Entretanto, alguns contestavam a hipótese por perceberem mudanças no registro fóssilífero entre as camadas mais novas e mais antigas da crosta, ponderando que uma única enchente mundial não seria suficiente para causar esta diferença.

O teólogo Willian Buckland [1784-1856], por seu turno, sugeriu que tal discrepância poderia ser explicada pelo fato de haver ocorrido mais dois dilúvios mundiais, além do descrito nas Sagradas Escrituras. Em sua concepção, praticamente toda fauna e toda flora haviam sido sucessivamente destruídas por tais enchentes e substituídas por novas formas. George Cuvier [1769-1832] acompanhou a sugestão e propôs que os organismos mortos nos dilúvios eram subsequentemente substituídos por outros, que migravam de outras localidades. Ele acreditava que os dilúvios decorriam da alternância de episódios de subsidência (abaixamento) e de inesperados soerguimentos (elevações) da crosta terrestre.

3.3.1. Netunismo

A escola netunista, estabelecida no fim do século XVIII por Abraham G. Werner, comungava com as concepções do *Catastrofismo*. Nela, havia a crença de que a maioria das rochas havia sido formada por precipitação química em um mar universal. Devido ao fato de, na mitologia grega, Netuno ser considerado o deus dos mares, os que acreditavam na teoria werneriana foram denominados de netunistas.

¹⁷ O bispo James Ussher [1581-1656], utilizando como base a cronologia bíblica, sugeriu o ano de 4004 a.C. como o de criação da Terra.

Apesar de ter analisado rochas nas cercanias da cidade de Freiburg (situada na atual Alemanha), Werner assumiu que o processo de formação das demais rochas era o mesmo. Werner classificou como primários (*Urgebirge*¹⁸) os terrenos resultantes da Criação do Mundo, que no presente formavam o núcleo das montanhas, e de *primitivas* ou *primárias* as rochas da formação mais antiga da Terra (embasamento), predominantemente formada por minerais mais insolúveis em água, como o granito (e seus componentes). Ele presumiu que estas haviam precipitado no mar universal; assumiu ainda que estas rochas, subsequentemente, foram misturadas ao gnaíse, xisto, basalto e mármore.

Para Werner, havia um estrato de transição (*Obergangs Gebirge*) formado por rochas precipitadas posteriormente, denominadas secundárias, que incluía sedimentos formados pela alteração de rochas primárias, calcários e diabásios. Esporadicamente, verificava-se a presença de fósseis nas rochas deste estrato transicional. Os terrenos secundários eram constituídos, assim, por rochas estratificadas, muitas contendo fósseis marinhos que testemunhavam a existência do oceano primordial e do dilúvio universal, tal como descrito na Bíblia.

Para os netunistas, à medida que a água do mar universal recuava, os processos de transformação das rochas levavam ao surgimento dos arenitos, conglomerados, calcários e depósitos de carvão (rochas terciárias). A esta sequência estratigráfica (*Flötzgebirge*) entremeavam-se expressivas inclinações das camadas formadas, presumivelmente, pela precipitação das rochas sobre os taludes e sopés de montanhas submarinas e/ou pelo deslizamento de sedimentos em rampas inclinadas

Os depósitos mais jovens (aluvionares), compostos pelas rochas denominadas quaternárias, seriam resultantes da deposição de sedimentos transportados seguida por um recuo da linha de costa (*Aufgeschwemmte Gebirge*) (JAMESON, 1808, p.206). Estes depósitos incluíam de argila, areia e cascalho a alguns materiais vulcânicos. Para Werner, as erupções vulcânicas, causadas pela queima de camadas de carvão, eram eventos geológicos de menor relevância que levavam ao aparecimento de um estrato descontínuo (*Vulkanische Gesteine*).

¹⁸ Deu-se preferência à preservação da nomenclatura original dada por Abraham G. Werner e sua devida interpretação, à luz de conceitos atuais.

Apesar de seu êxito em explicar a sequência estratigráfica próxima a Freiburg, a extrapolação para outras áreas parecia não convencer os demais geólogos. Assim, progressivamente, as concepções wernerianas despertaram oposição entre geólogos e naturalistas, uma vez que também não forneciam explicação consistente para o recuo do mar universal, nem para a impossibilidade de reproduzir os fenômenos químicos e físicos associados à dissolução e posterior deposição de rochas. Havia séria desconfiança na existência pregressa de um oceano capaz de conter, em suspensão, todos os constituintes das rochas da crosta terrestre.

Gonçalves (2009, p.14) afirma que o cuidadoso trabalho de Scipione Breislak [1748-1826] em reconstruir os movimentos eustáticos em seu estudo mineralógico e geognóstico de Catania, fez com que ele revisse as evidências sobre um possível abaixamento do nível dos oceanos em escala global, arguindo sobre a falta de fundamentação para tal proposta. Ele questionava os netunistas ao perguntar-lhes “para onde teria ido a água do imenso oceano?”¹⁹

3.3.2. Plutonismo

O geólogo escocês James Hutton afirmou, em sua obra *Theory of the Earth* (1795), que a formação das rochas do embasamento da crosta terrestre poderia ser explicada por meio de processos iguais aos atualmente observados. Ele acreditava que fenômenos geológicos pudessem ser entendidos por meio de cuidadosas ponderações e observações sobre os processos atuais, postulando que os processos que operaram no passado, ainda operavam no presente. Da constância dos processos observados por Hutton, decorreu o "Princípio do Uniformitarismo".

Segundo este princípio, a história da Terra poderia ser interpretada sem a necessidade de predições catastróficas, intervenção divina ou processos diversos aos que atuam sobre a crosta terrestre nos dias atuais. Quando Hutton publicou sua obra, em 1788, as ideias de Werner já estavam estabelecidas e a filosofia netunista parecia amplamente aceita. Contudo, Hutton insistiu que o embasamento se formara pela solidificação de rochas quentes situadas nas profundezas da Terra e que os basaltos, de origem vulcânica, eram decorrentes de derramamentos de magma na superfície terrestre.

Hutton (1795) apoiava sua teoria em observações experimentais e trabalhos de campo. Em um desses trabalhos (*Siccar Point*), notou a presença de um dique de rocha

¹⁹ As respostas sugeriam, sem comprovação, que um astro qualquer tivesse provocado a sua perda para o espaço ou a possibilidade de uma continuada evaporação que levaria à perda da água para fora da atmosfera terrestre.

magmática (granito) cortando uma camada de rocha sedimentar (calcário), o que contrariava as concepções wernerianas de que as rochas eram formadas por precipitação. Experiências envolvendo fusão e resfriamento de rochas, realizadas posteriormente por outros pesquisadores, confirmariam a natureza fluida, quente e intrusiva das rochas ígneas.

Para Hutton (*op.cit.*), a formação das rochas decorria de processos modeladores atuantes por longo tempo. Assim, as rochas presentes no embasamento da crosta foram as primeiras a serem formadas, sendo, portanto, as mais antigas. O geólogo acreditava que, em nosso planeta, forças dinâmicas internas criavam esforços que, ao longo do tempo, elevavam a crosta de dentro dos oceanos, ao mesmo tempo que outras superfícies expostas à intempérie das condições climáticas estavam sendo erodidas. Ou seja, do topo da montanha ao fundo dos oceanos, tudo estaria em constante estado de mudança.

Para James Hutton, uma parte do registro rochoso já havia sido obliterado (apagado) pela erosão; areia e lama, transportados pelos rios, sedimentavam-se, sendo depositados no assoalho oceânico; arenito e argilito formavam-se pela litificação de sedimentos, enquanto calcários eram decorrentes da cimentação de pequenos fragmentos de conchas.

À tese huttoniana filiou-se um grupo de geólogos que seria denominado "plutonista". Eles acreditavam no calor presente ao interior da Terra como um importante fator na formação de certas rochas. O nome dado ao grupo era uma referência a Plutão (ou Vulcano), o deus da mitologia helênica que governava o mundo subterrâneo.

O debate que envolveu netunistas e plutonistas pode ser considerado um dos mais severos das Geociências. Os netunistas persistiam em afirmar que os basaltos haviam sido precipitados quimicamente no mar, e os plutonistas que os mesmos solidificavam-se a partir do magma. Trabalhos posteriores de pesquisa sobre vários aspectos da polêmica contribuíram para o seu fim.

Nicolas Desmarest [1725-1815], em sua monografia escrita para a *Académie des Sciences di Paris* (1774), caracterizou os vestígios de cones vulcânicos extintos, morfologicamente idênticos aos vulcões ativos; concluiu que os basaltos se solidificavam a partir do magma derramado sobre a superfície, o que dava suporte às concepções plutonistas, levando a profundas contradições às teorias postuladas por Werner, desqualificando-as.

Hoje sabe-se que as concepções catastrofistas, apesar de serem consoantes ao observado nos eventos naturais, apresentavam uma série de problemas teóricos em relação às escalas espaço-temporais utilizadas. Dessa forma:

- Soerguimento e subsidência da crosta são processos que ocorrem naturalmente, mas seu gradiente de variação é mínimo, na escala de séculos e milênios.
- Eventos sismológicos podem causar causam fissuras na crosta, mas a amplitude destas normalmente é limitada a uns poucos metros.
- Enchentes e maremotos são eventos comuns, mas sua extensão é limitada, não havendo registro de eventos desta natureza que tenham envolvido um continente ou que ocorrido em escala mundial.

Uma das decorrências mais interessantes desse debate não foi rapidamente assimilada. A classificação de Werner das rochas (primária, secundária, terciária e quaternária) e dos períodos geológicos, não fazia sentido em um planeta que se transforma e recicla seus constituintes. Assim, os períodos geológicos denominados primário e secundário foram abandonados em poucas décadas, ainda no século XIX, mas os períodos Terciário e Quaternário sobreviveram na cultura geocientífica.

Para resolver este dilema, a Comissão Internacional de Estratigrafia, em 2002, publicou uma revisão da Escala do Tempo Geológico, na qual o período Terciário foi definitivamente eliminado. As mudanças fizeram com que o Cenozóico fosse dividido nos períodos em Paleógeno, Neógeno e Quaternário (já postulado por Werner) sendo o primeiro formado pelas épocas denominadas por Paleoceno, Eoceno, Oligoceno; o segundo, pelas épocas Mioceno e Plioceno; e o último, composto pelo Pleistoceno e Holoceno.

A análise dos fatos mostra que o embate entre os netunistas e plutonistas realmente levou à instalação de uma controvérsia, cujas características estão em pleno acordo com a proposta de Narasimhan (2001).

3.4. Problematização Geográfica

Assim como as controvérsias geológicas, a problematização geográfica pode ser muito útil para a compreensão de conceitos seminais. Até o final da década de 1970, a Geografia ainda buscava a definição de seu *objeto de estudo* quando o geógrafo brasileiro Milton

Santos publicou aquela que seria uma de suas obras mais importantes: *Por uma Geografia Nova – Da crítica da Geografia a uma Geografia Crítica* (1996).

Logo na introdução, Milton Santos afirma que a proposição de uma nova geografia se associa ao fato de esta ciência – bem como as demais – estar sujeita às leis do movimento e da renovação. O problema, segundo o autor, é que “se discute muito mais sobre a Geografia do que sobre o espaço, que é o objeto [de estudo] da ciência geográfica” (SANTOS, 1996, p.2).

As preocupações de Santos são legítimas; em sua concepção, a Geografia só pode ser uma ciência se possuir um *objeto de estudo*. Assim como Potapova (2007/1968), Santos mostra que o espaço geográfico é o verdadeiro objeto a ser estudado, uma vez que constitui “um conjunto indissociável, solidário e também contraditório, de sistemas de objetos e sistemas de ações, não considerados isoladamente, mas como um quadro único na qual a história se dá” (SANTOS, 1997, p. 236) e como “a noção de tempo é inseparável da ideia de sistema” (SANTOS, 1996, p.4), ele o faz por meio de uma periodização, tal como postulada pelo materialismo hegeliano/marxiano, sobre a interdisciplinaridade da Geografia.

Santos (1996, p. 209) justifica a utilização desta técnica analítica na medida em que assevera que a reconstrução dos sucessivos sistemas temporais e dos sistemas espaciais que os sucedem é um dado fundamental “quando se busca uma explicação para as situações atuais”. Dessa forma, o autor defende uma identificação exata das periodizações em diferentes níveis (de realidade) ou escalas.

3.4.1. Primeiro período

Para Santos (1996, p.105), o primeiro período referia-se à *interdisciplinaridade clássica*, baseada em relações bilaterais entre a Geografia e a História. Esse período era caracterizado por um grave equívoco metodológico: a História seria responsável pela descrição dos acontecimentos de acordo com o tempo, e a Geografia se ocupava do mesmo objeto de acordo com o espaço.

Para desfazer este equívoco, Santos propôs que a Geografia pensasse em termos espaço-temporais. Sorre (1962, p. 47), ao reunir suas ideias para um estudo das migrações, deparou-se com o entrave da explicação histórica na geografia humana. Este autor sugeriu que se abandonassem, deliberadamente, as considerações pedagógicas que distorciam os debates e que

tanto historiadores quanto geógrafos pudessem investigar aspectos relativos ao tempo e ao espaço.

3.4.2. Segundo período

Para Milton Santos (1996, p.106 e ss.), o segundo período está associado ao fato de os geógrafos se recusarem a aplicar conhecimentos oriundos de outras disciplinas. Exemplarmente, Santos cita como Vidal de la Blache repeliu a proposta de Emile Durkheim [1858-1917] para incluir a Geografia entre as ciências sociais. Para Santos, a posição lablachiana levou a um empobrecimento da Geografia enquanto disciplina.

Deve-se notar que Durkheim já havia feito uma proposta de se subordinar a História às Ciências Sociais e que Vidal de la Blache, historiador de formação, acreditava que esse movimento poderia descaracterizar tanto a História quanto a Geografia. Em sua concepção, a Geografia era a "ciência dos lugares" cuja meta principal era compreender o local geográfico por meio das noções de “modo de vida” e de “meio geográfico”.

3.4.3. Terceiro período

Santos (1996, p.107 e ss.) afirma que o terceiro período é marcado por dois fatos históricos de grande importância: a evolução das Ciências Sociais e a ampliação do domínio das técnicas. Para ele, a noção de interdisciplinaridade evoluiu com o progresso científico e econômico e, por esta razão, o geógrafo deveria estar sempre atento ao fato de a tecnologia transmutar-se: em uma nova ciência, por meio do controle da qualidade do que se produz (mercadorias); em história, por intermédio das técnicas, que tornam os humanos capazes de modificar (e, até certo ponto, controlar) a natureza; em uma nova forma de organizar o espaço, interferindo diretamente sobre o objeto de estudo da disciplina.

A importância da interdisciplinaridade para Santos (1996) está associada ao fato de se encontrar na raiz do processo que conduz à definição do *objeto de estudo* por suas características. Segundo o autor, para se chegar a uma interdisciplinaridade legítima, seria necessário convocar especialistas das mais diversas áreas que contribuíssem com suas teses, questionassem as antíteses relativas a concepções alternativas, tornando a Geografia uma ciência de síntese.

3.4.4. Quarto período

Segundo Milton Santos, esse quarto e último período alerta para o fato de que uma disciplinaridade que não levasse em conta a multiplicidade de aspectos com os quais se apresenta aos nossos olhos uma mesma realidade “poderia conduzir a construção teórica de uma totalidade cega e confusa, incapaz de permitir uma definição correta de suas partes, e isso agravaria, ainda mais, o problema de sua própria definição” (SANTOS, 1996, p.111). Assim, Santos asseverava que a Geografia estava, no fim do século XX, com seu objeto de estudo e categorias fundamentais de análise praticamente definidas. É bem verdade que as categorias (ou chaves analíticas) estavam em constante processo de mudança, sendo importante o estabelecimento de uma base conceitual permanente para a teorização da Geografia. Entre as chaves analíticas, a ideia de totalidade, enquanto instância filosófica, revelou-se muito útil nas análises geográficas.

Pode-se optar por relatar fatos em ordem cronológica ou ordená-los por ordem de importância. A escolha de um enfoque, por quem conta uma história, pessoal ou de uma disciplina, mostra que tal decisão é primordialmente política e depende de fatores que, às vezes, fogem ao nosso controle. Isto se torna ainda mais evidente quando se opta por fazer uma periodização, seja a realizada por Santos (1996) ou a que será apresentada no Capítulo 5.

Voltando ao tema, por fim, questiona-se: Qual momento histórico marca o início de um dado período? Por que a divisão da história em quatro períodos e não outro número deles? Qual a base utilizada para se fazer o recorte?

As decisões sobre os recortes levam em consideração acontecimentos que podem ser considerados definidores pelo responsável em construir a periodização, fossem geógrafos de renome como Santos, filósofos do porte de Hegel, historiadores como Jacques Le Goff, - todos, intelectuais tal qual Marx, que utilizaram esta técnica em suas obras. Sobre esta técnica, afirma Le Goff (1996, p.47):

A história (...) não é pura mudança, mas o estudo das mudanças significativas; [sendo a] periodização (...) o principal instrumento para a inteligibilidade dessas mudanças (Grifo nosso).

Como Bergson (1990/1896) demonstrou, a própria memória é um ato reiterado de interpretação. Assim, na medida em que lembramos do passado, nós o reconstruímos de acordo com nossas concepções atuais do que nos foi e do que não nos foi importante.

CAPÍTULO 4

TRANSDISCIPLINARIDADE E POSCOLONIALISMO NO ENSINO DE GEOCIÊNCIAS

Durante vinte anos, entre 1990 e 2010, dediquei-me ao ensino de Química em escolas particulares do interior do estado de São Paulo. A maioria delas trabalhava com material apostilado, mas todas afirmavam nas reuniões de planejamento que o professor tinha “liberdade” para trabalhar o conteúdo das respectivas disciplinas do modo que lhe conviesse. O problema é que as apostilas determinavam quais assuntos seriam abordados e, havendo provas unificadas, os professores eram obrigados a ministrar os temas até a data da avaliação. Portanto, a margem para “alterar a ordem” de apresentação temática era demasiadamente restrita.

Nas escolas que adotavam livros didáticos, a ordem dos assuntos abordados durante o ano letivo pelos professores era mais flexível e havia mais incentivo ao desenvolvimento de trabalhos interdisciplinares. Entretanto, os projetos – que envolviam temas transversais e procuravam levar os alunos a relacionar saberes e contextualizá-los – só eram implementados quando (e se) os professores se dispusessem a tal, uma vez que o apoio da direção era mínimo.

Entre 2003 e 2013, um dos projetos pedagógicos em que me envolvi tinha por meta integrar assuntos termoquímicos e termodinâmicos, na tentativa de levar os alunos a construir conceitos científicos por meio da utilização de um instrumento didático que disparava um projétil (tubo de filme fotográfico) a uma certa altura a partir do chão e que comparava a energia fornecida pela reação de combustão com o trabalho realizado sobre o tubo; o experimento mobilizava concepções necessárias para a construção de conceitos científicos. Apesar do empenho dos alunos nas atividades, a aprendizagem não levava ao aumento da nota obtida nas avaliações, o que desestimulava os estudantes (MARTINS, 2014a).

Para tentar estimular os estudantes, foram propostas duas atividades em dois dias diferentes e no contra-período. Como alguns afirmaram ter compromissos em pelo menos um desses períodos, dividiu-se a turma em três grupos. Para sentir se os elementos de cognição levariam a um melhor desempenho dos estudantes, fez-se a seguinte análise:

- O grupo de controle (G1) acompanhou as aulas regulares sobre os temas (termodinâmica, ministrada pelo professor de Física, e termoquímica, por mim ministrada) e realizou a avaliação dissertativa no fim do bimestre.
- O segundo grupo (G2) participou de uma atividade no contra-período, que principiava pela montagem do Lançador Termodinâmico de Projéteis, realizando testes divididos em dois momentos: no primeiro, denominado experimentação, eles utilizavam um roteiro estruturado para realizar os ensaios, baseado em princípios interdisciplinares; no segundo, chamado experiencição, empregavam um roteiro semiestruturado, de princípios transdisciplinares, para propor modificações no experimento. Este grupo também participou das mesmas atividades descritas para o grupo de controle (G1).
- O terceiro grupo (G3), além da atividade realizada pelo grupo G2, ainda participou de uma aula sobre a História das Ciências (também no contra-período) em que os alunos problematizaram o tema e os conceitos apresentados.

A conclusão do estudo mostrou que quanto maior o número de elementos cognitivos envolvidos no PE/A, melhor é o desempenho dos estudantes, no que tange à nota que estes obtêm nas avaliações (MARTINS, 2014a).

Contudo, o que marcou o projeto foi o fato de os alunos notarem que a experiencição, procedimento derivado da abordagem *transdisciplinar*, revelou-se importante *modo* de construção dos conhecimentos: inicialmente, por partir de vozes (muitas vezes, inaudíveis) dos próprios discentes, respeitando suas formas de conceber o mundo; depois, por promover a problematização dos experimentos científicos a partir das experiências vividas pelos envolvidos no PE/A; e, por fim, por conduzir os estudantes na ressignificação das ciências pela edificação de concepções alinhadas à ideia de *complexidade* (MORIN, 2003), um dos pilares da transdisciplinaridade.

Mas, o que é transdisciplinaridade? Esse termo pode ser circunscrito a uma única definição ou deve ser tratado em seu caráter polissêmico? Quem advogaria a favor de abordagens transdisciplinares se as interdisciplinares parecem tão bem adaptadas aos currículos instituídos? Como se pode associar o viés poscolonialista à transdisciplinaridade? Como é possível pensar/implementar uma atividade de enfoque transdisciplinar que parta das demandas discentes, se há um conteúdo curricular a cumprir? Este capítulo visa responder tais questões.

4.1. TRANSDISCIPLINARIDADE: DO SURGIMENTO À POLISSEMIA

O termo *transdisciplinaridade* está incorporado à educação há mais de quatro décadas, quando Jean Piaget estabeleceu uma primeira definição (NICOLESCU, 2003, p.1). Corroborando este fato, o Dicionário Oxford (1996) afirma que o termo apareceu pela primeira vez no *I Seminário Internacional sobre Pluridisciplinaridade e Interdisciplinaridade*, realizado na Universidade de Nice, entre os dias 7 e 12 de setembro de 1970. Nesse intervalo de tempo, muitos autores (JAPIASSU, 1981; MORIN, 2001; NICOLESCU, 2003; SOMMERMAN, 2008) tentaram defini-la ou interpretá-la. O problema é que circunscrever o termo “transdisciplinar” a uma definição única cria limites que a própria abordagem combate, e que se constitui, *per se*, em uma contradição metodológica, uma vez que a transdisciplinaridade busca uma integração de saberes e compreensão do mundo presente que não se coadunam com os critérios que alicerçam as pesquisas disciplinares atuais.

Apesar de respeitar aspectos culturais, a *transdisciplinaridade* não tem por meta construir um sincretismo entre ciência e cultura. Por meio de um diálogo rigoroso, ela pretende construir uma abordagem que seja, ao mesmo tempo, científica e cultural. Por esta razão, a transdisciplinaridade busca pontos de vista que tornem interativas a ciência e a tradição; espaços de pensamento que as façam sair de sua unidade, respeitando as diferenças e apoiando-se sobre uma nova concepção de natureza. Nesta, a humanidade é responsável não só pelo que faz ao ambiente, mas também pelas atitudes que impactarão o futuro do meio natural.

Na obra *Globalização e Interdisciplinaridade*, Santomé (1998) apresenta uma possível hierarquização dos níveis de colaboração e integração entre as disciplinas, tal como sugerida por Piaget no já citado seminário realizado na Universidade de Nice em 1970. Para este autor, a transdisciplinaridade constitui um nível superior de integração disciplinar que propõe a construção de um sistema total, sem fronteiras sólidas entre as disciplinas, de tal modo que se constitui em “(...) uma teoria geral de sistemas que inclua as estruturas operacionais, as estruturas de regulação e os sistemas probabilísticos que liguem estas diversas possibilidades” (SANTOMÉ, 1998, p.70).

Para Mello *et al.* (2002, p.9), a *transdisciplinaridade* pode ser definida como uma *teoria do conhecimento*, de compreensão de processos e de diálogo entre as diferentes áreas

do saber e uma *atitude*, que leva à decodificação das informações provenientes de diferentes níveis de representação, tal como proposto a seguir.

4.2. INTERDISCIPLINARIDADE OU TRANSDISCIPLINARIDADE: UMA, OUTRA OU AMBAS?

O termo *interdisciplinaridade* surgiu, segundo o Dicionário Oxford (1996), no *Journal of Educational Sociology*, em dezembro de 1937. Assim como no caso da transdisciplinaridade, a interdisciplinaridade surgiu como um polo antagônico à tendência de (hiper)especialização dos saberes, que levou ao aprofundamento das relações entre disciplinas e que, por aproximação entre suas fronteiras, criou novas disciplinas, transferindo métodos e conceitos de uma para outra.

Autores como Morin (2001), Nicolescu (2003) e Sommerman (2008) criticaram a abordagem interdisciplinar e procuraram entender, a partir de resultados de seus estudos, se havia alguma “vantagem” da postura transdisciplinar sobre aquela, no que tange às respostas de problemas gerados pela fragmentação da educação e da pesquisa, como decorrência do reducionismo sofrido pela realidade e pelo sujeito, cuja atuação encontrava-se desvinculada do objeto desde o aparecimento do método cartesiano.

Para Morin (2001, p.135), o controle exercido pela abordagem interdisciplinar sobre as disciplinas e suas transversalidades é tão pouco efetivo quanto o da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre as decisões tomadas por seus países membros, no que tange à segurança mundial. Na opinião deste autor, “cada disciplina pretende primeiro fazer reconhecer sua soberania”, levando à confirmação das fronteiras entre as disciplinas.

A tese aqui apresentada faz coro aos autores citados. Como visto, a abordagem interdisciplinar – no que tange à melhoria do desempenho escolar – apresentou resultados piores do que os relacionados à postura transdisciplinar. Sabe-se que a aprendizagem não pode ser medida somente pela nota, mas pelos resultados obtidos nas avaliações são considerados como os mais significativos pelos alunos.

Ao dar voz aos envolvidos na discussão sobre qual disciplinaridade pode ser considerada como a mais significativa, este trabalho concluiu, em consonância à opinião dos que creem na abordagem transdisciplinar, que a interdisciplinaridade é importante na formação de

nexos iniciais a respeito dos temas transversais, compondo junto com a multidisciplinaridade, a pluridisciplinaridade e a transdisciplinaridade “as quatro flechas de um único e mesmo arco: o do conhecimento” (NICOLESCU, 1999, p. 55).

A tese concorda também com a posição assumida por Américo Sommerman e revelada na obra “*Inter ou transdisciplinaridade?*”, de 2008. O pesquisador do Centro de Educação Transdisciplinar (Cetrans), da Universidade de São Paulo (USP), afirma que o diálogo vivo entre as disciplinas evita a formação de barreiras no corpo dos saberes, a fragmentação do ser e a redução dos olhares (SOMMERMAN, 2008, p. 66).

No que diz respeito à educação, pode-se afirmar que a principal missão pedagógica da abordagem transdisciplinar é combater a concepção que trata o sujeito – os estudantes – como algo desvinculado do objeto – a educação. Assim, defendo a importância da construção de uma cultura transdisciplinar, que integre os diferentes níveis de realidade e que busque “as leis fundamentais da Vida e a valorização de uma consciência social, ecológica e planetária” (LITTO, 2002, p. 208).

Para Nicolescu (1999), a construção dessa cultura transdisciplinar deve partir da compreensão dos três pilares que sustentam a metodologia transdisciplinar: (1) a *Complexidade*, (2) a existência de diferentes *Níveis de Realidade* e (3) a *Lógica do Terceiro Incluído*, bem como as suas consequências para as Geociências.

4.3. OS PILARES DA TRANSDISCIPLINARIDADE E AS (GEO)CIÊNCIAS

Desde a antiguidade clássica ocidental, a humanidade busca leis e ordens que expliquem a natureza e o universo em que vivemos. Até a Idade Média havia plena conjunção entre os aspectos materiais e espirituais, não havendo disjunção entre o corpo e a alma das pessoas.

Com o advento da modernidade, tudo que dizia respeito ao medievo (a “Idade das Trevas”, segundo a concepção moderna) deveria ser abandonado, uma vez que se contrapunha aos aspectos defendidos pelo Iluminismo. Entre as muitas rupturas epistemológicas daquela época estava a que separou o sujeito do objeto, o ser pensante da coisa pensada, o indivíduo da realidade (que passaria a existir como algo completamente independente de quem a observa).

Esta objetividade levou a duas consequências inevitáveis: a *transformação do sujeito em objeto* e a redução do universo a um conjunto de leis imutáveis no tempo que tentam descrevê-lo por completo. A objetividade também se apoiava na existência de um único nível de realidade, cuja complexidade desapareceria pela aplicação do método científico cartesiano.

No que tange à lógica do método científico, passou-se a crer na existência de duas únicas respostas aos problemas propostos pela ciência: a verdadeira e a falsa, nada existindo para além dessas possibilidades. Assim, o conjunto-solução dos problemas admitia apenas dois tipos de resposta: A e não-A, complementares e mutuamente excludentes, nada havendo para além deles.

A Física Quântica, entretanto, pôs em cheque tais “verdades”. O estudo dos elétrons fez com que os cientistas se deparassem com um princípio que iria abalar as estruturas da física clássica: o *Princípio da Incerteza*, formulado inicialmente por Werner Heisenberg [1901-1976], em 1927. Tal princípio não somente afirma ser impossível descobrir, ao mesmo tempo, a velocidade e a trajetória de um elétron, como representa a quebra de importantes paradigmas das ciências, uma vez que:

- Não se representa o local do elétron como uma órbita, mas como um orbital – local do espaço em que a probabilidade de se encontrar um elétron é máxima. Este fato está de acordo com a distribuição de estados de probabilidade, tal como formulada por Boltzmann [1844-1906].
- Mostra a complexidade das experiências quânticas ao afirmar que, nelas, não há separação entre o sujeito e o objeto de estudo, pois ao manipular o equipamento (objeto) para obtenção das medidas que permitam a fixação de leis universais, o pesquisador (sujeito) altera o resultado da mesma quando introduz variáveis que modificam o comportamento das partículas em estudo.
- Demonstra que a dualidade partícula-onda proposta por Louis de Broglie [1892-1987] deveria ser compreendida como a projeção de um terceiro incluído (fóton) sobre um único nível de realidade, gerando um par de oposição (partícula-onda).

Como esta mesma lógica pode ser aplicada às Geociências? Há algo, na Geologia, que possa ser expressado em outros níveis de realidade? Acredita-se que a resposta a estas questões esteja longe de ser obtida, mas que a concepção ou lógica transdisciplinar seja muito pertinente às análises relativas à:

- Epistemologia, ao procurar desvendar as noções de objeto de estudo e objeto de investigação (POTAPOVA, 2007/1968).
- Sociologia das Ciências, conforme postulado por Bourdieu, Chamboredon e Passeron (2002) e Stengers (2002) e, em nosso caso, das Geociências.
- Utilização das controvérsias e da problematização no ensino das Geociências, tomando por base uma abordagem transdisciplinar de viés poscolonialista que dê voz aos estudantes, parta das demandas discentes e construa saberes e condições ao exercício da cidadania.

4.4. O QUE É POSCOLONIALISMO?

O poscolonialismo (SPIVAK, 2010; BHABHA, 2007; SANTOS, 1995, 2003, 2004; MENEZES DE SOUZA, 2004; FABRÍCIO & MOITA LOPES, 2005; MOITA LOPES, 2006; CAVALCANTI, 1990) pode ser entendido como uma postura teórico-epistemológica e, portanto, política, empenhada em dar voz às pessoas que são frequentemente silenciadas por estarem à margem dos centros de decisão (MAHER, 2010, p. 154).

Entendendo o fazer ciência como fazer política, os pesquisadores afiliados aos estudos poscolonialistas compartilham o desejo de “criar inteligibilidade sobre problemas sociais em que a linguagem tem um papel central” (MOITA LOPES, 2006, p. 14) e “a possibilidade de ouvir e olhar a perspectiva do outro” (CAVALCANTI, 2006, p. 249). Considerando a complexidade e multiplicidade das relações em um mundo cada vez mais fluido e transpassado por questões econômicas e de poder intensificadas com o processo de globalização da chamada modernidade tardia (GIDDENS, 1991), a vertente poscolonialista referenda “os atravessamentos transdisciplinares como parte de sua epistemologia, não aceitando barreiras entre as áreas do conhecimento” (BIZON, 2014, p. 49); outrossim, a transgressão das barreiras disciplinares é condição para a análise de um mundo cada vez mais complexo e pautado em processos de significação provisórios. Por conta dessa provisoriedade inerente à rapidez e à complexidade desse novo mundo que nos é apresentado, emerge a necessidade de “pensar diferentemente, de politizar e problematizar o próprio conhecimento que produz” (MOITA LOPES, 2006, p. 30), desfazendo verdades totalizadoras e universais.

Assim, o viés poscolonialista gera implicações relativas à sensibilização do contexto e a um compromisso político com a questão em foco que, segundo Boaventura Souza

Santos (2003, p. 111-112), não pode estar centrado em uma “ética antropocêntrica e individualista”, que busca a responsabilidade pelas consequências imediatas. Por isso, deve se propor um contínuo exercício de autointerrogação (que ciência é essa e a quem ela serve?) do qual decorra o surgimento de uma atitude de “responsabilidade para com o futuro”.

Para Santos (2004), a perspectiva poscolonial mostra que as estruturas de poder e de saber são mais visíveis se analisadas a partir das margens ou das periferias. Daí o interesse em problematizar a produção do conhecimento, analisando quem produz, em que contexto o faz e para quem se dirige tal produção. Trata-se, portanto, de um enfoque que parte da desconstrução de essencialismos e metanarrativas das ciências; é contrário à divisão disciplinar das temáticas; pretende fazer com que os alunos aprendam a agenciar suas demandas sociais e profissionais; permite a professores e alunos discutirem – e elegerem – os procedimentos a serem utilizados no PE/A visando à formação de cidadãos.

A afiliação aos preceitos poscolonialistas busca a formação de um espaço de ensino propício à (co)construção de conhecimentos básicos em Geociências, orientando os aprendizes a reconhecerem a possibilidade de utilizar suas próprias vozes na discussão e resolução de suas demandas. A postura poscolonialista destaca, portanto, a importância de se construir conhecimento científico a partir da ação conjunta de professores e estudantes, por meio da mediação/intervenção destes. Para tanto, demandas sociais e saberes cotidianos dos alunos – os quais, amiúde, se encontram à margem do conhecimento científico – são utilizados como pontos relevantes para a problematização e (re)significação das concepções.

Para esse fim, é necessário que todos os envolvidos no processo educacional (discentes e professores, mas também diretores, supervisores de ensino, especialistas em currículos etc.) sejam capazes de acolher e oferecer soluções às demandas intelectuais e sociais dos estudantes, conduzindo-os à formação de seus próprios posicionamentos. O processo, acredito, pode culminar com a formação de um cidadão crítico, responsável e politicamente engajado.

4.5. TRANSDISCIPLINARIDADE E POSCOLONIALISMO: POSSÍVEIS INTERAÇÕES

A transdisciplinaridade deve ser apreendida a partir da fundamentação teórica proposta por Nicolescu (1999, p.46), segundo a qual:

A transdisciplinaridade [...] diz respeito àquilo que está ao mesmo tempo entre as disciplinas, através das diferentes disciplinas e além de qualquer disciplina. Seu objetivo é a compreensão do mundo presente, para o qual um dos imperativos é a ‘unidade’ dos conhecimentos.

Sobre a prática poscolonialista, surgida na década de 1980, de caráter crítico e eclético, que desconstrói os essencialismos, afirma Peixoto (2009, p. 220):

[A prática] poscolonialista representa uma resposta a uma necessidade genuína: a de ultrapassar a crise nos modos de compreender, produzida pela incapacidade das velhas categorias e conceitos – tais como progresso linear, modernização, nacionalismo [...] – e de dar conta do estado do mundo. [...] O campo de estudos poscoloniais é heterogêneo, desordenado, lugar de múltiplas intersecções e rupturas, de desterritorialização e reterritorialização da episteme.

Quando os filósofos gregos da Idade Antiga falavam de “*episteme*” e “*scientia*”, associavam os termos a uma forma especial de conhecimento, universal e atemporal, marcada por critérios rigorosos, que garantiam sua validade absoluta, contrapondo-se à frágil “*doxa*” (opinião ou senso comum) humana.

Para Koll (1995, p.16), a crise epistemológica atual deve-se ao fato de esta preconizar que a extensão de sua validade não se limita a qualquer espécie de temporalidade, não sendo legítima “qualquer interferência na constituição de enunciados verdadeiros (...) [tais] como a origem racial, étnica, [gênero, ou pertencimento] a determinado grupo ou classe social”. Segundo esta autora, os enunciados tornavam-se filiados a certos referenciais e a epistemologia contemporânea lutava por recuperar o sentido do conhecimento (tratado no singular por aqueles que o consideram ímpar, único), uma vez que a ciência não podia ser encarada como um sistema fechado, absoluto, fundamentado por demonstrações definitivas e metanarrativas (LYOTARD, 2002). Assim, ganham destaque “autores que minimiza[m] a posição de centralidade do discurso científico e da ideia de ciência como episteme, em nome do que fora desprezado e colocado à margem” (KOLL, 1995, p.22, grifo meu).

CAPÍTULO 5

METODO CIENTÍFICO E CONTROVÉRSIAS NAS GEOCIÊNCIAS²⁰

“O homem da era tecnológica, (...), dono de imenso poder sobre a natureza, tem tanto saber e tão pouca sabedoria! Sabe tanto como fazer, mas não para que e o porquê...”.

(ARANHA, 1992)

“Numa linguagem mais em voga, diríamos que a técnica nos dá o como fazer enquanto a ciência procura nos oferecer o porquê”.

(RÉGIS DE MORAIS, 1988)

Nos dias atuais, vê-se crescer o acirramento dos debates entre representantes das Ciências e de um movimento que poderíamos chamar, *grosso modo*, de sociologia (ou antropologia) das ciências, mais conhecido pelo seu nome em inglês: *social studies in science*. Debates relevantes marcados pela segregação entre ciências e humanidades se originaram da radicalização de posições antagônicas assumidas por ambos os grupos:

- Os cientistas por julgarem que apenas a ciência pode levar ao progresso; por tenderem a crer na neutralidade da ciência, afirmando que as decisões tomadas em nome desta não são permeadas por juízo de natureza moral ou política; eles são, todavia, criticados por “repetirem” apenas o que aprenderam a fazer, ou seja, a agirem sem (ou com pouca) autonomia.
- Os sociólogos/antropólogos por não crerem na existência de uma ciência desvinculada de demandas sociais, sendo tal distanciamento o principal motivo das controvérsias entre ciências e humanidades e da crise vivida por ambas (Santos, 2003). Contudo, eles são criticados por serem reconhecidos profissionalmente como *cientistas* sociais, por utilizarem dados estatísticos para comprovar seus pontos de vista e/ou buscarem um paradigma (ou invariante) que pudesse explicar o mundo em que vivemos.

²⁰ Este capítulo é uma modificação do artigo homônimo publicado por Martins e Carneiro na *Revista Terrae Didactica*, volume 10, número 3, 2014, pp. 240-249.

É notório que muitos dos avanços científicos surgiram de disputas – e controvérsias – entre: membros filiados a uma mesma disciplina, mas com pontos de vista opostos (MONTEIRO, 2007); indivíduos pertencentes a comunidades científicas diversas (STENGERS, 2002); cientistas e filósofos da ciência (BORRÓN, 1988; RUDWICK, 1987). As referências aqui citadas funcionarão como alicerces da argumentação que será apresentada neste capítulo.

Nas Geociências, são muitos os exemplos de controvérsias que culminaram no surgimento de princípios, teorias e modelos denominados científicos. Monteiro (2007), em sua tese *Controvérsias geológicas: seu valor científico-histórico e didático*, mostra que muitos pontos (considerados) obscuros da teoria geológica (Deriva continental/Teoria da Tectônica de Placas; Tempo geológico; Extinções em massa) não só ajudaram a estabelecer os princípios e os modelos atuais, como contribuíram para sua divulgação, esclarecendo-os por meio de debates e pelo aumento da produção científica, devido ao crescimento do número de pesquisadores envolvidos na busca por soluções.

Por sua vez, Stengers (2002, p. 29, 50 e 160), na obra *A invenção das ciências modernas*, defende a possibilidade de utilizar o *registro político* em defesa das ciências. Entretanto, afirma a impossibilidade de se compreender a atividade individual do cientista sem que se leve em consideração a tradição histórica na qual se enraíza seu compromisso e, talvez, sua singularidade, a qual se baseia na distinção sujeito/objeto, sugerindo uma possível segregação entre poder e ciência.

Borrón (1988, p.23-45), por seu turno, em sua obra *A filosofia e as ciências: métodos e processos*, mostra que a segregação entre filosofia e ciências, decorrente da ontologia do método científico e do posicionamento dos filósofos, foi prejudicial à análise desses filósofos quanto à ciência, gerando uma série de ataques dos cientistas à metafísica, tomando-a por elucubrações sem propósito.

Por fim, Rudwick (1987, p. 16 e 17), no prólogo do livro *El significado de los fósiles*, critica o posicionamento de cientistas como Adams e Geikie. O primeiro, por tratar a história da Geologia, na obra *The birth and development of the Geological sciences* (1954), como “fábulas que pudessem ser lidas por todos que, dotados de senso de humor e em momentos de ócio, quisessem uma atividade mental recreativa”; o segundo por tratar, na obra *Founders of*

Geology (1962), a Geologia como ciência de alguns que batalharam para “libertá-la do obscurantismo”, estando estes “poucos” divididos em dois grupos: o dos que lutaram “pelo certo” e o dos que pelejaram “pelo errado”.

Os objetivos deste capítulo são os seguintes:

- Mostrar que as polêmicas são basilares a qualquer ciência, sendo o debate fundamental ao questionamento dos princípios, ao processo de formação conceitual e, quando possível, à aceitação de que todo conceito, lei ou teoria é historicamente determinada, podendo mesmo ser descartado(a) pela mudança paradigmática.
- Analisar as Geociências a partir de um enfoque científico-histórico-filosófico, tal como sugerido por Monteiro (2007), que, em princípio, poderia servir à edificação de uma periodização, para, a seguir, desconstruí-la, sempre associando os caminhos trilhados pelas ciências e as características do trabalho do sociólogo, tal como preconizado por Bourdieu et al. (2002).
- Mostrar, ao final da análise, como o mundo atual (BAUMAN, 2005) interage com – e atua sobre – as ciências, os conceitos científicos e as metodologias de ensino de ciências.

5.1. CIÊNCIAS DA TERRA: FUNDAMENTOS DE ANÁLISE

Baker (1999, p.633) salienta a dualidade da Geologia, que é, ao mesmo tempo (1) um corpo de conhecimento sobre a Terra, e (2) um modo de pensar, refletir, sobre a Terra. A Geologia, segundo Potapova (2007/1968), tem por *objeto de estudo* o Processo Histórico-Geológico, estudando os processos naturais que ocorrem no domínio do planeta Terra ao longo do tempo. Ela procura, por meio dos *objetos de investigação* (crosta terrestre, afloramentos, rochas, estratos etc.), analisar traços, marcas e/ou vestígios deixados por esses processos, interpretando-os e compreendendo-os de modo sincrônico e anacrônico, possibilitando uma *análise dialética* das Ciências da Terra ou Geociências.

Por meio de enfoque sistêmico, as Geociências estabelecem princípios e congregam saberes que visam explicar as transformações da matéria e a evolução geológica, geográfica, geoquímica e geofísica do planeta Terra, bem como os movimentos que nele ocorrem. Assim como outras ciências históricas, as Geociências distinguem-se pela interpretação dos fatos (geológicos) em sua explicação, tal como defendido pela hermenêutica (FRODEMAN, 1995).

Para Frodeman (*op.cit.*), o pensamento geológico é digno representante do caráter histórico do conhecimento. Em uma ciência histórica como a Geologia, a meta não é identificar leis nomotéticas e descobrir características universais, mas estabelecer uma possível ordem e extensão cronológica dos fatos geológicos locais, regionais ou globais.

Deve-se ter em mente que as Geociências: (1) buscam explicação para certos tipos de fenômeno, mas podem tornar-se inatingíveis se forem retiradas do contexto dos cientistas, enquanto sujeitos; (2) constituem uma ciência histórica, cujo entendimento está ligado ao contexto histórico e sua evolução no tempo. Em concordância à visão de Monteiro (2007, p. 21), afirma-se que é na “História da Ciência que nos apercebemos do espírito do cientista”.

Quando, nas Ciências, e, em particular, nas Geociências, as controvérsias não são parte do ensino, o conhecimento pode assumir forma de algo já comprovado, que é reforçado e repetido pelos cientistas como um modo de se manter o *status quo*. Para Trindade (2007, p.189), ao não ser confrontado com as perspectivas (histórica e filosófica) do conhecimento, “o estudo [das Geociências, especificamente] continua se apoiando no conceito positivista de que a Ciência é fruto do trabalho de cientistas que descobrem as verdades escritas na natureza”, como se as polêmicas ou controvérsias não tivessem lugar, possibilidade ou utilidade.

No que tange ao estudo da História das Ciências, a abordagem analítica enfoca os conteúdos de maneira compartimentada e fragmentada, praticamente restringindo a integração dos saberes, pois considera seus elementos de modo isolado. A abordagem sistêmica (BERTALANFFY, 1973), por sua vez, valoriza a percepção global e as relações existentes os saberes.

Assim, cabe a nós, atualmente, propor a construção de outras possibilidades de conhecimento. Tomando a complexidade do mundo por premissa, deve-se empreender uma viagem ao cerne de cada disciplina, compreender seus modelos e conceitos, e fazer nascer uma educação científica capaz de transformar os indivíduos em agentes de suas próprias demandas.

5.2. A FILOSOFIA COMO ALICERCE A UMA POSSÍVEL PERIODIZAÇÃO DAS CIÊNCIAS

5.2.1. Primeiro período: Deduzindo conceitos

Se analisássemos a história das ciências da Terra, poderíamos sugerir que a primeira grande descoberta relacionada às Geociências seria atribuída ao método e à ideia que Eratóstenes de Cirene [276-196 a.C.] utilizou para resolver um dilema. Ele já havia percebido que o sol a pino (zênite) projetava sua imagem bem no centro de um poço na cidade de Siena (atual Assuã), por ocasião do solstício de verão. Também notou que na cidade de Alexandria, localizada ao norte de Siena, durante o solstício de verão, o resultado era diverso do anterior. Supondo o sol como uma fonte extensa de luz, percebeu que os resultados só eram cabíveis se nosso planeta fosse um corpo esférico. Mas qual o tamanho dessa esfera?

Partindo da premissa da perfeita esfericidade da Terra e de que ambas as cidades se encontravam no mesmo meridiano terrestre (conceito desconhecido à época, mas concebido por Eratóstenes de modo preciso), o sábio grego mensurou: (1) o ângulo formado pela projeção do sol à pino (zênite) em Siena durante o solstício de verão, (2) o ângulo de projeção da sombra de um *gnômon* (parte do relógio solar que possibilita a projeção de sombra), naquele mesmo dia, em Alexandria, e (3) a distância entre as cidades, avaliada em 5000 *stadia* (925 quilômetros) pela marcha das caravanas que cruzavam o deserto, deslocando-se à velocidade constante e em linha reta entre Siena e Alexandria; ele calculou o tamanho da Terra com boa precisão.

A descoberta de Eratóstenes revela um método que partia de premissas e axiomas capazes de levá-lo, por *indução*, a perceber, por meio de um caso particular associado a uma linha geométrica de raciocínio, que a projeção paralela dos raios solares não era um fenômeno exclusivo àqueles dois pontos da Terra. Utilizando seus conceitos matemáticos e geográficos (de forma original) à situação em apreço, Eratóstenes conseguiu obter resposta à sua demanda.

Mas o que buscava Eratóstenes ao desejar descobrir o tamanho da Terra? Não há registros deixados por ele que respondessem esta questão. Provavelmente, comungava com os preceitos de uma dada *cosmogonia*, ou seja, um conjunto de lendas e teorias sobre as origens do universo de acordo com as religiões, mitologias e *ciências através da história*. A busca por

esclarecimentos e/ou injunções a respeito de alguma lenda ou teoria pode ter motivado Eratóstenes a buscar evidências que confirmassem tal *cosmogonia*.

Cabe lembrar que, àquela época, a astronomia gozava de bom prestígio entre egípcios e babilônios, e a *cosmologia* (ciência que estudava a origem, estrutura e evolução do Universo) se utilizava de conhecimentos matemáticos, que possibilitavam a construção de teorias e modelos próprios à comprovação dos fatos científicos. A coexistência de ambas foi verificada em um lapso temporal que vai da Antiguidade Clássica à Idade Média (FRANCO Jr., 1986; LE GOFF, 1990).

No medievo, inclusive, deve-se destacar a importância de Tomás de Aquino [1225-1274]. Este filósofo não apenas resgatou as ideias de Aristóteles, como aprofundou as bases da Escolástica, cuja principal intenção era conciliar o pensamento racional à fé. Para tal, se valia da dialética para ampliar o conhecimento por inferência e resolver controvérsias²¹.

O advento do Renascimento científico e cultural, notadamente ocidental (europeu), parece ter abalado esta convivência, principalmente pela introdução de instrumentos ópticos de precisão e pelo desenvolvimento de novas ferramentas matemáticas, que tornaram as teorias cosmológicas mais aceitáveis do ponto de vista racional.

O movimento que levou à segregação entre cosmologia e cosmogonia, constituiu, a meu ver, a *primeira grande mudança paradigmática* das Geociências. Este movimento descrito por Randles (1994) não apenas transformou a forma de pensar, analisar e conceber o Universo; a partir da segunda década do século XVI, o movimento deslocou a Terra do centro do universo, ressignificando-a.

5.2.2. Segundo Período: Descobrindo leis naturais

No período compreendido entre 1520 e 1800, a Geologia (e demais ciências da Terra) começou a construir bases científicas sobre as quais se apoiaram seus princípios e se estruturaram seus conceitos. As relações Deus/homem foram substituídas pela relação homem/ambiente, o que acarretou na valorização da capacidade do homem em conceber e transformar a realidade. Desse modo, a visão aristotélica de Mundo, que havia sido reinterpretada

²¹ Os fundamentos deste método de aprendizagem prevaleceram nas universidades europeias entre 1100 e 1500 e exerceram forte influência sobre filósofos e teólogos de então.

pelos teólogos medievais tornando-se a visão predominante do período medieval, foi substancialmente modificada.

Os séculos XVI e XVII foram marcados pela invenção de importantes instrumentos ópticos voltados à pesquisa, como o microscópio, desenvolvido por Jansen (1590), e o telescópio, construído por Lippershey, em 1608; pela publicação de obras fulcrais sobre *história natural das plantas*, por Fuchs, em 1542, *história do homem*, por Vesalius e Harvey, respectivamente em 1543 e 1628; *história dos minerais*, por Agricola, em 1546; *história dos animais e dos fósseis*, por Gesner em 1558 e 1565; pelo surgimento dos primeiros princípios geológicos, por Steno (1669). Estas obras, além de introduzirem novas técnicas, teorias e conceitos sobre botânica, zoologia, anatomia e fisiologia (entre estas, as noções de fluxo e de sistema), também estabeleceram princípios e elementos de cunho paleontológico, pedológico e geológico.

Nos séculos citados, rompeu-se a confiança nos métodos utilizados na produção do conhecimento, de tal sorte que fé e contemplação acabaram substituídas por duas correntes epistemológicas distintas: o *empirismo* e o *racionalismo*, que tiveram em Bacon [1561-1626] e Descartes [1596-1650], respectivamente, seus principais representantes. Ambas as correntes, utilizando métodos indutivos para obtenção do saber, foram analisadas (e criticadas) por Immanuel Kant [1724-1804], cuja proposta marcaria a separação entre filosofia e ciências. Para entender a importância deste filósofo, deve-se focalizar, *a priori*, o contexto científico-filosófico do século XVIII.

O século em questão viu surgir um movimento intelectual apoiado pela burguesia: o *Iluminismo* (ou *Ilustração*). Este movimento, que pregava maior liberdade econômica e política, tornou-se responsável pelas transformações sociais ocorridas ao longo do século XVIII. Entre seus principais representantes estão:

- John Locke [1632-1704], filósofo realista inglês; introduziu as bases de uma teoria social fundadas nos direitos naturais e no contrato social, cuja pedra angular era a liberdade de ir e vir, ou seja, liberdade de trânsito ou fluxo.
- François Quesnay [1694-1774], médico e economista francês; influenciado pelo método cartesiano, inventou o Tableau Économique, como o qual defendeu a ideia de existência de fluxo monetário, e cuja gênese se deu pela produção agrícola, força motriz da economia.

- Adam Smith [1723-1790], economista escocês; defendia a liberdade de mercado e do fluxo de bens e capitais, baseando suas explicações na existência de leis naturais de distribuição de riquezas, sintetizadas no mote: “Deixai fazer, deixai passar, o mundo caminha por si mesmo”, que autorregulavam tanto a oferta quanto a demanda de bens e, em consequência, o fluxo desses bens.

Kant, por seu turno, criticava *empiristas* por alegarem que todo saber vinha dos sentidos, e racionalistas, por afirmarem que todos os nossos pensamentos nos são inerentes. Para Kant, o conhecimento seria formado por juízos universais que antecederiam a experiência, os quais derivavam da experiência sensível (ARANHA, 1992, p. 162).

Entretanto, Kant (1964, p.22) percebeu que as realidades metafísicas não eram passíveis de experiências sensíveis, não havendo possibilidade de se afirmar (ou negar) qualquer coisa a respeito da realidade. Assim, concluiu pela impossibilidade do conhecimento científico da metafísica. A partir da classificação da razão em *especulativa* (propícia à ciência) e *prática* (que orienta a ação humana), o teórico demonstrou que a *consciência moral*, dirigida pelos imperativos categóricos, era responsável por alicerçar os conceitos de autonomia e liberdade, tão caros às críticas (atual e pregressa) das ciências.

Sicca e Gonçalves (2002) citaram os estreitos vínculos existentes entre o conhecimento geológico e a Química no fim do século XVIII, mostrando que esta ciência representava parcela considerável da base científica que originou a moderna Geologia. Afirmaram inclusive sobre o vínculo intelectual entre Joseph Black [1728-1799] e James Hutton [1726-1797], que estenderemos a Adam Smith, uma vez que há prova documental de amizade entre os três (CERQUEIRA, 2006, p.669).

A existência de *leis naturais*, baseadas na *existência de processos naturais cíclicos* que possibilitavam o controle dos fluxos não era exclusiva aos fatos econômicos; os *fluidos imponderáveis* associados à transferência de calor (calórico) como às reações químicas (flogisto) representavam paradigmas importantes às ciências físicas e químicas do fim do século XVIII. Exemplarmente, tanto o calórico quanto o flogisto exerceram forte influência à explicação (geológica) da origem de substâncias químicas, como os óxidos, e de alguns tipos de rocha, como o granito.

Por volta de 1780, passou-se a dar maior importância à análise dos processos e não somente ao seu resultado. Por décadas, uma dúvida pairava no ar: Por que a transformação de metais em óxidos conduzia a um aumento da massa do produto, enquanto a mesma reação, para o carvão, implicava a formação de cinzas e redução da massa total? A resposta a este dilema só se tornou possível: (1) pela descoberta do oxigênio como constituinte do ar; (2) pelo abandono paulatino dos *fluidos imponderáveis*, ou seja, do flogisto e do calórico; (3) pela descoberta da lei de conservação da energia e dos processos de transformação; e (4) pelo desenvolvimento analítico sobre a transformação de um composto em outro, do processo de orogênese ou da evolução do relevo.

5.2.3. Terceiro Período: da história cíclica à evolutiva, por meio do idealismo hegeliano

O fim do século XVIII e início do século XIX foram marcados por importantes mudanças relativas ao estudo dos minerais, rochas e da Terra (SICCA e GONÇALVES, 2002). Nessa época, ocorreram (1) o *crescimento e generalização da atividade de campo* – tal como comprovado pela correspondência, datada de 11 de janeiro de 1829, enviada por Lyell a Murchison; (2) o aprofundamento *das relações entre Geologia e Mineração* – lembrando que, tanto na França, quanto nas regiões que viriam a constituir a Alemanha não havia separação entre Geologia ‘científica’ e ‘técnica’; (3) a *ampliação do uso de mapas e representações visuais para o estudo da História Natural* – citem-se os mapas geológicos de Johann Freiesleben [1774-1846] sobre a estratigrafia da Turíngia (1815), e o de William Smith [1769-1839] sobre a Geologia da Inglaterra e do País de Gales (1815).

Rudwick (1987, p. 159) citou a crítica feita, em 1794, pelo *empirista* Desmarest [1725-1815] ao *racionalista* Hutton, “não pelo tamanho da escala temporal que postulava existir, mas pelo fato do caráter cíclico não estar respaldado por observações detalhadas”, a qual é corroborada por Hallam (1989, p.25). Deve-se notar que, pelo fato de apresentar *caráter evolutivo*, a tese de Lamarck foi considerada, em 1802, extremamente especulativa, uma vez que se pautava pela ideia de que *as histórias* – a natural incluída – apresentavam *caráter cíclico*.

Pode-se dizer que a concepção de evolução só passou a ganhar importância nas ciências a partir da análise abalizada sobre o devir realizada pelo filósofo alemão Georg Hegel [1770-1831]. Para este idealista, a concepção de desenvolvimento, evolução, progresso ou devir é fundamental para explicar a realidade em constante mutação, incluindo-se ainda a das ciências.

Para Hegel, a natureza é penetrada por tendências. Tudo na natureza tenta tornar-se algo de definido. Todavia, a convergência do processo para seu próprio fim é sempre *assintótica*. Por essa razão, constata-se que muitas das leis naturais são estatísticas, pois não conseguem descrever, com rígida precisão, “o comportamento de cada ente isolado, mas sim a tendência geral de seu comportamento quando tomado em conjunto” (BORRÓN, 1988, p.138).

Segundo a visão hegeliana, cada conceito conduz ao conceito seguinte por necessidade lógica, ou seja, desenvolve-se como um organismo passando da potencialidade à realidade, ao fazer brotar novas determinações de si mesmo, que são heterogêneas às apresentadas em seu ponto de partida (BORRÓN, 1988, p.135-136).

A dialética de Hegel é a estrutura contraditória do real; dela advém um novo conceito de história, segundo o qual

o presente é tomado como resultado de um longo e dramático processo, a história não é uma simples acumulação e justaposição de fatos ocorridos no tempo, mas (...) um processo cujo motor interno é a contradição [ou contradição criadora] (ARANHA, 1992, p. 180 – Grifo meu).

Daí a importância dada aos textos de Monteiro (2007) e de Hallam (1989).

No caso das Geociências, devemos lembrar que o conceito de evolução é muito caro à compreensão de seu *objeto de estudo*: o processo histórico-geológico. Até que as ciências passassem a utilizar os preceitos e a lógica hegelianos, apenas alguns geólogos (como Hutton ou Lyell, por exemplo) estavam convencidos da existência do *lento processo de evolução geológica* sofrido por nosso planeta; processo que ajudou a estabelecer as bases da *Teoria do Uniformitarismo* (Lyell, 1830), uma das que mais exerceu influência sobre Charles Darwin [1809-1882] ao longo de sua vida.

5.2.4. Quarto Período: Contraposição entre positivismo e materialismo dialético

Neste período pode-se dizer que houve grande embate entre as perspectivas *positivista* e *materialista* nas Geociências: *a primeira*, por ensejar a transformação da Geologia em ciência por meio da descoberta e enunciação de leis nomotéticas e de princípios universais, totalmente baseados na observação dos fatos que pudessem explicar o mundo, sua gênese e existência real; *a segunda*, por querer mostrar que a história geológica da Terra independe da consciência humana, sendo seu movimento propriedade fundamental da matéria, uma vez que os

fenômenos são processos em movimento e “a consciência, ao tomar conhecimento dos determinismos, pode agir sobre o mundo, transformando-o” (ARANHA, 1992, p.181).

O positivismo de Auguste Comte [1798-1857] influenciou de modo decisivo um grande número de cientistas da segunda metade do século XIX e início do seguinte, dado que suas metas se apresentavam em maior congruência aos preceitos daquela corrente. Um dos aspectos da ótica positivista afirmava que apenas poderiam ser consideradas científicas as teses comprovadas por meio de experimentos. Realizavam-se experiências para quase tudo e, por conta disso, alavancaram-se muitos estudos em nome da ciência – alguns dos quais se tornaram polêmicos (MONTEIRO, 2007).

Tomemos como exemplo a controvérsia que se estabeleceu no meio científico quando as ideias sobre o resfriamento da Terra de William Thomson [1824-1907] – posteriormente, *lord* Kelvin – vieram à tona em 1862. No final da década de 1850, Thomson empenhava-se em resolver o dilema da energia solar, sua origem e fluxos, além dos problemas subsidiários às Ciências da Terra. Ao fazer uma reavaliação do método utilizado por Fourier (sobre a condução de calor) para determinar a história térmica de nosso planeta, tomou por base as leis da termodinâmica e, por premissa, o fato de a Terra ter se resfriado gradualmente a partir de um estado inicial de fusão.

Utilizando os melhores dados sobre os gradientes geotérmicos e as propriedades físicas das rochas (coletadas até aquele momento), Thomson, partindo da premissa que a temperatura inicial do material fundido era igual a 7000 °F, calculou em 98 milhões de anos o tempo transcorrido desde a solidificação da crosta. Inicialmente, os resultados de Thomson mostravam que as teorias sobre a idade da Terra, propostas até aquele momento, não violavam princípios físicos básicos. A sensação era que os resultados corroboravam a *Teoria do Uniformitarismo* apresentada por Lyell em sua obra *Princípios de Geologia* (1830), e as teses evolutivas defendidas por Darwin, no livro *A origem das espécies* (1859). Entretanto, para que os princípios e as teses pudessem ser aceitos, o tempo transcorrido entre a consolidação da crosta e o presente deveria ser de, no mínimo, 300 milhões de anos, o que os inviabilizava.

As demonstrações de Thomson, entretanto, apresentavam considerações físicas que não se mostraram pertinentes após algumas décadas. Por desconhecer o fenômeno da radioatividade, *lord* Kelvin não poderia supor a existência de minerais constituídos de elementos

que, ao emitir radiação, causava aquecimento dos corpos rochosos. Este aquecimento levava ao aumento do tempo necessário à consolidação da crosta terrestre.

Entre os fatos que se contrapuseram à demonstração realizada por Thomson, destacam-se: as críticas de John Perry [1850-1920] sobre os parâmetros e o modelo de Terra que foram utilizados; as teses de John Joly [1857-1933], autor do livro *Radioatividade em Geologia* (1909); as investigações sistemáticas das relações chumbo-urânio, levadas a termo por Ernest Rutherford [1871-1937] e ultimadas pelo lançamento de *A idade da Terra* (1931), publicado na série *Physics of the Earth*.

Como se vê nesta polêmica, físicos e naturalistas (geólogos e biólogos, por exemplo), amiúde, se posicionam de modo diferente. Enquanto os primeiros baseavam suas atividades em uma perspectiva *dedutiva*, ou seja, a partir de ideias individuais faziam emergir uma teoria, os demais se apropriavam de uma perspectiva indutiva, ou seja, a partir de fatos criavam uma teoria abrangente. Mas como raciocinar sob uma perspectiva sociológica?

5.3. O MÉTODO CIENTÍFICO ANALISADO SOB UMA ÓTICA SOCIOLÓGICA

Clarificando a posição do objeto em relação ao método, e apondo a este as suas hipóteses, Bourdieu *et al.* (2002, p.45) alinham-se ao pensamento de Max Weber [1864-1920] ao afirmarem que “é apenas nos campos em que é aplicado um novo método a novos problemas e em que são descobertas, assim, novas perspectivas, que surge também uma nova ciência”.

Sociologicamente falando, o método científico não atribui ao objeto apenas um estatuto ontológico, ele define uma atitude mental que afasta a ciência do senso comum. É nesta segregação que a ciência passa a construir o objeto sem abandonar a busca pelos objetos pré-construídos. Pode-se afirmar, então, que por mais parcial que seja um objeto de investigação, este só pode ser construído em função de uma problemática teórica que “permita submeter a uma interrogação sistemática os aspectos da realidade colocados em relação entre si pela questão que lhes é formulada” (BOURDIEU *et al.*, 2002, p.48).

Para Bachelard (1973, p.98), o real, por si só, não é capaz de tomar a iniciativa pela formulação de hipóteses. Estas hipóteses são reveladas quando a teoria se impõe ao método, na intenção de regular um único instrumento, o de interpretar a leitura. Assim, o pesquisador envolvido no estudo social das ciências (*social studies in science*) deverá estar sempre vigilante à

sua missão, percebendo sua submissão a uma construção que perpassa suas ideias e que, na maioria das vezes, ele ignora.

Partindo do pressuposto de que *toda prática científica não opera de modo neutro*, pode-se considerar que a Ciência associada a pressupostos teóricos, ao recusar a formulação de um elenco de hipóteses, condena o cientista a aplicar conjecturas que não diferem da ideologia científica em questão. Contudo, se o sociólogo deseja formatar uma sociologia livre de pressupostos que amarram suas hipóteses de trabalho, ele deverá, segundo o método científico (defendido pelos positivistas), buscar algo mensurável. Apenas desta forma a teoria passaria a ser científica, e, filiando-se a um determinado conjunto de paradigmas, acabaria aceita pela comunidade científica.

Como já dito, não existe neutralidade nas técnicas empregadas na ciência, uma vez que a escolha destas é sempre política e segue uma lógica própria do pesquisador; fundamentando-se pelo paradigma que o cientista defende, as técnicas fazem parte da memória discursiva do mesmo, o que confirma a condição de não-existência da neutralidade. O que se deve procurar fazer, portanto, é uma ciência pautada por aspectos éticos. “Até mesmo as operações mais elementares e, na prática, as mais automáticas do tratamento da informação implicam escolhas epistemológicas e [de] (...) uma teoria do objeto” (BOURDIEU *et al.*, 2002, p.60).

O conhecimento e a construção do objeto de pesquisa advém da consciência de que todo objeto é consciente e metodicamente construído, sendo que a exploração dos múltiplos aspectos em relação à definição do *objeto de estudo*, tal como definido por Potapova (2007/1968), deve pressupor um distanciamento decisório em relação aos fatos. Desse modo, toda vez que um sociólogo se interessar pela sociologia das ciências, deverá ter em mente que seu *objeto de estudo* não se constrói no plano factual. Da mesma maneira, um físico não deve esperar que a Física se forme apenas por dados do mundo sensível.

A superação desta visão, que separa o sociólogo do cientista pode, por fim, nos levar à adoção de um viés pós-colonialista, que aproxime estes profissionais, fazendo-os perceber que a comunhão de saberes é muito mais útil à humanidade do que a disputa – vaidosa – por supremacia intelectual (ou mesmo por financiamentos para a pesquisa).

5.4. A PROBLEMATIZAÇÃO DO ENSINO CONDUZINDO À CIDADANIA

Se tomarmos por base as mais recentes teorias a respeito do conhecimento em Geociências, veremos que o entendimento sistêmico do ambiente está a contribuir para formar habilidades cognitivas essenciais para a alfabetização científica. Como afirmou Hector Lacreu, por ocasião do *II Simpósio de Pesquisa em Ensino e História de Ciências da Terra* (2009), “é de suma importância que os conteúdos geológicos sejam ensinados visando à formação política dos cidadãos”.

Para transformar as Geociências, que atualmente parecem estar desvinculadas dos aspectos sociais, é necessário que as práticas de relações públicas negociem – por meio de discussões que promovam o entendimento e a resolução de conflitos locais, cotidianos, particulares – com os membros das comunidades.

Um processo de ensino/aprendizagem baseado em controvérsias e problematizações pode ser significativo na construção de saberes que tornem os cidadãos mais conscientes de seus direitos, levando-os a um *agenciamento* mais eficiente em relação às suas demandas.

Tomo aqui o conceito de *agenciamento* conforme teorizado pelos filósofos Deleuze e Guattari (2007), na obra seminal *Mil Platôs*. De acordo com os autores, os significados e, portanto, os conhecimentos, não são dados *a priori*, mas sempre construídos no discurso e nas práticas e interações sociais. Essas práticas discursivas, inevitavelmente transpassadas por questões históricas, políticas, ideológicas e de poder, por meio de repetições inerentes à linguagem, acabam cristalizando posicionamentos biunívocos e hegemônicos, os chamados *significados arborescentes*. Contudo, a partir da própria consciência dessa repetição e de problematizações – o que pode ser propiciado pelo/no ensino – é possível criar *linhas de fuga*, ou seja, múltiplos caminhos para a transgressão do que é instituído como padrão, hegemônico, de prestígio, podendo se (re)criar a realidade. Nesse movimento de transgressão, também chamado de *rizoma* – por referência justamente à infinidade de desenhos possibilitados –, está o *agenciamento* que, portanto, implica autoria, recriação de discursos e realidades, e não apenas repetições.

Dessa forma, o conceito de *agenciamento* potencializa a *conceitualização* (construção conceitual) – e uma prática educacional – que investe no desenvolvimento das capacidades criativas do ser humano. Para Deleuze e Gattari (*op.cit.*), a natureza é fábrica de si mesma e de tudo que dela decorre, não sendo algo dado, mas uma realidade que não para de produzir a si mesma. Também as partes que a compõem (e dela participam) não param de ser produzidas e de participar da produção de si mesmas. Assim, se a humanidade é parte efetiva da natureza, não há sujeito ou natureza humana natural pronta, nem progresso ou processo de melhoramento, não havendo, em consequência, objetos ideais ou valores universais imutáveis. Como assevera Fuganti (2010) “a natureza humana, seu meio específico e seus objetos estão em processo ininterrupto de modificação e produção de si nos devires, tempos e movimentos reais”.

Ao analisar as controvérsias de acordo com sua vertente histórico-epistemológica, afirmo que a história das ciências (ou das Geociências, no caso) revelou um percurso que foi, a um só tempo, inacabado, aberto e subjetivo. “É que a controvérsia, enquanto fenômeno intrínseco à Ciência permitiu a sua consciencialização como realidade e foi aí que se manifestou seu interesse para a construção do conhecimento científico” (MONTEIRO, 2007, p.398).

Assim, para Monteiro (2007, p.399), “toda controvérsia é dotada de epistemologia própria”. A natureza daquilo em que acreditamos e defendemos até às últimas instâncias levou-nos a crer em algo que é apenas uma hipótese. Entretanto, quando a esta conjectura se juntarem provas mais plausíveis e testáveis, a hipótese ganhará vigor e, entretanto, poderá se tornar em um importante fundamento das Geociências, constituindo-se também em um nexos basilar à construção da cidadania.

Atualmente, postula-se a existência de uma dívida social das Geociências para com a sociedade. Para Bacci (2009, p.6), a compreensão geológica da natureza, restrita ao espaço dos especialistas, cede lugar, na sociedade, às leituras fragmentárias e não históricas da natureza, o que pode levar à mudança de função do geólogo. Frodeman & Turner (1996) afirmam que, em lugar de levantar dados objetivos, voltados à exploração de um dado recurso, por exemplo, os geólogos estão sendo solicitados, cada vez mais, a avaliar problemas relativos aos *processos geológicos* e a problematizar os valores conflitantes de natureza científica, política, econômica e estética em relação a estes.

Como se sabe, o funcionamento do meio físico em uma perspectiva de evolução dinâmica (e histórica) da natureza, *tendo por fundamento a abordagem interdisciplinar*, desperta nos estudantes – futuros cidadãos – atenção ao significado de muitas atividades humanas, principalmente as que visam à utilização racional dos recursos minerais ou ao uso e ocupação do meio físico, por exemplo.

Este conjunto de saberes é basilar para promover uma nova relação (transdisciplinar) entre a humanidade e a Natureza, contribuindo à formação de cidadãos críticos e responsáveis com relação à ocupação do planeta e utilização de seus recursos naturais. Além disso, “cria meios para diminuir o impacto ambiental das atividades econômicas, e também busca soluções para os problemas já existentes de degradação do meio ambiente” (BACCI, 2009, p.8).

Frodeman (2001) já afirmava que as Geociências foram, por muito tempo, ignoradas pelas humanidades, sendo tratadas como uma simples fonte de matéria prima para o desenvolvimento industrial. O mesmo autor, contudo, indicava uma transformação neste tipo de perspectiva, uma vez que as Geociências estavam a passar da periferia para o centro da conscientização e do debate públicos.

Em concordância com Bauman (2005), cremos que os ‘sólidos’ princípios que pareciam vincular um sujeito a uma dada comunidade (científica ou social) estão, aos poucos, se liquefazendo. Estruturas e instituições, muitas das quais glorificavam a ideia de progresso por meio da ciência, se tornaram fluidas. Nas palavras deste autor, não se pode esperar “que a sociedade seja um árbitro das tentativas e erros dos seres humanos (...) de quem se espera (...) [justiça e princípios]” (BAUMAN, 2005, p.58). Assim, não havendo quem arbitre as diferenças, estas passam a mostrar uma dimensão escondida sob o manto de consensos inventados.

Mas como descortinar este manto? Uma das possibilidades é tornar possível a compreensão das vicissitudes do mundo pela *problematização do ensino de Geociências*, metodologia que será apresentada no Capítulo 7. Dessa maneira, o modo de conduzir as relações públicas seria transformado, negociando sentidos com a sociedade por meio de controvérsias locais, cotidianas, particulares.

Como destaca Bhabha (2007, p.194), “a casualidade social não pode ser compreendida adequadamente como um efeito determinístico (...); tampouco pode a racionalidade da escolha política ser dividida entre as esferas polares do privado e do público”.

Cabe a nós, portanto, ressignificar o ensino de Geociências, transformando-o em instrumento relevante para a formação da cidadania.

CAPÍTULO 6

MÉTODO DA REDESCOBERTA E OUTRAS METODOLOGIAS: CONVERGÊNCIAS E CONFRONTOS

Este capítulo tem por meta específica revisitar, analisar e revelar a importância do Método da Redescoberta (M.R.) que, a partir da década de 1960, tornou-se uma das mais prevalentes metodologias de ensino/aprendizagem em Ciências utilizadas no Brasil (KRASILCHIK, 2000). Baseado em ideias construtivistas, este método defende que o aluno, por meio de suas concepções prévias e observações cotidianas e de sua capacidade em utilizar o processo de conceitualização (AUSUBEL, 2003), seja considerado como o principal responsável pela aprendizagem científica (DUIT, 1996; KRASILCHIK, 2000).

O Método da Redescoberta (M.R.) surgiu como resposta a um amplo movimento educacional renovador, caracterizado por um conjunto de ideias que tinha fundamento o espírito da modernidade e aos avanços científicos obtidos pelos países de economia estatizada na segunda metade do século XX, notadamente pela União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS).

Assim como seu predecessor (Método da Descoberta – M.D.), o M.R. visava substituir o tradicional modelo de ensino por transmissão/recepção, no qual o professor assumia papel chave no processo pedagógico, sendo os alunos considerados meros receptores do saber.

Para atingir a meta a que me propus neste capítulo, ele foi dividido em três partes. Na primeira, analisei o livro *Concepts in Science* (BRANDWEIN et al, 1980), de caráter introdutório ao estudo científico, adotado nas escolas fundamentais americanas durante a década de 1980 e fortemente calcado no M.R. Em seguida, investiguei as intenções e problemas relativos a este método e seu predecessor imediato, relacionando-os por meio de suas características próprias. Na segunda metade deste capítulo, analisei o viés teórico pós-modernista, tal como definido por Boaventura Sousa Santos (1989)²² e, no qual, inclui-se o poscolonialismo, comparando-o com a perspectiva teórica moderna (que o antecede cronologicamente), utilizando

²² O que Boaventura Sousa Santos chamava de pós-modernista, em 1989, por mera falta de convenção, pode ser atualmente classificado como poscolonialista (termo associado ao estudo de aspectos sociais e pedagógicos) ou pós-estruturalista (mais aplicado à crítica das ciências).

para tal chave interpretativa como os Métodos da Descoberta (M.D.) e da Redescoberta (M.R.). Assim, busquei diferenciar as perspectivas modernas das poscolonialistas²³.

Por fim, esclareço que a intenção não é fazer um resgate histórico ou filosófico dos métodos, mas utilizá-los como contraponto a uma análise que tentará demonstrar as vantagens da adoção de uma proposta curricular poscolonialista para o ensino de Geociências em nível superior.

6.1. ANÁLISE DO LIVRO: ESTRUTURA E HISTÓRICO

O livro *Concepts in Science*, escrito por oito especialistas em ciências e história natural, é uma das obras da editora *Harcourt Brace Jovanovich* dirigida a alunos da escola primária dos Estados Unidos da América (EUA), equivalente aos anos finais do Ensino Fundamental brasileiro. A obra visa despertar a curiosidade dos alunos para as Ciências Naturais, como Geologia, Química, Biologia, Física, Paleontologia e Astronomia.

O livro inicia-se com um bloco de seis capítulos dedicados à Geologia e se propõe a pesquisar o planeta em que vivemos. Nele, os autores estruturam seis capítulos dedicados ao estudo dos processos erosivos (“*Wearing away a mountain*”), do fundo do mar (“*A visit to the bottom of the sea*”), de um modelo estrutural ao nosso planeta (“*A first model of the Earth*”), dos processos que se passam sob a crosta terrestre (“*The furnace in the Earth*”), dos processos que levam ao surgimento do relevo (“*Up go the mountains*”) e dos recursos minerais de nosso planeta (“*Treasure in the Earth*”). No índice geral, os autores explicitam sua intenção em fazer com que os alunos construam a ideia de um planeta em constante *processo de mudança*.

No segundo bloco, os autores se dedicam à introdução de conceitos químicos. Iniciam-na convidando os alunos a pesquisarem sobre coisas de dimensões muito pequenas, como os átomos (“*The things we can't see*”), para, a seguir, mostrarem a importância das moléculas (“*Building up a compound*”), como elas podem ser identificadas (“*Testing for compounds*”) e como entram na composição da natureza (“*A Chemist's view of Earth*”). O bloco

²³ Além da postura citada, os enfoques denominados pós-modernos também são mobilizados. Reconheço que ainda impera certa confusão ao se caracterizar o viés poscolonialista, uma vez que este já foi por vezes confundido com o viés pós-moderno, que defende o fim das grandes narrativas da ciência e a necessidade de utilização de uma visão mais interdisciplinar no que tange à resolução de problemas. Para maiores informações sobre a interdisciplinaridade nas ciências [Cuello Gijón (1988); Fazenda (1991; 1994)].

se encerra com um pedido especial aos alunos: um momento de reflexão sobre as transformações químicas, comparando-as às realizadas no primeiro bloco.

No terceiro bloco, os autores propõem aos alunos investigações sobre a vida e os seres vivos que habitam nosso planeta. O primeiro capítulo deste bloco mostra a importância das células, que elas necessitam de energia para funcionar (*“Inside living things”*) e que podem ser encontradas em plantas (*“Cells in a plant”*) e animais pluricelulares (*“Cells and more cells”*). A seguir, os autores assinalam que alguns seres vivos são unicelulares (*“Just one cell”*) e que a maioria dos pluricelulares é proveniente de uma única célula-mãe (*“From one cell”*). Encerram o bloco instigando o aluno a perceber as semelhanças e diferenças entre os seres vivos, bem como a analisar as interações entre os seres vivos e o meio em que vivem.

O quarto bloco, composto por cinquenta e três páginas, tem a meta de preparar o aluno para entender o funcionamento de seu próprio corpo, do ponto de vista fisiológico, amparado nos conceitos advindos do bloco anterior. A partir do experimento em que o aluno compara o número de batimentos cardíacos obtido em locais diversos de seu corpo (pulso, jugular, têmpora etc.), inicia-se uma discussão, em quatro capítulos, sobre: a importância da respiração (*“A deep breath”*), a energia contida nos alimentos (*“Food for cells”*), a função de cada um dos tecidos (*“Some important cells and their work”*) e uma introdução aos sistemas que compõem nosso corpo – circulatório, respiratório, nervoso etc. (*“Within the body”*). O bloco termina com uma discussão sobre a aptidão de nosso corpo em adaptar-se aos mais diversos ambientes.

O quinto bloco, por sua vez, é dividido em cinco capítulos e tem por meta investigar os seres vivos que já habitaram este planeta e o registro fóssil por eles deixado. No primeiro capítulo, denominado *“A story about bones”*, os autores mostram como funciona o árduo trabalho de reconstrução de fósseis e, a seguir, explicitam como é possível determinar a história evolutiva de um dado animal a partir do registro fóssil (*“Only sixty million years ago”*). Completam o bloco os capítulos dedicados à vida dos primeiros seres vivos marinhos (*“Life in the ancient Waters”*), a conquista do espaço terrestre (*“First steps on land”*) e a fauna

atual (“*Up to now*”). Encerra-se o bloco com a discussão sobre a aptidão dos demais seres vivos em se adaptar aos mais diversos ambientes²⁴.

O sexto bloco dedica-se a mostrar aos alunos os princípios físicos que possibilitam o deslocamento espacial da humanidade, percorrendo rapidamente três séculos de conhecimentos em Física: da queda da maçã observada por Newton aos lançamentos de foguetes em direção ao espaço (“*The countdown – starting 300 years ago*”) ou de simples objetos, tal como uma bola atirada para o alto (“*Leaving the Earth*”).

Em seguida, mostra, em três capítulos, como objetos lançados em direção ao espaço podem entrar em órbita em relação ao nosso planeta (“*In orbit*”); como a Terra se encontra na órbita do Sol (“*Earth’s place in space*”); como a Lua se comporta e influencia nosso planeta à medida que percorre sua órbita (“*Earth and moon in orbit*”). Encerra o bloco um capítulo que relata a viagem do homem à Lua, e discute a possibilidade de viagens interplanetárias em naves tripuladas, ou não (“*On the moon – and beyond*”), as leis gravitacionais que regem o movimento dos astros, e as leis gerais de Newton (entre elas, o princípio da ação e reação).

O sétimo e último bloco, composto por quatro dezenas de páginas, visa mostrar aos alunos a importância das estrelas e dos demais corpos celestes, tanto nos dias atuais como ao longo do processo histórico. No primeiro capítulo do bloco, a obra mostra como funcionam os instrumentos de obtenção de medidas astronômicas, introduzindo o telescópio (“*Looking at the Sky*”), para, logo após, dar noções sobre óptica (“*The way light travels*”), composição da luz (“*Light as wave and particles*”) e propagação e assinatura espectral da luz (“*What light from the stars shows*”). No último capítulo, os autores tratam das medidas astronômicas e de como podem ser obtidas com bastante exatidão (“*A ruler to the stars*”).

É importante salientar que: *ao fim de cada capítulo*, os autores propõem um experimento para corroborar a teoria apresentada; *ao fim de cada bloco*, os autores fazem breve discussão sobre o trabalho desenvolvido por profissionais de cada uma das áreas apresentadas, além de oferecer exercícios de revisão conceitual, sugestões de pesquisas e obras adicionais visando aprofundar determinados tópicos; *ao final da obra*, o aluno encontra uma síntese, que

²⁴ Note-se que neste bloco há uma continuidade à discussão feita do bloco anterior. A diferença é que a discussão está sendo ampliada: da história evolutiva da humanidade para a dos demais seres vivos.

permite a conjugação dos saberes apreendidos nos sete blocos, informações sobre o sistema métrico, além de um glossário de termos técnicos.

Quando foi escrita, a obra *Concepts in Science* desejava despertar nos alunos, na faixa etária dos 11 e aos 14 anos, o gosto pelo *estudo da natureza*, em geral, e *das geociências*, em particular, explicando, por meio de experimentos e princípios, o funcionamento do mundo natural. Adotado em 1980, a princípio nos EUA, o livro partia da seguinte premissa: *Na intenção de descobrir como o mundo funciona, tanto crianças quanto cientistas utilizam procedimentos mentais semelhantes.*

Para demonstrar tal premissa, os autores pautaram-se no M.R. e, no início de cada capítulo, *sugerem uma situação-problema* de modo a chamar a atenção dos leitores a uma dada temática. Para resolver tal situação, *estes são convidados a repetir experimentos simples*, de modo a *comprovar os resultados descritos*. Na sequência, apresenta-se a *teoria que explica os resultados* obtidos no ensaio ou formulam-se *pistas que nortearão a construção conceitual*, levando os alunos a *descobrirem o porquê dos resultados*.

6.2. MÉTODO DA REDESCOBERTA: HISTÓRICO E ESTRUTURA

O Método da Descoberta (M.D.), precursor do método aqui analisado, é considerado um dos mais importantes métodos de ensino ativo do século XX; fundamenta-se na possibilidade de o aluno conduzir seu próprio processo de aprendizagem ou, como se costuma dizer, aprender a aprender.

Baseado nas ideias de John Dewey [1859-1952]²⁵, o M.D. – inicialmente utilizado nas *Laboratory Schools* (escolas de aplicação) da Universidade de Chicago entre 1894 e 1903 – prevê a execução de cinco passos didáticos:

- Como ponto de partida, apresenta-se aos alunos uma atividade para despertar o interesse de cada aluno pelo tema central. Ao ser apresentado aos assuntos relativos a este, os quais seriam trabalhados na sala de aula, o aluno escolhia os de seu interesse e buscava compreendê-los melhor por meio de pesquisas de prospecção.

²⁵ Pode-se aprofundar o estudo sobre as ideias de Dewey pela leitura de suas obras mais representativas, dentre as quais destaca-se *Democracia e educação* (1979).

- A seguir, resolviam-se as dificuldades do aluno com os pré-requisitos necessários aos assuntos escolhidos. Os pré-requisitos podiam ser de natureza social, científica ou relacionada ao ambiente de trabalho.
- Nessa fase intermediária, professor e aluno coletavam dados que auxiliassem na superação das dificuldades encontradas e no desenvolvimento do processo de conceitualização.
- Os alunos interpretavam os dados obtidos nessa penúltima fase e, com estes, construíam hipóteses, visando à solução de situações-problema.
- Em conclusão, na etapa final, as hipóteses eram validadas por meio de novos ensaios.

Como se percebe, na perspectiva em questão enfatiza a necessidade de um relacionamento harmônico entre os atores sociais²⁶ (professores e alunos) que participam das atividades em sala de aula. Tal relacionamento deve proporcionar, a cada aluno, a aquisição de saberes gerais e específicos que os tornem capazes de problematizar conceitos e (re)construí-los, pensando as diferentes realidades de maneira menos dialética, mais polifocal (SCHWAB, 1978) e, portanto, mais aberta ao diferente, solidária e ética (SANTOS, 1995; BHABHA, 2007). Note-se que, nessa perspectiva, os trabalhos em grupo se tornam ainda mais relevantes, pois possibilitam a socialização de experiências e o desenvolvimento da cooperação entre os participantes.

Cabem, em consequência, duas questões aparentemente sem resposta: se o M.D. é tão favorável à aquisição de conhecimentos, por que não foi francamente adotado nas escolas americanas da primeira metade do século XX? Quais os problemas advindos desse tipo de metodologia?

Para Teitelbaum & Apple (2001), como toda educação é um ato político, os problemas metodológicos decorrentes de posicionamentos políticos contraditórios assumidos pelo próprio Dewey ao longo de sua vida levaram esta metodologia a ser rechaçada tanto por conservadores – que consideravam seu método contrário à hierarquia social e não subordinado às ordens estabelecidas, aliando-se à ideologia socialista – quanto por socialistas – que além de acusar Dewey de defender a participação dos EUA na Primeira Guerra Mundial, alinhando-se aos

²⁶ O termo “atores” está mais próximo da vertente moderna, enquanto a noção de “agenciadores” se alinha ao poscolonialismo.

empresários e banqueiros americanos²⁷, tentavam mostrar que seu método era incapaz de suscitar nos alunos reflexões e ações por transformações sociais e de debater os problemas específicos do capitalismo nos EUA²⁸.

Dewey acreditava que sua metodologia, pautada na exclusão de toda e qualquer espécie de predeterminação na avaliação de situações-problema, era propícia ao ensino e investigação de problemas científico-sociais. Reconhecia a natureza das barreiras sociais e admitia o papel das escolas no auxílio à discussão sobre a natureza de tais obstáculos. Na obra *Democracia e Educação*, Dewey (2009) defende que o empirismo subjetivo do indivíduo é o verdadeiro responsável pela introdução de ideias revolucionárias ao conhecimento. Por essa razão, não considera o ensino que se encerra com a vida escolar, mas que as habilidades adquiridas pelo estudante são plenamente integradas à sua vida como cidadão. Cabe ressaltar, entretanto, que a orientação pedagógica de seu método nunca incentivou os alunos a se posicionarem frente a uma dada polêmica ou mesmo reclamarem contra as desigualdades sociais.

Aranha (1992, p.230) afirma que o método de Dewey, apesar de todas as suas qualidades inerentes, recebeu duras críticas dos teóricos da linha crítico-reprodutivista por se tratar de uma teoria conservadora, baseada em ideais liberais que não colocavam em cheque os valores burgueses, e por reforçar, de certo modo, a adaptação do aluno à sociedade burguesa americana, uma vez que *defendia a escola como peça fundamental na busca de uma melhor ordem social* – ideia convergente à educação eficiente baseada no *Modelo Produtivo*, de Henry Ford [1863-1947] e no *Modelo de Administração Científica*, de Frederick W. Taylor [1856-1915].

Dewey defendia o envolvimento ativo dos alunos em *atividades sociais básicas* (“*ocupações*”), as quais compreendiam desde a manufatura de objetos em madeira até a construção de abrigos, passando pelo cultivo de alimentos e confecção de roupas, cada qual dirigida a uma faixa etária. Dewey asseverava que, por meio destas “*ocupações*”, a criança obtinha condições mais adequadas para seu *crescimento moral*, uma vez que se tornava mais

²⁷ Empresários dos EUA auferiram grandes lucros por meio do comércio de gêneros alimentícios e de armas para os países em conflito; o mesmo acontecendo com os banqueiros daquele país. No âmbito político, havia uma possibilidade de a nação se fortalecer ainda mais ao assumir a condição de mediadora dos tratados de paz.

²⁸ Em contraposição a Dewey, os educadores socialistas hesitaram menos em ensinar o valor da luta de classes e do coletivismo, justificando esta posição como uma necessária reação “*à perniciosa influência da cultura capitalista na vida das crianças da classe trabalhadora*” (TEITELBAUM & APPLE, 2001)

sensível às questões sociais, adquirindo habilidades (destreza de leitura, escrita e resolução de problemas) que norteariam sua conduta.

Entretanto, Dewey afastava-se de Taylor e Ford ao advogar em favor da existência de salas de aula que funcionassem como modelos de comunidades verdadeiramente democráticas, sem dar relevância a aspectos hierárquicos, uma vez que cada aluno desempenhava diversos papéis em uma mesma '*ocupação*' (ele podia em um dado período ser o gerente de uma empresa e, no mês seguinte, transformar-se em um operário); as salas de aula funcionavam como locais em que a preocupação maior era, *a priori*, a dignidade humana.

O *Método da Redescoberta* (M.R.), por seu turno, pode ser considerado como uma adaptação do método democrático de atividades sociais de Dewey, surgindo como uma “reação” dos governos inglês e americano aos avanços científicos conseguidos pela URSS a partir da segunda metade do século XX. De natureza indutiva, o método parte de *situações específicas*, e por suas características, visa levar o aluno a construir os conceitos *por generalização*.

O M.R. fundamentou projetos que ensejavam metodologias pedagógicas em ciências (físicas, químicas, biológicas e da Terra), que tiveram, como produto final, coleções de livros voltadas ao ensino básico e ligadas a cada um dos projetos de ensino de Ciências, como, por exemplo, *Chemical Bond Approach* (CBA), um dos devotados à aprendizagem de conceitos químicos, *Biological Sciences Curriculum Study* (BSCS), visando à compreensão de fenômenos ligados à vida, e proposto para o estudo de Geociências, o *Earth Sciences Curriculum Project* (ESCP), cujo resultado foi a obra em dois volumes, publicada no Brasil com o nome de *Investigando a Terra* (1973).

O método em questão, ainda utilizado em algumas instituições de ensino superior brasileiras, favorece o aprendizado por meio de uma participação ativa dos alunos, principalmente ao oferecer aos aprendizes argumentos que os *induzem* a encontrar, *de forma mais rápida e eficiente*, a solução da situação-problema. No M.R. incentivam-se pesquisa e experimentação, de modo que o aluno vivencie uma situação de aprendizagem por meio da experimentação. Nas palavras de Nery et al. (2003):

O conhecimento é um instrumento para dirigir a experiência, para resolver as novas situações que a dinâmica da vida apresenta. O saber só tem significado quando é instrumento de algo que fizemos com ele, e deve ser conquistado através da experiência.

Devido à sua dinâmica, o M.R. pode ser adaptado a múltiplas demandas, a depender do interesse dos alunos. Entretanto, é fundamental que o professor funcione como *mediador* (não como um mero transmissor), de tal modo que este utilize as técnicas pedagógicas para criar condições favoráveis ao progresso intelectual e científico dos estudantes.

Como se nota, a metodologia pode levar à construção e aprendizagem significativa de conceitos se os professores conseguirem desenvolver em seus alunos habilidades e competências – sugeridas pelos *Parâmetros Curriculares Nacionais* (PCN) ou avaliadas pelo *Exame Nacional do Ensino Médio* (ENEM) – que possibilitem agenciamentos pautados na ética e na transformação social.

Nery et al. (2003) asseveram que o M.R., quando aplicado de forma criteriosa, pode fazer com que: (1) a estrutura do tema a ser aprendido seja reconhecida e delimitada, (2) os pré-requisitos necessários à formação dos alunos sejam revelados, (3) as técnicas de ensino que serão utilizadas sejam definidas e (4) os critérios e procedimentos a serem aplicados na avaliação dos alunos sejam determinados inequivocamente.

6.3. ESTRUTURALISMO X PÓS-ESTRUTURALISMO

No campo da Ciências Sociais, vários são os questionamentos que procuram desestabilizar as grandes narrativas da “modernidade”, a saber: a certeza de que todas as pessoas são iguais, encontrando-se, *a priori*, em condição de igualdade no que tange à autonomia e à liberdade; a noção de que cultura, conhecimento e poder são conceitos desconexos; a afirmação tácita de que a ciência é sempre neutra. Pode-se dizer que tais questionamentos estão na base do pós-modernismo e/ou pós-estruturalismo.

Silva (2005) assevera que o pós-estruturalismo apareceu na França pela primeira vez durante a década de 1960, sendo definido como “uma continuidade e, ao mesmo tempo, como uma transformação relativamente ao estruturalismo”. O viés pós-estruturalista, por não superar a ênfase conferida à linguagem pelo estruturalismo (na condição de sistema de

significação), afirma que os conceitos não podem ser essencializados e que se deve combater a noção de invariância, característica do paradigma estruturalista, uma vez que percebe os conceitos como *fluidos*, ou seja, em constante movimento (BAUMAN, 2001).

De acordo com Pinar *et al.* (2004), o movimento estruturalista, considerado uma espécie de método analítico de orientação filosófica, privilegia os conjuntos de relações (ou estruturas) em detrimento dos fenômenos que surgem, são constituídos e/ou derivam suas identidades a partir dos conjuntos de relações existentes. No caso da postura pós-estruturalista, a *fluidez* e a ‘história’ dos fenômenos nos levariam a compreender, com maior exatidão, os processos, as transformações e o resultado final, que também é mutável no tempo.

Assim, quando um geólogo se limita a entender as posições dos estratos rochosos em um perfil (visão estruturalista), ele poderá, com certa exatidão, descrevê-lo. Entretanto, dificilmente perceberá as transformações e os processos, de natureza endógena ou exógena, que atuaram, continuam atuando e atuarão sobre cada um dos estratos, na interface entre os mesmos ou na formação do relevo como um todo. Daí o surgimento das análises geológicas pós-estruturalistas, de enfoque hermenêutico (FRODEMAN, 1995), ou relacionadas à perspectiva do processo histórico-geológico (POTAPOVA, 2007/1968).

Como se vê, ao estruturalismo interessa encontrar e identificar o sistema responsável pela criação do sentido, pela descoberta das leis gerais (nomotéticas) e pela fixação dos “invariantes”. Por essa razão, pode-se dizer que o estruturalismo, fortemente afetado pelo positivismo de Comte, desconsidera a especificidade das experiências dos sujeitos envolvidos no processo educacional de ensino/aprendizagem.

Para Peters (2000), há diferenças expressivas entre o estruturalismo e o pós-estruturalismo. O estruturalismo, *lato sensu*, visa a uma análise sincrônica das estruturas, almejando tornar-se um paradigma para as ciências como um todo ou mesmo um modelo científico, cuja pretensão maior é identificar estruturas universais (invariantes) comuns a todas as culturas e à mente humana em geral, tal como se observa na obra de Lévi-Strauss (1908-2009). Para Jakobson (1973, *apud* PETERS, 2000), só há um termo capaz de exprimir a ideia central da ciência atual, em suas mais diversas manifestações: *o estruturalismo*. Para Peters (2000, p.26):

(...) qualquer conjunto de fenômenos analisado pela ciência contemporânea é tratado não como um aglomerado mecânico, mas como um todo estrutural, e sua tarefa básica consiste em revelar as leis internas (...) desse sistema.

O pós-estruturalismo, por seu turno, questiona/critica: o cientificismo nas ciências humanas; as ideias positivistas, tal como defendidas por Auguste Comte [1798-1857] e seus seguidores; e os ideais do realismo francês (século XIX). O pós-estruturalismo se organiza, assim, aprofundando ou visando superar os princípios do estruturalismo. Desta forma, Peters (2000, p. 58) tem razão ao asseverar que:

O pós-estruturalismo deve ser visto como um movimento que (...) buscou descentrar as ‘estruturas’, a sistematicidade e a pretensão científica do estruturalismo, criticando a metafísica que lhe estava subjacente e estendendo-o em uma série de (...) direções, preservando os elementos centrais da crítica que o estruturalismo fazia ao sujeito humanista.

No pós-estruturalismo não existe sujeito, nem sistematização: o primeiro, por ser uma ficção resultante do processo de produção social e histórica da cultura; o segundo, pelo fato do viés pós-estruturalista entender o processo de significação como algo indeterminado e incerto. A ênfase no processo de significação do pós-estruturalismo é ampliada para focalizar as noções correntes de ‘verdade’ científica. A questão principal não é saber se algo é verdadeiro, mas saber por que se tornou verdade.

Devemos, contudo, estar atentos a duas posturas que, apesar de comungarem de muitos preceitos, são diferentes: a poscolonialista e a pós-estruturalista. Os estudos poscolonialistas, além de partirem da desestabilização das hegemonias e do reconhecimento da provisoriidade dos conhecimentos e das construções sociais, assumem o compromisso de buscar compreensão sobre problemas sociais a partir de lugares e discursos à margem das centralidades.

Vale explicitar também que o foco central dos projetos poscolonialistas não fazem “referência ao estado da arte depois do término formal do colonialismo” (VENN, 2004, p. 44). Mais que isso, o poscolonialismo é uma atitude ideologicamente implicada que se caracteriza pela “necessidade de repensar uma série de significados construídos sobre a diferença, e na voracidade de se levar a modernidade ao mundo não-europeu” (FABRÍCIO e MOITA LOPES, 2005, p. 2).

6.4. O “PÓS-MODERNO” DAS CIÊNCIAS

O livro “*Uma introdução à ciência pós-moderna*” de Boaventura de Sousa Santos, de 1989, afirma que a hermenêutica – ramo da Filosofia que se dedica ao estudo da teoria da interpretação – tem por função *entender* a sociedade e as relações pós-modernas desta com a ciência.

Para Santos (1989), o discurso científico, tal como apresentado nos dias atuais, parece causar estranhamento tanto ao indivíduo comum quanto ao cientista. Por esse motivo, o autor defende que a hermenêutica seja utilizada na intenção de transformar a Ciência em algo familiar a toda a humanidade (*Ciência para todos*), auxiliando-a a compreender o mundo em suas vicissitudes e diversidades, e a entender como se constituem (e distribuem) os sujeitos sociais. Em concordância ao referido autor, acredito que o conhecimento científico tornou-se algo incompreensível para a maior parte da humanidade e, em certos casos, até mesmo aos cientistas. Com isso, problematizar o “*sentido*” da ciência exigiria que a epistemologia fosse pensada pela hermenêutica, a qual propiciaria o fim de dogmas científicos e de crenças que a própria ciência constrói sobre si.

Pode-se dizer que a “*dogmatização da ciência*” cria modelos e paradigmas que, durante algum tempo, são considerados hegemônicos e que coincidem com um período que Kuhn (1996, p. 54) denomina por ciência normal. Quando o paradigma científico passa a não conseguir explicar novas situações-problema, entra em crise, e, com isso, o embate argumentativo entre grupos rivais de pesquisa pode se exacerbar. Entretanto, o embate não se trava na busca pela verdade, mas sim pelo estabelecimento de uma verdade que se tornará hegemônica por consenso. Nas palavras de Santos (1989, p.95):

Se a verdade é a luta das verdades, é também o consenso que permite essa luta. (...) Nesse claro-escuro de lutas e consensos, (...) o nosso trabalho metodológico consiste em avaliar teorias. E, nesta avaliação, várias teorias divergentes são aprovadas, ainda que raramente com as mesmas classificações [grifo meu].

Segundo o autor citado, as classificações não funcionam como marcas gravadas a ferro e fogo. Elas são olhares que lançamos a partir de um *ponto móvel* em que nos encontramos; um lugar *fluido* (e, portanto, um conceito caro à visão poscolonialista) situado entre teorias e práticas dadas por esta classificação. Mas, “*estar entre*” não significa “*estar fora*”.

Santos propõe então que se una o pragmatismo à retórica. O processo de vinculação justifica-se perfeitamente, uma vez que o pragmatismo considera o sentido de uma ideia a partir de sua correspondência com o conjunto de seus desdobramentos práticos, enquanto a retórica – “condenada ao ostracismo” desde a obra *O Discurso sobre o Método* – estaria, em princípio, ligada a uma teoria aristotélica dos lugares (*topoi*). Esta união propiciaria uma *dupla ruptura epistemológica*.

Para Santos (1989), a *dupla ruptura* constitui uma *estratégia de transição*. O teórico advoga a possibilidade de um conhecimento autônomo surgir pela ciência pós-estruturalista, mas vincula este aparecimento ao consenso dos demais saberes e da comunidade científica, com vistas à constituição de uma sabedoria prática de vida mais democrática e capaz de disseminar competências cognitivas e discursivas possibilitadas pelo próprio progresso.

Com isso, seria possível alcançar um *novo senso comum*, que ultrapassaria tanto o *senso comum anterior* (ruptura 1) quanto a *ciência moderna* (ruptura 2). Seu surgimento dependeria do aproveitamento das características comuns a ambas rupturas, ou seja, o senso comum esclarecido e a ciência prudente. *A dupla ruptura* faria com que a ciência (agora chamada pós-estruturalista) rompesse com o senso comum; não a ponto de transformá-lo, mas de transformar-se nele.

Assim, o conhecimento definido pelo pós-estruturalismo deveria lutar contra o dogma do ‘fetichismo’ da ciência como verdade única, defendendo a desconstrução do saber moderno. Assim afirma Santos (1989):

Só existe ciência, enquanto crítica da realidade, a partir da realidade que existe e com vista à sua transformação [...] Mas a crítica será ilusória, se [esta] não se souber plasmar no processo de transformação da realidade, e a tal ponto, que este [processo] se transforme em seu critério de verdade.

CAPÍTULO 7

VULNERABILIDADE E RISCOS SOCIOAMBIENTAIS: ASPECTOS TRANSDISCIPLINARES DE UMA ABORDAGEM DE ENSINO/APRENDIZAGEM

“Não formular certas questões é extremamente perigoso, (...) responder o tipo errado de questões ajuda a desviar os olhos das questões realmente importantes (...) Fazer as perguntas certas constitui toda a diferença (...) entre andar à deriva e viajar”

(BAUMAN, 1999, p.16)

Nas escolas, o espaço destinado à problematização das Geociências é exíguo e focaliza, sobremaneira, aspectos técnicos em detrimento de outras questões. Neste trabalho, a premissa é que as Geociências devem ser compreendidas em diálogo com outras disciplinas que as constituem e permanentemente as transformam.

Para que isso se torne possível, são considerados os pressupostos teóricos dos estudos poscolonialistas (SANTOS, 1995; BHABHA, 2007). A meta inicial da análise é produzir um material didático em nível médio para o ensino de Geociências que auxilie os estudantes na construção de saberes que possam ser colocados a serviço de uma comunidade vulnerável que habita uma área de alto risco socioambiental.

A meta última envolvida neste caso seria a produção de uma cartilha que denomino *Cartilha de Atitudes Sustentáveis*, escrita pelos próprios estudantes e moradores, em linguagem acessível, e mediada pelos professores responsáveis. A supervisão é de fundamental importância nesta fase do projeto para que os jovens possam orientar os moradores da comunidade a construírem seus saberes e, assim, ajudá-los a escolher quais atitudes sustentáveis devem ser enfatizadas e postas em prática, na intenção de evitar/mitigar danos socioambientais.

7.1. NARRANDO EXPERIÊNCIAS ANTERIORES

Em 1993, a primeira turma do curso noturno de Licenciatura em Ciências Biológicas da Unicamp recebeu como incumbência realizar dois estudos geológicos em áreas

distintas do município de Campinas, sendo selecionadas para este trabalho uma área localizada no Jardim Satélite Íris (JSI), bairro popular da cidade, e outra no subdistrito de Sousas (SdS), em um condomínio de alto padrão.

Orientados pelos professores Celso Dal Ré Carneiro e Pedro Wagner Gonçalves, as equipes visitaram os locais de estudo e notaram que estes se diferenciam pelo tipo de substrato associado, pelo nível de renda média dos moradores (baixa renda no JSI, e alta renda no SdS), pelo porte das construções (sendo que os terrenos no Satélite Íris raramente passavam de 200m², enquanto em Sousas havia casas construídas em terrenos de até 2000m²).

No que tange à urbanização, os terrenos do SdS localizam-se em uma área incorporada, o condomínio “Colinas do Hermitage”, com arruamento, água servida, rede de esgoto e de luz, tendo um lago como um de seus itens de lazer. Por outro lado, a ocupação do JSI se deu de maneira praticamente desordenada (uma parte bairro surgiu como resultado de um movimento de invasão), sendo que, à ocasião, em praticamente 70% do bairro não havia arruamento (os caminhões de lixo não conseguiam transitar pelas ruas em períodos de chuva), água encanada, rede de esgoto ou de luz.

Em comum, pode-se dizer que, em ambos os locais, havia terrenos sem cobertura vegetal, processos erosivos (erosão laminar e formação de ravinas) consolidados e vertentes de declividade equivalente, bem como microclimas semelhantes e a presença de minas de água, mostrando a pequena profundidade do lençol freático.

Para tentar resolver os problemas relativos à erosão, foram marcadas reuniões com representantes da Associação de Moradores do JSI e com representantes dos moradores do condomínio. Em ambos os casos, sugeriram-se atitudes que poderiam minimizar ou dirimir os processos erosivos. Acreditava-se que a conscientização dos moradores provocaria um processo de preservação e recuperação das áreas degradadas.

Em 1998, quando a primeira turma do curso noturno de Licenciatura em Geografia da Unicamp cursou a disciplina Ciência do Sistema Terra I, ministrada por Celso Dal Ré Carneiro e Carlos Alberto Lobão da Silveira Cunha, resolveu-se repetir o estudo nas mesmas áreas. O resultado do segundo estudo revelou que os processos erosivos no JSI haviam sido dirimidos, uma vez que a associação de moradores havia disseminado rapidamente entre os moradores as atitudes sugeridas pelos alunos em 1993.

No caso do Colinas do Hermitage, pelo contrário, o processo erosivo, plenamente instalado, já havia levado ao assoreamento do lago e punha em risco construções inteiras. Os moradores, ao invés de colocar em prática as sugestões dos alunos (construção de muro de arrimo, cobrir os terrenos vazios com algum tipo de vegetação rasteira etc.), nada fizeram. Em pouco tempo, buscaram na justiça a reparação dos danos pela incorporadora do condomínio. O processo judicial, que já se arrastava por alguns anos, não havia surtido efeito algum.

Para tentar fechar um ciclo de estudos e conjugar aspectos diversos dos trabalhos realizados em 1993 e 1998, escolhi, para a realização da pesquisa e elaboração da referida cartilha, uma área vulnerável com alto risco socioambiental no qual vive uma população de baixa renda, mas localizada no Subdistrito de Sousas (SdS). Para sensibilizar a participação da comunidade, realizei a pesquisa durante praticamente quatro meses (agosto a novembro de 2014) com alunos pertencentes a famílias de baixa renda regularmente matriculados em uma escola da rede pública de ensino e localizada naquele Subdistrito.

Participou da pesquisa uma sala de primeiro ano de Ensino Médio composta de cinquenta por cento de alunos da própria comunidade vulnerável e cinquenta por cento de alunos moradores de outras áreas. Durante quatro meses, dois estudantes de pós-graduação em Geociências da Universidade Estadual de Campinas ministraram aulas (cerca de 30h/aula) para a turma com material didático construído especialmente para esse fim. Ao final da problematização oportunizada nas aulas, os alunos teriam um projeto maior a realizar, elaborando, juntamente com os moradores da área em questão, a *Cartilha de Atitudes Sustentáveis*.

Que tipo de atitude os estudantes teriam frente ao projeto? Como se comportariam frente a uma aula que privilegiasse a dialogia? Será que os moradores adeririam ao projeto de conceber e escrever uma *Cartilha de Atitudes Sustentáveis*? As questões foram respondidas na prática pelas atitudes dos alunos durante as aulas e pela comunidade durante as reuniões com a associação de moradores, conduzidas e intermediadas pelos próprios estudantes.

7.2. REVISÃO DE LITERATURA

Cunha et al. (2004), em seus trabalhos, aprofundam pesquisas e estudos relativos aos problemas urbanos que envolvem interações população/ambiente e, na busca de

entendimento dos condicionantes (diferenciação das pessoas/famílias, pobreza etc.), estudam a inabilidade de uma dada comunidade em apresentar *algum tipo de resposta* diante dos riscos. Para tal, a premissa dos autores aponta para a coincidência de dois *espaços*: o que apresenta os piores indicadores socioeconômicos e de acesso aos serviços e o susceptível a processos naturais perigosos. Os autores analisam as relações existentes entre mudanças ambientais e dinâmica demográfica. Levando em consideração a **complexidade** destas, os autores rompem os limites impostos pela questão da população e buscam **aspectos multidisciplinares** que envolvem os temas população e meio ambiente.

Para Marandola Jr. (2011), a polissemia do termo *vulnerabilidade* leva-o a escrever e publicar uma série de artigos que deram conta desta diversidade, entre os quais destacam-se os quais o de 2008. Para Marandola Jr. (2008, p.20) “o esforço bibliográfico [constituiu] um caminho necessário para incorporar elementos diversos em direção a uma **perspectiva interdisciplinar da vulnerabilidade**” [destaque meu]. O autor asseverou ainda que as “diferentes perspectivas e abordagens pouco ou nada dialogavam entre si, [fazendo com que a] vulnerabilidade não (...) [ascendesse] à condição de destaque (...) [nos] campos acadêmicos, da política e da opinião pública”.

Sistematizando sua proposta metodológica, Marandola Jr. (2008, p.135) aponta importante diferença entre o enfoque das pessoas (vulnerabilidade sociodemográfica) e dos lugares (vulnerabilidade ambiental). Segundo o autor, “no caso de estudos em população e ambiente, a adoção de uma ou outra não resolve todos os problemas”. Como trabalhar, então, com esta complexidade? Para Martine (2007, p.188), uma das demandas mais prementes é a incorporação do espaço à análise, uma vez que “não é possível (...) analisar populações expostas a deslizamentos se não olharmos a heterogeneidade espacial da distribuição destes riscos. A dinâmica demográfica tem que ser investigada nas corretas escalas espaciais que permitam visualizar e analisar os elementos ecológicos que interferem na relação população-ambiente que está sendo investigada”.

Neste capítulo, como já explicitado, apresento o material didático construído a partir da transdisciplinaridade e dos preceitos poscolonialistas, analisando os posicionamentos construídos/assumidos pelos estudantes ao longo das aulas. Saliento que o objetivo foi transpor as barreiras disciplinares, problematizando questões emergentes das demandas sociais, a partir da

interpenetração das Geociências com outras áreas do conhecimento e discursos presentes na vida social.

7.3. SOBRE O PROJETO TRANSDISCIPLINAR

O projeto desenvolvido com os estudantes em questão foi estruturado em três etapas:

- Na primeira etapa, os estudantes problematizaram os aspectos sociais, físicos e geológicos da área de risco – localizada na região nordeste do município de Campinas (SP) – e o cotidiano da comunidade eleita para participar do projeto. Foi crucial evidenciar que a escolha da área a ser investigada é eminentemente política.

Nesta fase inicial, os jovens: (a) leram trechos dos trabalhos de Cunha *et al.* (2004) e Marandola Jr. (2011), resumindo-os após discussões realizadas com os professores em sala de aula; (b) acessaram gêneros textuais diversos sobre o local, disponíveis nos mais diferentes tipos de mídia; (c) discutiram suas concepções a respeito da área e da comunidade; (d) apreenderam os aspectos fundamentais do cotidiano daquela comunidade – da qual alguns estudantes fazem parte – por meio de entrevistas com moradores do local e/ou análise de material já produzido sobre o lugar, para, em seguida, desconstruí-los, preparando-se para novas (re)construções.

Dessa forma, os alunos, por intermédio dos professores, escreveram parte do material didático que baliza a etapa final do projeto, funcionando como modelo para a CASus a ser produzida no final do mesmo.

- Na etapa seguinte, os estudantes receberam informações técnicas e científicas sobre a área a ser estudada. Estas informações, em conjunto com as informações socioeconômicas da população que habita o local, permitiram que os alunos prestassem atenção a aspectos fundamentais do projeto, os quais são, muitas vezes, negligenciados e/ou ofuscados pelos aspectos técnico-científicos.

Na fase intermediária, os estudantes desconstruíram saberes essencializados, refletindo sobre metanarrativas da ciência, articulando aspectos didáticos e, assim, possibilitando a instrumentalização que pode levar ao autogoverno dos indivíduos – princípio básico da

democracia e do processo de democratização. Para isso, os estudantes focalizaram as temáticas consideradas ‘periféricas’ e, com isso, estabeleceram uma estratégia para atrair a população local para as discussões.

- Na última etapa (não concluída até o fechamento da tese), os estudantes, trabalhando de modo transdisciplinar a partir das demandas externadas pela comunidade durante as reuniões com a associação de moradores, deveriam verificar os aspectos técnicos pertinentes ao atendimento das necessidades, esclarecendo a população a respeito das possibilidades existentes. O resultado final do projeto é, portanto, a produção da CASus, a ser redigida em linguagem acessível, na qual se explicitariam as vozes e posicionamentos dos(as) moradores(as) da área.

Além disso, objetivou-se que a discussão esclarecesse os direitos, deveres e as alternativas de atitudes a serem implementadas para mitigar/evitar o impacto de catástrofes sobre área/comunidade tão vulnerável. Para tal, conjugam-se forças no sentido de fazer com que a população compreenda melhor o empoderamento a ela conferido por esse processo; dessa forma, suas demandas poderiam ser mais bem representadas junto às autoridades.

7.4. TRANSDISCIPLINARIDADE E POSCOLONIALISMO EM AÇÃO

Nas duas primeiras fases do processo, os alunos aprenderam a desconstruir os qualificativos e preconceitos relativos à comunidade, passando a entender que há diferença entre perigo e risco, bem como tomando consciência da polissemia do termo *vulnerabilidade*. A abordagem proposta, na realidade, abrange dois âmbitos distintos. Nas primeiras fases, o professor agencia as atividades e faz a mediação que leva os alunos a construir conceitos sobre vulnerabilidade e riscos socioambientais, bem como o material didático utilizado em sala de aula (daí sua apresentação nesta seção). Na terceira fase, alunos agenciam os moradores a criar a CASus, sob a supervisão de um professor, ou seja, os moradores assumem a posição anteriormente ocupada pelos estudantes e estes, a do professor.

Apresento, a seguir, as atividades propostas e as respectivamente discussões, atividade por atividade, sendo a última delas a de preparação para a terceira fase do projeto.

7.4.1. Para início de conversa...

“Desastres naturais” foi o tema acordado entre professor e alunos da escola pública em questão, vizinha a uma área vulnerável. A escolha recaiu sobre este tema pelo fato de

os jovens entenderem que seria útil à comunidade compreender a relevância das atitudes cotidianas tomadas por seus membros e que contribuíam para a ocorrência e/ou agravamento dos desastres. Em seguida, sugeriu-se a pesquisa e a escolha de textos, vídeos e fotos relativos ao deslizamento de encostas, pois a população daquela área – de grande risco geológico – convive amiúde com problemas decorrentes da declividade do terreno e da composição geológica do substrato sobre o qual se assenta boa parte das moradias da comunidade.

Atividade 1: Lançando luz sobre o tema

No Brasil e no mundo, a vida das pessoas é afetada por eventos geológicos. Anualmente, deslizamentos de terra desestabilizam o cotidiano, soterrando centenas de casas e de vidas.

Q.1.1. Que posicionamentos assumem os poderes públicos, os técnicos em Geologia e a população diante desse problema?

Q.1.2. Como você reage quando ouve a expressão “desastres naturais” em referência a esses eventos?

A atividade não apenas resgatou os pré-conceitos dos alunos, como também se caracterizou como responsável pela primeira problematização do tema a ser desenvolvido e por um resultado inesperado: o primeiro contato dos alunos com o tema fez com que notassem que parte dos desastres “naturais” tem origem antrópica, sendo provocados pela ação da humanidade sobre o ambiente. Isso os levou a acrescentar um ponto de interrogação ao tema eleito, que, com isso, passou a ser denominado *Desastres naturais?*

7.4.2. Estabelecendo conexões...

Atividade 2: Dando voz a todos

A) Leia o trecho de uma notícia publicada no site Uol Notícias, em 11/09/2013. Atente também para o comentário de um internauta, postado ao final do texto ²⁹:

“Desastres não são naturais, mas socialmente construídos”, diz especialista

As mudanças no clima vão trazer eventos meteorológicos cada vez mais frequentes e intensos ao Brasil - principalmente nas grandes cidades. Na visão de Roberto do Carmo, do Núcleo de Estudos de População da Unicamp, os desastres não são "naturais", mas "socialmente construídos" pela ausência de uma política habitacional, principalmente.

²⁹ A íntegra da notícia encontra-se disponível em: <http://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/redacao/2013/09/11/mudancas-climaticas-intensificam-desastres-naturais-no-brasil.htm>. Acesso em 05 de jun. de 2013.

"A expansão das grandes cidades é direcionada basicamente pelo mercado imobiliário. Observando a ocupação do espaço urbano, identificamos que os grupos de população de baixa renda são alocados em áreas dispersas [longe do centro], geralmente expostos a perigos ambientais. Será que essa é a melhor maneira?", questiona o coordenador da sub-rede Cidades durante sua apresentação na Conferência Nacional de Mudanças Climáticas Globais. /.../



Gabish

Realmente... eu sempre digo... quando desmoronam morros, ou alagam lugares perto dos rios... as pessoas vêm falar em catástrofe... vêm chorar... mas também...!! Elas constroem as casas em lugares "feitos pra isso"... encosta de morro desmorona... margens de rios são feitas para inundar... (quantas casas vemos nas planícies de inundação dos rios!!) e aí querem que o governo ou prefeitura tome providências... mas vão fazer o quê? Lutar contra a natureza??

Q.2.1. Seu posicionamento inicial sobre a expressão “desastres naturais” coincide com a visão defendida nos textos? Explique.

Q.2.2. No Brasil e no mundo, a vida das pessoas é afetada por eventos geológicos. Deslizamentos de terra transformam o cotidiano, soterrando centenas de casas e de vidas. Após ler às postagens sobre o tema, selecionadas no site Google responda:

Que posicionamentos assumem os poderes públicos, os profissionais em Geologia e a população diante desse problema?

Na segunda atividade compararam-se três vozes sobre o mesmo tema. São elas: a do especialista (Roberto do Carmo), a de um leitor da coluna sobre meio ambiente do site Universo Online (UOL) e a do(a) próprio(a) estudante. A intenção primeira era a de mostrar ao aluno(a) que as dissonâncias entre os discursos, além de auxiliarem no esclarecimento da temática, também revelam o quão importante é compreender o tema em análise a partir de múltiplos enfoques, dado que a realidade, não sendo plana, é sempre construída no embate de posicionamentos diversos, inevitavelmente atravessados por relações de poder.

O que mais chamou a atenção dos estudantes foi o discurso apresentado pelo leitor da coluna. Neste, os alunos destacaram: (a) os preconceitos e juízos (morais e de valor) apresentados, cuja enunciação resultou em um ponto de maior tensão entre o posicionamento dos alunos e o discurso do leitor. O que mais os incomodou foi o trecho “Elas constroem as casas em lugares "feitos pra isso"... encosta de morro desmorona...”. Esse tipo de opinião foi refutado por argumentos diversos, que passaram, principalmente, pela justificativa da falta de recursos

financeiros para comprar um terreno em local mais apropriado/seguro; (b) os termos técnicos utilizados, uma vez que boa parte dos alunos nunca tinha ouvido os termos “planície de inundação” e “eventos meteorológicos”, proferidos pelo especialista e “intemperismo”, por mim citado. Por conta desta dificuldade e de outras que surgiram, decidiu-se que a próxima atividade seria dedicada à apresentação/discussão de concepções técnicas e científicas, bem como à fundamentação teórica do tema tendo por base aspectos relativos às Geociências.

Atividade 3: Sistematização dos aspectos técnico-científicos

A) Leia e analise o folder da Defesa Civil (2013) (Fig. 2)



Figura 2: Folder (volante) da Defesa Civil para orientar a população sobre a ocorrência de deslizamentos

B) Leia os trechos assinalados nos textos a seguir:

1. Aspectos geológicos da área:

- Senna & Kazzuo (2010)
- Yoshinaga et al. (1995, p. 71-75)

2. Declividade e estabilização de encostas

- Pimentel (2014)

3. Fatos meteorológicos e intemperismo

- Amorim & Oliveira (2007, p. 123-125)

Após a leitura dos trechos assinalados nos textos indicados e de posse do folder intitulado “*Como evitar deslizamentos*” (fig.2) da Prefeitura Municipal de Campinas, responda às questões abaixo:

Q.3.1. Utilizando os textos técnicos, aponte dois motivos que levam à vulnerabilidade das encostas presentes à área de risco.

Q.3.2. Qual dica do folder parece ser a mais importante para esta área? Justifique sua escolha.

Na atividade foram selecionados trechos de três textos técnicos: um sobre a área de risco e os outros dois, gerais, sobre a definição de risco geológico e sobre fatos meteorológicos e intemperismo. Além desses, um mapa geológico da cidade de Campinas foi utilizado para se localizar a área em estudo.

A partir dos trechos lidos e das informações presentes no *folder*, os estudantes puderam perceber/relacionar a explicação dada pelos fatos científicos com a ocorrência dos fatos geológicos. Os alunos trilharam caminhos que os levaram a compreender: o escoamento laminar da água pelas encostas até a formação de ravinas e boçorocas; a desagregação das rochas provocada pelo impacto direto da água das chuvas até a formação do solo; a presença de água subterrânea, constatada pela presença de poços na área de risco, até a possibilidade desta ser responsável pelo escorregamento da encosta.

Para a fixação dos conceitos construídos, foram propostas duas atividades (4 e 5). Na primeira delas, os alunos deveriam retomar o texto do leitor Gabisb e pensar a respeito do discurso apresentado por ele, analisando-o à luz dos novos conceitos.

Atividade 4: Reflexões individuais a partir de concepções científicas

Após conhecer algumas concepções em Geociências, você deve, individualmente, refletir sobre o comentário de Gabisb presente na Atividade 2.

Q.4.1. Do ponto de vista das Geociências, como você avaliaria essas afirmações?

Nessa atividade, discutiu-se, mais uma vez, o discurso do leitor. Com o arrefecimento da indignação ao texto de Gabisb, alguns alunos passaram a concordar que, em certos casos, a “luta *contra a natureza*” era inglória, como no caso de um furacão ou tempestade. A maior parte concordou que, nessas ocasiões, não há como evitar o fenômeno, mas deve-se atuar no sentido de mitigar seus efeitos, protegendo a população.

Atividade 5: Pensando em grupo a partir de reflexões individuais

Em trios, discuta as questões a seguir e exponha as considerações feitas por seu grupo para o resto da classe. Para tanto, leve em consideração os aspectos técnico-científicos já sistematizados.

Q.5.1. O posicionamento inicial do grupo sobre a expressão “desastres naturais” coincide com a visão defendida nos textos técnico-científicos? Explique.

Q.5.2. Após ler os textos e o comentário de Gabisb, vocês mantêm o posicionamento inicial? Justifiquem.

Q.5.3. O comentário postado é representativo da opinião de muitas pessoas.

a. Quem ele defende? Justifiquem com partes do texto.

b. Como vocês avaliam a posição assumida por Gabisb?

A atividade em grupo foi fundamental para a melhor compreensão dos aspectos ambientais e sociais envolvidos nas ‘catástrofes’ e de como as Geociências auxiliam na tomada de decisões, visando evitar ou reduzir as consequências dos desastres naturais. Nesta atividade, verificou-se a expectativa gerada no início do processo, observando-se que, na maior parte das discussões, houve respeito entre os estudantes, com relação aos demais alunos e suas opiniões; inicialmente, escutando e interpretando o que o outro tinha a dizer e, em seguida, problematizando a narrativa deste, sem que houvesse a intenção de levar o interlocutor a mudar de opinião.

As narrativas – partes integrantes dos discursos – podem se constituir em um processo dialógico que torna audíveis as vozes dos alunos, neste momento, e dos moradores, quando da construção da *CASus* – vozes estas frequentemente apagadas por ideologias totalitárias como a da globalização neoliberal, que privilegia o lucro e a imposição de relações verticalizadas, hierárquicas e pouco democráticas (SANTOS, 2004).

7.4.3. *Problematizando discursos...*

Atividade 6: Problematizando o discurso “de quem está à margem”

Leia, agora, dados de uma entrevista com sobreviventes de deslizamentos) realizada para um estudo acadêmico (Gomes e Cavalcante, 2012):

Como se sentiram com a situação?

M: Eu reagi com ... simplesmente como eu tô reagindo hoje, com consciência limpa esperando a sorte que Deus mandar, esperando pelos políticos que são sinceros, pelas pessoas que são sinceras.

N: Qual é a reação da gente? É de dar graças a Deus que a gente tá com vida, de ter escapado. A vida é essa mesmo que nós vamos levando. Não tem quem tenha nada bom daqui pra frente

Receberam ajuda?

M: Na medida do possível, sim. Só da Defesa Civil, e ainda tem ajuda dos vizinhos, sempre um ajudando o outro pra ver se terminava mais rápido de tirar as coisas.

C: A gente teve uma ajuda muito boa da prefeitura, inclusive o bombeiro atravessava tentando pegar o resto de coisas da gente, material da gente que sobrou, né? ... a prefeitura deu uma ajuda boa. ... A prefeitura, por essa parte aí, a gente dá parabéns pra ela, e também dá cesta básica, dá assistência médica, de vez em quando vem uns médicos aqui voluntários, dá cursinho pras mulheres.

Q.6.1. Como as pessoas entrevistadas, ocupantes de áreas de risco, se posicionam em relação aos “desastres naturais” que as abateram? (Indique expressões que comprovem esses posicionamentos).

Q.6.2. Para elas, o poder público está cumprindo seu papel. Como você analisa a opinião dessas pessoas?

Q.6.3. Que efeitos de sentido essas afirmações podem produzir na população de diferentes classes sociais? E no poder público?

A atividade gerou um resultado que superou as expectativas, uma vez que os estudantes puderam compreender alguns dos posicionamentos dos envolvidos nas tragédias. Chamou a atenção dos alunos desde o “conformismo” (ou desalento?) das pessoas frente a perda de bens materiais até a esperança (ou fé?) em que o poder público realmente os auxiliasse.

Por sua vez, os efeitos de sentido foram estudados mais extensivamente: a princípio, porque os jovens se interessaram em entender a definição do vocábulo ‘argumento’ e qual a sua importância, por exemplo, em uma dissertação (modalidade discursiva que eles

estavam aprendendo nas aulas de redação). Depois, porque os estudantes perceberam que o sentimento de solidariedade parece ser maior no caso de pessoas que viveram/vivem entre a população de baixa renda – citou-se o caso do sambista Zeca Pagodinho, que durante uma enchente em seu bairro natal (Xerém, na cidade de Duque de Caxias, RJ) passou a colaborar com o resgate das vítimas, sendo o primeiro a prestar auxílio aos moradores das comunidades atingidas pela catástrofe.

Atividade 7: Problematicando o discurso – hegemônico – “de quem está no centro”

Você vai ler agora parte de uma notícia publicada no site do jornal O Estado de São Paulo, em 23 de dezembro de 2013. Nela, destacam-se trechos de uma entrevista com a presidente Dilma Rousseff após um período de chuvas intensas no estado do Espírito Santo³⁰. Enquanto lê, pense nas questões abaixo, que serão discutidas em sala de aula:

Q.7.1. O que você acha da afirmação da presidente, em destaque no título?

Q.7.2. Como você avalia o tipo de ação prometida pelo poder público?

'Prioridade é salvar vidas', diz Dilma após visita ao ES

Bruno Ribeiro, enviado especial

Após sobrevoar a Região Metropolitana de Vitória para avaliar o estrago provocado por chuvas intensas, a presidente Dilma Rousseff reeditou na manhã desta terça-feira promessas de liberação de R\$ 600 milhões, em recursos do PAC, para o Espírito Santo. *"A prioridade é salvar vidas. Resgatar pessoas e abrigá-las adequadamente".*

O governo federal anunciou auxílio técnico ao governo capixaba. A partir de quinta-feira, homens do exército devem construir pontes móveis para auxiliar o acesso às regiões mais atingidas. A primeira deverá ser na Rodovia ES-080, no acesso à cidade de Santa Leopoldina.

Ao todo, quatorze pessoas já morreram em deslizamentos de terra ou em alagamentos, segundo o governador Renato Casagrande. Quase 50 mil pessoas tiveram de deixar suas casas. É o maior volume de chuvas desde 1979. Antes de falar com a imprensa, Dilma se reuniu com prefeitos das cidades mais castigadas pela tempestade. Dos 78 municípios do estado, 48 estão em situação de emergência.

"Já identificamos ao menos três grandes obras que precisam ser feitas na minha cidade. Vou pedir R\$ 50 milhões à presidente. Seria bom também um auxílio às famílias que recebem bolsa família para elas mobiliarem suas casas também", afirmou o prefeito de Serra, Audifax Barcelos (PSB), uma das cidades mais afetadas pelos temporais. A cidade tem 15 mil

³⁰ A íntegra da notícia encontra-se disponível em: <http://brasil.estadao.com.br/noticias/geral,prioridade-e-salvar-vidas-diz-dilma-apos-visita-ao-es,1112140>. Acesso em: 4 de jun. de 2013.

desabrigados, segundo o prefeito. Ele não soube detalhar os planos de sua gestão para o atendimento emergencial.

Questionada sobre a liberação de mais verbas, Dilma afirmou que todos os projetos propostos serão analisados. Mas anunciou que liberaria recursos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS) para as famílias atingidas.

"Temos também um cartão, para auxiliar as famílias vítimas de desastres naturais", disse a presidente, sem mais detalhes. Ela se referiu ao Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais, lançado pelo governo federal em agosto do ano passado.

A atividade fez com que os alunos notassem as “múltiplas faces” do discurso oficial: da apresentação de dados, que visa comprovar como o poder público ‘trabalha’ no sentido de salvaguardar os afetados pelas catástrofes, até a propaganda política – implícita nas palavras da presidente –, que procura evidenciar ao leitor (ou eleitor?) a preocupação dos mandatários com a população mais vulnerável.

Outro ponto importante relativo a esta atividade foi a análise e a problematização feita a partir dos discursos dos governantes, dos afetados pela catástrofe e dos próprios alunos. A mediação feita pelo professor mostrou que o discurso de alguns alunos que viviam na comunidade e/ou que haviam sido afetados por algum tipo de catástrofe diferia substancialmente do discurso dos estudantes moradores da mesma comunidade, mas que nunca haviam sofrido perdas materiais.

No primeiro grupo de jovens, o sentimento de compaixão (colocar-se no lugar do outro) era muito maior do que no segundo. Esta diferença de posicionamento levou os membros dos grupos a se agredirem verbalmente. Por essa razão, fez-se necessária a intervenção do professor. No que tange ao acirrado debate entre os grupos, os estudantes foram levados a perceber que as “agressões”, assim como os discursos, possuem múltiplas faces: ao mesmo tempo em que um grupo pedia por maior atenção aos problemas da comunidade, o outro desejava que os moradores do local deixassem de ser tratados como coitados. A energia do debate, via mediação, foi então canalizada para discutir se a população local necessitava de políticas assistenciais ou de mero assistencialismo, cujo paternalismo é tantas vezes combatido.

7.4.4. Aplicando as ideias surgidas ao longo do processo...

Atividade 8: Dando vez e voz para os que estão à margem dos centros decisórios

A partir das discussões promovidas pela unidade didática, os alunos deverão:

- Convocar a população de uma área costumeiramente afetada por enchentes conversando diretamente com as pessoas e pedindo destaque deste projeto junto à comissão diretora da Associação de Moradores.
- Ouvir a população, levantando informações sobre deslizamentos de terra na área, cobertura vegetal no local etc.
- Produzir uma Cartilha de Atitudes Sustentáveis - *CASus*, juntamente com os moradores, de modo que esta possa instrumentalizá-los a respeito das limitações locais, das possibilidades de transformação da área.
- Elaborar propostas de intervenção no local a serem apresentadas ao poder público.

A atividade, elaborada no fim de novembro de 2014, tinha por meta fazer com que os estudantes modificassem seu papel: de quem partilha informações e problematiza as questões por intermédio do professor, para uma posição que, em muito, se assemelha à do professor na primeira fase do processo, pois atua como interlocutor e problematizador das agências de cada morador, que, assim, se torna responsável pela elaboração do documento final: a *CASus*.

A princípio, os estudantes estavam empolgados para começar as reuniões com a comunidade. Entretanto, a emergência de um novo problema deitou por terra essa ideia: grande parte dos municípios do estado de São Paulo passou a sofrer com a falta de água decorrente de um longo período de estiagem e da falta de planejamento governamental, levando alguns dos municípios a adotarem o rodízio no abastecimento. Interrompeu-se, assim, uma trajetória, precisamente porque a Geologia é não-determinística.

É importante ressaltar que este tipo de problema não só auxilia na compreensão de um maior número de fenômenos, como também colabora no desenvolvimento de estratégias idênticas às aplicadas até então. O descompasso entre o problema dos deslizamentos causados pelo excesso de chuva e os dilemas enfrentados pela falta da mesma fez com que a associação de moradores mudasse a pauta da reunião marcada pelos alunos. Alguns deles, até agora, esperam por uma chance de voltar ao tema; outros, mais ansiosos, pediram para mudar o tema da *CASus*, que passaria a tratar das atitudes a serem tomadas pelos moradores na intenção de economizar/não desperdiçar água.

CAPÍTULO 8

CONTRIBUIÇÕES DO ENSINO DE GEOCIÊNCIAS PARA A FORMAÇÃO DE UMA MASSA CRÍTICA DE PROFESSORES E INVESTIGADORES³¹

“Há homens que lutam um dia e são bons, há outros que lutam um ano e são melhores, há os que lutam muitos anos e são muito bons. Mas há os que lutam toda a vida e estes são imprescindíveis”

(BERTOLD BRECHT)

A formação de professores de Ciências em geral, e de Geociências, em particular, atravessa um período de crise, situação para a qual se impõe o desafio de formar e dar consistência a uma massa crítica de professores/investigadores que faça frente a um quadro de absoluta carência de docentes qualificados para atuar em escolas de educação básica. É bem conhecido que, nas últimas décadas, a queda nas matrículas em cursos superiores de formação de professores e o correspondente aumento das taxas de evasão refletiram, em parte, o desinteresse de boa parcela dos jovens pela carreira docente. Embora as causas da situação sejam numerosas e complexas, e o exame do quadro geral ultrapasse os limites do artigo, é preciso reconhecer que existem cursos universitários muito mais atraentes para os jovens, em virtude do maior prestígio e da melhor remuneração oferecida pelo mercado de trabalho.

A carreira docente, há tempos, deixou de ser alternativa competitiva na captação dos melhores talentos, pelo menos no cenário brasileiro. Cursos que buscam a excelência acadêmica passaram a coexistir com outros de qualidade duvidosa e, em geral, de baixa procura. Isso se dá a despeito dos mecanismos previstos na legislação educacional em vigor, que atribuem ao Estado o poder de autorizar a abertura de novos cursos pela via do reconhecimento, e das disposições jurídicas que habilitam o Estado a reduzir vagas ou mesmo fechar cursos com qualidade insatisfatória (BUCCI, 2013). Muitos cursos de formação docente chegaram perto da condição de potencial “rebaixamento” ou de um puro e simples corte de

³¹ Este capítulo é uma modificação do artigo homônimo publicado na *Revista Terrae Didactica*, volume 10, número 3, 2014, pp 368-377.

vagas. Encontrar saídas para esse quadro pode incluir a opção de se elevar o nível da formação de ampla massa de professores/investigadores, com efeitos sensíveis em médio prazo.

O ensino das Geociências pode contribuir significativamente, tendo em vista que os profissionais capacitados a lidar com temas ligados às Ciências da Terra são realmente diferenciados, por terem incorporado um pensamento sistêmico associado a uma clara noção da perspectiva histórica. No caso dos geólogos, a formação específica ajuda a capacitar o profissional a analisar, problematizar e buscar encaminhamentos para o problema. Aspecto não menos importante é o de que,

(...) por tratarem com um patrimônio natural do nosso País, que é o nosso subsolo e suas riquezas, que por vezes afloram e tornam-se também solo pátrio, são gente que pensa o Brasil e se comprometem com seu povo (G.O. ESTRELLA 2013, inf. verbal).

Espera-se que os professores, cujo processo de formação tenha sido influenciado por uma perspectiva transdisciplinar de ensino não se limitem a transmitir conteúdos curriculares fundamentais e organizados de forma integrada, mas que contribuam decisivamente no processo de formação conceitual – ou de *conceitualização*, tal como descrito por Mortimer (1996). Além disso, espera-se que os mestres sejam capazes de levar seus alunos a compreender, com maior exatidão, as relações de poder existentes entre as ciências e a sociedade, de modo a capacitá-los a lutar por seus ideais e pelo atendimento pleno de suas demandas.

O capítulo procura desenvolver uma proposta de formação de uma massa crítica de professores e pesquisadores engajados em projetos transdisciplinares de ensino. Dentre seus objetivos, destacam-se: (1) a apresentação dos conceitos de agenciamento e autonomia, relacionando-os às especificidades da sociedade atual; (2) a análise, em linhas gerais, da importância dos ambientes familiar, escolar e social no processo de formação de professores/investigadores autônomos em Ciências; e (3) a discussão sobre como a formação de uma massa crítica de professores/investigadores pode levar à transformação do aluno em um futuro cidadão responsável, crítico e capaz de valorizar, por exemplo, a utilização sustentada dos recursos naturais.

8.1. AGENCIAMENTO, COMPLEXIDADE E DEMANDAS SOCIAIS

O processo de agenciamento depende, sobremaneira, das relações sociais e das negociações políticas estabelecidas que culminam na desconstrução de antigos (e na formação de novos) territórios e que requer, em uma etapa inicial, o estabelecimento da autonomia individual, levando cada pessoa a expor, de modo inequívoco, suas necessidades e a se fazer ouvir. A exposição, independente do gênero de enunciação, é feita por comparação com uma escala de valores obtidos nos ambientes familiar, escolar e social. O processo não somente firma o agenciamento, como leva o indivíduo a perceber melhor as relações entre seus direitos e deveres como cidadão.

Fundamentais ao balizamento do processo de formação de professores, os projetos de pesquisa são caracterizados pela organização metodológica que possibilita a elaboração de diagnóstico preciso sobre problemas decorrentes das inúmeras demandas sociais. Localizadas as necessidades com precisão, passa-se ao estabelecimento de metodologias e procedimentos rigorosos que possam refletir estas necessidades, sem perder de vista o que Morin (2001) define por *complexidade* da situação, que alia o rigor lógico da análise ao questionamento sobre a demanda, conduzindo à descoberta de prováveis soluções.

Entretanto, nada disso será possível se faltar ao professor/investigador clareza para entender que *o conhecimento é construído com referência a um contexto global e complexo, fruto de interações sociais cotidianas*. Daí a importância da formação de uma massa crítica de professores/investigadores em Ciências engajados, que conheça o assunto em profundidade e que assuma responsabilidades sobre o processo de formação dos novos docentes, propagando esses princípios a outros.

8.2. ESPECIFICIDADES DA SOCIEDADE ATUAL: O CONCEITO DE AUTONOMIA

O processo de formação de um professor/investigador que ora se analisa deve, necessariamente, passar por uma fase de fundamental importância que tange à formação de um *corpus* teórico que conduza à obtenção de autonomia por parte dos novos formadores. Mas o que é autonomia? Segundo o *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa* (2001, p.351), o termo vincula-se à “capacidade de se autogovernar”.

O filósofo Immanuel Kant (1964, p.102), por seu turno, assevera que a autonomia é a “capacidade humana apresentada pela vontade de se autodeterminar, segundo uma legislação moral por ela mesma estabelecida, livre de qualquer paixão ou fator exógeno com influência subjugante”. Neste caso, a autonomia revela um grau de liberdade frente a determinadas influências, mas é dependente de um estatuto de regras morais inerentes ao sujeito que se pretende autônomo.

Para o filósofo Edgar Morin (2001, p.282), entretanto,

(...) a noção de autonomia só pode ser concebida em relação à ideia de dependência (...). É esse pensamento-chave de autonomia/dependência que a realidade [atual] nos obriga a conceber (...). [Assim], quanto mais um sistema desenvolver sua complexidade, mais poderá desenvolver sua autonomia e mais dependências múltiplas terá. (...) Toda vida humana é uma trama de incríveis dependências (Grifo meu).

A análise da noção de autonomia apresentada por Morin na obra *Ciência Com Consciência* (2001) se aproxima de um posicionamento poscolonialista. Nas palavras de Morin, a compreensão do que é autonomia vincula-se ao entendimento do que é dependência, não por constituírem um par de oposição (conceito tão caro aos estruturalistas), mas por estarem vinculadas ao movimento dialógico do poscolonialismo. Como mostra Morin, a capacidade de se autogovernar é entendida a partir da trama de dependências sobre a qual o agente se move, ou seja, quanto maior for o número de dependências estabelecidas, mais autônoma ela será.

Atualmente, as orientações para a educação em Ciências emergem sob vácuo político, com profundas raízes sociais e culturais. Com isso, os professores, mais do que desempenharem uma atividade laboral relacionada a ministrar aulas e mediar o processo de conceitualização, explicando aos alunos as bases lógicas e metodológicas que fundamentarão a construção conceitual, necessitam adquirir um poder de agenciamento (BHABHA, 2007; DELEUZE e GUATTARI, 2007) que os conduza à construção e religação dos saberes (MORIN, 2003).

Além disso, as escolas em que trabalham – sem condições de serem minimamente geridas pelo Estado – possuem, em geral, estudantes com grande defasagem social e cultural, dotados de objetivos distintos com relação ao estudo, despreparados para receber

informações e construir conceitos, sobretudo em um ambiente dinâmico que continuamente se modifica e se multiplica.

Nas palavras de P. Lévy (1993, p.83), “o pretense sujeito inteligente nada mais é que um dos microatores de uma ecologia cognitiva que o engloba e restringe”. Então, como conciliar a autonomia individual e a ecologia cognitiva?

Os indivíduos devem utilizar seu discernimento, juízos e valores para compreender que, nos tempos atuais, a autonomia e o poder de agenciamento de cada pessoa devem ser direcionados para a resolução das demandas sociais. Assim, deve-se recomendar que a luta pela resolução de problemas comuns seja coletiva, uma vez que a divisão do trabalho (nos moldes dados pelo atual processo de globalização) dificilmente permite solucioná-las sem a ajuda de outros indivíduos. Ao agir sozinho, o indivíduo deve pensar nas decorrências de suas atitudes, principalmente no que diz respeito às demais pessoas. Com isso, as restrições impostas pela ecologia cognitiva deixam de ser restritivas, principalmente quando o problema de um é o problema de muitos.

As razões são suficientes para estimular estudos sistemáticos e reflexivos, bem como a introdução, na sociedade, de uma concepção rizomática (Capítulo 4) que promova discussões plurais – e não polarizadas – sobre problemas de ordem global em âmbito local. Entretanto, como trabalhar a educação em Ciências, se os saberes científicos, sociais, políticos e pedagógicos apresentam grande complexidade?

Parece claro que a formação de professores/investigadores deverá ser conduzida por meio da adoção de uma postura que não apenas tenha como premissa os *Parâmetros Curriculares Nacionais* (PCN e PCN+), mas que os supere. A proposta, balizadora da ação de gestores público, deverá focar a implantação de novos currículos, nos mais diversos níveis escolares, além de transcender as intenções dos PCN. O objetivo derradeiro é a efetiva realização de uma proposta transdisciplinar que poderá romper com o sistema existente, alterando, de forma inequívoca, as atuais diretrizes metodológicas.

Para Marques (2010), as principais mudanças a serem implementadas devem contrapor a tradicional formação – realizada de uma só vez e “para a vida inteira” – a uma formação continuada e reconhecidamente incompleta. Tal formação tradicional, conduzida de modo fechado e centrada em temas previamente definidos (cujos resultados provinham de uma

lógica de causa-efeito em função dos conteúdos e metodologia seguida) deveria ser substituída por outra, transdisciplinar, não imposta, mas negociada entre educandos e educadores (professores, supervisores, diretores e gestores). Está colocado, portanto, um grande desafio: formar profissionais dotados de autonomia, capazes de articular de forma responsável e crítica os diversos tipos de saber.

O processo de formação da massa crítica de professores/pesquisadores poderia ser dividido em quatro fases, explicitadas a seguir.

- Em uma primeira fase, a educação em ciência e tecnologia (C&T) deveria ser investigada e abordada como fator necessário ao desenvolvimento social, político e econômico. A postura deve ser capaz de promover reflexões e fomentar preocupações com a seleção de metodologias que seriam, concomitantemente, eficazes e rigorosas. Com isso, seria possível aliar vantagens tecnológicas ao estudo e à difusão científica.
- Em seguida, a partir de áreas disciplinares tradicionais e das ciências sociais, seria possível integrar a interdisciplinaridade como fator primordial de mobilização de saberes, visando à valorização dos recursos naturais (vivos e não-vivos, renováveis ou não) de forma sustentada. Também seria necessária a implementação de atitudes que visassem o respeito às opiniões alheias (tendo consciência de que a interpretação da realidade é feita a partir convicções próprias, sob um ângulo de visão inerente ao indivíduo) e que também reconhecessem o potencial a ser explorado das situações em que o erro ocorre, uma vez que também se aprende por meio do erro.
- A terceira fase seria caracterizada por um compromisso social, no qual a educação seria posta a serviço da resolução de problemas dos cidadãos e também provenientes de demandas sociais, passando pela interpretação crítica da informação no âmbito de um currículo *transdisciplinar* de ensino de Ciências.
- Finalmente, na quarta fase, haveria a implantação de um processo que valorizasse a educação em Ciências e, por consequência, das Geociências. Para isso, seria necessário que um grupo composto por professores/investigadores compreendesse a “nova epistemologia” do saber científico e se responsabilizasse pela análise crítica de fatos e ideias, conduzindo, ao mesmo tempo, o processo de mediação didática (LOPES, 1999). Além disso, o grupo deveria ser capaz de interpretar situações locais e, em âmbito maior, intervir nas políticas educativas

municipais, estaduais e nacionais, tendo por foco a nova configuração da sociedade frente ao atual paradigma técnico-científico e à emergência dos novos e provisórios dilemas éticos.

8.3. AMBIENTES PROPÍCIOS À FORMAÇÃO DE PROFESSORES E PESQUISADORES

A visão de ensino predominante, nesta breve análise, considera o aluno como um sujeito social, capaz de compreender os diversos saberes, interpretando-os a partir de suas crenças, valores e ideias, as quais são fruto do contexto histórico e das influências socioculturais que fazem parte da vivência deste futuro cidadão (MORIN, 2003, p.40).

Esclarecemos que a divisão dos ambientes proposta não é arbitrária; possui, contudo, valor didático. Em nenhum momento, pensamos em excluir a família ou a escola do âmbito social. Entretanto, certas particularidades, que são características nos dois primeiros âmbitos, dificilmente seriam apreendidas em contexto tão amplo e tão suscetível a variações como o social.

8.3.1. A família

As condições socioeconômicas dos alunos, geralmente, têm reflexos sobre o desempenho destes em nível escolar. Estudos realizados por Elba Silva (2007) demonstram que crianças e jovens que tenham crescido em um ambiente estimulante, do ponto de vista intelectual, apresentam melhor desempenho escolar e aprendizagem conceitual mais efetiva.

A família é capaz de propiciar, de forma diferenciada a cada um dos futuros cidadãos: recursos didáticos e meios de informação (computadores, livros, jornais e revistas, por exemplo), ambientes direcionados ao estudo (quarto mobiliado, tranquilo e adaptado à função estudantil), rica experiência de vida (exemplarmente, visitas a teatros, cinemas e museus, além de viagens ao exterior), e, acima de tudo, *valores*.

Quanto ao último item, deve-se deixar claro que os valores familiares ou, ainda melhor, os valores humanos, enquanto reserva moral e ética, são fundamentos da consciência humana e constituem suporte ao desenvolvimento integral dos indivíduos e da sociedade como um todo. Sua vivência alicerça o caráter de cada pessoa e se reflete na conduta individual e coletiva. Daí a importância da família em transmitir, aos indivíduos, valores humanos, tais como

solidariedade, prudência, coragem e determinação, os quais constituem pedras angulares que apoiam as decisões que as pessoas irão tomar ao longo da vida.

Outro fato interessante é notar que filhos, cujos pais possuem educação em nível superior, são favorecidos pelo fato de estes possuírem maiores condições de orientar suas tarefas, bem como pelo círculo de amizades familiar que, amiúde, inclui pessoas de elevado nível cultural. Cite-se o caso de indivíduos que se tornaram cientistas por viverem desde a mais tenra idade em contato direto com a Ciência. Tal contato prematuro dava-se em âmbito familiar, uma vez que seus pais faziam parte atuante do meio científico, como no caso da vencedora do Prêmio Nobel de Química, Irène Joliot-Curie [1897-1956], filha de Maria Curie [1867-1934] e Pierre Curie [1859-1906], ambos vencedores da mesma honraria. Irène cresceu em um ambiente intelectual efervescente propiciado por seus pais e pelos amigos destes, tais como Jean Perrin [1870-1942] e Paul Langevin [1872-1946]. Os filhos destas famílias não frequentaram a escola primária; seus pais dividiram entre si a tarefa de educá-los, ensinando-lhes as linguagens do conhecimento ao ministrar aulas que iam das ciências exatas e da natureza à língua francesa, não se esquecendo do processo de formação cultural, associado a idas a museus, cinemas e bibliotecas (FARIAS, 2005, p.15).

8.3.2. A escola

Ramsden (1998) afirma que “*os alunos escolhem estudos de ciências quando pensam que isso lhes é útil pessoal e profissionalmente, e que tal é interessante*”. No entanto, a mesma autora assevera que a escolha pela área de prosseguimento de estudos – em nosso caso, a de formação básica de professores – depende, sobremaneira, dos interesses despertados no aluno em contexto escolar. Na escola, as interações mudam de escala. Enquanto, no lar, os alunos dividem a atenção dos responsáveis por sua educação (nem sempre os pais!) com mais um ou dois irmãos, em média, no ambiente escolar, a atenção dos professores é partilhada por certo número de alunos, quase sempre maior que quinze.

No Brasil³², à medida que se avança nos anos de escolaridade, há um aumento gradual no número de alunos por sala. O incremento é visto como natural, uma vez que o

³² Essa afirmação resulta de uma experiência pessoal de quase 30 anos na educação pública e privada, ministrando aulas nos estados de São Paulo, Minas Gerais e das trocas de experiências com professores de outras unidades da Federação durante os congressos.

processo de aprendizagem deve trazer algum tipo de autonomia aos alunos. Tal quadro pode variar de região para região, mas é uma tendência.

Até meados da década de 1980, o método de educação por transmissão era praticamente o único a ser utilizado nas escolas brasileiras. Acreditava-se que este método surtia bons efeitos, aplicado ao longo de décadas, pois todos os alunos se encaixavam dentro de um “tipo” ideal (decorrente da sociologia weberiana), uma vez que eram indivíduos enquadrados em um perfil universal (OLIVEIRA, 2009, p.10).

O aumento do número de teorias aplicadas ao ensino – elaboradas ao longo do século passado por Maria Montessori [1870-1952], Lev Vygotsky [1896-1934], Jean Piaget [1896-1980] e David Ausubel [1918-2008] – e a implementação de epistemologias racionalistas, proporcionaram o enquadramento do aluno na categoria de sujeito social, histórico e cultural. *O aluno passou a ser compreendido em seu contexto e respeitado em sua diversidade*. Com isso, os programas curriculares fechados foram sendo paulatinamente substituídos por parâmetros curriculares, *latu sensu*, mais amplos.

Entre outras diferenças, a comparação entre estudar em uma universidade brasileira bem situada no *ranking* do Ministério da Educação (MEC) e outra em posição menos favorecida nos faz entender que a massa crítica de estudiosos (professores e alunos) daquela pode criar condições melhores à (co)construção de saberes. Isso propicia discussões entre os membros desse grupo que, frequentemente, favorecem aprendizagem por parte dos alunos e melhor conceitualização. Com isso, a diferença entre um aluno que obtém uma nota final oito em disciplina cursada em universidade bem conceituada pelo MEC e outro que obtém dez em universidade pouco conceituada não pode ser mensurada apenas e tão somente por meio dos algarismos significativos que as estabelecem.

Experiências educacionais memoráveis são prazerosas e geram transformações. Oferecem aos estudantes mais conhecimentos e aptidões e um agradável senso de realização e reformulam suas expectativas. Nessas situações, os estudantes são levados por intensa motivação, que os impele a solucionar problemas desafiadores e são tomados de excitação diante de suas realizações. Orgulham-se do que fizeram, têm uma ideia mais clara de quem são e dispõem-se a assumir mais responsabilidades pela sua educação (SHNEIDERMAN, 2006, p.129).

8.3.3. A sociedade

O avanço das fronteiras do saber faz com que a ciência proporcione à sociedade uma melhor qualidade de vida, o que decorre da sofisticação da atividade humana em seus aspectos sociais, econômicos, culturais e artísticos. Com isso, os povos que não participam do desenvolvimento científico encontram-se impedidos de desfrutar das benesses proporcionadas pelo avanço nos padrões de qualidade de vida. Reverter a situação é tarefa difícil, pois criar cultura científica exige vontade política e grandes investimentos em educação e cultura, principalmente pelas carências advindas dos problemas que cada sociedade tem em gerar riquezas sem possuir o principal insumo para isso: o conhecimento. O desafio que se impõe é o de desatar este nó górdio.

Se forem comparadas as sociedades hoje existentes, pode-se vislumbrar a divisão, meramente didática e artificial, do mundo em dois blocos. De um lado, existe o mundo tecnologicamente avançado, caracterizado pelo domínio das técnicas, da ciência e das inovações tecnológicas, que pensa cientificamente, descobre, produz e empresta, vende ou sonega sua tecnologia a quem dela necessita. Por outro lado, há um mundo que se encontra totalmente alijado de tal domínio, e que só ouve falar em ciência quando alguma descoberta mais contundente é publicada pela mídia.

Nesse contexto, a ciência aparece como a única chance para um país se desenvolver, ‘bastando’ a este financiar pesquisas de algumas centenas de investigadores. Políticos e administradores públicos brasileiros parecem compartilhar desta visão ingênua, apesar das profundas objeções ao cientificismo do século XX. Para Marques (2010), parece claro que:

a ciência seja capaz de resolver problemas, de contribuir para o bem estar da sociedade, e mesmo se constituir no grande motor do desenvolvimento, mas as grandes, e eternas, questões não têm uma resposta científica. Aliás, nos dias atuais, os próprios pesquisadores sobre os aspectos epistemológicos da ciência já admitem suas próprias limitações (MARQUES, 2010).

A visão, que considera a ciência como patrimônio exclusivo de um seleto grupo de cidadãos encobre um erro fundamental de perspectiva. Fazer ciência é muito mais do que aplicar dinheiro em cientistas e laboratórios. Tais investimentos são necessários, mas não suficientes: quando bem sucedidos, geram bons investigadores, os quais se constituem em componentes indispensáveis para a expansão das fronteiras do saber. Por isso, torna-se

fundamental que os professores percebam que vivem em uma sociedade mutável, cuja velocidade de transformação é maior do que aquela que se verifica nos ambientes escolar e familiar. Empenhado no processo educativo, o professor deve estar atento a fatores como globalização e diversidade, além de possibilitar aos educandos formação básica, geral e profissional.

8.4. MASSA CRÍTICA DE PROFESSORES/INVESTIGADORES

Não foram muitas as tentativas para se consolidar uma massa crítica de professores/investigadores no Brasil. Uma delas, decorrente da promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), de 1996, trouxe inegáveis avanços à educação brasileira. Em uma tentativa de se elevar o nível do ensino superior acompanhada pela elevação do nível cultural e titularidade de seus docentes, a lei exigia que as universidades públicas e particulares tivessem, até 2004, pelo menos um terço de seu corpo docente com titulação acadêmica mínima de mestre ou doutor (BIZZOCCHI, 2009).

Em tese, a LDB levaria as universidades brasileiras a investirem em pesquisa científica e tecnológica. Esperava-se, por exemplo, a criação – no prazo recorde de oito anos – de uma massa crítica de professores/investigadores capazes de impulsionar a pesquisa científica nas instituições privadas em geral, bem como nas instituições públicas de regiões economicamente menos favorecidas do nosso território. Assim, seria garantida a atualização permanente de professores que, ao ensinar, pela conjugação de pesquisa e ensino, levariam os aprendizes a construir seus saberes (técnicos e culturais), contribuindo para a formação de melhores profissionais no nível superior. Interessante notar que a formação dos professores no Brasil quase sempre foi tratada em âmbito teórico, sem que se levasse em consideração que a aquisição de conhecimentos sugere profundas mudanças na estrutura conceitual (AUSUBEL, 2003) e de estratégias utilizadas na vida cotidiana, sendo estas, produtos de um longo processo de ensino/aprendizagem.

Afirmamos, portanto, ser inadiável a aquisição do conhecimento científico pela capacitação de profissionais capazes de entender que o saber não é produto natural e espontâneo de nossa interação com o mundo objetivo, mas “(...) que se trata de uma laboriosa construção social, (...) alcançada por meio de uma rede de ensino eficaz que saiba enfrentar as dificuldades desse aprendizado” (POZO e CRESPO, 2009, p.244).

Outra tentativa de se consolidar massa crítica de professores e investigadores no Brasil, apresentada pelo Governo de Minas Gerais, previa a criação dos polos de excelência, cujo principal objetivo era consolidar a liderança daquele estado no desenvolvimento sustentável dos setores estratégicos. Os polos visariam organizar e fortalecer as estruturas geradoras de conhecimento, tecnologias, formação de recursos humanos e prestação de serviços, para promoção do desenvolvimento sustentável de setores estratégicos, integrando competências institucionais para induzir o processo de desenvolvimento sustentável (Sectes-MG 2010).

As ciências são fundamentais para o desenvolvimento de um país. A importância destas depende bem mais da visão de mundo que a sociedade dá a ela do que da fração do Produto Interno Bruto (PIB) aplicada na compra de equipamentos tecnológicos de ponta – tão necessários à pesquisa. Desse modo, acredita-se que o fato de um país possuir uma comunidade científica constituída de uns poucos intelectuais não significa, necessariamente, que ele possua uma cultura científica de capaz de gerar conhecimento autoral.

É basilar que se aloquem recursos significativos, aplicados de modo intermitente (e inteligente) em programas de formação de professores e de investigadores. Com isso, seria possível obter, no menor tempo possível, grupos de pesquisa altamente qualificados, uma vez que nessas últimas duas décadas as transformações operadas pelo capitalismo no processo produtivo implicaram em profundas transformações na educação, uma vez que ocorreu a mudança da base produtiva eletromecânica para a microeletrônica, o que acarretou na exigência de novas competências para além daquelas restritas ao processo de “saber/fazer”.

Políticas totalmente desvinculadas da realidade social e de suas demandas não irão frutificar. O grande desafio para atingir a massa crítica de professores e pesquisadores é o de promover o crescimento econômico e a redução da desigualdade social, com o Estado tomando para si a responsabilidade de fazer crescer o nível de escolaridade geral da população (não considero a hipótese infundada de se atingir tal meta pela utilização de aprovações automáticas) e, com isso, a possibilidade de agenciar suas demandas e as de seu entorno. Com isso, seria possível garantir o aumento do número de indivíduos cientificamente alfabetizados em Ciência e Tecnologia e se caminhar, a passos largos, na direção desejada de uma sociedade verdadeiramente democrática e de uma *ciência para e por todos*.

CAPÍTULO 9

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo reúne as conclusões e considerações finais da tese utilizando-se de um artifício: partindo do Capítulo 8 (em que defendo uma política pública voltada para a formação de uma massa crítica de professores e pesquisadores que comunguem – ou venham a fazê-lo – com concepções transdisciplinares e poscolonialistas de ensino), recuo, capítulo por capítulo, apresentando as conclusões (referentes aos Capítulos 8, 7, 6, 5, 4 e 3 – nessa ordem), para, finalmente, responder à pergunta de pesquisa, proposta no Capítulo 2. Além disso, sintetizo as principais conclusões.

9.1. RESULTADOS OBTIDOS

Nos que diz respeito às *contribuições do ensino de Geociências para a formação de uma massa crítica de professores e investigadores* (Capítulo 8), é possível dizer que, na última década, está a ocorrer um esforço – principalmente por parte dos professores e gestores da educação – na tentativa de propiciar aos aprendizes condições dignas para a construção do conhecimento científico. Não é menos significativo que, somadas a esse esforço, as descobertas brasileiras de megacampo de gás e petróleo no nível estratigráfico do pré-sal estejam fazendo com que ocorra um aumento no número de estudantes à procura por cursos de graduação em Geologia, Geociências e áreas correlatas.

Contrariamente ao que foi dito nas eleições presidenciais de 2014, ainda hoje *a universidade não é para todos* – mesmo que em termos utópicos alguém possa imaginar ser possível levar todos os brasileiros às universidades públicas e privadas, seja por meio do Sistema de Seleção Unificada (SiSU) ou do Programa Universidade para Todos (ProUni). Em contrapartida, a educação é um direito e uma obrigação do Estado, que tem de proporcioná-la a todos, sem distinção, ou seja, *a educação, sim, é para todos*.

Entretanto, chama a atenção o fato de a ciência ainda ser pouco acessível à maioria da população, o que se constata pela baixa alfabetização científica. Os indivíduos, em geral, são considerados meros usuário dos sistemas, pois utilizam recursos energéticos e minerais sem que nada lhes seja falado sobre sua natureza, se é (ou não) renovável, escassa etc.

Desse modo, propõe-se que a comunidade acadêmica lute pela formação do professor engajado, que não se limite a ser mero facilitador do processo de (co)construção dos conhecimentos, mas interlocutor e parceiro de seus alunos no agenciamento de demandas, reiterando a importância da solidariedade e da responsabilidade pelo outro, uma vez que a divisão do trabalho dificilmente permite solucioná-las sem a ajuda de outros indivíduos, nos moldes determinados pelo atual processo de globalização.

Não basta que a ciência seja para todos; ela também deve ser por todos. Para isso, é desejável que cada indivíduo construa, ao longo de seu processo de formação, sua cidadania, desenvolvendo capacidades e habilidades que o tornem capaz de interrogar discursos normatizados e autoridades políticas, reivindicando direitos e honrando seus deveres e responsabilidades.

O aumento da massa crítica de cientistas pode fomentar não somente o interesse dos estudantes pelas ciências e pelo ensino de ciências. Mais que isso... pode levar cientistas a se interessar por *demandas sociais legítimas* (locais, a princípio, ou globais, ao fim), incentivando, por exemplo, pesquisadores e professores a se comprometer com o processo de ensino/aprendizagem e a alfabetização científica de populações ribeirinhas a respeito dos regimes fluviais, ou de moradores de áreas vulneráveis e de alto risco socioambiental sobre problemas cotidianos que podem atingi-los: do acúmulo de lixo a escorregamento de encostas, quando a pluviosidade aumenta e provoca um encharcamento do solo para além dos limites suportados pelas vertentes.

Abusos e incompreensões entre ciência e sociedade podem ser evitados se a população se tornar cientificamente formada e informada e, com isso, capaz de compreender as implicações das investigações das ciências. É lógico propor que, em troca da liberdade de pesquisar, os cientistas devessem explicar publicamente seus trabalhos, dando à população satisfação sobre o dinheiro investido em pesquisas.

A distribuição do conhecimento é desigual na sociedade. Seria fundamental, portanto, que todos os responsáveis pela proposição e gestão da política educacional (nos países, estados e municípios) percebessem que a escola é o lugar de (co)construção do conhecimento e que uma de suas funções primordiais é garantir a aprendizagem efetiva, para uma edificação mais democrática do conhecimento. Assim, quando a ciência tornar-se um tópico de interesse geral, se

sua estética (no sentido filosófico) e suas consequências sociais forem discutidas com competência e regularidade nas escolas, nas famílias e na sociedade, aumentam, sobremaneira, as possibilidades de compreender o mundo em suas múltiplas realidades.

No Capítulo 7, a respeito de vulnerabilidade e riscos socioambientais, analisei aspectos de problematização que surgiram na construção de um material didático proveniente da demanda dos estudantes, alguns dos quais moradores de área de risco. Construído de modo transdisciplinar, o material abordou o tema *desastres naturais*, notadamente *deslizamentos de terra*. Localizada na região nordeste do município de Campinas (SP), a área é vulnerável a este tipo de perigo devido à associação de dois fatores: declividade do terreno e regime de chuvas anuais.

Para entender a interação entre fatores, causas e incidência de deslizamentos, os estudantes buscaram informações sobre vulnerabilidade do local onde se situa a área de risco, número de moradores da área e suas realidades, geologia e pedologia locais, bem como dados meteorológicos (pluviométricos) e sua respectiva série histórica.

Na primeira e segunda fases do projeto, encerradas em meados de novembro de 2014, foram muitos os avanços sentidos. Nelas, foram promovidas problematizações profícuas entre os alunos e destes com os professores. Ao que tudo indica, o fato de alunos da comunidade comporem o grupo engajado no projeto abriu as portas da associação de moradores do bairro, tornando os moradores mais receptivos à atitude dos jovens, o que possibilitou um eficiente fluxo de informações relevantes para a área em estudo – das características fisiográficas do relevo à ocupação do terreno e à vulnerabilidade do local.

Um ponto de destaque foi o interesse dos jovens pelos aspectos científicos, que começaram a ser esclarecidos pela introdução do *folder* (volante) sobre os deslizamentos, e, além disso, pelas informações a respeito de problemas decorrentes da impermeabilização dos solos pelo asfaltamento de ruas, pela colocação de calçadas nas áreas internas às propriedades e pela falta de cobertura vegetal. Também há de se destacar que a eleição do *folder* como o melhor meio para a apresentação das atitudes a serem difundidas na comunidade revelou a sensibilidade dos jovens em transformar a *Cartilha de Atitudes Sustentáveis* em um documento pequeno, prático e objetivo. Um dos pontos altos da discussão entre os estudantes, e que mais os auxiliou na

construção do conhecimento, deu-se no momento em que perceberam a diferença e a dependência entre *perigo* e *risco*.

Tomando por base a área analisada e o fenômeno denominado *deslizamento* (ou desbarrancamento, como alguns alunos o chamavam), os jovens notaram que um fenômeno meteorológico extremo, que costumeiramente ocorre em uma determinada região e época conhecidas, gera uma *situação de perigo*. Se o fenômeno em questão ocorresse em uma área povoada, com possibilidade real de prejuízos em um determinado período, seria rotulado como uma real *situação de risco*.

Os estudantes notaram também que o risco não depende só do perigo e que a intensidade do perigo pode ser proporcional à do risco. Assim, em uma determinada situação de risco, é preciso considerar tanto o perigo quanto a vulnerabilidade do sistema que está na iminência de ser impactado. De um modo ou de outro, as atitudes dos jovens demonstraram sua preocupação em pôr em prática o que de mais importante construíram: seus próprios conhecimentos.

No sexto capítulo, intitulado *Método da Redescoberta e outras metodologias: convergências e confrontos*, críticas à pedagogia tradicional revelaram novas formas de se pensar a educação em Geociências. Nestas, o não domínio dos conhecimentos deixou de ser encarado como sinônimo de ignorância. O indivíduo à margem dos saberes politicamente eleitos como os que devem ser ensinados pela escola é aquele que sofreu algum tipo de rejeição por parte do sistema educacional ou pela sociedade como um todo.

A descoberta de que os indivíduos são diferentes e únicos fez com que a “marginalidade” não fosse explicada apenas por meio de diferenças étnicas, mas também por desigualdades relativas ao domínio do conhecimento, à participação dos saberes e ao desempenho cognitivo. As diferenças aqui citadas podem ser decorrentes de um processo desigual, heterogêneo e pouco democrático.

Sabe-se que currículos e propostas metodológicas de ensino consideradas inovadoras nos Estados Unidos, e que foram transplantadas para os estabelecimentos escolares brasileiros durante o primeiro quartel do século XX não democratizaram o conhecimento. Muito pelo contrário... elas foram aplicadas na educação formal dos filhos dos aristocratas locais (tanto lá quanto cá) e aprofundaram, ainda mais, a desigualdade social. A tendência do pensamento

educacional renovador firmou-se ao longo das décadas seguintes e tornou-se praticamente hegemônica no decorrer da década de 1970.

Se voltarmos às metodologias baseadas no *espírito da modernidade* anteriormente citadas, veremos que Dewey e seus seguidores duvidavam da validade de pensamentos dicotômicos e princípios absolutos. Para este autor, o ensino não podia se resumir a dualismos banais como teoria/prática, indivíduo/grupo, público/privado etc. Sua intenção era começar o planejamento curricular a partir das demandas e realidades das crianças para, então, reconstruir um debate que levaria à construção do conhecimento.

Como visto, o pós-modernismo e/ou pós-estruturalismo propõem uma visão social, pessoal e intelectual bem diversa do enfoque moderno. Sua visão intelectual, como se sabe, está baseada na dúvida pragmática, a qual decorre de qualquer decisão que não esteja fundamentada em metanarrativas, mas sim na experiência humana e na história local. Por isso, do ponto de vista pós-moderno, pode-se afirmar que a *ciência*, tal como defendida pelos positivistas, já se transformou em uma *fábula*.

A transformação citada foi consequência direta de sucessivos conflitos ocorridos em seu interior e que levaram à queda das grandes narrativas da ciência, ao surgimento de um novo paradigma científico e à legitimação das ciências por meio de um estatuto filosófico, transformado em metadiscurso. Estas três fases explicam, em parte, o processo que levou ao estabelecimento da postura pós-moderna, surgida no seio de uma sociedade que acreditava mais na pragmática dos jogos de linguagem do que nas *teses antropológicas* de Claude Lévi-Strauss, totalmente convergente à vertente estruturalista de Ferdinand de Saussure, e na *Teoria Geral dos Sistemas*, de Karl Ludwig von Bertalanffy.

Tanto no pós-modernismo/pós-estruturalismo, quanto no poscolonialismo, busca-se evitar a *essencialização* de conceitos científicos, os quais foram, por décadas, tomados como *verdades absolutas*, independentemente de estarem associadas ao paradigma válido apenas em um dado momento histórico. As verdades apresentadas pelo pós-modernismo revelavam à sociedade os dois lados de uma mesma moeda. Exemplarmente, isso ocorreu nos debates sobre a utilização da energia nuclear para a geração de energia elétrica, visando aumentar o conforto da humanidade (frente da moeda) e seu uso estratégico na fabricação de armas de destruição em massa (verso da mesma).

O enfoque poscolonialista, além disso, frisa a importância do direito à voz das diferentes pessoas, escapando a uma visão essencializada de que tudo deve ser feito de uma única maneira, chamada de ‘melhor’ ou ‘mais correta’. Mais que isso, essa visão acredita que não só os que foram colocados à margem devem falar como não se pode dar voz a estes por meio de outros. É preciso dar voz aos que estão à margem e não simplesmente falar por eles. O mesmo enfoque aceita a indeterminação inerente à complexidade defendida por Edgar Morin: busca uma integração rizomática que seja, a um só tempo, currículo/pessoa, mente/corpo, sujeito/objeto e geral/local.

A integração/religação dos saberes é um processo *vivo, criado e negociado*. Trata-se, portanto, de uma integração que depende, em parte, de nós, e das ações que tomamos. Assim, nos tornamos responsáveis por nosso futuro e pelo futuro dos outros. Adotar uma visão aberta provavelmente nos levaria a uma perspectiva e cosmologia mais ecológicas. E, por meio dessa concepção, poderíamos encontrar uma visão pessoal que nos auxiliaria a reconhecer que nosso senso de realidade e de identidades não tem significado quando tomados em separado. Apenas nos percebemos em termos dos “outros” e de nossa realidade no plano imaginário.

Por essa razão, devemos crer em uma política (curricular ou social) que dê voz às pessoas e não que fale por elas, que seja capaz de proporcionar a estas pessoas o direito ao agenciamento, não as encarando como meros atores no palco social, que desempenham papéis que lhes são imputados, que possa ser inclusiva ao dizer não ao processo de marginalização que as pessoas sofrem, tanto na sociedade quanto nas ciências, e que não negue à maioria destes cidadãos a chance de poder participar de decisões importantes que afetam, sobremaneira, suas vidas... E que, por vezes, definem suas mortes.

No Capítulo 5, intitulado *Método científico e controvérsias em Geociências*, evidencia-se o pleno acordo entre a visão de que a Ciência é um *corpus* que se movimenta e que, por sua inexorável mutação, tornou-se basilar para o estudo que aqui desenvolvi, o qual compartilha da ideia de fluidez do mundo atual.

Como afirmei, é necessário que todo professor ou pesquisador esteja pronto para mudar de lugar na sociedade. Apesar de não perder seu caráter pedagógico, assumiria, também, uma função social por meio de agenciamentos realizados de modo conjunto a outros cidadãos, fossem eles cientistas, seus próprios alunos ou uma comissão de moradores na busca do

atendimento de suas demandas. Ao compreender as necessidades, desejos e embates cotidianos existentes na sociedade (ou ainda na escola ou na comunidade científica a que pertence), o professor/pesquisador poderia, de modo autônomo, decidir as ações mais pertinentes para atender os interesses e escolhas da população. As ações citadas devem ser levadas a termo por sujeitos que *não* se comportem como ‘*dignos representantes comunitários*’ (vereadores, prefeitos, figuras de proa, profissionais ou acadêmicos atuando sozinhos), mas como cidadãos, cujo conhecimento coletivo respeite visões específicas da vida pública, da comunidade e do compromisso moral.

As ciências, assim como a educação e, nela, os currículos escolares, não podem ser demandas individuais, uma vez que a forma mais valorosa de edificação dos saberes é a comunitária, a qual visa à emancipação. Por isso, é importante que o coletivo esteja – e se sinta – representado na definição de metas e prazos de aplicação das políticas públicas, bem como ao seu controle, da avaliação do processo e resultado final.

No Capítulo 4, denominado *Transdisciplinaridade e poscolonialismo no ensino de Geociências*, afirmo que o projeto levado a termo foi apresentado segundo uma abordagem de ensino diferenciada, a ser assumida em um curso de Geociências. Consagrado, em algumas áreas, como a Linguística Aplicada, e não suficientemente investigada em outras, como a das Ciências da Terra, o poscolonialismo visa à construção do conhecimento de forma conjunta por alunos e professores, respeitando as diferenças e desigualdades entre os indivíduos.

Como assevero, tanto as diferenças quanto as desigualdades possuem íntima relação com os diversos tipos de saber. Nas salas de aula em que se ministram cursos transdisciplinares e convergentes com a postura poscolonialista, salienta-se aos alunos, logo no início do semestre, que tal abordagem exclui as ideias de dicotomia e totalidade, respeitando a de *complexidade* dos conhecimentos. Expõe-se ainda que a construção dos saberes (em seu sentido plural) ocorre por meio de constante relação dialógica (não dialética) entre o saber dos especialistas (coordenadores do curso, professores ou tutores) e dos que são colocados à margem do conhecimento (estudantes em processo de formação profissional ou professores em formação continuada, por exemplo).

Os alunos que participaram da pesquisa aqui desenvolvida se mostraram, a princípio, inseguros quanto aos resultados do processo de ensino/aprendizagem. Muitos alunos afirmaram, ao longo das aulas, que não se sentiam preparados para trabalharem sob uma

perspectiva tão desafiadora. O Capítulo 7, entretanto, é o seu próprio desmentido, uma vez que nele narram-se as atitudes que demonstram a adequação dos aprendizes e do professor a uma abordagem que não apenas incluiu todos os alunos, mas que visou, por meio de tal postura, promover condições que autores de seus agenciamentos e potencialmente capazes de transformar conhecimentos e realidades sociais.

O projeto revelou, pelo menos em parte, que o saber cotidiano é de suma importância na definição de novas abordagens para a construção de saberes. Para tal, mostrou-se que as ciências (e nelas incluímos as Ciências da Terra ou Geociências) estão a passar, desde o final do século XX, por uma crise paradigmática e que seu modelo epistemológico de viés pós-moderno, tal como definido por Lyotard, já parece superado.

No esteio desta nova vertente se instalou a transdisciplinaridade, que passou a ser vista como uma abordagem que transcende as relações entre as disciplinas, não impondo fronteiras aos diversos tipos de saberes. Como parte do conhecimento científico é passível de um processo de transposição didática, rapidamente buscou-se esmiuçar a transdisciplinaridade em seus múltiplos aspectos, o que acarretou em um forte crescimento no número de conferências internacionais sobre o tema.

Foi somente com os estudos poscolonialistas que se iniciaram as investigações sobre abordagens capazes de dar voz aos que se encontram à margem dos centros e cânones do/no processo educacional, que atendesse o mercado, os futuros profissionais e aqueles diretamente envolvidos em sua formação. Uma postura pautada pela interpenetração e ressignificação dos saberes cotidianos e científicos, conduzindo para novas racionalidades, nas quais os saberes não seriam privilégio de um, mas de vários.

O conhecimento científico e, como consequência, a educação em Ciências da Terra deveriam ser direitos inalienáveis a todos os indivíduos (tal como defendi no Capítulo 8), independentemente das condições físicas, intelectuais, sociais, emocionais ou linguísticas deles. A busca por tais condições, por parte dos futuros e atuais professores de Geociências, seria, possivelmente, uma das maiores recompensas do trabalho desempenhado pelo professor, que é o de aprender, tentando ensinar – o que obriga o professor/pesquisador a enveredar por um caminho novo, edificando seu próprio aprendizado e transformando-o em ensinamento.

Por fim, acreditamos que o mais importante resultado a se esperar – em um futuro breve – concerne à transformação do atual aluno em um cidadão de múltiplas competências, responsável, crítico e consciente de seus deveres. Que este aluno/futuro professor e pesquisador possa, assim, atuar como um agente de conhecimentos e mediador na construção de saberes.

A segunda questão, enunciada no Capítulo 2, diz respeito a como mediar esta construção, no contexto das diferenças entre alunos e as situações de aprendizagem (programadas em currículos) que, apesar do discurso, ainda priorizam um processo fragmentado, característico do ensino tradicional. Nesta perspectiva, dois princípios enunciados por Paulo Freire (1996) têm grande significância no que diz respeito a uma prática de ensino problematizadora: o compromisso por uma educação libertadora, no sentido do desenvolvimento da autonomia do indivíduo, e o princípio da dialogicidade, que pode ser entendido como exercício pedagógico constantemente relativo à prática pedagógica.

No Capítulo 3, intitulado *Problematizações e Controvérsias*, considere que na proposta da *Metodologia da Problematização* (MPr) há uma manifesta opção por este caminho. No entanto, também se nota forte tendência de se instrumentalizar a *Aprendizagem Baseada em Problemas* (ABP) com este enfoque – o que implicaria outra intencionalidade do processo formativo e a necessidade de ser voluntariamente incorporada pelo educador quando da implantação e utilização da ABP.

Argumento, em concordância com Paulo Freire e Boaventura de Sousa Santos, que o ato de educar o cidadão consiste em um processo que visa *ensinar a questionar seus próprios saberes*. Ou seja, ir além da transmissão de conteúdos, instigando o aprendiz a exercer reflexões críticas e transformadoras da realidade. O processo, mostrado como uma atividade a ser compartilhada entre professores/pesquisadores e educandos, esclarece que não há docência sem alunos, de tal modo que, sob esta perspectiva, *ensinar é uma atividade que não existe sem o ato de aprender*.

Quanto mais os educandos problematizam, tanto mais se sentirão desafiados a refletir. Desse modo, sendo a MPr uma abordagem historicamente determinada, crítica à não-neutralidade do PE/A e mais próxima ao contexto de trabalho mediado do que a ABP, afirma-se

que ela converge mais às nossas expectativas epistemológicas e sociológicas, sendo considerada como um processo de enfrentamento da realidade pelo cidadão.

A educação, tomada como prática de liberdade e vinculada ao conhecimento-emancipação (em oposição à prática de dominação, associada ao conhecimento-regulação), implica a negação do indivíduo abstrato, isolado e segregado do mundo, assim como a negação do mundo como uma realidade que não existe sem a presença da humanidade. A reconstrução da prática social emancipatória só pode ocorrer se os educandos forem levados a pensar e se rebelar contra tudo que se opõe a tal reconstrução, sem esquecer que é preciso desenvolver capacidades que salvaguardem valores, práticas e saberes filiados a outras abordagens tão úteis ao processo de reflexão, como os temas transversais associados à abordagem interdisciplinar.

Quando os indivíduos interagem com os objetos do conhecimento, para melhor entender os fenômenos que constituem a realidade da qual fazem parte, passamos a compreender, de modo mais amplo, a importância das concepções prévias, do conhecimento cotidiano dos alunos. A abordagem transdisciplinar do ensino de Geociências e a produção dos saberes podem ser mais significativas se forem associadas à análise de controvérsias e de ‘obstáculos epistemológicos’ a serem superados no processo de problematização.

Uma proposta de ensino problematizadora instiga os aprendizes a construir criticamente os conhecimentos científicos, considerando que, na condição de cidadãos, têm suas relações cotidianas, profissionais e sociais contemporâneas influenciadas por ciência, tecnologia e inovação. Assim, a função dos mestres está em reconhecer os obstáculos epistemológicos dos estudantes e, por meio de rupturas relativas ao conhecimento cotidiano, possibilitar uma eficiente reflexão sobre o conhecimento e as aplicações da tecnologia, levando-os a romper com o saber cotidiano e a transitar pelo conhecimento científico, exposto constantemente às controvérsias e à problematização (tal como afirma o título desta tese). Entretanto, reconhecer os obstáculos que dificultam o processo de ensino/aprendizagem não é suficiente.

É fundamental que o professor identifique as barreiras inerentes às práticas e metodologias pedagógicas da sala de aula. Problematizar o saber (tal como visto no Capítulo 7) é uma estratégia ou abordagem essencial para superar as limitações até mesmo no âmbito do ensino superior. Parece claro que a questão não é somente problematizar, mas compreender o que deve ser feito e o porquê de fazê-lo.

Por essa razão, mais do que se preocupar em formar profissionais competentes para o mercado, o professor deveria saber como aliar valores éticos à formação profissional e científica dos alunos, demonstrando a importância de um compromisso intelectual e político do educador frente às práticas inclusivas e à aceitação das diferenças em termos culturais, sociais e científicos.

9.2. RESPONDENDO A PERGUNTA DE PESQUISA

A pergunta de pesquisa foi assim formulada no Capítulo 2:

Como controvérsias e problematizações podem compor uma epistemologia transdisciplinar para o ensino de Geociências?

Quando um educador busca novas formas de ensinar seus alunos, superando a tradição do método de emissão/recepção, busca abordagens que possam motivar seus alunos a aprender. Nas universidades, as mais comentadas são as construtivistas de caráter interdisciplinar. Centradas prioritariamente na relação professor/aluno, visam fomentar a reflexão e a construção de conhecimentos sobre determinados assuntos, utilizando a transversalidade temática.

Ao modificar a abordagem, de interdisciplinar para transdisciplinar, amplia-se a responsabilidade dos professores em orientar as ações levadas a cabo pelos estudantes, e agregam-se capacidades múltiplas a outras de que os educadores já dispunham. Além disso, reforça-se a missão dos professores em interferir/mediar a construção do conhecimento científico. Nesse contexto, optei por discutir o papel das controvérsias científicas e da problematização no ensino de Geociências. Assim, as controvérsias científicas são compostas por aspectos históricos, sociais e ideológicos únicos e próprios. Por serem historicamente datadas, possuem um caráter singular, que depende do contexto social em que se instalam. Controvérsias podem contrapor opiniões divergentes tanto do ponto de vista científico quanto cultural ou religioso, mas, ao se associar a uma ideologia, podem corresponder ao embate entre uma concepção hegemônica e uma ideia contra-hegemônica inédita ou ressignificada.

O trabalho também assevera que o ambiente problematizante não serve somente para que os alunos revejam conceitos. Ele deve promover nos alunos uma *inquietação epistemológica*, que os leve a aprender pelo questionamento dos conhecimentos aprendidos, fazendo com que se perguntem como os saberes são produzidos (contexto social que possibilitou

tal *fato*), compreendendo historicamente sua gênese (aspectos histórico), os nexos que mobilizam (aspectos filosóficos) e como se dá a construção e a aplicação do saber.

As controvérsias (científicas ou não) e a problematização, ao se referirem à complexidade presente nos mais diversos níveis de realidade, ampliam e aprofundam a disposição que os envolvidos no processo de ensino/aprendizagem (professores, alunos, gestores etc.) têm para pensar e produzir nexos acerca dos conhecimentos, seus modos de produção, sua utilização e suas consequências.

Do ponto de vista pedagógico, tanto as controvérsias quanto a problematização podem ajudar no processo de ressignificação dos conhecimentos e de compreensão e respeito às diferentes construções culturais. Desse modo, o que os alunos edificam deve constituir um fator primordial para a formação da cidadania.

9.3. SÍNTESE DAS CONCLUSÕES

As proposições contidas nesta tese, por seu caráter geral, poderiam ser aplicadas a qualquer curso superior de graduação, mas nas Geociências existe uma chance inestimável de formar profissionais capacitados, aliada à formação de cidadãos responsáveis. Para isso, é necessário que se ofereça formação científica em sintonia com novas tecnologias e metodologias de ensino aos estudantes.

A resposta à pergunta de pesquisa revela claramente a real importância de se incluir as Geociências no ensino, da educação básica à superior, notadamente no campo da formação de professores/pesquisadores, pois uma questão primordial da educação é conhecer e respeitar o funcionamento do planeta, para garantir a sobrevivência das futuras gerações. Dar subsídios para que os licenciados desenvolvam seu trabalho como eficientes mediadores e multiplicadores dos saberes envolve um desafio de grande porte: eles devem ter acesso não apenas aos princípios e teorias das Geociências, mas também aos diferentes tipos de disciplinaridade.

De todas as disciplinaridades por mim assumidas e/ou investigadas ao longo de três décadas dedicadas ao magistério, a abordagem transdisciplinar – estudada há pelo menos duas décadas no Brasil – é a que pode conduzir a um processo mais efetivo de construção conceitual, apesar de necessitar de maior tempo de preparo e discussões: (a) o enfoque

transdisciplinar parte de demandas e interesses dos alunos, o que envolve negociação política na definição dos objetos de investigação; (b) mais do que os aspectos relacionais entre as ciências, o enfoque transdisciplinar remove as barreiras epistemológicas entre disciplinas, tratando cada assunto a partir do conhecimento cotidiano dos alunos e de suas necessidades, e buscando transformar seus agenciamentos em modos mais eficientes de (co)construção dos saberes por meio da produção de materiais didáticos autorais.

No período em que trabalhei em minha dissertação de mestrado, elaborei uma série de atividades de caráter interdisciplinar. Até mesmo temas instigantes associados a assuntos estratégicos (recursos do pré-sal), político-econômicos (distribuição dos *royalties* do petróleo), sociais (gestão de áreas litorâneas), legais (extensão e delimitação da Plataforma Continental Jurídica Brasileira) e científicos (vida marinha e climatologia, entre outros) foram insuficientes para motivar a maior parte dos alunos a estudar a temática proposta, o que se constatou por meio da correção das atividades (realizadas em sala e completadas em casa) e das questões relativas ao tema presentes na segunda avaliação da disciplina Ciência do Sistema Terra I^{33,34}.

Entretanto, ressalvo que todas as disciplinaridades possuem importância. Por isso, retomo a epígrafe presente no Capítulo 8 para, em seguida, parafraseá-la: “Há homens que lutam um dia e são bons, há outros que lutam um ano e são melhores, há os que lutam muitos anos e são muito bons. Mas há os que lutam toda a vida e estes são imprescindíveis” (Bertold Brecht). A *multidisciplinaridade* interessa à pesquisa científica por conduzir à exploração do objeto; a *interdisciplinaridade* é relevante, porque, além de tudo, vislumbra soluções, propiciando o surgimento de novas aplicações, disciplinas e epistemologias, mas a *transdisciplinaridade* é *imprescindível*, porque pode restituir a integridade ao sujeito, colaborando na recriação de sua universalidade por meio da Educação.

Assim, por acreditar que a abordagem transdisciplinar dá conta de bem explicar o mundo atual, sustento que os locais em que o processo pedagógico se realiza são privilegiados

³³ Verificou-se posteriormente que estes alunos consideraram o tema relevante para sua formação, mas que, naquele momento, seu foco de atenção estava voltado para a aprendizagem de conteúdos técnicos, visando suprir as deficiências relativas a aspectos importantes das Geociências e que não constavam dos temas desenvolvidos no ensino básico. Portanto, os temas de cunho geral, como o da atividade proposta, não faziam parte de suas demandas naquele momento.

³⁴ Naquela época, provavelmente em decorrência da divulgação das notícias sobre o pré-sal, alguns alunos pareciam saber que a PCB havia se formado por meio de um longo processo que durou muitos períodos geológicos. Contudo, eles não apontavam qualquer referência ao fato de o processo geológico ainda estar em curso e nem ao menos um único, sequer, demonstrou saber qual a sequência de eventos que levou à formação da PCB e do Atlântico Sul.

para o exercício da própria transdisciplinaridade: esta acata, apoia, enaltece e solicita as demais disciplinaridades. Isso sintetiza a importância das controvérsias e da problematização no ensino, e, mais especificamente, no PE/A em Geociências.

Outra conclusão possível é que as ciências humanas podem (e devem) ser integradas ao estudo das ciências, não apenas por revelar novas abordagens, mas por resistir à separação entre sujeito e objeto defendida pelo método cartesiano, e por preferir compreender o mundo em lugar de tentar dominá-lo. A utilização da abordagem transdisciplinar nas ciências mostra que ao religaram-se os saberes pela remoção das barreiras epistemológicas e pedagógicas, religam-se também os objetos de estudo das ciências e os agentes (sujeitos) responsáveis por seu desenvolvimento, não importando a que área pertençam. A unicidade de saberes coloca em pé de igualdade os profissionais de todos os tipos de ciências – exatas, econômicas, biológicas, sociais; em nosso caso, todos os diretamente envolvidos em investigar, compreender e ensinar ciências da Terra. A epistemologia das ciências é capaz de auxiliar o processo de disseminação das concepções desta tese, via formação de uma massa crítica de professores e investigadores. Por isso, a vertente externalista, que desvela as controvérsias científicas e a emergência de teorias aceitas pelos cientistas, estabelecendo relações com o mundo à sua volta, e a vertente internalista, que problematiza o lugar teórico do qual falamos, são fundamentais nesse processo.

As vertentes externalista e internalista devem ser apresentadas aos estudantes, por estarem presentes na edificação do saber. O importante é não essencializar as abordagens associando-as a uma dada vertente, ou seja, *pensar que todo aspecto relativo às controvérsias é externalista e que a problematização é sempre internalista*. Por essa razão, sempre haverá uma possibilidade de religar os saberes, desessencializando-os.

Se for do desejo do professor utilizar métodos como o da Descoberta (MD) ou o da Redescoberta (MR), deverá antecipar aos seus alunos que não há linearidade no processo de (co)construção dos conhecimentos, sendo estes emergentes na interação entre os conceitos (científicos ou não) pré-estabelecidos e as informações recebidas.

Aos responsáveis pela formação inicial de professores deve-se mostrar que a utilização de uma dada técnica para a resolução de problemas não se estende a quaisquer situações. Como exemplo, pode-se discutir a importância da Teoria Geral dos Sistemas ao mesmo tempo em que se pode problematizá-la. Alguns a defenderão, por acreditarem que sua relevância

liga-se ao fato de produzir teorias e formular conceitos; outros a atacarão, uma vez que não faz parte de suas metas a busca por solução de problemas ou soluções práticas.

Enquanto buscava estruturar meus trabalhos a partir dos preceitos teóricos do poscolonialismo, muitas vezes fui interrogado a respeito da divisão do conhecimento em disciplinas. Sendo o mundo e as práticas sociais cada vez mais perpassadas pela nova compreensão de espaço-tempo trazida pela modernidade tardia e pelos fluxos de toda ordem, não faz sentido manter as barreiras que cercam as disciplinas, como se cada uma delas fosse capaz de explicar a complexidade dos novos tempos.

Importante conclusão deste trabalho surgiu durante uma das aulas em que se tratava da afiliação à abordagem transdisciplinar (Capítulo 7). Questionado se problematizar é revelar “o outro lado da moeda”, respondi: Uma moeda tem dois lados. Ambos são partes da mesma moeda, possuem a mesma direção, mas em sentidos opostos. Problematizar é tornar visíveis diferentes posicionamentos, sejam eles inerentes à pessoa ou ao mundo natural, tratados como paradigmas científicos ou como parte de nosso senso comum. Eles até podem parecer pares de oposição, mas, postos no caleidoscópio das problematizações, são potencialmente capazes de lançar luz nas mais diversas direções.

O futuro e o atual professor devem não somente refletir sobre as abordagens, mas mostrar aos estudantes alguns exemplos de controvérsias científicas, dando especial atenção à contribuição destas para o avanço das ciências. Uma vez que problematizar também faz parte das abordagens a serem ensinadas, é recomendável discutir sobre *subjetividade*, uma vez que escolher determinada controvérsia em detrimento de outras revela uma posição epistemológica – e política – do professor.

É inadiável a formação de professores engajados, capazes de ir além da construção de conhecimentos, para mostrar aos alunos a importância do ato de detectar e resolver necessidades coletivas, não apenas em nível local, mas também em nível global. Assim, quando a ciência tornar-se tópico de interesse geral, se sua estética (no sentido filosófico) e suas consequências sociais forem discutidas com competência e regularidade nas escolas, nas famílias e na sociedade, aumentaremos, sobremaneira, as possibilidades de entender o mundo nos mais diversos níveis de realidade.

REFERÊNCIAS

ADAMS, Frank D. **The birth and development of the geological sciences**. New York: Dover Publications, 1954. 506p.

AMORIM, Raul R.; OLIVEIRA, Regina C. Análise geoambiental dos setores de encosta da área urbana de São Vicente. **Sociedade & Natureza**, vol. 19, n. 2, 2007, p. 123-138.

ANGUITA, Francisco. El power point en el aula (de geología): ¿punto y final del aprendizaje crítico? **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, vol. 13, n. 2, 2005, p. 190-192.

ARANHA, Maria L. de A. **História da Educação**. São Paulo: Moderna, 1992. 288p.

AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lígia Teopisto (trad.). Lisboa: Plátano Editora Técnica, 2003. 222p.

BACCI, Denise L.C. 2009. A contribuição do conhecimento geológico para a educação ambiental. **Pesquisa em debate**, v.6, n.2, pp.1-23, jul-dez. 2009.

BACHELARD, Gaston. **Epistemologia**. Barcelona: Anagrama, 1973. 254p.

BARBOSA, Ronaldo. **Projeto Geo-Escola: recursos computacionais de apoio ao ensino de geociências nos níveis fundamental e médio**. 2003. Campinas: Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas. 105p. (Dissert. Mestrado Geociências, CD-ROM).

BAKER, Victor R. Presidential Address. Geosemiosis. **GSA Bulletin**, v. 111, n. 5, p. 633-645, 1999.

BAUMAN, Zigmunt. **Modernidade líquida**. Plínio Dantzien (trad.). Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editores, 2001. 260p.

_____. **Identidade**. Carlos Alberto Medeiros (trad). Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 112p. 2005.

BERBEL, Neusi A.N. A metodologia da problematização e os ensinamentos de Paulo Freire: uma relação mais que perfeita. In: BERBEL, Neusi A.N. (org.). **Metodologia da Problematização: fundamentos e aplicações**. Londrina: Ed. UEL, 1999. pp. 1-27

BERGSON, Henri. **Matéria e Memória** – Ensaio sobre a relação do corpo com o espírito. São Paulo: Editora Martins e Fontes, 1990/1896. 284p.

- BERTALANFFY, Karl L. **Teoria geral dos sistemas**. Francisco M. Guimarães (trad). Petrópolis: Ed. Vozes, 1973. 351p. (Coleção Teoria de Sistemas; v.2)
- BHABHA, Homi K. **O local da cultura**. Myriam Ávila, Eliana L.L. Reis e Glaucia R. Gonçalves (trad). Belo Horizonte: UFMG, 2007. 395p.
- BIZON, Ana Cecília C. **Narrando o exame Celpe-Bras e o convênio Pec-G: a construção de territorialidades em tempos de internacionalização**. 2013. 445f. Tese (Doutorado em Linguística Aplicada) Instituto de Estudos da Linguagem, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.
- BIZZO, Nélio M. V. **Ciências: fácil ou difícil?** São Paulo: Ed. Ática, 1999. 144p.
- BIZZOCCHI A. 2009. A nova Lei de Diretrizes e Bases da educação e a pós-graduação. Disponível no URL: <http://www.aldobizzocchi.com.br/artigo17.asp>. Acesso em 25.11.2010.
- BOLTOVSKOY, Esteban. **Los foraminíferos recientes**. Buenos Aires: Editorial Universitária (Eudeba), 1965. 509p.
- BORDAGE, Georges. Elaborated knowledge: a key to successful diagnostic thinking. **Acad. Med.**, v. 69, p. 883 – 885, 1994.
- BORDENAVE, Juan D.; PEREIRA, Adair M. **Estratégias de ensino-aprendizagem**. 19ª ed., Petrópolis: Editora Vozes, 1998.
- BORRÓN, Juan C.G. **A filosofia e as ciências: métodos e processos**. Lisboa: Teorema, 198p. 1988.
- BOURDIEU, Pierre; CHAMBOREDON, Jean-Claude; PASSERON, Jean-Claude. 2002. 3 ed. **A profissão do sociólogo**. Guilherme J. F. Teixeira (trad). Petrópolis: Vozes, 328p.
- BRANDWEIN, Paul F.; COOPER, Elizabeth K.; BLACKWOOD, Paul E.; COTTON-WINSLOW, Margaret; BOESCHEN, John A.; GIDDINGS, Morsely G.; CARIN, Arthur A. **Concepts in science**. New York: HBJ Publishers, 1980. 348p.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 1997. 126p.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Superior. Comissão Assessora para educação superior a distância. **Relatório final**. Brasília, agosto de 2002. 37p. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/EAD.pdf>. Acesso em 20 nov. 2013.

BRASIL. **Decreto 5.622, de 19.12.2005**. Regulamenta o art. 80 da Lei no. 9.394/96, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional (LDB) e define legalmente educação a distância. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2005/Decreto/D5622.htm. Acesso em 21 nov. 2013.

BRASIL. **Decreto 5.773, de 9.5.2006**. Dispõe sobre o exercício das funções de regulação, supervisão e avaliação de instituições de educação superior e cursos superiores de graduação e sequenciais no sistema federal de ensino. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/legislacao/decreton57731.pdf> . Acesso em 13 out. 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Ensino a Distância. **Referenciais de qualidade para a educação superior a distância**. Brasília, agosto de 2007. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/legislacao/refead1.pdf>. Acesso em 02 dez. 2013.

BUCCI, Maria P.D. 2013. Erro de percurso. **Folha de São Paulo**. Tendências/Debates, p. 3. 28.07.2013.

CARNEIRO, Celso D.R., TOLEDO, Maria C.M., ALMEIDA, Fernando F. M. de. Dez motivos para a inclusão de temas de Geologia na Educação Básica. **Rev. Bras. Geoc.**, vol. 34, n. 4, out-dez 2004. p.553-560.

CARVALHO, Ângela M. R. **O tutor na formação de professores a distância**: saberes que fundamentam a prática tutorial na experiência do Curso de Pedagogia a distância da UNIRIO. 2005. Mestrado (Dissertação). Faculdade de Educação/UFF.

CARTA DA TRANSDISCIPLINARIDADE. In: NICOLESCU, Basarab. **O manifesto da transdisciplinaridade**. São Paulo: Triom, 2001.

CAVALCANTI, Marilda C. Metodologia da pesquisa em linguística aplicada. **Intercâmbio**, n. 1, p. 41-48, 1990.

_____. Um olhar metateórico e metametodológico em pesquisa em linguística aplicada: implicações éticas e políticas. In: In: MOITA LOPES, Luiz P. (Org.) **Por uma linguística aplicada indisciplinar**. São Paulo: Parábola editorial, 2006.

CERQUEIRA, Hugo E.A.G. 2006. A mão invisível de Júpiter e o método newtoniano de Smith. **Estud. Econ. São Paulo**, v.36, n.4, p. 667-697, out./dez. 2006.

CHAMBERLAIN, Thomas C. The method of multiple working hypotheses. **J. Geol.** 1887. (Reproduzido em Science, n. 148, p.754-759. Disponível em <http://arti.vub.ac.be/cursus/2005-2006/mwo/chamberlin1890science.pdf>. Acesso em 12 ago. 2013.

COIMBRA, José A. A. Considerações sobre a interdisciplinaridade. In: **Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais**. São Paulo: Signus, 2000, pp. 52-70.

CUELLO-GIJÓN, A. La geología como área interdisciplinar. **Henares, Rev. Geol.**, Madrid, n. 2, 1988, pp. 367-387.

CUNHA, José M.P.; JAKOB, Alberto A.E.; HOGAN, Daniel J.; CARMO Roberto, L. A vulnerabilidade social no contexto metropolitano: o caso de Campinas. 2004. Disponível em: http://www.abep.nepo.unicamp.br/site_eventos_abep/pdf/abep2004_49.pdf. Acesso: 28 set. 2014.

DAVIES, Brown; HARRÉ, Rom. Positioning and Personhood. In: HARRÉ, Rom; LANGENHOVE, Luk van. **Positioning theory: moral contexts of intentional action**. Malden: Blackwell Publishers, 1999. 216p.

DECLARAÇÃO de BOLOGNA. 19 Jun. 1999. Cria o Espaço Europeu de Ensino Superior. Disponível em http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/links/language/1999_Bologna_Declaration_Portuguese.pdf. Acesso em 25 out. 2014.

DEFESA CIVIL. **Volante sobre deslizamento**. 2013. Disponível em http://www.campinas.sp.gov.br/governo/chefia-de-gabinete-do-prefeito/defesa-civil/volante_deslizamento.pdf. Acesso 08 abr. 2014.

DELEUZE, Gilles; GUATTARI, Félix. **Mil Platôs: Capitalismo e Esquizofrenia**. v.2. Trad. Ana L. Oliveira e Lúcia C. Leão. Lisboa: Ed. 34. 2007. 112p.

DEMO, Pedro. **O porvir: desafios das linguagens do século XXI**. Curitiba: Ibpx, 2007. 189p.

DEWEY, John. **Democracia e educação: capítulos essenciais**. São Paulo: Ática, 2009. 168p.

DUIT, R. **Investigações em ensino de ciências**. 1996. Disponível no URL: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/N1/3artigo.htm>. Acesso em 20 jan. 2012.

ESCP – **Earth Science Curriculum Project**. São Paulo: McGraw-Hill, 1973. 434p. (vol.1)

FABRÍCIO, Branca F.; MOITA LOPES, Luiz P. A dinâmica dos (re)posicionamentos de sexualidade em práticas de letramento escolar. Entre oscilações e desestabilizações sutis. In: MOITA LOPES, Luiz P. e BASTOS, L. C. (Orgs.). **Para além da identidade**. Fluxos, movimentos e trânsitos. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2010.

FARIAS, Robson F. **Para gostar de ler a História da Química**. 2 ed. Campinas: Ed. Átomo. 100p. 2005.

FAZENDA, Ivani C. A. (org). **Práticas interdisciplinares na escola**. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 1993. 229p.

_____. **Interdisciplinaridade**: um projeto em parceria. São Paulo: Loyola, 1991. 119 p.

FERREIRA, Maria Elisa M.P. Ciência e interdisciplinaridade. In: FAZENDA, Ivani C. A. (org.). **Práticas interdisciplinares na escola**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 1993. pp.19-23.

FRANCO Jr., Hilário. **A Idade Média**: o nascimento do ocidente. São Paulo: Brasiliense, 1986. 204 p.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: Saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996. 165 p.

_____. **Pedagogia do Oprimido**. 38a. ed., Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2004/1974.

FRODEMAN, Robert. Geological reasoning: Geology as an interpretive and historical science. **Bulletin of the Geological Society of America**, v.107, n.8, 1995, pp. 960-968

_____; TURNER, Christine. Geology in a post-industrial society. **J. Geosc. Educ.**, v.44, p.36-37, 1996.

_____. A epistemologia das Geociências. In: MARQUES, Luís; PRAIA, João. (coord.). **Geociências nos currículos básico e secundário**. Aveiro: Universidade, p.39-57. 2001

FUGANTI, Luiz. **Agenciamento**. 2010. Disponível no URL: <http://escolanomade.org/pensadores-textos-e-videos/fuganti-luiz/agenciamento>. Acesso em 02 ago. 2013.

GEIKIE, Andrew. **Founders of Geology**. 2 ed. New York: Dover Publications, 1962. 486p.

GOMES, Erika R.B.; CAVALCANTE, Ana C.S. Desastres naturais: perdas e reações psicológicas de vítimas de enchente em Teresina-PI. **Psicologia & Sociedade**, vol. 24, n. 3, 2012, p.720-728.

GONÇALVES, Pedro W. **O exemplo da montagem histórica: tempo profundo**. Campinas: Instituto de Geociências/Unicamp, 2009. 17p. Disponível no URL: http://www.ige.unicamp.br/site/aulas/119/filoCie_10_2p20.pdf. Acesso em 12 out. 2014.

GUIDENS, Anthony. **As consequências da modernidade**. São Paulo: Ed. Unesp, 1991.

HALL, Stuart. **Identidade cultural na pós-modernidade**. Tomas Tadeu da Silva e Guacira Lopes Louro (trad). 11ª ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2006. 102p.

HALLAM, Anthony. **Great geological controversies**. 2 ed. Essex: Oxford Science Publications, 1989. 244p.

HARVARD UNIVERSITY. **A Report on the Harvard College Curricular Review**. Cambridge: Faculty of Arts and Sciences, 2004. 67p.

HOUAISS A. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa** Rio de Janeiro: Ed. Objetiva. 2001. pp.351.

HUTTON, James. **Theory of the Earth: with proofs and illustrations**. Edinburgh: Cadell and Davies, 1795. 2v. E-text: Robert Shimmim and Renald Levesque. Disponível no URL: www.gutenberg.org/files/12861/12861-h/12861. Acesso em 29 dez. 2014.

JAMESON, Robert. **System of mineralogy**. Edinburg: Guthrie & Tait, Publishers, 1808. 597p. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=rdATAAAAYAAJ&pg=PA206>. Acesso em 21 fev. 2014.

JAPIASSU, Hilton. **Questões epistemológicas**. São Paulo: Imago, 1981, 173p.

J.H.J. – (JOHN HARVARD'S JOURNAL). Interview with Lawrence H. Summers. **John Harvard's Journal**, v. 104, n. 3, p. 55-59, janeiro-fevereiro 2002

KANT Immanuel. **Fundamentação da metafísica dos costumes**. Antonio Pinto de Carvalho (trad). Rio de Janeiro: Companhia Editora Nacional, 1964. 141p.

KOLL, Marta de O. **Vygotsky: Aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico**. Scipione: São Paulo, 1995. 81p.

KORTE, Gustavo. **Iniciação à Ética**. Ed. Juarez de Oliveira. 1999. Disponível no URL: <http://www.gustavokorte.com.br/publicacoes/>. Acesso 4.jun.2008.

KRASILCHIK, Myriam. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 14, n. 1, pp. 85-93. Mar. 2000. URL: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sciarttext&pid=S0102883920000001010&lng=en&nrm=isso>. Acesso em 23 jan. 2012.

KUHN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas**. Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira (trad.). 4 ed. São Paulo: Perspectiva, 1996. 257p. (Série Debates)

LE GOFF, Jacques. **O maravilhoso e o cotidiano no ocidente medieval**. Lisboa: Edições 70, 1990. p.14-235.

LE GOFF, Jacques. **História e memória**. Campinas: Unicamp, 1996. 544p.

LÉVY Pierre **As tecnologias da inteligência**: o futuro do pensamento na era da informática. Carlos I. Costa (trad). Rio de Janeiro: Ed. 34. 1993.208 p. (Coleção TRANS).

LÉVI-STRAUSS, Claude. **Antropologia estrutural II**. Maria do Carmo Pandolfo (trad) Rio de Janeiro: Tempo brasileiro, 1976. 366p.

LOPES Alice R.C. **Conhecimento escolar, ciência e cotidiano**. Rio de Janeiro: Editora UERJ, 1999. 236p.

_____. Política de Currículo: recontextualização e hibridismo. **Currículo sem Fronteiras**, vol. 5, n. 2, pp. 50-64, jul/dez 2005. Disponível no URL: <http://www.curriculosemfronteiras.org/vol5iss2articles/lopes.pdf>. Acesso em 21 jan. 2012.

LITTO, Fredric M. A evolução transdisciplinar da educação: contribuindo para o desenvolvimento sustentável da sociedade e do ser humano (Resumo do projeto) In: MELLO, Maria F. de; BARROS, Vitória M. de; SOMMERMAN, Américo. **Educação e transdisciplinaridade II**. São Paulo: Triom, 2002. pp 203-208.

LYOTARD, Jean-François. **A condição pós-moderna**. São Paulo: José Olympio, 2002. 136p.

MAHER, T. M. O desejo de retorno da língua (quase) perdida: professores indígenas e identidade linguística. **Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 19, n. 33, p. 147-158, jan./jun. 2010.

MARANDOLA Jr., E. J. **Habitar em risco**: mobilidade e vulnerabilidade na experiência metropolitana. 2008. 278f. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

_____. Vulnerabilidade do lugar: construção de um objeto e de uma metodologia em população e ambiente. **Textos NEPO**, v.62, p.13-22, 2011.

MARQUES Luís F. **A Educação em Ciência**: do seu enquadramento na sociedade do século XXI, a uma formação de professores de ciências exigente e continuada. 2010. 14p. (mimeo)

MARTINE, G. O lugar do espaço na equação população/meio ambiente. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v.24, n.2, p.181-190, jul./dec.2007.

MARTINS, José R.S.; CARNEIRO, Celso D.R. **Plataforma continental**: um conceito em debate. Campinas: Instituto de Geociências, mar. 2009. 16p. (mimeo).

_____. **Plataforma continental jurídica**: incorporação ao território nacional e ao ensino de Geociências. Campinas: IG/Unicamp. 2010, 99f. (Dissertação de Mestrado).

_____; GONÇALVES, Pedro W., CARNEIRO, Celso D.R. O ciclo hidrológico como chave analítica interpretativa de um material didático em Geologia. **Ciência & Educação**, v.17, n.2, 2011, pp.365-382.

_____. A construção do conhecimento químico por meio de metodologia poscolonialista. In: Pereira, Elisabete M.A.; Celani, Gabriela; Grassi-Kassisse, Dora M. (org.). **Inovações curriculares**: experiências no ensino superior. Campinas: FE Unicamp. pp. 121-140, 2012.

_____; CARNEIRO, Celso D.R. Plataforma continental jurídica, recursos do pré-sal e ensino de Geociências. **Terræ**, v. 9, n. 1-2, 2012, pp.61-109.

_____. **A introdução da experiencição e da história das ciências** – A termoquímica do Lançador Termodinâmico de projéteis no ensino de Química. Campinas: IQ/Unicamp. 2014a, 158p. (Dissertação de Mestrado).

_____. Ensino de Geociências: uma experiência contra-hegemônica para a construção da democracia. 10-12 de julho 2014. In: **Caderno de resumos...** Coimbra: Congresso Internacional sobre Epistemologias do Sul, 2014b, pp.296.

_____; CARNEIRO, Celso D.R. Massa crítica de professores e investigadores: importante contribuição à implementação de uma perspectiva curricular ao ensino de Geociências. **Terræ Didática**, v. 10, n. 3, 2014c, pp.368-377.

_____; CARNEIRO, Celso D.R. Método científico e controvérsias nas Geociências. **Terræ Didática**, v. 10, n. 3, 2014d, pp.240-249.

MELLO, Alex F.; DIAS, Marco A.R. Os reflexos de Bolonha e a América Latina: problemas e desafios. **Educ. Soc.**, Campinas, vol. 32, n. 115, jun. 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-73302011000200010&lng=en&nrm=iso.

Aceso em 02 out. 2014

MELLO, Maria F. de; BARROS, Vitória M. de; SOMMERMAN, Américo. **Educação e transdisciplinaridade II**. São Paulo: Triom, 2002. 216p.

MENEZES DE SOUZA, L. M. T. Hibridismo e tradução cultural em Bhabha. In: ABDALA JUNIOR, B. (Org.). **Margens da cultura**: mestiçagem, hibridismo & outras misturas. São Paulo: Boitempo Editorial, 2004.

MEMMI, Albert. **Retrato do colonizado procedido de retrato do colonizador**. Marcelo Jacques de Moraes (trad.). Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2007. 190p.

MOITA LOPES, Luiz P. Uma linguística aplicada mestiça e ideológica: interrogando o campo como linguista aplicado. In: MOITA LOPES, Luiz P. (Org.) **Por uma linguística aplicada indisciplinar**. São Paulo: Parábola editorial, 2006.

MOITA LOPES, Luiz P. & BASTOS, Liliana C. (Org.). **Para além da identidade – fluxos, movimentos e trânsitos**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010. 318p.

MONTEIRO, Graça M.V. **Controvérsias geológicas**: seu valor científico-histórico e didático. Aveiro: Departamento de Didática e Tecnologia Educativa. 2007. 456p. (Tese de Doutorado)

MORAN, José M. Modelos e avaliação do ensino superior a distância no Brasil. **Revista de Educação Temática Digital**, Campinas, v. 10, nº 2, 2009. Disponível em: <http://www.eca.usp.br/prof/moran>. Acesso em: 10 mai. 2011.

MORIN, Edgar. **Ciência com Consciência**. 5 ed. Maria D. Alexandre e Maria Alice S. Dória (trad.). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2001. 350p.

_____. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 8. ed. Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya (trad). São Paulo: Cortez. 2003. 118p.

_____. **Introdução ao pensamento complexo**. Eliane Lisboa (trad). Porto Alegre: Ed. Sulina, 2009. 120p.

MORTIMER, Eduardo F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: UFMG, 2000. 384p.

_____. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, vol. 1, n.1, p. 20-39, 1996.

NARASIMHAN, Marehalli G. Controversy in science. **J. Biosc**, vol. 26, n.3, 2001, p. 299-304.

NASCIMENTO, Francisco P.; CARNIELLI, Beatrice L. Educação a distância no ensino superior: expansão com qualidade? **Revista de Educação Temática Digital**. Campinas, v. 9, nº 1, pp.84-98, nov., 2007.

NERY, Ângela I.H.; Andrade, Vania P.; CARVALHO, Luiz C.S. O Método da Descoberta na Escola Nova: um estudo a partir da técnica “decolar” no ensino superior. Presença – **Revista de educação, cultura e meio ambiente**, vol.7, n.27, p. 1-19, nov. 2003.

NICOLESCU, Basarab. **Transdisciplinarity, transdisciplinarité**. Lisboa: Ed. Hugin, 1999. 218p.

_____. **O manifesto da transdisciplinaridade**. São Paulo: Ed. Triom, 2003. 168p.

OLIVEIRA, Teresinha Z.; OLIVEIRA, Paulo C. **Perspectivas sociais e políticas da EaD no Brasil**: uma visão panorâmica com foco na produção científica para o setor. 2009. Disponível em URL: http://twiki.im.ufba.br/pub/Main/PauloCezarOliveira/artigo_ead_pctz.doc. Acesso em: 12 mai. 2011.

OXFORD. English dictionary. Cambridge: Oxford University Press, 1996. 21700p. Disponível no URL: <http://www.oed2.com/>. Acesso em 25 ago. 2014

PEIXOTO, Maria Fernanda F.C. **(Des)construções sociocríticas da pós-colonialidade**: Romance português e angolano das décadas de 80 e 90. 2009. Coimbra: Faculdade de Letras. 2009, 993p. (Tese de Doutorado).

PEREIRA, Elisabete M.A.; WASSEM, Joyce; CALDAS, Tania A. de. Formação profissional, básica ou geral: o que pensam estudantes da Unicamp. **Rev. Ens. Sup.**, vol. 4, n. 10, 2013, p.20-32.

PETERS, Michael. **Pós-estruturalismo e filosofia da diferença**: uma introdução. Tomaz Tadeu da Silva (trad.) Belo Horizonte: Autêntica, 2000. 91 p.

PIMENTEL, Jorge. **Riscos Geológicos**. Serviço Geológico do Brasil. CPRM. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=38>. Acesso: 03.04.2014.

PINAR, William F.; REYNOLDS, William M.; SLATTERY, Patrick; TAUBMAN, Peter M. **Understanding curriculum**: an introduction to the study of historical and contemporary curriculum discourses. New York: Counterpoints, 2004.1143p.

POTAPOVA, Maria S. Geology as an historical science of nature. In: Interaction of sciences in the study of the Earth. Moscow: Progress. p. 117-126. 1968. Geologia como uma ciência histórica da Natureza. Trad. Conrado Paschoale. **Terræ Didática**, vol.3, n.1, pp. 86-90. 2007.

POZO Ignacio P., CRESPO Miguel A.G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5 ed. Naila Freitas (trad.) Porto Alegre: Artmed, 2009. 296p.

PRADO, Maria Elisabette B.B.; VALENTE, José A. A educação a distância possibilitando a formação do professor com base no ciclo da prática pedagógica. In: MORAES, Maria C. (org.). **Educação a distância**: fundamentos e práticas. Campinas: UNICAMP/NIED, 2002. pp. 27-38.

QUAYSON, Ato. **Postcolonialism**: Theory, Practice or Process? Cambridge: Polity, 2000. 216p.

RAMSDEN, Judith M. Mission impossible? Can anything be done about attitudes to science? **Intern. J. Sci. Educ.**, vol. 20, n.2, p.125-137, 1998

RANGLES, William G.L. **Da terra plana ao globo terrestre**: uma mutação epistemológica rápida (1480-1520) Maria Carolina F. C. Pires (trad). Campinas: Papirus, 1994. 162p.

REIS, Pedro & GALVÃO, Cecília. Socio-scientific controversies and students' conceptions about scientists. **Intern. J. Sci. Educ.** vol. 26, nº 13, 2004.

RÉGIS DE MORAIS, João F. **Filosofia da ciência e da tecnologia**: introdução metodológica e crítica. 5. ed. Campinas: Papirus, 1978.

RIBEIRO, Bruno. “Prioridade é salvar vidas, diz Dilma após visita ao ES”, **O Estado de São Paulo**. [online]. 24.12.2013. Disponível em <http://brasil.estadao.com.br/noticias/geral,prioridade-e-salvar-vidas-diz-dilma-apos-visita-ao-es,1112140>. Acesso: 12.05.2014

ROCHA, Heloísa V. O ambiente TelEduc para a educação a distância baseada na Web: princípios, funcionalidades e perspectivas de desenvolvimento. In: MORAES, Maria C. (org.). **Educação a distância: fundamentos e práticas**. Campinas: UNICAMP/NIED, pp.197-204, 2002.

RUDER, Debra B. FAS approves revisions to Core Curriculum. 22 mai. 1997. **Harvard University Gazette**. Disponível no URL: www.hno.harvard.edu/gazette/1997/05.22/FAS. Acesso em 14 ago. 2014

RUDWICK, Martin J.S. **El significado de los fósiles**. Antonio Resines (trad). Madrid: Herman Blume, 1987. 347 p.

SANTOMÉ, Jurjo T.. **Globalização e interdisciplinaridade**. Porto Alegre, Artmed, 1998.

SANTOS, Boaventura de S. Sciences and Politics: doing research in Rio’s squatter Settlements. In: LUCKHAM, R. (org.) **Law and Social Enquiry** case studies of research. Upsalla: Scandinavian Institute os African Studies, 1981. pp. 275-280

_____. **Um discurso sobre as ciências**. São Paulo: Cortez, 2003. 58p.

_____. **Pela mão de Alice – O social e o político na pós-modernidade**. São Paulo: Cortez, 1995. 348p.

_____. (Org.) **Democratizar a Democracia – Os caminhos da democracia participativa**. Porto: Afrontamento, 2003. 678p.

_____. **Introdução a uma ciência pós-moderna**. Lisboa: Afrontamento, 1989. 176p. (Col. Biblioteca das Ciências do Homem).

SANTOS, Milton. **Por uma Geografia Nova – Da crítica da Geografia a uma Geografia Crítica**. 4.ed. São Paulo: Hucitec, 1996. 236p.

_____. **A natureza do espaço – Técnica e tempo, razão e emoção**. 2 ed. São Paulo: Hucitec, 1997. 258p.

SAUSSURE, Ferdinand de. **Curso de linguística geral**. 30 ed. São Paulo: Ed. Cultrix, 2009. 280p.

SAVIANI, Demerval. **Escola e Democracia**: teorias da educação; curvatura da vara; onze teses sobre educação e política. 24 ed. São Paulo: Cortez, 1991. 103p. (Coleção polêmicas do nosso tempo, v. 5).

SCHWAB, Joseph. The practical: arts of eclectic. In: WESTBURY, Ian; WILKOF, Neil J. (Eds.). **Science, curriculum, and liberal education**: selected essays. Chicago: Chicago Univ. Press, 1978, pp. 322-364.

SECTES-MG. 2010. Secretaria do Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior de Minas Gerais. **Análise do mapeamento e das políticas para arranjos produtivos locais no sul, sudeste e centro-oeste do Brasil**. Disponível na URL: <http://www.tecnologia.mg.gov.br/index.php/programas/projetos-estruturadores/arranjos-produtivos-locais/polos-de-excelencia>.

Acesso em 15.11.2010 (Projeto)

SENNA, Juliano; KAZZUO, César Mapa geológico simplificado do município de Campinas. **Geociências Virtual**, 24.11.2010. Disponível em: <http://www2.ib.unicamp.br/lte/gv/visualizarMaterial.php?IdMaterial=1187>. Acesso: 04.04.2014.

SHNEIDERMAN, Ben. **O laptop de Leonardo**: como o novo Renascimento já está mudando a sua vida. Vera Whately (trad). Rio de Janeiro: Nova Fronteira. 2006. 288p.

SICCA, Natalina A.L.; GONÇALVES, Pedro W. História da química e da geologia: Joseph Black e James Hutton como referências para educação em ciências. *Quím. Nova*, São Paulo, vol. 25, n. 4, p. 689-695, Jul. 2002.

SILVA, Elba J.F. **Superdotação e altas habilidades nas séries iniciais do ensino fundamental**: levantamento de possíveis casos. Faculdade de Ciências UNESP, 2007. 91p. (Trabalho de Conclusão de Curso).

SILVA, Henrique C. e ALMEIDA, Maria J. P. M. O deslocamento de aspectos do funcionamento do discurso pedagógico pela leitura de textos de divulgação científica em aulas de física. **Revista Electrônica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 4, n. 3, 2005.

SILVA, Tomás T. **Documentos de identidade**: uma introdução às teorias do currículo. Belo Horizonte: Autêntica, 2002. 154p.

SOMMERMAN, Américo. **Inter ou transdisciplinaridade?** São Paulo: Paulus, 2008. 78p.

SORRE, Maximillien. The role of historical explanation in Geography. In: WAGNER, Philip L.; MIKESELL, Marvin W. (eds.) **Readings in cultural geography**. Chicago: University of Chicago Press, 1962, pp. 44-47.

SPIVAK, Gayatri C. **Pode o subalterno falar?** Sandra R. G. Almeida; Marcos P. Feitosa; André Pereira (trad). Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2010. 97p.

STENGERS, Isabelle. **A invenção das ciências modernas**. Max Altman (trad). São Paulo: Ed. 34, 2002. 208p.

STENO, Nicolaus. De solido intra solidum: the prodomus to a dissertation on a solid naturally contained within a solid). In: KARDEL, Troels; MAQUET, Paul. **Nicolaus Steno**: biography and original papers of a 17th century scientist. London: Springer, 2013. 739p.

TAVARES, Ingrid. **Desastres não são naturais**. 11.09.2013. Disponível em: <http://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/redacao/2013/09/11/mudancas-climaticas-intensificam-desastres-naturais-no-brasil.htm>. Acesso em: 20.03.2014

TEITELBAUM, Kenneth; APPLE, Michael. John Dewey (Clássicos). **Currículo sem Fronteiras**, v.1, n.2, pp. 194-201, jul./dez. 2001.

TRINDADE, Diamantino F. Marcelo Gleiser e a divulgação científica brasileira. In: TRINDADE, Diamantino F.; TRINDADE, Laís S.P. **Os caminhos da ciência e os caminhos da educação**: ciência, história e educação na sala de aula. São Paulo: Madras, 2007.

VENN, Couze. **Occidentalism**. Modernity and Subjectivity. London; Thousand Oaks; New Delhi: Sage Publications, 2000.

YOSHINAGA, Sueli; et al. Subsídios ao planejamento territorial de Campinas: aplicação da abordagem de tipos de terreno. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, vol. 16, n. esp., 1995, p. 71-75.

APÊNDICE

Trajetória Pessoal

Formalmente, meu interesse pelas Ciências teve início em 1977, com as aulas ministradas pelo professor Adilson Chechet. Professor na quinta série (atual sexto ano) do ensino fundamental, ele nunca se limitou a transmitir informações relativas à sua disciplina; sistematicamente, criticava o ensino pelo tradicional modelo de transmissão/recepção e buscava outras alternativas metodológicas.

Chechet utilizava em suas aulas o método da Redescoberta, a ser analisado no quinto capítulo desta tese. Ele introduzia a teoria por meio de um experimento prático, no qual a participação dos alunos era importante. A mesma estratégia se fez presente, quando ele se tornou responsável pelas disciplinas *Programa de Saúde* (na sétima e oitava séries) e por *Ciências Biológicas*, nos três anos do ensino médio, cursados no Colégio Santista (Santos-SP).

Entre as experiências que ele realizou no colégio, “famosa” foi a que tentava provar a existência e a importância da pressão atmosférica. Neste ensaio, Chechet virou um copo com um pouco de água sobre uma folha de papel e, segurando o copo de cabeça para baixo, nos indagou por que simplesmente a água não descia e empurrava o papel para baixo, saindo do copo. Suas perguntas questionavam algumas ‘certezas’ que tínhamos e nos levava a questionar o ocorrido, a pensar nas possibilidades e a construir do conceito de pressão atmosférica³⁵.

Minha admiração pelas ciências sofreu um impacto ainda maior quando, em 1980, no último ano do ensino fundamental frequentamos as aulas de revisão do Curso Preparatório para Escolas Militares “Sagres” e tivemos as primeiras aulas na área de conhecimento a que nos dedicaríamos profissionalmente pelos 30 anos seguintes: a Química.

O professor Luís Morais foi o primeiro a explicar sobre a constituição da matéria, a diferenciar os tipos de substância e a classificar os sistemas químicos. Apesar de reprovado no concurso para o Colégio Naval, no ano seguinte, passei a fazer o curso técnico em

35 Para evitar molhar a sala, a demonstração foi levada a termo do lado de fora da janela de nossa sala de aula, localizada no segundo andar do prédio principal. Ao retirar a folha de papel e derramar o conteúdo do copo no pátio, Chechet não percebeu que o orientador pedagógico, Ludovico Mayer, passava sob a janela naquele exato instante; o banho foi inevitável!

Química, na escola que frequentava desde a primeira série do ensino fundamental. Tinha a consciência de que, mesmo que não entrasse para uma faculdade, seguiria a profissão de técnico.

Quase três anos depois, estava frente a frente com um dilema. O que fazer: trabalhar ou prestar vestibular para um curso superior? Escolhi prestar o vestibular. Minhas opções eram por uma carreira em Química, uma vez que me sentia curioso por aprender mais sobre aquela área do conhecimento, ou em Engenharia, uma vez que apresentava fortes tendências a gostar de desafios em Física e Matemática.

Ingressei em 1984 no curso de Engenharia Química da Unicamp e, no ano seguinte, em Química (na época era possível fazer concomitantemente dois cursos de graduação); ambos os cursos foram completados no início da década de 1990, mas desde 1986 já dedicava-me à educação, sendo monitor de graduação nas disciplinas de Química Geral (1986) e Termodinâmica I (1987-1988).

No que diz respeito à minha atual profissão (professor), comecei a dar aulas ainda no ensino médio. Meu primeiro “salário” ocorreu em 1982, quando, após três horas de aula de revisão para meus colegas de sala, o Nivaldo Gouveia Ribeiro postou-se na saída da sala de aula e falou: “*Vocês não acham que o cara é relógio para trabalhar de graça, né?*” Todos então se sentiram na obrigação de contribuir, ainda que fosse com algumas moedas. Só depois de quatro anos, quando recebi minha primeira bolsa, como monitor de graduação, é que me tornei um “assalariado do ensino”.

Nos anos que estudei Química (bacharelado) e Engenharia Química sempre ia às bibliotecas da Unicamp para pegar algum livro sobre assuntos que me despertavam certo interesse, não importando a qual ramo de conhecimento pertenciam. Nessa época, passei a me interessar por assuntos que iam das Geociências, por meio do livro *Earth Science Curriculum Project* (ESCP) ou, como lançado no Brasil, *Investigando a Terra* (1973) até um grupo de organismos bentônicos denominados foraminíferos recentes, de Boltovskoy (1965). Foi assim que realmente percebi que minha atenção não estava voltada apenas para uma determinada área do conhecimento, mas que eu buscava sempre entender como se dá a interação entre elas e para além destas. Decidi, então, ampliar meu saber formal, buscando formação em cursos de graduação relacionados às ciências biológicas (Biologia), ciências da Terra (Geografia) e humanidades (Antropologia).

Após encerrar as graduações a que me propus (todas concluídas entre 1997 e 2008), ingressei no mestrado em História e Ensino de Ciências da Terra. Nessa época, minha intenção era produzir um material didático (MARTINS e CARNEIRO, 2009) que pudesse ser utilizado em diferentes níveis de ensino.

Testado a princípio em alunos do primeiro semestre do curso de Ciências da Terra durante dois anos consecutivos (2009/2010), o mesmo material foi aplicado (em parte) a alunos de uma turma de alunos do último ano do ensino médio (2011/2012), com resultados diversos³⁶. A ideia central da atividade é revisar e reforçar conceitos e teorias relacionadas à Geografia Física, tais como escalas gráficas, leitura de mapas e Teoria de Tectônica de Placas, por exemplo.

Apesar do tema instigante e de sua associação a assuntos estratégicos (recursos do pré-sal), político-econômicos (distribuição dos *royalties* do petróleo), sociais (gestão de áreas litorâneas), legais (extensão e delimitação da Plataforma Continental Jurídica Brasileira) e científicos (vida marinha e climatologia, entre outros), constatou-se que a maior parte dos alunos não se sentiu motivada a estudar a temática proposta, nem obteve bom desempenho nas questões relativas ao tema, presentes à segunda avaliação da disciplina Ciência do Sistema Terra I ³⁷.

Apesar de necessitar de maior tempo de preparo e discussões, a aplicação da metodologia transdisciplinar conduz a um processo de construção conceitual mais efetivo do que a de cunho interdisciplinar: primeiro, por que o enfoque transdisciplinar parte das demandas e dos interesses dos alunos, o que envolve uma negociação política na definição dos objetos de investigação; depois, porque, mais do que os aspectos relacionais entre as ciências, o enfoque transdisciplinar remove as barreiras epistemológicas existentes entre as disciplinas, tratando cada assunto a partir do conhecimento cotidiano dos alunos e de suas necessidades, e transformando

36 No caso dos alunos do ensino médio havia uma lacuna de pré-requisitos que os alunos do ensino superior já haviam preenchido, pois a atividade em questão era aplicada no fim do primeiro semestre letivo

37 Verificou-se posteriormente que estes alunos consideraram o tema relevante para sua formação, mas que, naquele momento, seu foco de atenção estava voltado para a aprendizagem de conteúdos técnicos, visando suprir as deficiências relativas a aspectos importantes das Geociências e que não constavam dos temas desenvolvidos no ensino básico. Portanto, os temas de cunho geral, como o da atividade proposta, não faziam parte de suas demandas naquele momento.

seus agenciamentos³⁸ em modos mais eficientes de construção dos saberes, de edificação de conceitos fundamentais e de produção de novos materiais.

Desde o princípio do doutorado, em agosto de 2010, eu estava motivado a descobrir um tema interessante concernente ao ensino das Geociências e que pudesse contribuir tanto para a formação inicial quanto à formação continuada de professores desta área do conhecimento.

Uma pesquisa minuciosa e reflexiva revelou que as aulas iniciais dos cursos de formação básica no ensino superior em Ciências da Terra se constituíam em bons exemplos para a análise. Nelas, não era difícil encontrar alguém em atitude de estranhamento frente ao conteúdo em debate ou com dúvidas sobre conceitos que, há poucos minutos, pareciam imutáveis.

Em minha dissertação de mestrado (MARTINS, 2010) produziu-se um material de cunho interdisciplinar composto por cinco atividades, que seguia uma metodologia interdisciplinar de temas transversais, que propunha a inter-relação de questões estratégicas, econômicas, ambientais, sociais e científicas. O material fazia parte de um projeto ainda maior, que não visava apenas o ensino de Geociências, mas fazer com que os alunos exercessem e vivenciassem seus saberes no âmbito das Ciências.

Após aplicar as atividades por três anos seguidos (2009-2011) na disciplina Ciências do Sistema Terra I do primeiro semestre do curso de Ciências da Terra (Geografia/Geologia) na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), notou-se que as atividades não surtiam o efeito desejado no que tange à construção de conhecimentos, uma vez que poucos foram os alunos que se interessaram em buscar materiais que permitissem facilitar o processo de construção de saberes.

Um dos problemas enfrentados durante a aplicação das atividades foi o fato de que, apesar de os alunos possuírem alguma informação sobre o assoalho e o subsolo marinhos, poucos estudantes conheciam o processo de formação, extensão, fisiografia e importância estratégica da Plataforma Continental Brasileira (PCB).

Naquela época, provavelmente em decorrência da divulgação das notícias sobre o pré-sal, alguns alunos pareciam saber que a PCB havia se formado por meio de um longo

³⁸ Agenciamento, em sentido filosófico, refere-se à capacidade de um agente intervir no mundo, sendo que esta não implica, a princípio, em uma dimensão moral específica.

processo que durou muitos períodos geológicos, Contudo, eles não apontavam qualquer referência ao fato de *o processo geológico ainda estar em curso* e nem ao menos um único, sequer, demonstrou saber qual a sequência de eventos que levou à formação da PCB e do Atlântico Sul.

No que diz respeito às atividades já citadas, outro problema de difícil solução se associava ao fato de os alunos quase não possuírem vínculos com o mar e, muito menos, com o fundo deste, o que tornava abstrato o conceito de plataforma continental, face à realidade vivida pelo aluno. Como afirmado na dissertação (MARTINS, 2010), a maioria dos estudantes, quando questionada, vinculava o assoalho oceânico a um “substrato de profundidade variável”, “praticamente plano”, que servia como “ponto de apoio para a fixação de dutos e cabos submarinos”, ou seja, não havia realmente entendido o processo de formação da PCB.

Por essa razão, ao iniciar o doutorado, optei por desenvolver uma abordagem transdisciplinar de viés poscolonialista, que baseasse o processo de ensino/aprendizagem na análise de controvérsias por meio da problematização das ciências e dos próprios saberes dos estudantes.