

JÚLIO CÉSAR EPIFÂNIO MACHADO

**Indicadores de Aprendizagem da Morfodinâmica:
contribuição para o ensino da Geomorfologia
na Educação Básica (sexto ao nono ano)**

Versão Corrigida

Tese apresentada à Faculdade de Educação da
Universidade de São Paulo para a obtenção do título
de Doutor em Educação

Área de Concentração: Educação Científica,
Matemática e Tecnológica

Orientadora: Profa. Dra. Sônia Maria Vanzella Castellar

São Paulo
2019

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo da Publicação

Ficha elaborada pelo Sistema de Geração Automática a partir de dados fornecidos pelo(a) autor(a)
Bibliotecária da FE/USP: Nicolly Soares Leite - CRB-8/8204

Ei Epifânio Machado, Júlio César
 Indicadores de Aprendizagem da Morfodinâmica: /
 Júlio César Epifânio Machado; orientadora Sônia Maria
 Vanzella Castellar. -- São Paulo, 2019.
 282 p.

 Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação
 Educação Científica, Matemática e Tecnológica) --
 Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo,
 2019.

 1. Indicadores de Aprendizagem da Morfodinâmica.
 2. Ensino de Geografia. 3. Morfodinâmica. 4.
 Obstáculos Epistemológicos. 5. Sequências Didáticas.
 I. Vanzella Castellar, Sônia Maria, orient. II.
 Título.

NOME: MACHADO, Júlio César Epifânio

Título: Indicadores de Aprendizagem da Morfodinâmica: contribuição para o ensino da Geomorfologia na Educação Básica (sexto ao nono ano)

Tese apresentada à Faculdade de Educação para a obtenção do título de Doutor em Educação

Aprovado em: 18/09/2019

Banca examinadora

Prof^a. Dr^a.: Carolina Machado R. Busch Pereira

Instituição: Universidade Federal do Tocantins

Julgamento: Aprovado

Prof^a. Dr^a.: Déborah de Oliveira

Instituição: Universidade de São Paulo

Julgamento: Aprovado

Prof^a. Dr^a.: Lúcia Helena Sasseron Roberto

Instituição: Universidade de São Paulo

Julgamento: Aprovado

Prof. Dr.: Marcelo E. Garrido Pereira

Instituição: Universidad Academia de Humanismo Cristiano (Chile)

Julgamento: Aprovado

À Beatriz, filha amada.

AGRADECIMENTOS

De algum modo, em algum momento durante a elaboração da tese, as pessoas listadas a seguir contribuíram para a realização do presente estudo, motivo pelo qual foi redigido na primeira pessoa do plural.

A todos e todas, sincera gratidão:

Denise T. Klein, Ana I. E. Machado, Aparecido S. H. Machado.

Sonia M. V. Castellar, Nilson J. Machado.

Adelgício J. da Silva, Eric M. Massa, Jerusa V. Moraes, Jurandyr L. S. Ross, Lilian Aquino, Lucia H. Sasseron, Marcelo Martinelli, Mariana S. Evangelista, Nasser Mohamad, Vitor H. Santos.

Lucas.

RESUMO

MACHADO, Júlio César Epifânio. **Indicadores de Aprendizagem da Morfodinâmica: contribuição para o ensino da Geomorfologia na Educação Básica (sexto ao nono ano)**. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2019.

Com esta pesquisa procuramos apresentar algumas contribuições teórico-metodológicas para o ensino da Geomorfologia na Educação Básica, com foco na Morfodinâmica e na avaliação do aluno. Nosso objetivo específico, por sua vez, foi identificar e definir os indícios que permitem verificar a ocorrência da aprendizagem da dinâmica das vertentes nas aulas de Geografia da Educação Básica (sexto ao nono ano). Desse modo, o problema de pesquisa pôde ser sintetizado na seguinte pergunta: *Quais são os indicadores necessários para avaliação da aprendizagem nas aulas de Geografia que visam ao ensino da Morfodinâmica?* Para responder a essa questão e atender ao nosso objetivo geral e específico, realizamos uma pesquisa bibliográfica sobre os termos indicador, Morfodinâmica, habilidades e competências na educação, a qual se complementa com uma cuidadosa reflexão sobre a teoria dos Obstáculos Epistemológicos, que fundamenta a nossa concepção de aprendizagem. Com o término da pesquisa bibliográfica, definimos os Indicadores de Aprendizagem da Morfodinâmica (IAMs), que são o Raciocínio Analítico, Raciocínio de Síntese e Raciocínio por Hipótese. Nossa hipótese inicial foi a possibilidade de avaliação da aprendizagem da Geografia da Natureza a partir de indicadores. Já a hipótese que motivou a conclusão deste estudo partiu da seguinte proposição: *A avaliação da aprendizagem da morfodinâmica é possível a partir da aplicação dos IAMs*. Desse modo, também realizamos uma pesquisa documental viabilizada com a aplicação de uma Sequência Didática (SD) voltada para alunos matriculados no nono ano de uma escola pública municipal localizada em São Paulo/Brasil. O foco da referida SD era o ensino dos alagamentos em áreas urbanas, suas causas e as possibilidades de ocorrência em determinado lugar, sendo que as devolutivas dos estudantes para as tarefas que compõem a SD, suas externalizações, formam o material que

viabilizou a demonstração da hipótese. Como os IAMs foram diretamente associados com aulas que procuram colocar os alunos em situação de investigação, também apresentamos algumas considerações sobre as SDs organizadas em torno de Atividades Investigativas. Apesar daquele recorte de estudo (avaliação da aprendizagem da Morfodinâmica), supomos que os resultados alcançados com o levantamento bibliográfico e com a pesquisa documental podem ser considerados para a avaliação da aprendizagem de diferentes temas abordados nas aulas Geografia, assim como de outros componentes curriculares, em particular a área de Ciências, contanto que realizadas as devidas adaptações dos IAMs pelo docente.

Palavras-chave: Indicadores de Aprendizagem da Morfodinâmica. Ensino de Geografia. Morfodinâmica. Obstáculos Epistemológicos. Sequências Didáticas.

ABSTRACT

MACHADO, Júlio César Epifânio. **Morphodynamics Learning Indicators: contributions to Geomorphology teaching in Middle School (6th to 9th years)**. Thesis (PhD) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2019.

With this research, we aim to present some theoretical-methodological contributions to the teaching of Geomorphology at Middle School, focusing on morphodynamics and students evaluation. Our specific objective, for that matter, was to identify and define the indicators that allow us to verify whether the learning of the subjects dynamics happened or not in the classes of Geography of Middle School (from 6th to 9th grade). Furthermore, the research problem could be summarized in the following question: *What are the indicators needed to evaluate the learning at Geography classes that aim to teach morphodynamics?* To answer that question and reach our general and specific objectives, we ran a bibliographic research about the words indicators, morphodynamics, abilities and educational competence, which is complemented by a thorough reflection on the Epistemological Obstacle theory, that is the foundation of our conception of learning. As the bibliographic research ended, we have defined the Morphodynamics Learning Indicators (MLIs), which are Analytical Reasoning, Synthesis Reasoning and Hypothetical Reasoning. Our first hypothesis was the possibility of evaluation of Nature Geography learning from indicators. The hypothesis that motivated the conclusion of this study, on the other hand, was the following proposition: *The evaluation of morphodynamics is possible starting from the application of the MLIs.* That way, we also ran a documental research that was made possible applying a Didactic Sequence (DS) towards students from the ninth year of a public municipal school in São Paulo/Brazil. The focus of said DS was the teaching of floodings in city areas, their causes and possibilities of happening in a certain place, being that the students deliveries on the tasks that compose the DS, and their externalizations, put together the material that made the hypothesis demonstration possible. As the MLIs were directly associated with classes that try to put students in an investigative mindset, we also present

some considerations about the DSs organized around the Investigative Activities. In spite of that study frame (evaluation of morphodynamics learning), we suppose the results achieved with bibliographic and documental research can be taken into consideration to evaluate the learning of different subjects addressed in Geography classes, just like other curriculum components, in particular the area of Sciences, as long as due adaptations of the MLIs are made by the teachers.

Keywords: Morphodynamics Learning Indicators. Geography Teaching. Morphodynamics. Epistemological Obstacle. Didactic Sequences.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	19
1. INTRODUÇÃO: PLANO DA TESE.....	25
2. PROBLEMA DA PESQUISA E SUA JUSTIFICATIVA: SOBRE OS INDICADORES	30
2.1. <i>Projetos e indicadores de projetos</i>	32
2.2. <i>Aproximando o problema da sala de aula: os Indicadores de Alfabetização Científica (IAC)</i>	36
2.3. <i>Indicadores: um suporte aos esquemas estratégicos docentes</i>	39
3. METODOLOGIA DE PESQUISA	40
3.1. <i>Para definição dos IAMS</i>	40
3.2. <i>Para demonstração da hipótese</i>	43
3.3. <i>Para avaliação do raciocínio</i>	44
4. O INSTRUMENTO DE PESQUISA: SD “ALAGAMENTOS: SUAS CAUSAS E POSSIBILIDADES DE OCORRÊNCIA”	53
4.1. <i>O lastro teórico da SD: síntese panorâmica</i>	53
4.2. <i>Pressupostos teórico-metodológicos da SD</i>	55
4.2.1. <i>Rejeição das opiniões primeiras e a construção de relações</i>	55
4.2.2. <i>Construção de hipóteses</i>	55
4.2.3. <i>Elaboração de perguntas</i>	56
4.2.4. <i>Trabalhos discentes</i>	57
4.2.5. <i>A escolha do problema a ser investigado: o processo físico elementar</i>	57
4.2.6. <i>Variáveis ambientais, processos exógenos e endógenos</i>	58
4.3. <i>Objetivo-obstáculo da Sequência Didática</i>	59
4.4. <i>Tarefas da SD</i>	62
4.5. <i>Considerações sobre a elaboração de Sequências Didáticas</i>	81
4.5.1. <i>O Esquema Estratégico derivado da elaboração e aplicação da SD</i>	81
4.5.2. <i>A Atividade Investigativa</i>	84
4.5.3. <i>Apriorismo, empirismo e a narrativa das aulas</i>	88
4.5.3.1. <i>Apriorismo, empirismo e a escola</i>	89
4.5.3.2. <i>A narrativa da aula em um contexto empírico-apriorista</i>	91
4.5.3.3. <i>Os dois polos narrativos: possibilidades de superação</i>	93
4.5.3.4. <i>A narrativa e o contexto</i>	94
4.5.3.5. <i>Por uma narrativa da relação</i>	95
4.6. <i>Apontamentos finais sobre a elaboração de Sequências Didáticas</i>	96

5. SOBRE A ORIGEM DO CONHECIMENTO, OS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS E O NOVO ESPÍRITO CIENTÍFICO	99
5.1. <i>Dos órgãos do sentido ao real: algumas noções de base para o entendimento dos Obstáculos Epistemológicos</i>	100
5.1.1. <i>Sobre a percepção</i>	100
5.1.1.1. <i>Sentidos e sensação</i>	100
5.1.1.2. <i>A percepção da sensação</i>	103
5.1.1.3. <i>A percepção e a sua transformação</i>	106
5.1.2. <i>Sobre a ciência</i>	109
5.1.2.1. <i>O senso comum</i>	109
5.1.2.2. <i>O realismo e a ciência</i>	113
5.1.2.3. <i>A verossimilitude</i>	115
5.1.3. <i>Sobre a mediação e o feixe de relações: alguns comentários</i>	116
5.1.4. <i>Sobre a dúvida da palavra dita, a linguagem matemática e a abstração</i>	119
5.1.5. <i>À guisa de conclusão, sobre a realidade</i>	122
5.2. <i>A obra A formação do espírito científico e os Obstáculos Epistemológicos</i>	124
5.2.1. <i>Sobre A formação do espírito científico</i>	124
5.2.2. <i>O Obstáculo Epistemológico e suas variantes</i>	126
5.2.2.1. <i>Imagem, analogia e metáfora</i>	126
5.2.2.2. <i>Os obstáculos do conhecimento qualitativo e quantitativo</i>	130
5.2.3. <i>Obstáculo Epistemológico: uma hesitação</i>	137
5.2.4. <i>O Obstáculo Epistemológico: uma crença</i>	143
5.2.5. <i>Um posicionamento sobre a verdade e o erro</i>	148
5.2.6. <i>Bachelard e sua abordagem sobre a construção do conhecimento: sinopse de uma procura</i>	150
5.2.7. <i>Apontamentos sobre a controvérsia entre imaginação e razão: uma digressão necessária</i>	152
5.2.8. <i>Sobre a superação dos obstáculos e os IAMS: os limites do instrumento</i>	154
5.2.9. <i>O obstáculo na investigação: uma situação hipotética à guisa de conclusão</i> ..	155
5.3. <i>Por uma ética bachelardiana: sobre a formação do novo espírito científico no aluno</i>	157
5.3.1. <i>O novo espírito científico e a sua formação: notas introdutórias</i>	158
5.3.2. <i>A disposição progressista e a formação do novo espírito científico</i>	160
5.3.3. <i>Ética, moral e formação do novo espírito científico</i>	160
5.3.4. <i>A dúvida provocada pelas “metrias”</i>	161
5.3.5. <i>A busca pelo consenso</i>	162
5.3.6. <i>O consenso não exclui a crise</i>	163

5.3.7. A sensibilidade do professor, o “dever de consciência” e a formação do novo espírito científico.....	164
5.3.8. Por uma ética bachelardiana.....	166
5.4. IAMs: entre as habilidades e o desenvolvimento do espírito científico	168
5.4.1. Avaliação: nota introdutória.....	168
5.4.2. Sobre a competência	169
5.4.3. Tipos de competências: eixos.....	171
5.4.4. Sobre as habilidades.....	173
5.4.5. Sobre indícios e indicadores	175
5.4.6. Considerações: entre interrogações, pormenores e pormaiores	178
6. SOBRE A MORFODINÂMICA	180
6.1. Apontamentos sobre a Morfodinâmica e o ensino.....	181
6.2. Morfodinâmica, paisagem e cartografia geomorfológica	184
6.3. A proposta metodológica da Análise da Fragilidade no quinto e sexto nível taxonômico	188
6.3.1. Unidades de Fragilidade de Instabilidade Potencial ou Instabilidade Emergente	189
6.3.2. Fatores para o estudo da fragilidade do relevo nas Unidades Ecodinâmicas..	190
6.3.3. Fatores complementares para análise da fragilidade: alguns exemplos.....	195
6.4. O mapa das Unidades Ecodinâmicas do Córrego do Bispo.....	199
6.4.1. Apresentação do mapa	199
6.4.2. Leitura, análise e interpretação do mapa	204
6.5. Os IAMs e o a Morfodinâmica	206
6.6. Análise da fragilidade no quinto e sexto nível taxonômico: resumo da metodologia	207
6.7. A Morfodinâmica e o feixe de relações	209
7. DADOS EMPÍRICOS SOBRE A APRENDIZAGEM DA MORFODINÂMICA	211
7.1. Introdução.....	211
7.2. O processo de ensino-aprendizagem desencadeado pela SD.....	214
7.2.1. A organização da sala de aula	214
7.2.2. A SD e a sua narrativa	216
8. AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DO RACIOCÍNIO: ANÁLISE DOS RESULTADOS	251
8.1. Fichas para avaliação do raciocínio	255
8.1.1. Ficha para avaliação do desenvolvimento do Raciocínio de Síntese	256
8.1.2. Ficha para avaliação do desenvolvimento do Raciocínio Analítico.....	260
8.1.3. Fichas para avaliação do desenvolvimento do Raciocínio Analítico e de Síntese	262

8.1.4. <i>Fichas para avaliação do desenvolvimento do Raciocínio por Hipótese</i>	266
8.2. <i>Apontamentos finais do processo de avaliação</i>	269
9. CONSIDERAÇÕES	271
10. BIBLIOGRAFIA	274

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Indicadores de Aprendizagem da Morfodinâmica (IAMs)	21
Quadro 2 – Morfodinâmica – Variáveis ambientais	23
Quadro 3 – Processos endógenos e exógenos.....	23
Quadro 4 – Indicadores de Alfabetização Científica.....	37
Quadro 5 – Ficha para avaliação do desenvolvimento do Raciocínio Analítico	46
Quadro 6 – Ficha para avaliação do desenvolvimento do Raciocínio de Síntese.....	47
Quadro 7 – Ficha para avaliação do desenvolvimento do Raciocínio por Hipótese	48
Quadro 8 – Eixos das competências.....	171
Quadro 9 – Habilidades de Geografia – Currículo do Estado de São Paulo.....	174
Quadro 10 – Morfodinâmica – escalas, vertente, processos, tempo	184
Quadro 11 – Categorias hierárquicas de fragilidade para o relevo.....	191
Quadro 12 – Categorias hierárquicas de fragilidade para os tipos de solo.....	192
Quadro 13 – Categorias hierárquicas para a proteção do solo pela cobertura vegetal e uso da terra	192
Quadro 14 – Categorias hierárquicas de fragilidade para a urbanização	193
Quadro 15 – Categorias hierárquicas para o impacto potencial da pluviometria	194
Quadro 16 – Vulnerabilidade à denudação das rochas mais comuns (escala).....	196
Quadro 17 – Morfodinâmica segundo diferentes feições geomórficas	197
Quadro 18 – Relação entre declividades, morfologia, processo de erosão e atividades	198
Quadro 19 – Classes de fragilidade do relevo (proposta original – 1994)	199
Quadro 20 – Classes de fragilidade dos tipos de solos (proposta original – 1994)....	200
Quadro 21 – Graus de proteção aos solos pela cobertura vegetal (proposta original – 1994)	200
Quadro 22 – Legenda Temática Integrada da Bacia do Córrego do Bispo.....	202
Quadro 23 – Legenda expandida do Córrego do Bispo	203
Quadro 24 – Resumo da Análise da Fragilidade (quinto e sexto nível taxonômico) ..	207
Quadro 25 – Indicadores de Aprendizagem da Morfodinâmica (IAMs) –251 versão resumida.....	251
Quadro 26 – Tarefas selecionadas da SD e possíveis IAMs desenvolvidos	254
Quadro 27 – Ficha para avaliação do desenvolvimento do Raciocínio de Síntese – Tarefa 4 (Atividade Investigativa), aula 9	258
Quadro 28 – Ficha para avaliação do desenvolvimento do Raciocínio Analítico – Tarefa 5, aula 9.....	260
Quadro 29 – Ficha para avaliação do desenvolvimento do Raciocínio Analítico – Tarefa 6, aula 9.....	262

Quadro 30 – Ficha para avaliação do desenvolvimento do Raciocínio de Síntese – Tarefa 6, aula 9.....	265
Quadro 31 – Ficha para avaliação do desenvolvimento do Raciocínio por Hipótese – Tarefa 7, aula 9.....	267
Quadro 32 – Hidrografia – listagem prévia das variáveis ambientais	272

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – IAMS e o seu significado	26
Figura 2 – Tipos de indicadores de projetos.....	36
Figura 3 – Localização da escola (destacada pelo círculo vermelho).....	62
Figura 4 – Folha 1 da SD.....	64
Figura 5 – Folha 2 da SD.....	65
Figura 6 – Folha 3 da SD.....	66
Figura 7 – Folha 4 da SD.....	67
Figura 8 – Folha 5 da SD.....	68
Figura 9 – Folha 6 da SD.....	69
Figura 10 – Folha 7 da SD.....	70
Figura 11 – Folha 8 da SD.....	71
Figura 12 – Folha 9 da SD.....	72
Figura 13 – Folha 10 da SD.....	73
Figura 14 – Folha 11 da SD.....	74
Figura 15 – Folha 12 da SD.....	75
Figura 16 – Folha 13 da SD.....	76
Figura 17 – Folha 14 da SD.....	77
Figura 18 – Folha 15 da SD.....	78
Figura 19 – Folha 16 da SD.....	79
Figura 20 – Folha 17 da SD.....	80
Figura 21 – A origem do conhecimento nas perspectivas construtivistas.....	107
Figura 22 – Níveis Taxonômicos segundo Ross (1992).....	182
Figura 23 – Mapa das Unidades Ecodinâmicas da Bacia do Córrego do Bispo	201
Figura 24 – Unidades Ecodinâmicas do Córrego do Bispo	202
Figura 25 – Feixe de relações na proposta da Análise da Fragilidade	209
Figura 26 – Organização da sala de aula para a realização dos trabalhos individuais	215
Figura 27 – Organização da sala de aula para a realização dos trabalhos em dupla	215
Figura 28 – Folha 1 da SD.....	217
Figura 29 – Respostas do aluno para as tarefas da Aula 1	218
Figura 30 – Folha 3 da SD.....	220
Figura 31 – Resposta do aluno para as tarefas da aula 2	221
Figura 32 – Respostas dos alunos para as tarefas da aula 3.....	223
Figura 33 – Folha 6 da SD.....	225
Figura 34 – Folha 7 da SD.....	226
Figura 35 – Folha 8 da SD.....	227

Figura 36 – Folha 9 da SD	228
Figura 37 – Perfil Topográfico da “Cidade Alfa” elaborado pelos alunos A e B	229
Figura 38 – Devolutiva dos alunos A e B para as tarefas da aula 7	230
Figura 39 – Devolutiva dos alunos A e B para as tarefas da aula 7 (cont.)	231
Figura 40 – Respostas dos alunos A e B para as tarefas da aula 8	233
Figura 41 – Respostas dos alunos A e B para as tarefas da aula 8 (cont.)	234
Figura 42 – Respostas dos alunos A e B para as tarefas da aula 8 (cont.)	235
Figura 43 – Folha 15 da SD	238
Figura 44 – Folha 16 da SD	239
Figura 45 – Folha 17 da SD	240
Figura 46 – Detalhe da aula 9 – tarefa 3	241
Figura 47 – Detalhe da aula 9 - tarefa 4 que compõe a Atividade Investigativa	242
Figura 48 – Perfil topográfico apresentado antes da tarefa 1	242
Figura 49 – Setores definidos pelos alunos A e B no perfil	243
Figura 50 – Setores definidos pelos alunos no perfil (exemplos selecionados)	244
Figura 51 – Alternativa selecionada pelos alunos A e B na tarefa 5	247
Figura 52 – Respostas dos alunos A e B para a tarefa	248
Figura 53 – Respostas dos alunos A e B para a tarefa 7	248
Figura 54 – Detalhes da tarefa 4 (Atividade Investigativa)	256
Figura 55 – Tarefa 5 da aula 9 (causas dos alagamentos)	260
Figura 56 – Tarefa 6 da aula 9 (possibilidade de ocorrer os alagamentos na escola e arredores)	262
Figura 57 – Tarefa 7 da aula 9 (elaboração de perguntas)	266

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC: Base Nacional Comum Curricular

ENEM: Exame Nacional do Ensino Médio

GB: Bachelard (2008) ou (BACHELARD, 2008)

IAC: Indicador de Alfabetização Científica

IAM: Indicador de Aprendizagem da Morfodinâmica

INEP: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

SD: Sequência Didática

APRESENTAÇÃO

Esta pesquisa é continuidade e aprofundamento do mestrado (MACHADO, 2013), quando investigamos o processo de ensino e aprendizagem desencadeado pela aplicação de uma Sequência Didática cujo objetivo era proporcionar aos alunos do nono ano a superação de suas opiniões realistas referentes aos alagamentos, suas causas e as possibilidades de ocorrência em determinado lugar. A espinha dorsal daquele estudo foi a Teoria dos Obstáculos Epistemológicos de Gaston Bachelard (2008).

No mestrado, constatamos que a referida teoria apresenta as bases da epistemologia bachelardiana, a qual motiva a elaboração de atividades que podem proporcionar aos estudantes oportunidades de superação das suas opiniões baseadas na percepção mediada pelos sentidos sobre a dinâmica do relevo. Durante a elaboração do projeto de pesquisa para o doutorado, relendo aquele estudo, nos ocorreu uma preocupação: *Como possibilitar aos estudantes de graduação e professores de Geografia e Ciências da Educação Básica e do Ensino Superior a oportunidade de analisar as suas aulas a partir da Teoria dos Obstáculos Epistemológicos?* Das reflexões que se seguiram a partir desse e outros questionamentos, tivemos a ideia da elaboração dos Indicadores de Aprendizagem da Morfodinâmica (IAMs), um recorte de estudo elaborado a partir daquela ampla questão.

Desse modo, na trilha do que fizera Sasseron (2010) com os Indicadores de Alfabetização Científica (IACs) considerados nas aulas de Ciências com o objetivo de contribuir para o desenvolvimento da Cultura Científica Escolar,¹ elaboramos os IAMs para serem aplicados nas aulas de Geografia, pretendendo possibilitar aos alunos a superação dos Obstáculos Epistemológicos referentes a Morfodinâmica. Este é um recorte de estudo

¹ Desenvolver a Cultura Científica Escolar significa dar oportunidades aos alunos para que eles conheçam a cultura científica, ou seja, o conjunto de ações e comportamentos envolvidos na atividade de investigação científica e divulgação do conhecimento científico, sem, contudo, desconsiderar as normas e práticas que são próprias do ambiente escolar (SASSERON, 2014b).

relacionado com a proposta da Alfabetização Científica na Educação Básica e com a própria Geografia Escolar.²

Os Obstáculos Epistemológicos e a Morfodinâmica formam a base do nosso referencial teórico, sendo, portanto, temas tratados em capítulos específicos (5 e 6 respectivamente).³ A elaboração dos indicadores, por sua vez, é o nosso problema, e explicitar o significado do termo *indicador* e sua potencial relevância para a gestão das aulas justifica a realização deste trabalho. É essa reflexão que iremos paulatinamente desenvolver adiante, associando inevitavelmente o conceito de indicador com a ideia de projeto. Isso porque aspirar pela superação dos Obstáculos Epistemológicos dos alunos, por exemplo, requer do docente a construção e aplicação de um projeto. Constitui um propósito que caminha, necessariamente, para a idealização (planejamento) e a ação (ato educativo).

Mas o que são os IAMs, citados anteriormente? Estes indicadores podem ser entendidos, basicamente, como balizadores para avaliação do desenvolvimento do raciocínio dos alunos durante o ensino da Morfodinâmica. No âmbito dos IAMs, destacamos três indicadores, ou *tipos de raciocínio*: analítico, de síntese e por hipótese.⁴ Cada indicador está diretamente

² A Alfabetização Científica é uma concepção de ensino que visa inserir o aluno no universo do fazer científico. Na atualidade, alfabetizar cientificamente não significa formar “minicientistas” nas escolas, ou seja, pessoas capazes de resolver pequenos afazeres cotidianos (tal como trocar a resistência de um chuveiro), tampouco infundir nos alunos, através de tarefas que valorizam a memorização e a reprodução de informações, o significado dos termos científicos e as principais características de uma determinada teoria, algo que pouco ou nada contribui para que passem da abstração empírica para a abstração reflexiva. No processo de Alfabetização Científica, procura-se envolver o estudante com os saberes científicos para, por exemplo, aplicá-los na resolução de algum tipo de problema nas diferentes dimensões de sua vida ou refletir sobre a própria adequação das consequências dessas teorias nos planos econômico, político, cultural e ambiental. Sobre a Alfabetização Científica, conferir Sasseron (2010).

³ Cabe adiantar, porém, que superar um Obstáculo Epistemológico é abandonar uma opinião inicial (espontânea ou não) sobre determinado problema, enquanto se realiza uma investigação. O abandono ou, no mínimo, o questionamento do conhecimento prévio torna-se necessário quando, em uma pesquisa, nos vemos diante de evidências ou mesmo provas que refutam uma hipótese, tese ou teoria com a qual não apenas concordávamos antes do início da investigação, como também mantínhamos laços afetivos. Durante o ensino da Morfodinâmica, e enquanto procuramos contribuir na formação do primeiro espírito científico no aluno, superar um Obstáculo Epistemológico significa, no mínimo, incorporar as variáveis ambientais para se referir à dinâmica de uma ou mais vertentes.

⁴ Temos como hipótese que cada um dos indicadores citados podem ser empregados para avaliar a aprendizagem do aluno, seja qual for o tema e/ou conceito destacado na aula de Geografia. Entretanto, neste trabalho, a ênfase foi dada para o processo de aprendizagem da Morfodinâmica. Tivemos este cuidado para não incidirmos em generalizações precipitadas. A Geografia, seus temas, conceitos e métodos são muito variados, como ocorre em qualquer outra ciência. E como garantir que não haja “exceções à regra”, ou melhor, ressalvas à hipótese supracitada?

relacionado com uma série de critérios para avaliação, conforme podemos verificar no Quadro 1.

Quadro 1 – Indicadores de Aprendizagem da Morfodinâmica (IAMs)

Indicador	Critérios para avaliação
<p>1. Raciocínio Analítico</p>	<p>- Ocorre quando o aluno identifica, seleciona e diferencia os dados, procurando reconhecer as partes de um todo e as relações destas partes entre si.</p> <p>- O propósito do raciocínio analítico é a busca pelos detalhes. Trata-se de inferir relações significativas, de realizar os primeiros agrupamentos, mas sem chegar a criação de novos objetos. A análise representa a tentativa de elaboração de um primeiro feixe de relações.</p> <p>Ações ou respostas dos alunos que assinalam para o desenvolvimento do Raciocínio Analítico durante o ensino da Morfodinâmica:</p> <p>1.1. – Identificação de dados, ou seja, das variáveis ambientais, dos processos exógenos e endógenos em um texto, mapa, croqui cartográfico, fotografia ou observando diretamente a própria paisagem.</p> <p>1.2. – Seleção de dados, ou seja, das variáveis ambientais, dos processos exógenos e endógenos em um texto, mapa, croqui cartográfico, fotografia ou observando diretamente a própria paisagem.</p> <p>1.3. – Diferenciação de dados, ou seja, das variáveis ambientais, dos processos exógenos e endógenos em um texto, mapa, croqui cartográfico, fotografia ou observando diretamente a própria paisagem.</p> <p>1.4. – Agrupamento de variáveis para elaboração de um quadro ou croqui cartográfico, por exemplo.</p>
<p>2. Raciocínio de Síntese</p>	<p>- Ocorre quando o aluno elabora unidades taxonômicas, tipologias, categorias pelo agrupamento de objetos caracterizados por agrupamentos de variáveis.</p> <p>O propósito do Raciocínio de Síntese é a busca de novos agrupamentos, arranjos, classificações, conjuntos, unidades, tipos, integrações. Isso significa que o raciocínio de síntese procura criar novos objetos (tipologias), os quais são caracterizados por agrupamentos de variáveis.</p> <p>Ações ou respostas dos alunos que assinalam para o desenvolvimento do Raciocínio de Síntese durante o ensino da Morfodinâmica:</p> <p>2.1. – Elaboração de unidades taxonômicas com base nas variáveis ambientais, nos processos endógenos e exógenos para elaboração de um gráfico ou croqui cartográfico, por exemplo.</p> <p>2.2. – Elaboração de tipologias com base nas variáveis ambientais, nos processos endógenos e exógenos para elaboração de um gráfico ou croqui cartográfico, por exemplo.</p> <p>2.3. – Elaboração de categorias com base nas variáveis ambientais, nos processos endógenos e exógenos para elaboração de um gráfico ou croqui cartográfico, por exemplo.</p>

(continuação)

3. Raciocínio por Hipótese	<p>- Ocorre quando os alunos elaboram suposições e perguntas tendo em vista as variáveis ambientais, os processos endógenos e exógenos e objetos trabalhados na atividade investigativa; (questões dissertativas); ou</p> <p>- Ocorre quando os alunos adotam uma suposição ou pergunta para a causa do problema que resgata as variáveis ambientais, os processos endógenos e exógenos e objetos trabalhados na atividade investigativa. (questões de múltipla escola).</p> <p>Ações ou respostas dos alunos que assinalam para o desenvolvimento do Raciocínio por Hipótese durante o ensino da Morfodinâmica:</p> <p>3.1. – Elaboração de perguntas empregando as variáveis ambientais, os processos endógenos e exógenos e os objetos trabalhados na atividade investigativa.</p> <p>3.2. – Elaboração de hipóteses empregando as variáveis ambientais, os processos endógenos e exógenos e os objetos trabalhados na atividade investigativa.</p>
---	--

Fonte: Elaborado pelo autor.

Segundo Wolff (2010, p. 37), o raciocínio é uma forma ou *grau de pensamento* que combina proposições, isto é, relações entre diferentes conceitos para elaboração de deduções. Ocasionalmente é o que se busca, o que se procura, desde o Raciocínio Analítico, pois identificar uma variável ambiental (um conceito, portanto), em um texto, mapa, tabela ou quadro, por exemplo, já é isolá-la de outras variáveis. Em uma atividade investigativa (tema comentado no capítulo 4), esse ato de destacar um conceito (não apenas o significante, como também seu significado) já pode contribuir para a construção de uma resposta para o problema específico colocado na aula.

Algumas variáveis ambientais consideradas na análise morfodinâmica, assim como os processos endógenos e exógenos, são listados nos quadros adiante:

Quadro 2 – Morfodinâmica – Variáveis ambientais

(exemplos selecionados)⁵

Variáveis	
<ul style="list-style-type: none"> - Tipos de solo - Tipos de cobertura vegetal - Tipos de rochas - Cobertura das terras - Uso e ocupação do solo - Pluviometria - Setores ou unidades de vertente 	<ul style="list-style-type: none"> - Formas de vertente - Orientação da vertente - Declividade da vertente - Altitude - Comprimento de rampa

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Argento (2001); Ross (1992); Florenzano (2008b); Suertegaray (2002)

Quadro 3 – Processos endógenos e exógenos

Processos endógenos	<ul style="list-style-type: none"> - Dobras - Falhas - Fraturas - Vulcanismo
Processos exógenos	<ul style="list-style-type: none"> - Intemperismo - Infiltração - Lixiviação - Escoamento - Erosão - Movimentos de massa - Pedogenização

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Florenzano (2008b); Suertegaray (2002)

Em síntese, de acordo com o que é apresentado no capítulo 6, a Morfodinâmica é um dos temas da Geomorfologia abordado nas aulas de Geografia quando o professor propõe o estudo do impacto da ação humana na dinâmica das vertentes. Processos erosivos e deslizamentos de terra são exemplos de problemas diretamente relacionados com o tema da Morfodinâmica.

O ensino da Morfodinâmica pode ser realizado adotando-se diversas estratégias. Destacamos neste trabalho as Sequências Didáticas organizadas em torno de uma Atividade Investigativa, temas devidamente abordados no capítulo 4, em particular na seção 4.7.

Conforme iremos especificar no capítulo 5, seção 5.4., os IAMs são as destrezas desenvolvidas pelos alunos, suas ações, que *em conjunto*,

⁵ O que listamos neste quadro são os elementos que compõem o estudo da Morfodinâmica. Estes elementos estão submetidos tanto a variações quantitativas quanto qualitativas, razão pela qual denominamos estes elementos de variáveis. As variáveis podem ser, portanto, qualitativas (ocupação das terras) e quantitativas (declividade). Quando tomados em conjunto, relacionados entre si a partir de critérios metodológicos específicos, estes elementos permitem construir uma determinada ideia, ou seja, emitir uma opinião, sob a dinâmica de uma ou mais vertentes. O significado da palavra *variável* que apresentamos baseia-se em Santos (2014), obra na qual o autor discute a noção de variável no âmbito do debate sobre a definição do espaço geográfico e seu método de estudo.

configuram uma habilidade, remetem a uma ou mais competências e, supostamente, assinalam para a superação dos Obstáculos Epistemológicos. Os IAMs são, em suma, *indícios* que possibilitam avaliar a aprendizagem da Morfodinâmica. Nota-se que não foi pouca a quantidade de noções que associamos com os IAMs. Para além das variáveis ambientais, os IAMs remetem para o tema das competências e habilidades na Educação, a questão dos indicadores e para parte da epistemologia bachelardiana.

Desse modo, nos próximos capítulos iremos, paulatinamente, apresentar as bases teóricas dos IAMs. Durante nossa exposição, associamos os referidos indicadores com as teorias e os conceitos estudados na pesquisa bibliográfica. Com isso, procuramos atrelar os IAMs com o seu respectivo lastro teórico, assim como destacar a importância e pertinência dos IAMs no âmbito da Geografia Escolar e da avaliação da aprendizagem.

Apesar desse nosso esforço em estabelecer vínculos entre os IAMs com os fundamentos teóricos que o sustentam, admitimos que deixamos alguns fios soltos, prontos para que possamos estabelecer novas conexões com o que discutimos aqui e, possivelmente, com futuras investigações, e assim inspirar novos debates. Neste caso nos referimos a alguns termos citados no decorrer dos capítulos da tese, tais como alfabetização científica, mediação pedagógica, mapas conceituais, tolerância, teoria geral dos sistemas, perfil conceitual, dentre outros. Conforme nos referimos no capítulo 5, seção 5.2., quanto mais o conhecimento se expande, mais a dúvida igualmente cresce em superfície. Em uma pesquisa científica, entrar em contato com novos significantes, diminutamente explorados pela pessoa até então, é desejável e decerto inevitável.

Cabe salientar nesta apresentação que, para alcançar nossos objetivos, duas metodologias de pesquisa se destacaram. A primeira, comum a qualquer tipo de investigação, foi a pesquisa bibliográfica, a qual já fizemos menção. A segunda, a pesquisa documental. Os documentos são as folhas com as respostas dos alunos para as tarefas de uma Sequência Didática aplicada na oitava série (atual nono ano) de uma escola pública municipal de São Paulo. Por meio da análise das respostas dos alunos, demonstramos a nossa hipótese, isto é, testamos e comprovamos a possibilidade de avaliação da aprendizagem da Morfodinâmica com base nos IAMs.

1. INTRODUÇÃO: PLANO DA TESE

Pode-se notar a partir da “Apresentação” que os IAMs estão inseridos em uma verdadeira rede conceitual. A pesquisa bibliográfica procura dar conta da definição dos principais conceitos que atrelamos a estes indicadores. São esses conceitos que fazem parte do significado atribuído aos IAMs e, ao mesmo tempo, inspiraram paulatinamente a sua elaboração.

Desse modo, aplicar os IAMs sem se apropriar minimamente dos conceitos não faz o menor sentido. Isso pode, inclusive, reforçar a realização de práticas pedagógicas tradicionais que pouco ou nada contribuem para o desenvolvimento do raciocínio.

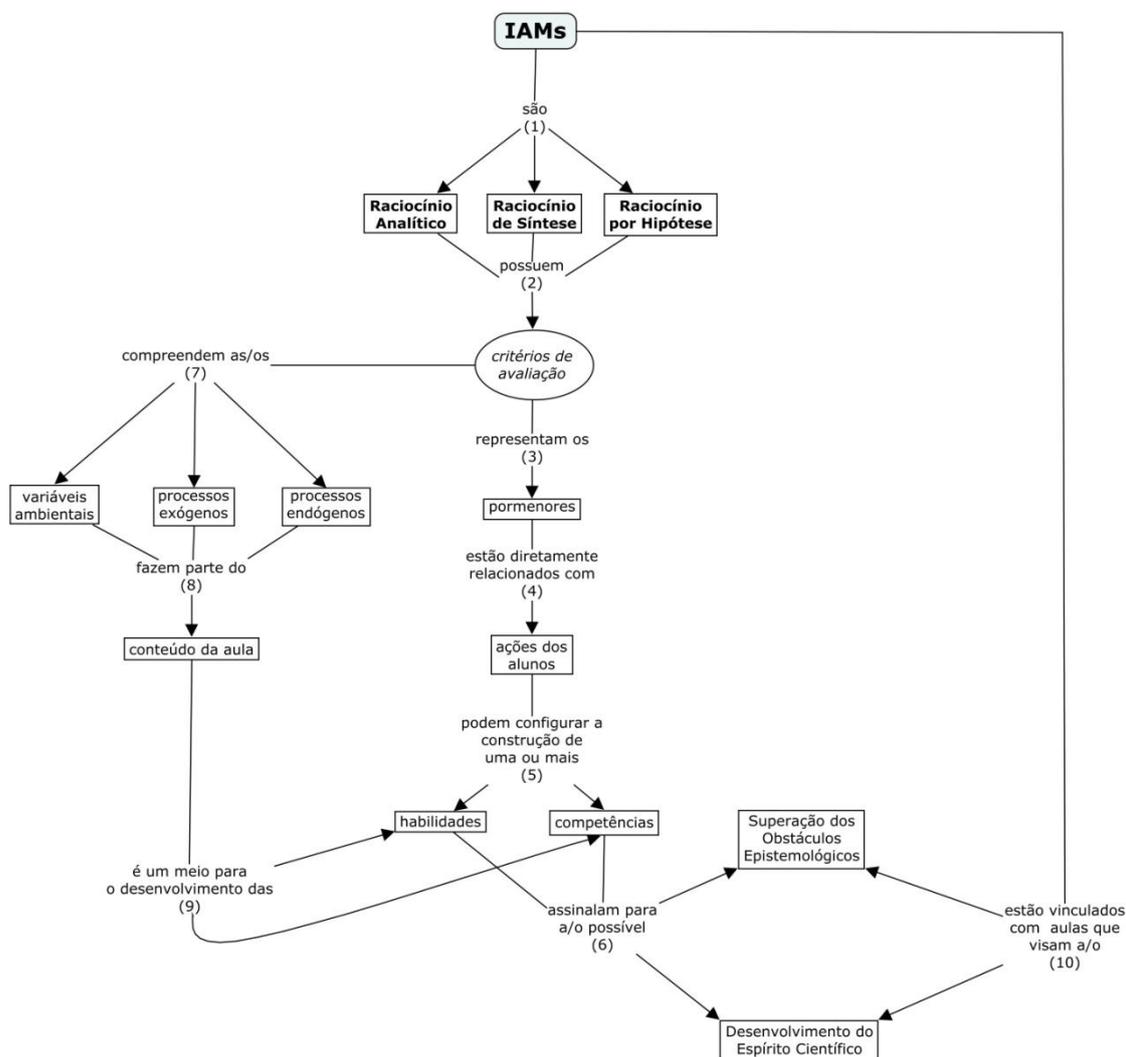
Assim, podemos afirmar que os IAMs estão submetidos a uma concepção de ensino, a qual regressa à teoria dos Obstáculos Epistemológicos, aos princípios da epistemologia bachelardiana.

E quais são esses conceitos? O mapa conceitual abaixo procura dar conta dessa questão, a partir da seguinte pergunta focal: **“Qual significado podemos atribuir aos IAMs?”**

Figura 1 – IAMs e o seu significado

Qual significado podemos atribuir aos IAMs?

Elaborado por Júlio Machado (17/12/2018)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Um Mapa Conceitual serve, antes de tudo, para o seu leitor elaborar perguntas diante do assunto que está sendo estudado, discutido, exposto. Caso o mapa não venha a provocar indagações, ele (o mapa) não estará cumprindo com a sua principal função. Desse modo, deste mapa, poderíamos indagar: (i) Por que os IAMs estão vinculados com a superação dos Obstáculos Epistemológicos e com o desenvolvimento do espírito científico?; (ii) Como podemos justificar, através das ações dos alunos, o desenvolvimento de suas competências e habilidades?; (iii) Por que os critérios de avaliação estão, ao mesmo tempo, relacionados com as variáveis ambientais e com as ações dos alunos?; (iv) Por que o conteúdo da aula é um meio para o desenvolvimento de

habilidades e competências?; dentre tantas outras. Todas essas questões foram, de algum modo, respondidas no decorrer da tese.

A partir do segundo capítulo, dois conceitos apresentados no mapa conceitual se destacam, constituindo as palavras-chave do texto que o compõem: indicador e projeto. Já o terceiro e o quarto capítulos se complementam. Em conjunto, representam a metodologia de pesquisa. No terceiro capítulo procuramos descrever de forma pontual e concisa como foi realizada a investigação, as estratégias adotadas para a definição dos IAMs e para avaliação do raciocínio. No quarto capítulo, apresentamos o nosso instrumento de pesquisa, seus pressupostos teórico-metodológicos. Aproveitamos a oportunidade para trazer algumas considerações sobre a elaboração de Sequências Didáticas organizadas em torno de Atividades Investigativas e que visam ao ensino da Morfodinâmica. Isso porque os IAMs estão atrelados às aulas que colocam os alunos em situação de investigação, “*em busca de*”, conforme iremos comentar no decorrer da tese em várias ocasiões.

Iniciamos o quinto capítulo com algumas considerações sobre determinados conceitos que podem contribuir para o entendimento da teoria dos Obstáculos Epistemológicos, como percepção e verossimilitude (seção 5.1.). Em seguida, procuramos trazer uma cuidadosa discussão sobre a referida teoria e a formação do espírito científico (seções 5.2. e 5.3.). Obstáculos Epistemológicos e formação do espírito científico são duas noções entrelaçadas, que marcaram o início desta pesquisa e, ao mesmo tempo, representam aquilo que objetivamos para o futuro. Portanto, as reflexões que aqui trazemos a respeito dos obstáculos epistemológicos e do espírito científico não se encerram nesta tese, muito pelo contrário, sustentam o porvir.

Na seção 5.4., que finaliza o capítulo, retomamos o conceito de indicador, para melhor definir os IAMs. Para isso, fazemos menção ao paradigma indiciário, assim como ao tema das competências e habilidades na educação. Chegamos inclusive a relacionar os IAMs com os Obstáculos Epistemológicos, mais precisamente com a sua possível superação. É nessa seção que apresentamos, de modo sintético e cuidadoso, o conceito de IAM.

No sexto capítulo discutimos o que é Morfodinâmica e qual a sua relação e relevância para o ensino de Geografia. É neste momento que tentamos esclarecer como as variáveis ambientais citadas no Mapa Conceitual e no

Quadro 1 podem ser combinadas, compondo um feixe de relações que nos permite construir determinada interpretação sobre a dinâmica das vertentes, abrindo caminho para a superação dos obstáculos epistemológicos. No sexto capítulo também podemos encontrar alguns subsídios teórico-metodológicos para a organização das aulas que visam ao ensino da Morfodinâmica, possíveis fontes de inspiração para elaboração de atividades investigativas que procuram atender esta finalidade.

No sétimo capítulo iniciamos a demonstração da hipótese. É neste momento que mostramos como os IAMs podem ser aplicados para avaliação da aprendizagem, do desenvolvimento do raciocínio durante o ensino de determinado problema relacionado com a Morfodinâmica. A partir das devolutivas dos alunos para as tarefas de nosso instrumento de pesquisa (respostas registradas nas folhas que compõe o instrumento e derivadas das ações dos próprios estudantes), partimos “*em busca do*” significado de suas frases e símbolos, tendo em vista o nosso objetivo de pesquisa. Primeiramente, realizamos a avaliação da aprendizagem a partir da discussão teórica que justifica e sustenta os IAMs, para depois, no capítulo 8, aplicá-los de forma mais sistemática com base nas “Fichas para Avaliação do Desenvolvimento do Raciocínio” apresentadas no capítulo 3.

Nota-se a partir do Mapa Conceitual que, quando nos referimos aos IAMs, estamos, na verdade, fazendo alusão tanto à ação dos alunos (como a identificação de dados que faz parte do Raciocínio Analítico) quanto à superação dos Obstáculos Epistemológicos (algo que remete à psique da pessoa, logo à sua existência como um todo, como sentimentos, emoções, tipo de abstração que realiza diante de algo, valores, etc.), que estão presentes no processo de aprendizagem do aluno.

Uma ação pode começar em uma aula e, dependendo da tarefa proposta, ser finalizada em questão de minutos, quando o aluno termina de registrar a sua devolutiva para uma pergunta, por exemplo. Essa resposta permite acessar, mesmo que indiretamente, o seu raciocínio. Porém, mais do que isso, as devolutivas dos alunos são como “pegadas” que podem, no decorrer de uma Sequência Didática ou no transcorrer de um bimestre, semestre, ano letivo ou ciclo de ensino, revelar a possível superação de um obstáculo epistemológico, o que significa a formação do espírito científico. Em diversos momentos da tese, fazemos menção a esses dois polos

(raciocínio/ação e obstáculos epistemológicos/formação do espírito científico) procurando relacioná-los de algum modo. De qualquer forma, entre um polo e outro, está o professor, as tarefas que propõe aos estudantes, motivo pelo qual este estudo apresenta uma breve discussão relacionada com a organização do ensino no capítulo 4, conforme já comentamos anteriormente.

Neste contexto, *a tese que defendemos é a possibilidade de avaliar a aprendizagem da Morfodinâmica pelos alunos a partir da aplicação dos IAMs.* Assim, nosso estudo não ficou circunscrito à definição ou à organização dos IAMs, avançando para a elaboração do esboço de uma metodologia de ensino, em que destacamos como e em quais circunstâncias esses indicadores podem ser empregados em sala de aula. Fragmentos das características dessa metodologia podem ser verificados praticamente em todos os capítulos deste trabalho, mas principalmente nos capítulos 4, 5, 7 e 8. Sustenta esta metodologia toda uma concepção de ensino e aprendizagem, que tem como base principal a teoria dos obstáculos epistemológicos de Gaston Bachelard.

2. PROBLEMA DA PESQUISA E SUA JUSTIFICATIVA: SOBRE OS INDICADORES

A sala de aula é um ambiente complexo, pois nela ocorre uma prática social que se concretiza na interação frequente entre pessoas, no caso, professores e alunos (SACRISTÁN, 1991). Para Tardif e Lessard (2005, p. 31) “(...) ensinar é trabalhar com seres humanos, sobre seres humanos, para seres humanos”, o que significa que a atividade docente é interativa por excelência, estabelecendo-se como “(...) um trabalho cujo objeto não é constituído de matéria inerte ou de símbolos, mas de relações humanas com pessoas capazes de iniciativa e dotadas de uma certa capacidade de resistir ou de participar da ação dos professores” (TARDIF; LESSARD, 2005, p. 35).

Evidentemente, toda atividade profissional acarreta, uma hora ou outra, o estabelecimento de relações entre pessoas dispostas ou não a colaborar para a realização de algo. Todavia, o trabalho docente é um exemplo de profissão em que essas interações entre protagonistas e possíveis antagonistas ocorrem a quase todo momento, seja na sala de aula (onde os professores se veem continuamente diante de pessoas com idades diferentes da sua, em outra “fase da vida”⁶, não necessariamente dispostas a realizar o que se propõe) ou nas reuniões coletivas entre os próprios professores e gestores (que também envolvem a interação constante entre pessoas com diferentes vivências e valores).⁷ Não por acaso, portanto, a escola suscita uma série de questionamentos, como aqueles relacionados aos objetivos das aulas, aos conteúdos, às metodologias e às avaliações das aprendizagens. Segundo Libâneo (2006), esses são temas de investigação e debate voltados para os processos internos de escolarização que procuram destacar o que ocorre no

⁶ Aqui estamos nos referindo particularmente aos docentes da Educação Básica e do Ensino Médio, e não àqueles que trabalham no EJA (Ensino de Jovens e Adultos) e no Ensino Superior.

⁷ As Aulas de Trabalho Pedagógico Coletivo (ATPC's) realizadas nas escolas da Secretaria Estadual de Educação de São Paulo são um exemplo de momentos em que professores se reúnem para a reflexão sobre a prática docente e troca de experiências vivenciadas em seu local de trabalho.

interior de uma instituição de ensino, tendo em vista a sala de aula e outros espaços escolares.

Desse modo, uma das indagações possíveis quando nos deparamos com o ambiente da sala de aula refere-se ao acompanhamento do desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem dos alunos em uma ou mais classes: *Como monitorar “o que foi planejado”, “o que está ocorrendo em sala de aula” e “o que ocorreu”?* Um caminho possível, capaz de ser adotado para refletir sobre os problemas suscitados por essa pergunta, é a adoção de indicadores, motivo pelo qual propomos os IAMs.

Os indicadores são sinais ou indícios que permitem tirar conclusões sobre uma conjuntura específica. Nesse sentido, um indicador deve apresentar duas funções básicas: “(...) permitir comparações históricas para se avaliar as variações ocorridas e permitir estabelecer prognósticos (projeções)” (FILHO, 2014, p. 26). Medir mudanças, avaliar variações, apontar tendências. Essas são as aplicabilidades mais evidentes de um indicador.

De maneira geral, os indicadores podem ser classificados em quantitativos e qualitativos:

Os quantitativos são representações numéricas para expressar as variações quantificáveis, como por exemplo: (...) média de público em jogos de futebol, custo médio por aluno matriculado (...).

Já os indicadores qualitativos são aqueles que não podem ser facilmente representados de forma quantificável, pois expressam opinião das pessoas, valores, crenças, comportamentos e reações. (FILHO, 2014, p. 26)

Os IAMs são indicadores qualitativos destinados a um público específico (basicamente, professores de Geografia e alunos do sexto ao nono ano), voltados para a análise de situações circunscritas (avaliação da aprendizagem da Morfodinâmica durante as aulas de Geografia). Todavia, exemplos de indicadores comuns em nosso dia a dia são os de mercado de trabalho (renda, emprego, desemprego), saúde (mortalidade infantil, expectativa de vida, saneamento básico), educação (analfabetismo, concluintes do Ensino Fundamental) e meio ambiente (poluição das águas, qualidade do ar, taxa de desmatamento).

No âmbito da sala de aula, os indicadores permitem avaliar a distância existente entre o propósito das aulas, aquilo que foi previamente planejado pelo professor (suas metas, objetivos) e o que está sendo efetivamente realizado na

classe (a ação dos alunos e do próprio professor). Desse modo, indicadores como os IAMS possibilitam verificar empiricamente se os propósitos das aulas estão sendo alcançados, se existe sintonia entre o discurso e a prática (o que caracteriza a autorregulação profissional), servindo de guia de análise para o próprio professor.

2.1. Projetos e indicadores de projetos

A gestão de ambientes potencialmente instáveis com relação à sua condição e dinâmica, tal como se apresenta a sala de aula, requer que o professor projete a aula que será ministrada, seja através da elaboração de uma Sequência Didática, Trabalho de Campo, Trabalho com Projetos, Sequência de Ensino Investigativa, dentre outras modalidades organizativas de aula. Entendemos que todas essas modalidades podem ser situadas sob o conceito de projeto. No planejamento de uma Sequência Didática, por exemplo, o professor precisa definir, formalmente ou não, o tema e as noções que serão abordados, assim como determinar os objetivos, as hipóteses de trabalho e metodologia, além de estabelecer um cronograma, que são alguns dos elementos básicos, estruturantes, de todo e qualquer projeto.

Segundo Gardin (2013), o projeto visa alcançar um objetivo específico, abrangendo desse modo uma ação devidamente limitada no espaço e no tempo. Deve representar a máxima aproximação entre a elaboração (pensar) e a execução (agir) ou, em outras palavras, entre as metas eleitas e os possíveis encaminhamentos para a sua operacionalização. Por esse motivo, podemos afirmar que o projeto se encontra entre a teoria e a prática. De fato, para Boutinet (2002):

Uma das particularidades do conceito de **projeto** é que se desenvolve dentro dele duas ordens continuamente enredadas: a **ordem do discurso** encarregado de explicitar, de prescrever e planejar; a **ordem da ação** que reconhece as possibilidades formalizadas em intenções, em seguida colocadas em prática. (...) o **projeto** pertence a essas raras figuras que se situam em qualquer parte **entre a teoria e prática**, não exclusivamente teórico nem tributário só da prática. (2002, p. 254-255; grifos nossos)

Um projeto docente, materializado na forma de uma modalidade organizativa de aula, representa, portanto, o desejo de vivenciar o presente e de se projetar para o futuro, de se lançar para frente, expondo-se ao risco e

disposto à invenção. Em consonância com Ortega y Gasset (1987) e Marías (1985) (apud MACHADO, 2011), podemos afirmar que o projeto envolve uma antecipação do futuro, a criação de uma expectativa em relação ao porvir, o *desejo de pretender ser para ser*. No limite, “(...) em nível individual (...) ter projetos é vital e imprescindível para um desenvolvimento equilibrado, não ter projetos é desistir do ‘jogo’, é encaminhar-se para a morte (...)”. (MACHADO, 2011, p. 75).

Apesar da relevância desse tema no que se refere, inclusive, à questão da existência do próprio homem (algo que, intencionalmente, fizemos questão de destacar), não vem ao caso aqui estendermos a discussão sobre os pressupostos de um projeto, sua natureza, possíveis definições e implicações gerais para professores e alunos. O que importa enfatizar no momento é que o responsável pela elaboração e execução de um projeto precisa fazer uso de instrumentos capazes de subsidiar o seu monitoramento. Esses instrumentos devem permitir a interpretação da situação na qual o professor encarregado da aplicação do projeto está inserido, sinalizando para necessidade de sua conservação ou transformação (no todo ou em parte). Os indicadores podem contribuir para essa finalidade, tal como os IAMs.

Segundo Boutinet (2002), para análise de um projeto devemos levar em consideração pelo menos quatro indicadores:

- a **eficácia** do projeto definida pela relação entre os objetivos de ação fixados e os resultados momentaneamente obtidos;
- a **eficiência** avaliada pelo relacionamento entre os recursos utilizados, as modalidades de sua utilização e os resultados produzidos, conforme a técnica de custo-benefício;
- a **coerência** que indica a relação entre os objetivos fixados e as ações que deles resultam;
- a **pertinência** materializada na relação entre a coerência e o ambiente do projeto. (2002, p. 242-243; grifos nossos)

Ao avaliar um projeto, portanto, podemos nos fazer quatro perguntas básicas: O projeto é eficaz? (eficácia: atinge ou produz o efeito esperado.); O projeto é eficiente? (eficiência: produz o efeito da forma desejada tendo em vista os recursos materiais/financeiros previstos e disponibilizados); O projeto é coerente? (coerência: apresenta relação harmônica, equilibrada, recíproca, entre a ideia e a ação); e, por fim, O projeto é pertinente? (pertinência: apropriado para a finalidade a que se destina).

Filho (2014) também se reporta a quatro tipos de indicadores de projeto, quais sejam: operacional; desempenho; efetividade; e impacto. Os três últimos

indicadores são medidos na conclusão do projeto ou depois de decorrido um tempo de sua finalização. Podem ser empregados para medir: o objetivo geral do projeto com resultados em longo prazo (indicadores de impacto), as contribuições dos resultados dos projetos a médio prazo (indicadores de efetividade) e os resultados do projeto após a sua finalização (indicadores de desempenho). O autor, entretanto, destaca a importância dos indicadores operacionais, pois são como uma “bússola” para o responsável pelo projeto e “(...) representam medições realizadas periodicamente no projeto, a fim de acompanhar a sua evolução, **identificando eventuais desvios** do plano realizado” (FILHO, 2014, p. 27; grifo nosso). Desse modo, “Os indicadores operacionais são aqueles medidos durante a vida de um projeto, tendo como alvo as atividades e os recursos, e **sinalizam qual é a tendência do projeto**, caso não exista nenhuma ação efetiva de alteração do curso atual.” (FILHO, 2014, p. 27; grifo nosso).

Aos indicadores operacionais relacionamos mais diretamente os indicadores de eficácia, eficiência, coerência e pertinência definidos por Boutinet (2002). Em todo caso, um indicador, seja qual for o tipo, possibilita monitorar o que foi realizado ou está em execução, constituindo-se como uma ferramenta que permite tirar “fotografias” instantâneas do projeto, não só em relação às metas, aos motivos e às estratégias preestabelecidas, como também aos seus efeitos. Os indicadores, desse modo, também podem auxiliar a fazer o inventário das mudanças ocorridas durante a elaboração e realização do projeto.

Apesar de os indicadores por si só não resolverem problemas comuns à sala de aula, tal como aqueles relacionados à metodologia de ensino (“O quê?, Como?, Por quê?, Para quê? Quando? e Onde? ensinar”), eles podem orientar os professores no gerenciamento de riscos comuns à sua profissão, como a não aprendizagem de um conteúdo que pretende ser trabalhado em uma atividade e na identificação de desvios do que foi previamente planejado.

O risco se refere a algo que ainda não ocorreu e que tem alguma probabilidade de acontecer (FILHO, 2014, p. 34) e o desvio a uma mudança indesejável do que foi previamente planejado. Sobre a questão do desvio no âmbito de um projeto, Boutinet (2002) alerta:

O problema não é reduzir incessantemente os desvios (...). O problema continua sendo definir **desvios toleráveis**. E, se os desvios

se tornam muito grandes, coloca-se a questão, seja de **reorientar a prática para torná-la mais coerente** com a regra fixada pelo projeto, seja de **mudar o projeto direcionando-o em um sentido** mais realista, mais adaptado às circunstâncias da situação, isto é, **mais pertinente**. (2002, p. 242; grifo nosso)

Os indicadores também podem auxiliar na reflexão de algumas questões sensíveis que envolvem a profissão docente na atualidade, que não raramente causam profunda inquietação no professor, quais sejam: “Como avaliar a aprendizagem dos alunos?” e “Como avaliar a aula?”, ou seja, como analisar a própria metodologia de ensino.

Cabe salientar que empregar os indicadores com o propósito de evitar qualquer tipo de crítica ao próprio projeto, ou melhor, autocrítica ao que foi planejado e efetivamente realizado, é um equívoco. Isso porque, potencialmente, os indicadores permitem avançar para além das atitudes próprias do senso comum quando desejamos fazer a avaliação do projeto. Desse modo, o mais apropriado é associar o emprego dos indicadores com a intenção de realizar questionamentos sistemáticos e conscientes sobre nossas próprias ações planejadas e colocadas em prática, o que nos afasta da ideia de verdade absoluta (característica do senso comum) e nos aproxima da noção de verossimilitude, ou de “aproximação da verdade”, conforme definido por Popper (1975).

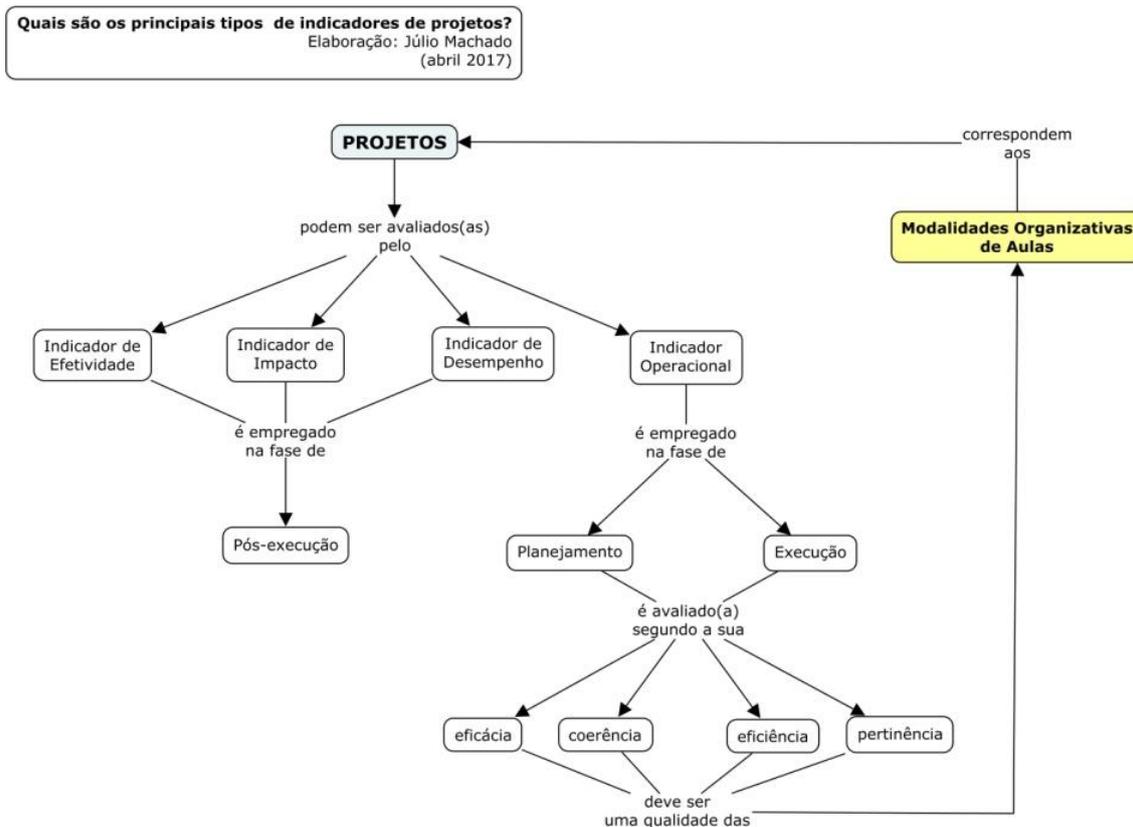
Crer em “verdades absolutas” engessa o professor no seu primeiro planejamento e pode levá-lo à repetição de erros fundamentais, muitas vezes sem se dar conta da existência desses erros. Do nosso ponto de vista, esses erros são valiosos, pois ao serem descobertos e eliminados do projeto nos aproximam da verdade ou, em outros termos, reduzem o “conteúdo de falsidade” do projeto e aumentam o seu “conteúdo de verdade”.

Um projeto para a sala de aula está sempre “para ser finalizado”. Em princípio, na sua fase de concepção, é uma “*experiência de pensamento*”, uma vontade, um desejo, cujas metas podem ou não ser concretizadas. Ao ser aplicado, a probabilidade de ocorrer mudanças em relação ao que foi previamente planejado é considerável. Nenhum projeto está livre de contratempus e, portanto, de produzir algum “mau efeito” na sala de aula, o mínimo que seja, por isso a importância do seu monitoramento.

Procurando sintetizar o que discutimos anteriormente sobre projetos, indicadores e modalidades organizativas de aula, elaboramos o mapa

conceitual abaixo a partir da seguinte pergunta focal: “Quais são os principais tipos de indicadores de projetos?”.

Figura 2 – Tipos de indicadores de projetos



Fonte: Elaborado pelo autor com base em Boutinet (2002); Filho (2014); Machado (2011)

2.2. Aproximando o problema da sala de aula: os Indicadores de Alfabetização Científica (IAC)

Mesmo diante de tudo o que escrevemos até aqui, ainda é possível indagar: Quais indicadores podem ser adotados para avaliar a eficácia do processo de ensino e aprendizagem? Para responder a essa pergunta, iremos recorrer aos Indicadores de Alfabetização Científica (IACs) (SASSERON, 2010) elaborados para o Ensino Fundamental.

Segundo Sasseron (2014a, p. 62), os IACs “(...) evidenciam como o trabalho sobre temas de ciências está sendo realizado pelos estudantes, uma vez que são habilidades e estratégias utilizadas pelos alunos na resolução de problemas a eles apresentados e na comunicação para resolvê-los”. Entendemos que os IACs (assim como os IAMs) são indicadores qualitativos

operacionais ou de desempenho que sinalizam qual é a tendência da aula que foi ou está sendo executada. Esses indicadores podem ajudar a identificar eventuais desvios no que se refere ao ensino que visa à Alfabetização Científica dos alunos (no caso dos IACs) ou a aprendizagem da Morfodinâmica (no caso dos IAMs). Na tabela a seguir, apresentamos cada um dos indicadores de Alfabetização Científica propostos:

Quadro 4 – Indicadores de Alfabetização Científica

Grupo	Indicadores	Significado, ocorrência e ações envolvidas	
1. Ações desempenhadas nas tarefas de organizar, classificar e seriar dados de uma investigação	Seriação de informações	Surge quando se almeja estabelecer as referências iniciais para a ação investigativa .	Requer selecionar ou verificar os dados com os quais se pretende trabalhar. Exemplo: escolher uma base de dados.
	Organização de informações	Ocorre nos momentos em que se discute sobre o modo como um trabalho foi realizado, quando se busca mostrar um arranjo para informações novas ou já elencadas anteriormente	Abrange organizar os dados com os quais se pretende trabalhar. Exemplo: lançamento dos dados em tabelas, gráficos, quadros, mapas.
	Classificação de informações	Ocorre quando se busca conferir hierarquia às informações obtidas, nos momentos nos quais os alunos realizam uma ordenação dos elementos com os quais se está trabalhando, procurando uma relação entre eles .	Compreende reunir os dados em diferentes categorias. Exemplo: agrupar os dados por classes, grupos, séries.
2. Estruturação do pensamento	Raciocínio lógico	Refere-se à estrutura das proposições, dos argumentos. Relaciona-se ao modo como o pensamento é exposto (seja oralmente ou através da escrita, ou mesmo de um desenho, mapa ou esquema).	Nota-se quando os alunos desenvolvem e apresentam as suas ideias.
	Raciocínio proporcional	Estabelecer relações entre duas ou mais grandezas (elementos passíveis de serem contados ou medidos como distância, capacidade, altura, velocidade, superfície, massa, volume, comprimento) em termos relativos (envolvendo operações de multiplicação ou divisão).	Nota-se quando os alunos desenvolvem e apresentam as suas ideias.

(continuação)

3. Procura do entendimento da situação analisada	Levantamento de hipóteses	Instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema. Este levantamento de hipóteses pode surgir tanto na forma de uma afirmação quando pergunta.	São os questionamentos ou as opiniões preliminares acerca de um assunto.
	Teste de hipóteses	Etapa em que se coloca à prova as suposições anteriormente levantadas. Pode ocorrer tanto diante da manipulação direta de objetos quanto no nível das ideias, quando o teste é feito por meio de atividades de pensamento baseadas em conhecimentos anteriores.	Envolve testar ou problematizar a opinião ou o questionamento.
	Justificativa	Ocorre quando, em uma afirmação qualquer, lança mão de uma garantia para o que é proposto.	Afirmar com base em algo que assegura autenticidade ao que se está alegando.
	Previsão	Afirmar que alguma ação ou fenômeno ocorre em associação a certos acontecimentos e como decorrência destes eventos .	Argumentar sobre as causas, as origens de um problema.
	Explicação	Surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas , podendo ou não ser acompanhada de uma justificativa e de uma previsão .	Refletir sobre o tema (problema) proposto recorrendo ao que foi estudado nas atividades.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Sasseron e Carvalho (2008); Sasseron (2010; 2014a)

Ao analisarmos o quadro com os Indicadores de Alfabetização Científica (IACs) podemos notar quanto os Indicadores de Aprendizagem da Morfodinâmica (IAMS) (Quadro 1) se aproximam dos IACs. Quando os alunos organizam, classificam e fazem a seriação de dados e informações, por exemplo, eles desenvolvem o Raciocínio Analítico. O levantamento de hipóteses está diretamente associado ao Raciocínio por Hipótese. O Raciocínio de Síntese pode ocorrer quando o aluno procura o entendimento da situação analisada, ou seja, elabora previsões e explicações, dentre outros momentos.

Tanto os IACs quanto os IAMS se referem à ação do aluno, ou seja, àquilo que está sendo desenvolvido em sala de aula, durante a aplicação de uma Sequência Didática (SD), por exemplo, ou após a sua execução.⁸ Desse modo, as fontes para a captura dos dados são as respostas dos estudantes, expostas oralmente ou registradas na forma escrita. Esses dados, ao serem processados, se transformam em informações que demonstram se um determinado indicador está sendo desenvolvido na SD. Esse novo conhecimento, construído a partir da informação processada, possibilita ao

⁸ As ações dos alunos em relação aos IAMS serão mais bem relacionadas e explicitadas no decorrer da tese.

docente tomar decisões sobre os encaminhamentos de suas aulas, tanto daquelas que estão em andamento quanto em relação às aulas futuras.

2.3. Indicadores: um suporte aos esquemas estratégicos docentes

Assim como os IACs, os IAMs podem contribuir para o desenvolvimento dos esquemas estratégicos dos professores, isto é, para o aperfeiçoamento dos princípios reguladores nos quais se apoiam as suas ações a nível intelectual e prático. Docentes que dispõem de um bom esquema estratégico articulam, de modo não contraditório, a teoria com a prática, tal como realizar avaliações que sejam coerentes em relação ao seu discurso, aos seus valores, enfim.⁹ Trata-se de conseguir um melhor gerenciamento dos problemas específicos do seu cotidiano, diretamente ligados aos processos internos de escolarização, e que merecem ser colocados em primeiro plano, inclusive no âmbito da pesquisa, em benefício dos microaspectos das questões educacionais.

⁹ Sobre o conceito de esquema estratégico, conferir Sacristán (1991). Iremos retomar esta noção no capítulo 4, ao nos referirmos sobre as Sequências Didáticas.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

3.1. *Para definição dos IAMs*

Um dos procedimentos metodológicos adotados neste estudo foi a pesquisa bibliográfica. Aproximando-se de modo progressivo de nosso problema de pesquisa (objeto) e atendendo às necessidades e possibilidades de estudo de cada fase que compõe a construção de uma tese (realização das disciplinas e dos respectivos trabalhos e avaliações, elaboração dos textos preliminares para análise do orientador, composição da redação final do relatório de qualificação, etc.), passamos por todas as etapas comuns a uma pesquisa bibliográfica, tal como determinação do assunto (tema) da pesquisa, formulação do problema, levantamento da bibliografia, leitura e documentação.¹⁰

No que se refere aos textos selecionados durante o levantamento bibliográfico, cabe destacar que esses foram agrupados em seis categorias principais, quais sejam:

- (i) Livros e artigos sobre Geomorfologia, assim como estudos relacionados com essa ciência e o seu ensino e com a Educação Geográfica;
- (ii) A obra clássica que inaugura a discussão sobre os Obstáculos Epistemológicos (BACHELARD, 2008), publicada pela primeira vez no ano de 1938;
- (iii) Textos que versam sobre a epistemologia bachelardiana, com atenção especial à teoria citada;

¹⁰ Tivemos o cuidado de não desviar dos nossos objetivos básicos iniciais e dos pressupostos teóricos do estudo, ambos já esboçados no projeto de pesquisa submetido ao processo seletivo da Faculdade de Educação da USP, cujo título já destacava a principal teoria que seria considerada no estudo e, de certo modo, nosso foco de investigação: “OS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS NAS AULAS DE GEOGRAFIA: contribuição para o ensino da Geografia Física na Educação Básica”. Porém, como é de praxe em toda pesquisa qualitativa, houve cada vez mais uma delimitação do objeto de estudo (problema), a tentativa de explicitação e a reformulação de algumas questões inicialmente colocadas pelo projeto, além do ajuste cada vez mais fino do nosso foco de estudo e da definição das palavras-chave da investigação.

- (iv) Livros que tratam de assuntos que estejam direta ou indiretamente relacionados à referida teoria e que podem contribuir de algum modo para a sua devida compreensão;
- (v) Pesquisas que procuram colaborar para o processo de ensino e aprendizagem na Educação Básica a partir da epistemologia bachelardiana;
- (vi) Textos que versam sobre indicadores (significado, estratégias para seu desenvolvimento e construção, assim como pertinência para o ensino).

Inicialmente, registramos e representamos de forma esquemática as informações contidas nos textos selecionados, com o intuito de fazer um rastreamento dos elementos mais relevantes para a pesquisa e de organizar um suporte empírico para o raciocínio. Com isso, obtivemos uma visão parcial e de conjunto dessas obras, o que nos possibilitou realizar uma análise interpretativa de cada texto.¹¹ Outra atividade esperada para uma pesquisa bibliográfica e que realizamos em diferentes ocasiões foi a associação das informações dos textos que já haviam sido objeto de interpretação com o problema da pesquisa. Isso demandou o estabelecimento de possíveis relações entre os problemas, conceitos e teses desenvolvidas pelos diversos autores consultados, tendo em vista, especificamente, o propósito deste estudo.

Nosso objetivo foi realizar uma síntese integradora, pautada nos conhecimentos que foram construídos durante a análise interpretativa.¹² Neste momento, as propostas de soluções para o problema da pesquisa foram apresentadas, tendo em vista as tendências e os padrões verificados para o processo em tela, qual seja, a aprendizagem da Morfodinâmica. Essa síntese,

¹¹ Diz Severino (1996, p. 56): “Interpretar, em sentido restrito, é tomar uma posição própria a respeito das ideias enunciadas, é superar a estrita mensagem do texto, é ler nas entrelinhas, é forçar o autor a um diálogo, é explorar toda a fecundidade das ideias expostas, é cotejá-las com outras, enfim, é dialogar com o autor.”

¹² Descrever este trabalho de síntese não é tarefa das mais simples. Com relação à elaboração de trabalhos científicos, Salomon (1977) assim aborda essa questão: “Por um esforço constante de reflexão, crítica e intervenção, vai a mente assimilando progressivamente os dados do problema, descobrindo-lhe a complexidade, comparando-os. Desta atividade surgem relações possíveis, prováveis, certas. Aparecem hipóteses que vêm suprir lacunas de informações; tais hipóteses, por sua vez, são criticadas, substituídas por outras. Pouco a pouco as perspectivas se desenham, estabelece-se a harmonia e a unidade se perfaz. É a síntese final que se estende ao plano definitivo da dissertação” (p. 272).

que reflete o nosso objetivo específico, foi colocada em cena principalmente quando destacamos o quadro referente aos IAMs (Apresentação da tese) e realizamos a demonstração de nossa hipótese (capítulos 7 e 8), mas também pode ser conferida no esquema estratégico que sugerimos para a organização das aulas que visam ao ensino da Morfodinâmica (capítulo 4).

Para monitorar as leituras durante a pesquisa bibliográfica, selecionamos três perguntas que, diante da grande quantidade de informações a que tivemos acesso, ajudaram a definir com precisão nosso “objetivo de leitura”.¹³ São elas: (i) O que é Morfodinâmica? (ii) Qual o significado do termo indicador? e, (iii) A que se refere a teoria dos Obstáculos Epistemológicos? As respostas que construímos para essas perguntas compuseram o Relatório de Qualificação (MACHADO, 2018) e forneceram os elementos necessários para refletir sobre o problema colocado pela pergunta principal da pesquisa, qual seja: *Quais são os indicadores necessários para avaliação da aprendizagem nas aulas de Geografia que visam ao ensino da Morfodinâmica?*

Após a realização do exame de qualificação, ocorrido em março de 2018, fizemos a releitura daqueles capítulos para relacionar cada IAM com os textos do relatório. Conforme já comentado, ao adotarmos esta estratégia, associamos mais diretamente os IAMs com o seu respectivo lastro teórico, assim como destacamos a importância e pertinência dos IAMs no âmbito da Geografia Escolar, da avaliação da aprendizagem.

Decerto, os principais capítulos da tese são aqueles que trazem a análise dos dados empíricos sobre a aprendizagem da Morfodinâmica (capítulos 7 e 8, respectivamente), tendo em vista os resultados alcançados com a aplicação do nosso instrumento de pesquisa. Esta análise representa, na verdade, a demonstração da nossa hipótese.

¹³ Três questões gerais, que entendemos como pertinentes a qualquer pesquisa bibliográfica, foram consideradas para a elaboração das perguntas específicas apresentadas ao longo do estudo e para orientar a nossa própria leitura. São elas: “Quais os principais questionamentos apontados pela literatura sobre o tema selecionado? Quais os pontos comuns e os pontos divergentes entre o que aparece nesse e em outros estudos similares? O que tem sido negligenciado pela literatura sobre esse assunto?” (LUDKE; ANDRÉ, 2008, p. 47).

3.2. Para demonstração da hipótese

Como sabemos, a pesquisa bibliográfica é um procedimento comum a qualquer tipo de investigação, tanto de caráter qualitativo (como é o nosso caso) quanto quantitativo. Esse é um procedimento que diminui o risco do pesquisador incidir na superficialidade no trato do tema ou mesmo reproduzir, em seu trabalho, soluções já propostas em outros estudos científicos. Tendo em vista a pesquisa bibliográfica apresentar esse caráter universal, válido para qualquer situação de pesquisa, cabe agora detalharmos quais foram os procedimentos adotados para demonstrarmos a nossa hipótese, qual seja: *A possibilidade de avaliar a aprendizagem da Morfodinâmica por meio da aplicação dos IAMS.*

Demonstramos a nossa hipótese com base nas respostas dos alunos para as tarefas que compunham o nosso instrumento de pesquisa, organizado na forma de um Material de Apoio ao Aluno (Sequência Didática – SD), apresentado no capítulo 4. As folhas deste material com as respostas registradas pelos estudantes compõem os documentos que fazem parte deste estudo. Para geração destes documentos, aplicamos a SD nas oitavas séries A, B, C e D (atual nono ano) de uma escola pública de Ensino Fundamental (primeiro ao nono ano), da Secretaria Municipal de Educação de São Paulo (SME-SP) – Diretoria Regional de Educação Butantã. No total estiveram envolvidos nesta aplicação 118 estudantes, a qual ocorreu no primeiro semestre de 2011. Os documentos foram arquivados e recuperados para a realização do presente estudo.

Tendo em vista a quantidade de tarefas que compõe a SD, que somam mais de trinta, além do número total de estudantes envolvidos na sua aplicação, para viabilizar nossa pesquisa adotamos a seguinte estratégia:

- (i) Atrelar as tarefas da SD com as respostas de dois alunos participantes da pesquisa. Neste momento, descrevemos e analisamos como foi a aplicação de toda a SD, tendo em vista as devolutivas destes alunos em particular.
- (ii) Identificar e listar algumas tarefas da SD que, potencialmente, possibilitam o desenvolvimento do Raciocínio Analítico, de Síntese e por Hipótese.

- (iii) Avaliar, com base nos IAMs, as devolutivas de todos os alunos participantes da pesquisa para as tarefas selecionadas anteriormente.

Descrever e analisar como foi a aplicação da SD considerando as respostas de dois alunos possibilitou estabelecer uma visão de conjunto do processo de ensino e aprendizagem. Escolher algumas tarefas que permitem o desenvolvimento do raciocínio, dentre várias outras que também iriam atender a essa finalidade pareceu ser o procedimento mais apropriado para o teste da hipótese. Isso porque com essa triagem nossa atenção convergiu para os IAMs, e não para o exame sistemático da eficiência, eficácia e efetividade da SD, o que nos desviaria dos objetivos centrais deste estudo.

A análise das respostas dos alunos para as tarefas selecionadas da SD foi realizada com o apoio das Fichas para Análise dos Tipos de Raciocínio, apresentadas adiante. Esperamos, assim, aprimorar as avaliações que já fizemos para as respostas dos estudantes participantes da aplicação deste instrumento em trabalhos anteriores (MACHADO, 2013; CASTELLAR; MACHADO, 2014; MACHADO, 2016; MACHADO, 2017).

3.3. *Para avaliação do raciocínio*

Para avaliar o raciocínio dos alunos temos que nos colocar em busca de suas externalizações, isto é, de seus escritos, rascunhos, esboços, símbolos, as respostas registradas pelos estudantes. Segundo Bruner (2001a, p. 32), “A externalização resgata a atividade cognitiva do implícito, tornando-o mais público, negociável e ‘solidário’.” Desse modo, uma das vias de acesso para o raciocínio dos alunos são as suas frases organizadas em uma ou mais orações, isto é, os períodos.¹⁴ Também podemos afirmar que uma proposição,

¹⁴ O período é a frase formada com uma ou mais orações (“O barulho do trem ecoa no precipício.”; “As pessoas comemoram quando um título é conquistado.”). Optamos por trabalhar com os períodos construídos pelos alunos e não com os seus possíveis argumentos, uma vez que o argumento se refere a algo mais complexo, cuja construção talvez envolva atividades mais direcionadas para esta finalidade. Segundo Machado e Cunha (2015), o argumento é formado pela conclusão e por uma ou mais premissas, isto é, razões que procuram fundamentar a conclusão. Apesar de não esperarmos a construção de argumentos por parte dos alunos, ou seja, de conclusões acompanhadas de suas respectivas premissas, a elaboração de períodos simples ou compostos pode ser entendida como uma etapa

pergunta ou representação gráfica e cartográfica é uma expressão do raciocínio da pessoa.

Assim, no âmbito do processo de ensino e aprendizagem desencadeado por uma SD, a pergunta que pode orientar a análise das respostas dos estudantes é: *“Quais variáveis foram resgatadas pelos alunos e quais relações entre variáveis foram estabelecidas pelos alunos nas tarefas que compõem a atividade investigativa e nas tarefas posteriores a esta atividade?”*. Foi essa a principal pergunta que norteou a análise dos dados recolhidos com a aplicação da SD.¹⁵

O foco principal da avaliação, portanto, não foram os conhecimentos prévios dos alunos, anteriores a investigação, tampouco o grau de desenvoltura do aluno em relação ao emprego dos instrumentos e à aplicação dos procedimentos de pesquisa que compõe a atividade investigativa. A avaliação, neste caso, esteve voltada para os possíveis feixes de relações desenvolvidos pelo estudante durante e após a investigação do problema.

A investigação de um problema é uma estratégia para a aprendizagem, uma via para construção de significados. A análise das variáveis e atributos resgatados pelos alunos em suas externalizações e das relações estabelecidas por eles entre essas variáveis e os atributos é uma questão eminentemente epistemológica.¹⁶ As frases, proposições, perguntas e representações gráficas e cartográficas construídas durante ou após uma atividade investigativa permitem o rastreamento das relações.

A questão nevrálgica, portanto, é o que o aluno aprende durante as aulas. Para atingir este alvo (a aprendizagem dos alunos), devemos nos valer de ferramentas adequadas a essa finalidade. É neste momento que entra em cena os indicadores.

Assim, uma vez selecionadas as tarefas que possibilitam avaliar o desenvolvimento do Raciocínio Analítico, de Síntese e por Hipótese durante o ensino da Morfodinâmica, devemos analisar as respostas dos estudantes para estas tarefas.¹⁷ Nesta pesquisa, as devolutivas dos estudantes foram avaliadas

preparatória para a produção de falas e textos mais consistentes, organizados na forma de argumentos.

¹⁵ Sobre a Sequência Didática e a atividade investigativa, conferir o capítulo 4.

¹⁶ A epistemologia se refere à construção do conhecimento, ao modo como uma pessoa percebe um determinado fenômeno físico, químico, biológico, social.

¹⁷ O professor de Geografia do sexto ao nono ano de uma escola pública localizada em uma Região Metropolitana pode chegar a ministrar aulas para quatro turmas ou mais, o que significa

tendo em vista as *Fichas para Análise dos Tipos de Raciocínio*, apresentadas a seguir:

Quadro 5 – Ficha para avaliação do desenvolvimento do Raciocínio Analítico

Indicador: Raciocínio Analítico	
Descrição (resumo)	Ocorre quando o aluno identifica, seleciona e diferencia os dados.
Fonte de dados	Respostas para a atividade “x” da SD
Unidade de medida	% da amostra
Gráfico do indicador	****
Exemplo de respostas dos alunos	****
Análise concisa do indicador (foco no objetivo)	<p>Pergunta disparadora para análise – “Quais são os sinais presentes nas respostas dos alunos para a tarefa “x” que possibilitam afirmar o desenvolvimento do raciocínio analítico?”</p> <p>Caso possível, este é o momento de destacar a mudança de opinião, ou seja, de resgatar quais foram as opiniões iniciais dos estudantes sobre as causas do problema e possibilidades de ocorrência, comparando com as opiniões apresentadas após a realização da atividade investigativa.</p> <p>Também é importante assinalar indícios do desenvolvimento da habilidade e competência foco da SD.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

trabalhar com, no mínimo, 120 alunos semanalmente. Logo, quando tem a oportunidade de aplicar uma Sequência Didática, talvez seja mais viável o docente selecionar apenas uma tarefa da SD que possibilite avaliar o desenvolvimento de um ou mais IAM. Nota-se o cuidado que o professor deve ter no momento de selecionar esta tarefa, tendo em vista o tempo que será empregado para analisar a resposta de cada aluno, assim como a relevância que essas respostas irão adquirir para a interpretação, por parte do professor, do processo de ensino e aprendizagem desencadeado pela sua SD.

Quadro 6 – Ficha para avaliação do desenvolvimento do Raciocínio de Síntese

Indicador: Raciocínio de Síntese	
Descrição (resumo)	Ocorre quando o aluno elabora unidades taxonômicas, tipologias e categorias pelo agrupamento de objetos caracterizados por agrupamentos de variáveis.
Fonte de dados	Respostas para a tarefa “x” da SD
Unidade de medida	% da amostra
Gráfico do indicador	****
Exemplo de respostas dos alunos	****
Análise concisa do indicador (foco no objetivo)	<p>Pergunta disparadora para análise – “Quais são os sinais presentes nas respostas dos alunos para a tarefa “x” que possibilitam afirmar o desenvolvimento do raciocínio de síntese?”</p> <p>Caso possível, este é o momento de destacar a mudança de opinião, ou seja, de resgatar quais foram as opiniões iniciais dos estudantes sobre as causas do problema e possibilidades de ocorrência, comparando com as opiniões apresentadas após a realização da atividade investigativa.</p> <p>Também é importante assinalar indícios do desenvolvimento da habilidade e competência foco da SD.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 7 – Ficha para avaliação do desenvolvimento do Raciocínio por Hipótese

Indicador: Raciocínio por Hipótese	
Descrição (resumo)	<p>- Ocorre quando os alunos elaboram suposições e perguntas tendo em vista as variáveis ambientais, os processos endógenos e exógenos e objetos. (questões dissertativas);</p> <p>ou</p> <p>- Ocorre quando os alunos adotam uma suposição ou pergunta para a causa do problema com base nas variáveis ambientais, nos processos endógenos e exógenos e objetos. (questões de múltipla escolha)</p>
Fonte de dados	Respostas para a tarefa “x” da SD
Unidade de medida	% da amostra
Gráfico do indicador	****
Exemplo de respostas dos alunos	****
Análise concisa do indicador (foco no objetivo)	<p>Pergunta disparadora para análise – “Quais são os sinais presentes nas respostas dos alunos para a tarefa “x” que possibilitam afirmar que houve o desenvolvimento do raciocínio por hipótese?”</p> <p>Caso possível, este é o momento de destacar a mudança de opinião, ou seja, de resgatar quais foram as opiniões iniciais dos estudantes sobre as causas do problema e possibilidades de ocorrência, comparando com as opiniões apresentadas após a realização da atividade investigativa.</p> <p>Também é importante assinalar indícios do desenvolvimento da habilidade e competência foco da SD.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

O tipo de raciocínio é o que se avalia em sala de aula, mas também o que se busca em aula. Faz sentido adotar os três indicadores caso o objetivo seja desenvolver, no aluno, o raciocínio analítico, de síntese e por hipótese. Assim, elaborar SDs que procurem atender a essa finalidade é um pré-requisito para a aplicação dos indicadores na avaliação da aprendizagem. Nota-se, portanto, que a avaliação do aluno não está desvinculada de um projeto docente.

Além disso, quando tratamos separadamente os três tipos de raciocínio não quer dizer que ocorram de forma independente uns dos outros, tampouco que existe uma hierarquia entre eles. O raciocínio de síntese resulta de um raciocínio analítico e o raciocínio por hipótese pode ser a própria expressão de um raciocínio analítico ou de síntese. A divisão dos tipos de raciocínio foi feita apenas para servir como balizador da avaliação das frases dos alunos nas aulas que visam ao ensino da Morfodinâmica. Caso os períodos construídos pelos estudantes expressem o raciocínio analítico, de síntese e/ou por hipótese, estamos diante de indícios da aprendizagem.

Apesar da proposta conter apenas três indicadores (raciocínio analítico, de síntese e por hipótese), ao desmembrarmos as suas características, elencamos no total nove itens. Esses itens são o detalhamento dos indicadores que possibilitam avaliar a aprendizagem da Morfodinâmica, as ações dos alunos, conforme já foi devidamente salientado no Quadro 1, mas que destacamos novamente a seguir:

- ❖ 1. Raciocínio Analítico
 - 1.1.- Identificação de dados, ou seja, das variáveis ambientais, dos processos exógenos e endógenos em um texto, mapa, croqui cartográfico, fotografia ou observando diretamente a própria paisagem.
 - 1.2. – Seleção de dados, ou seja, das variáveis ambientais, dos processos exógenos e endógenos em um texto, mapa, croqui cartográfico, fotografia ou observando diretamente a própria paisagem.
 - 1.3. – Diferenciação de dados, ou seja, das variáveis ambientais, dos processos exógenos e endógenos em um texto, mapa, croqui cartográfico, fotografia ou observando diretamente a própria paisagem.
 - 1.4. – Agrupamento de variáveis para elaboração de um quadro ou croqui cartográfico, por exemplo.
- ❖ 2. Raciocínio de Síntese
 - 2.1. – Elaboração de unidades taxonômicas com base nas variáveis ambientais, nos processos endógenos e exógenos para elaboração de um gráfico ou croqui cartográfico, por exemplo.
 - 2.2. – Elaboração de tipologias com base nas variáveis ambientais, nos processos endógenos e exógenos para elaboração de um gráfico ou croqui cartográfico, por exemplo.

- 2.3. – Elaboração de categorias com base nas variáveis ambientais, nos processos endógenos e exógenos para elaboração de um gráfico ou croqui cartográfico, por exemplo.
- ❖ 3. Raciocínio por Hipótese
 - 3.1. – Elaboração de perguntas empregando as variáveis ambientais, os processos endógenos e exógenos e os objetos trabalhados na atividade investigativa.
 - 3.2. – Elaboração de hipóteses empregando as variáveis ambientais, os processos endógenos e exógenos e os objetos trabalhados na atividade investigativa.

Para tornarem-se informações, os dados precisam ser identificados, selecionados, diferenciados, agrupados, enfim, interpretados. Geralmente, esse é o primeiro passo de uma pesquisa, conforme destacado nos Indicadores de Alfabetização Científica (SASSERON, 2010). Os dados, isto é, as variáveis, ao serem agrupados, originam novos objetos. Esses objetos são as unidades taxonômicas, tipologias, categorias, etc., e podem ser empregados tanto para responder a uma pergunta, quanto para compor a própria pergunta inicial de uma pesquisa. O mesmo dizemos a respeito da hipótese: os objetos podem ser empregados tanto para compor a demonstração de uma hipótese, quanto fazer parte da própria hipótese de pesquisa a ser realizada.

Os IAMs podem ser adotados para avaliação do desenvolvimento de diversas habilidades trabalhadas nas aulas de Geografia referentes à Morfodinâmica. A chave dessa inserção dos indicadores em diferentes contextos de ensino são as variáveis ambientais selecionadas pelo professor para serem trabalhadas na aula e aprendidas pelos alunos.

Um elemento que não foi citado no Quadro 1 referente aos indicadores, mas que é um fator central para avaliação da aprendizagem da Morfodinâmica (assim como de qualquer tema ou conceito), é a mudança de opinião durante a realização de uma pesquisa, uma investigação. A mudança de opinião não está apenas vinculada ao desenvolvimento do raciocínio, mas com algo maior, que podemos denominar de espírito científico.¹⁸ Em sala de aula, essa mudança pode ser conferida quando o aluno contraria a própria opinião emitida antes da atividade investigativa sobre a causa de um fenômeno e/ou sua possibilidade de ocorrência (*contrariar* no sentido de se opor, contestar, refutar, etc.). A opinião emitida antes da realização da atividade investigativa representa (pode representar) o conhecimento prévio do aluno, anterior às aulas. A opinião

¹⁸ Sobre o desenvolvimento do espírito científico, conferir o capítulo 5 desta tese, seção 5.3.

emitida após a realização da atividade investigativa é o conhecimento construído no decorrer das aulas, durante a aplicação de uma SD, por exemplo.

Desse modo, além da avaliação da aprendizagem com base nos IAMs, faz-se necessário verificar indícios da ocorrência da mudança de opinião dos estudantes sobre a causa de um problema e/ou sua possibilidade de ocorrência.¹⁹ Este trabalho será realizado no momento em que estivermos analisando o desenvolvimento do raciocínio do aluno, conforme previsto nas próprias fichas.

Como os IAMs nos colocam em busca do desenvolvimento do raciocínio – e não necessariamente da construção de mapas de síntese, por exemplo –, as evidências do desenvolvimento do raciocínio analítico, de síntese ou por hipótese podem estar em um título inventado pelo aluno para um quadro, uma tabela ou um croqui cartográfico, na sua devolutiva escrita para determinada tarefa (suas frases), ou em determinado conceito destacado pelo estudante em um mapa conceitual, ou ainda no significado atribuído pelo aluno para um significante presente em um mapa ou perfil topográfico.

Cabe ainda destacar que mesmo após a realização de uma atividade investigativa, o aluno pode revelar uma concepção imprópria ou equivocada referente às causas do problema abordado na SD e possibilidades de ocorrência. Nesse caso, faz-se necessário questionar as razões, os motivos que levaram à permanência dos obstáculos epistemológicos, isto é, das opiniões animistas, por exemplo, de suas crenças: *As tarefas que compõem a SD foram devidamente elaboradas, com enunciados claros e precisos e adequadamente encadeadas?* (questão da narrativa das aulas); *O problema principal selecionado para ser abordado na SD é potencialmente relevante para os alunos?* (questão do processo físico elementar); *O significado do conceito e a rede de relações estabelecidas pelo professor entre o conceito principal e os conceitos secundários para a elaboração das tarefas foi construído de forma adequada?* (questão do planejamento prévio das tarefas); *Os alunos não se mostraram dispostos a realizar o que foi solicitado?* (questão do protagonismo

¹⁹ Isso significa que a avaliação da aprendizagem da Morfodinâmica pressupõe a organização de aulas que não desconsiderem os conhecimentos prévios dos alunos para a realização do ensino. Uma estrutura de SD que pode contribuir para o planejamento de tarefas que atendam este propósito pode ser conferida no capítulo 4 desta tese, seção 4.5.

versus antagonismo tendo em vista determinado contexto escolar). Esses são exemplos de perguntas que fogem do escopo do presente estudo.

4. O INSTRUMENTO DE PESQUISA: SD “ALAGAMENTOS: SUAS CAUSAS E POSSIBILIDADES DE OCORRÊNCIA”²⁰

4.1. O lastro teórico da SD: síntese panorâmica

Considerando que o objetivo da aula é possibilitar aos alunos a aprendizagem da Morfodinâmica, planejar atividades que busquem atender essa finalidade é um pré-requisito para a aplicação dos IAMs. Esses indicadores foram elaborados para subsidiar o professor na avaliação da aprendizagem dos seus alunos nas aulas que procuram colocá-los em situação de investigação. Portanto, uma pergunta que pode surgir diante dos IAMs é: *“Como projetar aulas, mais especificamente atividades investigativas, que possam desenvolver o raciocínio analítico, de síntese e por hipótese no aluno nas aulas de Geografia que visam ao ensino da Morfodinâmica?”*

Diante desta pergunta, nos deparamos com um problema que foge do escopo do presente estudo, pois remete ao campo da metodologia do ensino, da organização das aulas, e que naturalmente reporta aos mais diversos temas de estudo. Foi o que nos revelou a pesquisa bibliográfica que realizamos nos últimos anos sobre didática.

Os assuntos a que fazemos referência são, por exemplo, a narrativa e o planejamento das aulas (MACHADO, 2009; GIORDAN, 20014b; CASTELLAR; VILHENA, 2010), o apriorismo, o empirismo, o construtivismo e a atuação do professor (BECKER, 2002; GROSSI, 2001), os modelos de ensino (ZABALA, 1998), a simetria e assimetria, a conservação e transformação (MACHADO, 2015), a disposição progressista (OAKESHOTT, 1999) e o problema do dogmatismo (RUSSEL, 2000).

O debate sobre a busca pelos consensos em aula (MACHADO, 2009), a sensibilidade docente (BRUNER, 2001b), a noção de valor (RICOEUR, 1995), a autoridade moral do professor e o dever de consciência dos alunos (BOBBIO,

²⁰ Conforme iremos melhor justificar adiante, as palavras *alagamento*, *inundação* e *enchentes* foram tratadas como sinônimos, apesar de apresentarem significados distintos.

VIROLI, 2002), a liberdade intelectual dos estudantes (CARVALHO, 2012), a construção do conhecimento científico na escola (CARVALHO, 2011), a linguagem comum e científica (CARVALHO, 2011), o significado do termo *Sequência Didática* e as etapas para sua elaboração (MACHADO, 2013; CASTELLAR; MACHADO, 2017) também contribuem para responder àquela pergunta.

Ademais, a questão do conhecimento (BARBOSA; BULCÃO, 2004), do objetivo-obstáculo (ASTOLFI; DEVERLAY, 1990), da transposição do obstáculo (MEIRIEU, 1998), do dado imediato (JEAN, 1989), da importância das respostas cederem lugar às perguntas no ensino das ciências (CAMILLONI, 1997), além de terem sido tratadas por autores que aproximam os Obstáculos Epistemológicos (BACHELARD, 2008) da sala de aula (lembrando que esta é a principal teoria que sustenta nossa pesquisa), também subsidiam a reflexão sobre como desenvolver o raciocínio dos alunos, promover a construção de significados, provocar, enfim, a aprendizagem.²¹

Apenas nestes três últimos parágrafos podemos conferir assuntos relacionados com a didática, a ética e a epistemologia. Não ousaremos aqui relacionar cada tópico citado com o campo do conhecimento que lhe é mais afeito, pois correríamos o risco de incidir em graves reducionismos. Entretanto, conforme sabemos, em conjunto aqueles temas subsidiam tanto a organização das aulas quanto a elaboração de currículos escolares para as redes de ensino.

Neste estudo, centramos a nossa atenção na questão da epistemologia, da avaliação da construção do conhecimento pelo aluno. Porém, cabe destacar que textos que versam sobre ética e didática foram elaborados para compor o Relatório de Qualificação (MACHADO, 2018). Além de terem contribuído para o ajuste fino de nosso foco de pesquisa, são parte importante dos fundamentos teóricos do nosso instrumento de pesquisa, uma Sequência Didática que visa ao ensino da Morfodinâmica.

A seguir, nos detemos de modo conciso em alguns dos pressupostos centrais que nortearam a elaboração deste instrumento.

²¹ A teoria dos Obstáculos Epistemológicos, uma das bases para a construção dos Indicadores de Aprendizagem da Morfodinâmica (IAMs), será apresentada no capítulo 5.

4.2. Pressupostos teórico-metodológicos da SD

4.2.1. Rejeição das opiniões primeiras e a construção de relações

Concordamos com Camilloni (1997) quando diz que a pessoa é a construtora do seu conhecimento, e este conhecimento só é possível de ser elaborado caso as respostas cedam lugar às perguntas, aos problemas. A ausência de perguntas, da dúvida, consolida os Obstáculos Epistemológicos no aluno, ou seja, a crença em verdades absolutas, perenes, o que prejudica o desenvolvimento do seu espírito científico ou inventivo.

Segundo Barbosa e Bulcão (2004, p. 51), “(...) conhecer é se aventurar no reino do novo e do abrupto, é estabelecer novas verdades através da negação do saber anterior e da retificação de conceitos e ideias que anteriormente nos pareciam sólidos”.

Conhecer é, enfim, criar ou reelaborar significados e, no limite do possível e imaginável, significantes, renunciando as opiniões iniciais que se tinha para resolver um determinado problema. Avançando um pouco mais nesta reflexão, podemos concluir que a aprendizagem ocorre quando há rejeição, por parte do aluno, dos seus conhecimentos prévios na medida em que ele constrói (consegue construir) relações apropriadas entre variáveis nas proposições e perguntas que elabora quando está diante de algum problema. Por esse motivo, o instrumento de pesquisa é composto tanto por tarefas voltadas para o levantamento das concepções espontâneas ou desencadeadas dos alunos, quanto por tarefas que procuram colocar os estudantes em situações de questionamento dos seus próprios conhecimentos prévios após a realização de uma Atividade Investigativa.

4.2.2. Construção de hipóteses

A Morfodinâmica é um dos objetos de estudo da Geomorfologia. Desde o século XIX, pode-se entender a Geomorfologia como a ciência das induções a partir das hipóteses. Segundo Peirce (1878, apud VITTE, 2004, p. 28), “(...) a inferência hipotética pode ser chamada de raciocínio do consequente para o

antecedente”. Por exemplo: “Os fósseis são encontrados: digamos, os de peixes, no interior do país. Para explicar o fenômeno, suponhamos que o mar invadiu toda a Terra” (PEIRCE, 1878, apud VITTE, 2004, p. 27). Os fósseis de peixes são o consequente; a invasão do mar, o antecedente.

Quando o investigador procura descobrir a origem de um fato, suas causas, ele conjectura. Conjecturar é construir uma hipótese.

É desse modo que procuramos abordar a Morfodinâmica em sala de aula. Elaboramos tarefas para o nosso instrumento de pesquisa que possibilitam aos alunos propor hipóteses, raciocinar por hipótese, construir hipóteses. Entendemos que o estudo dos processos morfodinâmicos no sexto ao nono ano pode ser um exercício de elaboração de hipóteses para a realização de induções, partindo do particular para – se desejado ou necessário – a posterior realização de possíveis e cuidadosas generalizações.

Aqui nós temos uma clara aproximação entre o instrumento de pesquisa e os IAMs. A indução aponta para o Raciocínio Analítico, para a busca pelos detalhes, para a realização dos primeiros agrupamentos, tendo em vista um problema de pesquisa. Esse problema, por sua vez, provoca o Raciocínio por Hipótese, a elaboração de suposições, a realização de inferências hipotéticas.

4.2.3. Elaboração de perguntas

Do sexto ao nono ano, os alunos realizarão, no máximo, um ensaio de análise dos processos morfodinâmicos, e não um estudo técnico propriamente dito para a elaboração de um mapa de Unidades Morfodinâmicas, por exemplo. Então, além da construção de hipóteses, elaboramos tarefas para o nosso instrumento de pesquisa que procuram instigar os alunos a construir perguntas sobre aquilo que investigaram durante as aulas. Conforme afirma Bachelard (2008, p. 21), “(...) o homem movido pelo espírito científico deseja saber, mas para, imediatamente, melhor questionar”.

O estudo de um fenômeno não esgota todas as suas possibilidades de explicação (CALLAI, 2013, p. 144). Portanto, o mais recomendável é que as conclusões elaboradas pelos estudantes durante a aplicação de uma Sequência Didática, por exemplo, sejam em forma de perguntas ou, pelo menos, entendidas de modo análogo por eles. Perguntas para mobilizar a

realização de outras investigações e que podem representar, futuramente, um problema de pesquisa e assim provocar no estudante o raciocínio por hipótese.

4.2.4. Trabalhos discentes

As tarefas do nosso instrumento de pesquisa requerem, basicamente, que os alunos elaborem e/ou leiam croquis cartográficos, assim como outros tipos de representações, no caso um perfil topográfico e alguns gráficos. É enquanto se elabora essas representações e a partir da leitura dessas representações que se sistematizam e relacionam variáveis para a construção de perguntas, hipóteses ou respostas para o problema de pesquisa. Ressaltamos que os mapas cognitivos, os mapas mentais, as maquetes e as animações, por exemplo, também podem contribuir para a construção de significados referentes à Morfodinâmica.

4.2.5. A escolha do problema a ser investigado: o processo físico elementar

Um dos momentos cruciais na organização das aulas que visam ao ensino da Morfodinâmica (assim como de outros temas relacionados com a Geografia da natureza) é a definição do problema que será investigado pelos alunos. Para orientar essa etapa do trabalho do nosso instrumento de pesquisa, nos valem do conceito Processo Físico Elementar.

Conforme definido por Machado (2013), os processos físicos elementares são aqueles percebidos como adversos em área urbana por serem comumente abordados enquanto fenômenos que eventualmente prejudicam a mobilidade das pessoas, ameaçam a integridade física e/ou provocam prejuízos aos bens materiais. São de conhecimento da população em geral por fazerem parte direta ou indiretamente do seu cotidiano (*lugar de vivência* e outros lugares), seja regularmente, em períodos específicos do ano ou de outra forma cíclica ou mesmo previsível.

Exemplos de Processos Físicos Elementares são os movimentos de massa (como os deslizamentos), subsidência dos solos, inundações, alagamentos, erosão (continental e costeira), vendaval, tornado, entre outros.

Tendo em vista a configuração territorial do local onde está localizada a escola que aplicamos o instrumento de pesquisa, no fundo de vale de uma área urbana consolidada, selecionamos o Processo Físico Elementar alagamento para ser trabalhado em aula.

4.2.6. *Variáveis ambientais, processos exógenos e endógenos*

O objetivo geral da SD é o ensino da Morfodinâmica. Este tema (Morfodinâmica) será sistematicamente discutido no capítulo 6. Todavia, cabe adiantar que a quantidade de assuntos que tradicionalmente costumam ser investigados no âmbito desse tema é numerosa, motivo pelo qual à Morfodinâmica atrelam-se questionamentos referentes tanto aos processos exógenos quanto aos processos endógenos para a análise da dinâmica de uma ou mais vertentes. Dentre alguns dos principais processos, podemos citar, por exemplo, a erosão, a pedogênese, os movimentos de massa, o escoamento e a infiltração, sendo estes dois últimos diretamente relacionados com os alagamentos, problema selecionado para ser trabalhado no instrumento de pesquisa.

As variáveis ambientais (Quadro 2) são empregadas para o estudo desses processos, conforme iremos demonstrar com maiores detalhes no capítulo 6. Desse modo, em nossa SD priorizamos o trabalho com as variáveis ambientais, como a altitude e a ocupação das terras. Entretanto, também mencionamos em suas tarefas alguns processos exógenos diretamente relacionados com o problema dos alagamentos, como a infiltração e o escoamento, listados no Quadro 3, com o propósito de ressaltá-los como uma *referência* para a investigação que os alunos realizaram.

Variáveis ambientais, processos endógenos e exógenos. São estes os tópicos que podem nortear a elaboração de tarefas para a aprendizagem da dinâmica do relevo, tendo em vista o Processo Físico Elementar selecionado pelo professor para ser trabalhado nas aulas.

Ademais, cabe salientar que para além da análise do lugar de vivência dos alunos, o estudo da Morfodinâmica também permite ao professor de Geografia elaborar tarefas que problematizem os processos físicos em diferentes configurações territoriais, semelhantes ou não ao local onde os

estudantes moram e estudam, tal como nas áreas ocupadas por populações de baixa renda, nas comunidades indígenas e quilombolas, nos fundos de vale das áreas urbanas, nas áreas de proteção ambiental (APAs), nos parques industriais, nas áreas agrícolas e de pastagem, etc., o que significa a possibilidade de associar a Morfodinâmica a diversos temas trabalhados pela Geografia na Educação Básica.

Uma vez demonstrados os pressupostos teórico-metodológicos básicos da SD, apresentamos adiante quais foram os seus objetivos.

4.3. Objetivo-obstáculo da Sequência Didática

A Sequência Didática teve como objetivo-obstáculo:

- (i) Objetivo (a ser alcançado pelo aluno e projetado pelo aplicador): **emprego de variáveis ambientais** ao se expressar sobre a causa dos alagamentos e possibilidades de sua ocorrência em determinado lugar; **reconhecimento das variáveis ambientais** como a causa dos alagamentos e as possibilidades de sua ocorrência em determinado lugar; **elaboração de sínteses** para se expressar sobre a causa dos alagamentos e as possibilidades de sua ocorrência em determinado lugar; **elaboração de hipóteses** com base nas **variáveis ambientais e tipologias, categorias, unidades taxonômicas**, etc. (sínteses). Uma vez alcançado o objetivo pelo aluno, estamos diante de uma SD que contribui para o desenvolvimento da habilidade “Analisar os impactos produzidos pela ação humana no modelado do relevo” (ESTADO, 2010) e da competência *expressão*, que é a capacidade de se expressar em diferentes linguagens (cartográfica e escrita, por exemplo).²²
- (ii) Obstáculo (a ser superado pelo aluno e presumido pelo aplicador): **obstáculo animista** e do **conhecimento geral** para a causa dos

²² Apesar de a SD ter sido aplicada em uma escola que pertence a Secretaria Municipal de Educação de São Paulo (SME-SP), achamos melhor utilizar como referência as habilidades de Geografia que constam no currículo da Secretaria Estadual de Educação de São Paulo durante a elaboração da tese. Isso porque o currículo da prefeitura já foi alterado pelo menos duas vezes na última década, enquanto o do Estado, cuja primeira publicação data de 2008, esteve em vigor até o ano passado (2018), quando passou a valer a nova Base Nacional Curricular Comum (BNCC).

alagamentos; **intuição realista** para a possibilidade de ocorrência do problema em determinado local.

A intuição realista pode ficar circunscrita a mera descrição do objeto (que já é uma percepção ou mesmo abstração) realizada exclusivamente a partir dos cinco sentidos, daquilo que é avistado *in loco*, por exemplo, ou avançar para a análise do objeto com base nas metáforas e outras figuras de linguagem, tendo em vista aquilo que é observado, lembrado ou mesmo imaginado sobre ele.

Mas conforme discutiremos no capítulo 5, quando nos referirmos ao conhecimento objetivo e subjetivo, a razão e a imaginação, os sentidos são a fonte do conhecimento, uma plataforma de partida para ciência e para filosofia. O maior problema está na crença em verdades inquestionáveis, absolutas, e na identificação e interpretação do dado sem levar em consideração, durante a realização de uma investigação, procedimentos e instrumentos de pesquisa, por exemplo. Segundo Bachelard:

A fenomenotécnica **prolonga** a fenomenologia. Um conceito torna-se científico na proporção em que se torna técnico, em que está acompanhado de uma **técnica de realização**. (2008, p. 77; grifo nosso)

Ademais, buscar o abandono das figuras de linguagem para se expressar sobre determinado assunto não é o essencial, a meta imprescindível. O *maior* problema está em empregar as metáforas como meio para realizar a investigação, e não como uma estratégia para traduzir ou se expressar sobre o fenômeno. Sobre isso, Bachelard assinala:

Quando a abstração se fizer presente, será a hora de ilustrar os esquemas racionais. (...) apenas a ilustração que opera depois do conceito, **acrescentando um pouco de cor aos traços essenciais**, pode ajudar o pensamento científico. (2008, p. 97, grifo nosso)

O autor acrescenta ainda que “Na mentalidade científica, a analogia (...) entra depois da teoria. Na mentalidade pré-científica, ela entra antes.” (BACHELARD, 2008, p. 100) Desse modo, na análise realizada pelos alunos do sexto ao nono ano espera-se que eles empreguem, *predominantemente*, as variáveis ambientais para se expressar sobre o assunto que investigaram ou

sob investigação. Na sua síntese, todavia, pode ser que eles próprios elaborem uma metáfora que ilustre o fundamental da investigação, ou pelo menos aquilo que eles acharam mais relevante.

Nesse caso, a metáfora é parte do resultado da investigação, uma criação derivada da análise. Cabe ao professor indagar aos estudantes o que existe por trás das metáforas, a fim de verificar se elas foram elaboradas com base nas variáveis ambientais. Essa seria uma tarefa pertinente para a Etapa 3 do esquema estratégico exposto na seção 4.5.1., a ser realizada após a avaliação das devolutivas dos alunos para as tarefas que fazem parte da Atividade Investigativa ou que a sucedem.

Ademais, assinalamos que o emprego de uma variável ambiental na fala ou frase do estudante já pode representar o início da construção de uma percepção do objeto mediada por um feixe de relações, percepção essa não necessariamente mediada apenas por metáforas e hipérboles, por exemplo.

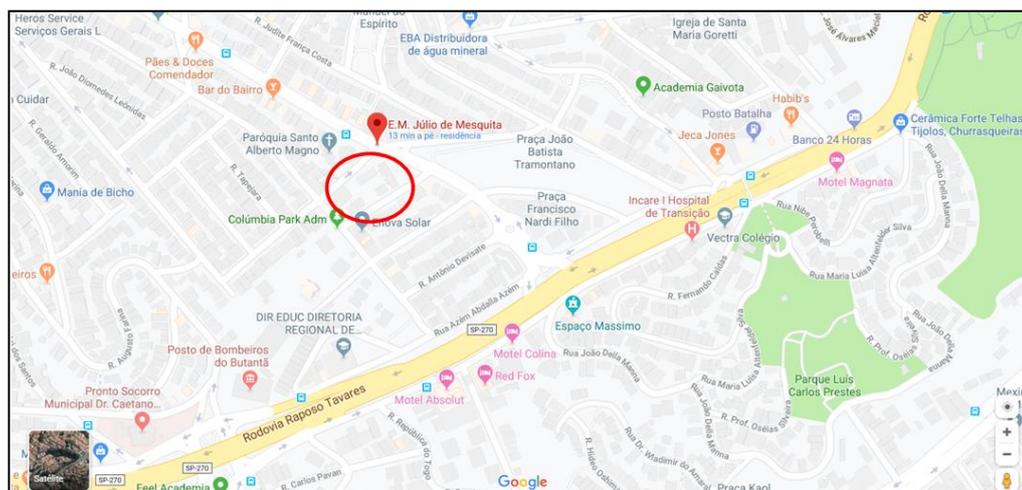
Por esses motivos, o objetivo principal desta SD não foi o abandono completo, por parte dos alunos, do emprego das figuras de linguagem ao se expressar sobre a causa ou, mais especificamente, a possibilidade da ocorrência dos alagamentos no local onde estudam. As variáveis ambientais precisam fazer parte de qualquer análise da dinâmica das vertentes, mas não necessariamente da síntese construída após a investigação do problema. Na elaboração da síntese, a imaginação acaba nos colocando diante do novo (objeto), e este novo pode ser anunciado tanto através de um conjunto de símbolos matemáticos ou convenções cartográficas, quanto por uma hipérbole, ou mesmo por ambos. O símbolo enquanto signifiante; a hipérbole como significado do signifiante.

Tendo em vista o modo como as tarefas da SD foram organizadas, ao trabalharmos com o problema dos alagamentos, desenvolvemos três noções básicas diretamente relacionadas com a Morfodinâmica. A primeira, comum à maioria das análises geomorfológicas, a questão da altitude; a segunda, o processo exógeno infiltração; a terceira, outro processo exógeno, o escoamento da água nas vertentes.

Um ponto que merece ser destacado é que nesta SD também tratamos da Fragilidade da Urbanização e sua relação com a distribuição das chuvas durante o ano na cidade de São Paulo, isto é, a pluviometria e as estações do ano. A escola está localizada na transição do Planalto Paulistano/Alto Tietê e o

Planalto de São Paulo (ROSS; MOROZ, 1997), em uma área de urbanização consolidada, logo com rede de drenagem relativamente eficiente, por exemplo, mas em um fundo de vale cercado por vertentes que indicam média e alta declividade. Essas características da área remetem a constante necessidade de manutenção da drenagem para que os alagamentos não ocorram em pontos localizados, principalmente entre os meses de dezembro a março.

Figura 3 – Localização da escola (destacada pelo círculo vermelho)



Fonte da imagem: Google Maps (acesso em set./2019)

Uma vez esclarecidos os objetivos da SD, apresentamos adiante quais foram as tarefas realizadas pelos estudantes.

4.4. Tarefas da SD

Para a aplicação da SD, elaboramos um Material de Apoio ao Aluno composto por 17 folhas principais. Antes, porém, de apresentarmos esse material, cabem duas ressalvas.

Conforme especificado na bibliografia consultada sobre o Processo Físico Elementar abordado na SD, alagamento, enchente e inundação não são equivalentes. Apesar disso, a primeira versão desta SD, publicada em Machado (2013) e que será apresentada a seguir, não diferencia um processo do outro nos enunciados das tarefas. Esse equívoco foi devidamente corrigido no ano posterior (MACHADO, 2014), em artigo que apresenta uma versão revista da SD.

Ademais, naquela primeira ocasião ainda empregávamos os termos *Situação de Aprendizagem* e *Sequência Didática* como sinônimos, razão pela qual ainda consta o registro “Situação de Aprendizagem” nas folhas entregues aos alunos para realizarem as tarefas.

Essas ocorrências, entretanto, não prejudicam a realização do presente estudo. Conforme já comentamos, o que pretendemos demonstrar é a possibilidade de avaliar a aprendizagem da Morfodinâmica com base na aplicação dos IAMS. Nesses indicadores, destacamos a necessidade de verificar se as variáveis ambientais que podem ser empregadas para se referir a um determinado Processo Físico Elementar foram incorporadas ao vocabulário dos alunos. Em caso positivo, estamos diante de indícios da ocorrência da aprendizagem, ou seja, da construção do conhecimento e, possivelmente, da superação de um Obstáculo Epistemológico.

Seguem, na íntegra, as tarefas da SD intitulada “Alagamentos: suas causas e possibilidades de ocorrência”.

Figura 4 – Folha 1 da SD

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM
Prof. Júlio Machado – Geografia (2011)

✎ Não escreva nesta folha! ✎

OBSERVE AS FOTOS ABAIXO



Foto 1: Marginal Tietê – SP (setembro de 2009)
Fonte: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ul/95621498.shtml>
Acesso em 12 mar. 2011



Foto 2: Vale do Itajaí – SC (novembro de 2008)
Fonte: <http://www.abril.com.br/noticias/brasil/governo-federal-vai-liberar-r-1-1-bilhao-ajudar-vitimas-chuvas-405027.shtml>
Acesso em 12 mar. 2011



Foto 3: Jardim Botânico - RJ (1988)
Fonte: <http://alcoisp2008.wordpress.com/2008/11/29/trio-de-janeiro-as-grandes-enchentes-desde-1711/>
Acesso em 12 mar. 2011



Foto 4: Marginal Pinheiros (2009 – data provável)
Fonte: http://ww2.prefeitura.sp.gov.br/albumdefotos/sao_paulo/
Acesso em 15 mar. 2011



Foto 5: Marginal Tietê – SP (1963)
Fonte: <http://www.flech.usp.br/dh/emad/?p=1334>
Acesso em 12 mar. 2011



Foto 6: Rua Monte Alegre – zona oeste – SP
(fevereiro de 2011)
Fonte: <http://fotografia.folha.uol.com.br/galerias/2242-chuva-em-sao-paulo#foto-43671>
Acesso em 12 de março de 2011

Figura 5 – Folha 2 da SD

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM
Prof. Júlio Machado – Geografia (2011)

Nome: _____

Série: _____ Data: _____

ETAPA 1

- Reveja as fotos na outra folha e responda:

1) **Quais fotos mostram áreas inundadas, ou seja, alagadas? (assinale apenas a alternativa correta).**

- a) Fotos 1, 4 e 5.
- b) Fotos 1, 2, 3, 5 e 6.
- c) Fotos 1, 2, 3, 4, 5 e 6.
- d) Fotos 5 e 3.

2) **No lugar onde você mora (casa) ou próximo ao lugar onde você mora já ocorreu uma ou mais enchentes?**

3) **No lugar onde você estuda (escola) ou próximo ao lugar onde você estuda já ocorreu uma ou mais enchentes?**

4) **Em sua opinião, porque ocorrem as enchentes como as visualizadas nas fotos? (assinale apenas uma opção com um "x" sobre a letra da alternativa escolhida)**

- a) Excesso de chuvas.
- b) Aquecimento Global.
- c) Falta de investimento em infra-estrutura.
- d) Impermeabilização da superfície de áreas planas ou ocupação humana muito próxima dos rios.

2

Figura 6 – Folha 3 da SD

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM
Prof. Júlio Machado – Geografia (2011)

✎ **Não escreva nesta folha!** ✨

ETAPA 1 (continuação)

- **Leia atentamente os textos abaixo e responda as perguntas na sequência.**

Texto 1: “Choveu muito. Ontem, como em 2006, a culpa pelas enchentes foi da chuva intensa, nas palavras do prefeito Gilberto Kassab (DEM). ‘Estamos no 11º dia de janeiro, já choveu 93% em relação à média do mês, o que mostra que a intensidade é muito grande’, disse. [...] Não importa o índice pluviométrico, pois o prefeito Kassab sempre diz que choveu demais: ‘Em novembro choveu 50% a mais do que a média histórica do mês e três vezes mais do que em 2005’ (dez. 2006); ‘Foi um volume muito grande de água. O que há de positivo é que, mesmo com essa intensidade de água, o Aricanduva e o Pirajussara não transbordaram’ (dez. 2009).”
(Folha de São Paulo – 12/01/2011 – p. C6)

Texto 2: “Uma chuva forte na tarde de ontem tornou a castigar cidade de São Paulo, o ABC paulista e o interior do Estado. Vias importantes ficaram inundadas e alguns casos, intransitáveis – o que complicou o trânsito. [...] O temporal também provocou danos às estradas que chegam à capital. Na via Anchieta, a pista central ficou fechada por três horas e meia [...]”
(Folha de São Paulo – 15/01/2011 – p. C7)

Texto 3: “O Aquecimento Global aumenta enchentes em São Paulo: Nos últimos 40 anos, como os paulistanos podem sentir todo verão, o aquecimento anormal da Terra já vinha aumentando o potencial de enchentes. Estima-se que hoje o número de dias num ano com chuva acima de 10 milímetros já seja 12 a mais do que a média. Somando isso às novas projeções, o Sudeste ganhará quase um mês de chuva extrema no ano.”
(Folha de São Paulo – 31/03/2009)¹

Texto 4: “As mudanças climáticas e seus efeitos, resultantes do aquecimento global, já são uma realidade em diferentes partes do planeta. Um dos efeitos mais preocupantes é a elevação do nível dos oceanos [...]. Além disso, furacões, ondas de calor, secas e enchentes estão ocorrendo com mais frequência e intensidade.”
(Projeto Araribá – Geografia, 2011 - v 4, p. 44)

Texto 5: “A duplicação da área impermeável de uma bacia [...] aumenta o escoamento direto (rápido) em 25 a 50%. Em consequência, é indispensável a instalação de extensa rede de canais artificiais para receber e evacuar o excesso de água. Essa rede compreende desde os esgotos domésticos até grandes galerias sob as ruas. A densidade de drenagem urbana é três a dez vezes maior que a do meio rural.”
(David Drew, 1994, p. 178)

Texto 6: “O processo de urbanização pode provocar alterações sensíveis no Ciclo Hidrológico, principalmente sob o aspecto da diminuição da infiltração da água, devido à impermeabilização e compactação do solo.”
(Seutônio Mota, 1999, p. 43)

¹ Fonte: < <http://www1.folha.uol.com.br/folha/ambiente/ult10007a543275.shtml> >. Acesso 14 de mar. 2011.

Figura 7 – Folha 4 da SD

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM
Prof. Júlio Machado – Geografia (2011)

Nome: _____

Série: _____ Data: _____

ETAPA 1 (continuação)

5) Assinale apenas a alternativa correta:

- a) No texto 1 e no texto 5 verifica-se que a causa da ocorrência de enchentes é da chuva em excesso.
- b) No texto 1 e 2 verifica-se que a causa da ocorrência de enchentes é da chuva, enquanto que o texto seis cita a impermeabilização do solo como uma das causas deste problema.
- c) Todos os textos expressam opiniões semelhantes.
- d) No texto 1 verifica-se que a culpa da ocorrência de enchentes é da chuva, enquanto que o texto cinco cita a impermeabilização do solo e o chamado Aquecimento Global como uma das causas deste problema.

6) Os textos citados na outra folha expressam diferentes opiniões sobre as causas das enchentes, principalmente em São Paulo. Releia estes textos com atenção e responda: com qual destas opiniões você se identifica mais, ou seja, qual delas expressa melhor o seu ponto de vista sobre este assunto? (nesta folha, assinale com um “x” sobre a letra da alternativa escolhida)

- a) Texto 1
- b) Texto 2
- c) Texto 3
- d) Texto 4
- e) Texto 5
- f) Texto 6

7) Reveja a sua resposta para a questão 4.

(i) Qual alternativa você assinalou?

(ii) Analise: a opinião que consta na alternativa que você assinalou na questão 6 coincide com a sua opinião assinalada na questão 4?
Sim () – Não ()

(iii) Qual a semelhança OU diferença entre a sua opinião registrada na questão 4 e a opinião com a qual você se identificou na questão 6?

Figura 8 – Folha 5 da SD

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM
Prof. Júlio Machado – Geografia (2011)

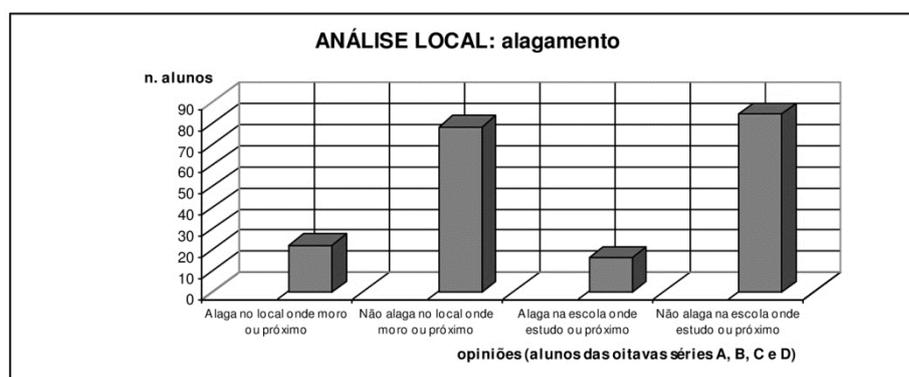
Nome: _____

Série: _____ Data: _____

ETAPA 1

(em dupla)

- Observe o gráfico abaixo.



(Observação: Gráfico elaborado pelo aplicador com base nas respostas dos alunos para as primeiras tarefas da Sequência Didática)

- Agora responda:

1) O que o gráfico está mostrando?

2) Reflita novamente: ocorrem inundações na escola ou próximo da escola em que você estuda?

3) Com base em quais conhecimentos você afirma que **existe OU não** o problema da inundação na escola onde você estuda ou próximo dela?

Figura 9 – Folha 6 da SD

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM
Prof. Júlio Machado – Geografia (2011)

ETAPA 2

✎ **Não escreva nesta folha!** ✎

Preste atenção nas instruções abaixo.

A – ORIENTAÇÕES GERAIS PARA CONSTRUÇÃO DO PERFIL TOPOGRÁFICO (leitura das folhas 2 e 3)

- 1 – Leia o texto que explica “O QUE É” um perfil topográfico na folha 2.
- 2 – As Figuras 1 e 2 são exemplos de folhas topográficas (mapas) onde podemos verificar uma linha de corte (do ponto A ao ponto B) e uma tira de papel com as marcações necessárias para construir o perfil topográfico.
- 3 – Na folha 3, o texto “COMO SE LÊ E SE CONSTRÓI” detalha como deve ser elaborado o Perfil Topográfico.
- 4 – A Figura 3 na Folha 3 exemplifica como deve ser apresentado um Perfil Topográfico. Note que temos a altitude (eixo vertical) e a distância em metros a partir do canto esquerdo do perfil (eixo horizontal). A localização dos rios, das estradas e de algumas altitudes de referência são indicadas com uma seta e a orientação por meio de siglas.

B – ELABORAÇÃO DO SEU PERFIL TOPOGRÁFICO SIMPLIFICADO

- 1 – Após ler e analisar as orientações acima, observe o desenho esquemático na folha 4. Nele, temos um lugar imaginário qualquer, nomeado de “Cidade Alfa” e a representação de seu relevo em curvas de nível.
- 2 - Trace uma linha de corte **AB** (linha reta, com régua) no desenho. O ponto A é o ponto próximo da Casa 1.
- 3 - Elabore o seu Perfil Topográfico abaixo do desenho esquemático utilizando régua e lápis.
 - O intervalo das altitudes no eixo vertical será de 10 metros. No caso do seu perfil, cada um centímetro é igual a 10 m. A altitude menor indicada no eixo vertical será de 200m e a altitude maior de 340m.
 - O intervalo das distâncias no eixo horizontal será de 1000 m (ou 1 Km). No caso do seu perfil, cada um centímetro é igual a 1000 m. A distância zero deve ser indicada no canto esquerdo, tal como exemplificado pela Figura 3 da folha 3.
 - No perfil topográfico, não se esqueça de indicar a orientação aproximada da linha de corte, assim como de localizar o rio, a estrada e as casas.

Figura 10 – Folha 7 da SD

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM
Prof. Júlio Machado – Geografia (2011)

PERFIL TOPOGRÁFICO

FOLHA 2

O QUE É

Perfil topográfico ou perfil do relevo é a representação de um corte vertical no relevo, salientando sua silhueta. É como se olhássemos um relevo de frente, observando seu contorno no horizonte, isto é, sua silhueta.

O perfil topográfico é construído com base no mapa que mostra o relevo em curvas de nível (figura 1).

FIGURA 1. Folha topográfica: Embu Guaçu (SP)

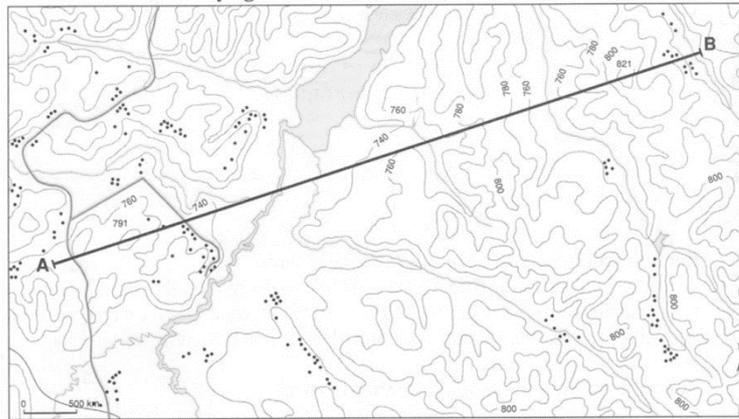
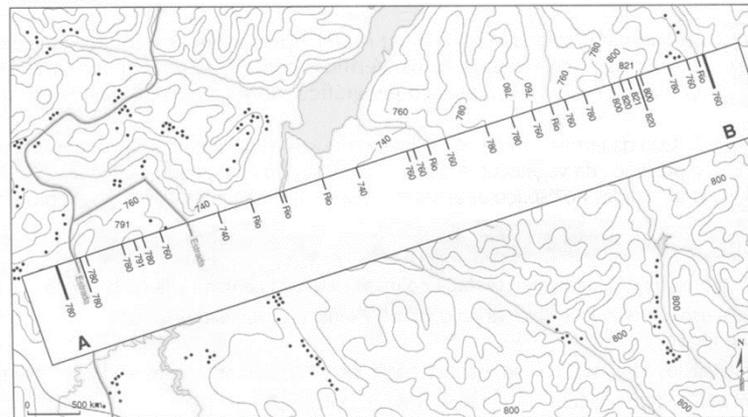


FIGURA 2.



⤴ **Não escreva nesta folha!** ❄

Fonte: Projeto Araribá – Geografia (2008, p. 90)

Figura 11 – Folha 8 da SD

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM
Prof. Júlio Machado – Geografia (2011)

FOLHA 3

COMO SE LÊ E SE CONSTRÓI

Altitude é a distância vertical de um ponto da superfície da Terra em relação ao nível dos oceanos — 0 metro. Você lê as altitudes do relevo na escala vertical do perfil topográfico. Assim, poderá observar que o relevo se apresenta numa seqüência de altos e baixos (cristas e vales), como se você estivesse olhando-o de frente.

As altitudes do relevo emerso são lidas do nível do mar para cima até as maiores altitudes. Você pode construir um perfil topográfico ou perfil do relevo, seguindo o roteiro a seguir.

1ª) No mapa do relevo em curvas de nível, faça uma linha cruzando suas partes altas e baixas. Essa linha, que vai do ponto **A** ao ponto **B** (figura 1) é chamada **linha de corte**.

2ª) Corte uma tira de papel e coloque-a sobre o mapa do relevo, acompanhando a linha **AB**, como se fosse uma régua. Nela marque todos os cruzamentos da linha **AB** com as curvas de nível, anotando seus respectivos valores na tira de papel (figura 2).

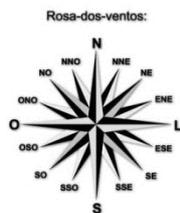
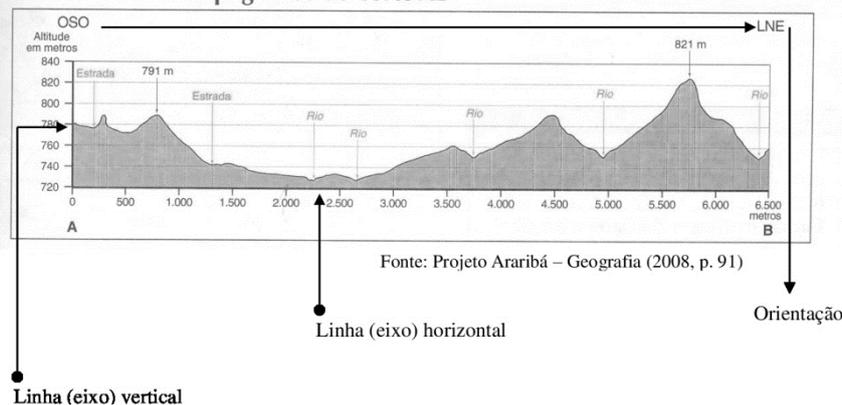
3ª) A seguir transfira as marcações assinaladas, da tira de papel para a base do perfil (figura 3).

4ª) A partir de cada marcação na base do perfil trace uma linha vertical até o respectivo nível de altitude, indicado na escala vertical do perfil (figura 3).

5ª) Agora ligue todas as extremidades das linhas verticais com uma linha contínua e sinuosa (figura 3).

6ª) Com o auxílio da rosa-dos-ventos indica-se a orientação do perfil (figura 3).

FIGURA 3. Perfil topográfico do corte \overline{AB}



Orientação: norte (N) – nordeste (NE) – leste (L) – sudeste (SE) – sul (S) – sudoeste (SO) – oeste (O) – nordeste (NO), etc.

↪ **Não escreva nesta folha!** ❄

Figura 12 – Folha 9 da SD

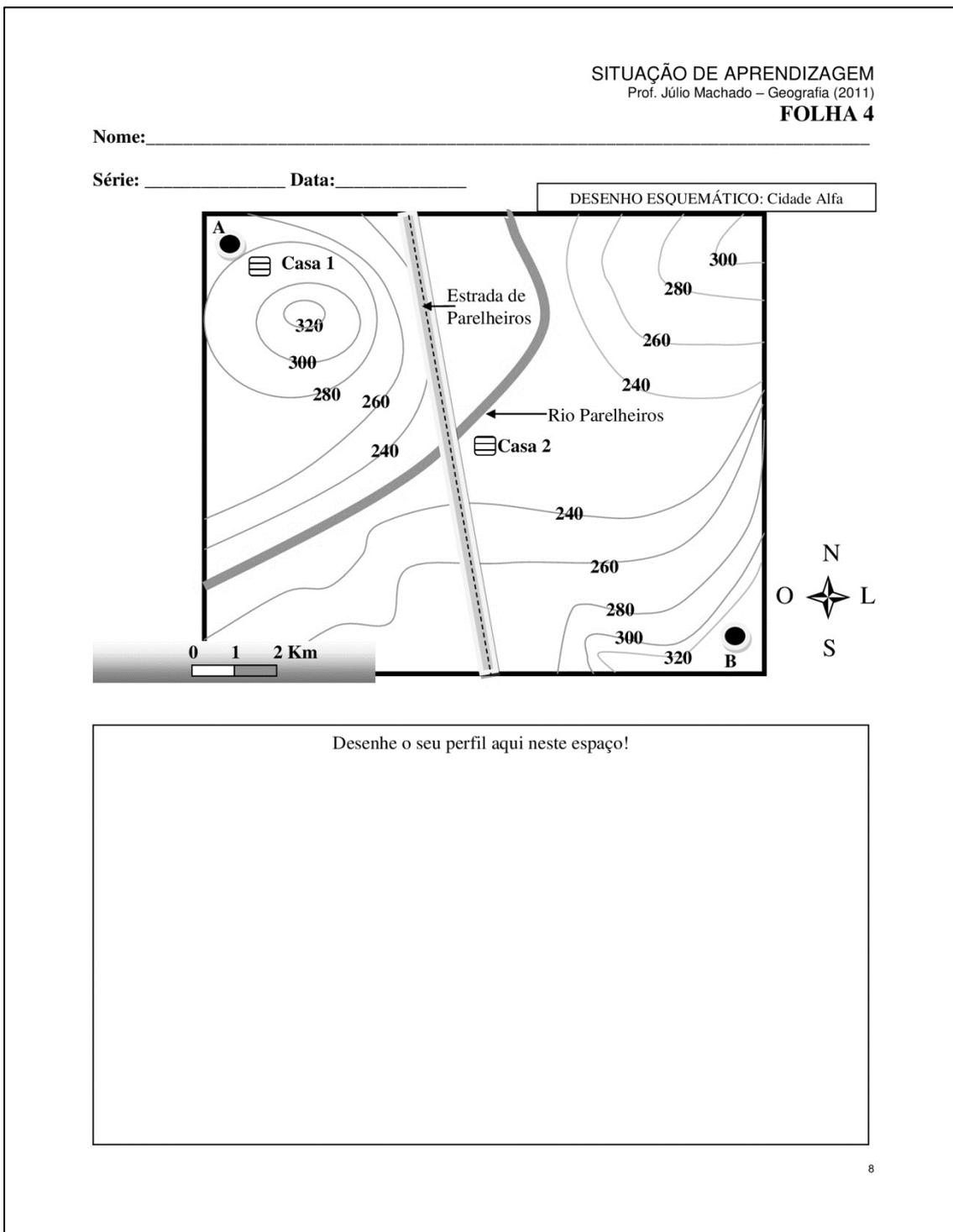


Figura 13 – Folha 10 da SD

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM
Prof. Júlio Machado – Geografia (2011)

Nome: _____

Série: _____ Data: _____

ETAPA 2

(em dupla)

- Observe a planta do “Guia de Ruas” de 2008:

EMEF Júlio Mesquita e Arredores



(escala aproximada: 1 cm = 125 m)

- **D) Leitura “interativa” da planta (se necessário, observe a planta do guia de ruas ampliada para ajudar na localização dos pontos de referência citados abaixo):**
 - A) Destaque de verde, nesta folha, o parque da Previdência e a área correspondente à praça José Benedito Decoussau.
 - B) Destaque de vermelho, nesta folha, a Rodovia Raposo Tavares, a Rua Comendador Alberto Bonfiglioli assim como a Rua Nitermar.
 - C) Com um triângulo, destaque, nesta folha, a localização da EMEF Júlio Mesquita
 - D) Com uma régua, calcule a distância, em linha reta, entre a EMEF Júlio Mesquita e o ponto que localiza o Km 12 da Rodovia Raposo Tavares (observe a escala indicada abaixo da planta do guia de ruas)
- E) Observe a rosa-dos-ventos e responda: o Parque da Previdência está a leste ou a oeste da EMEF Júlio Mesquita?

Figura 14 – Folha 11 da SD

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM
Prof. Júlio Machado – Geografia (2011)

- **Observe a imagem de Satélite:**

EMEF Júlio Mesquita e Arredores

LEGENDA:

- **II) Compare a imagem de Satélite com a planta do “Guia de Ruas” (se necessário, observe a imagem de satélite ampliada para ajudar na localização dos pontos de referência citados abaixo):**
 - A) Destaque com uma caneta vermelha, nesta folha, a rodovia Raposo Tavares.
 - B) Destaque com uma caneta vermelha, nesta folha, a Avenida Eliseu de Almeida.
 - C) Identifique a escola EMEF Júlio Mesquita na imagem e desenhe, nesta folha, um triângulo destacando a sua localização.
 - D) Elabore, no espaço abaixo da imagem, uma legenda para as linhas e o símbolo desenhados por você sobre a imagem.

Figura 15 – Folha 12 da SD

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM
Prof. Júlio Machado – Geografia (2011)

Nome: _____

Série: _____ Data: _____

ETAPA 2

(em dupla)

- Observe novamente a imagem de satélite ampliada. Responda:

- 1) Na área visualizada na imagem de satélite verifica-se o predomínio do “cinza escuro” ou das tonalidades de cinza mais claras? (predomínio = “o que tem mais”).

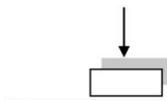
- 2) Observe, reflita e responda: nesta imagem, o que está sendo identificado pelo cinza escuro?

- 3) Geralmente, nesta imagem, o que está sendo identificado pelos tons de cinza mais claros?

- 4) Assinale, com um “x” a alternativa correta:

- A imagem de satélite foi registrada considerando qual ponto de vista?

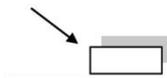
A) Vertical



B) Frontal (horizontal)



C) Oblíqua



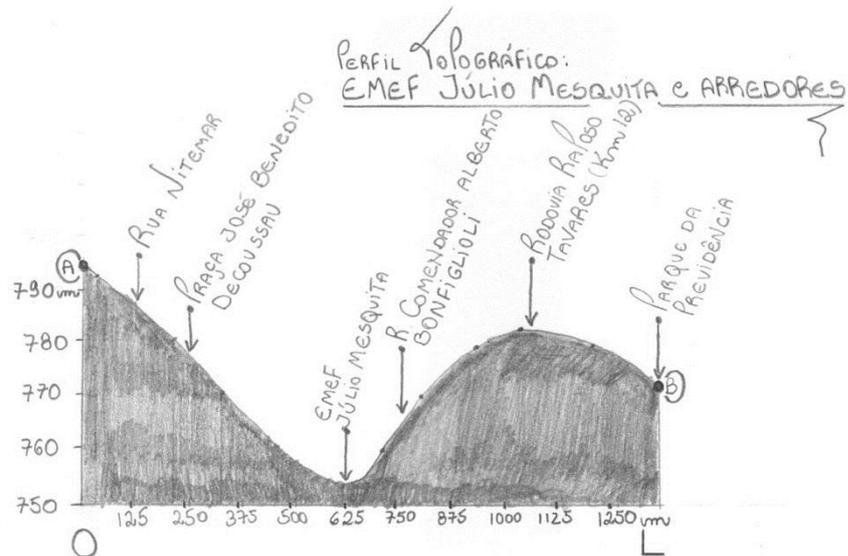
- 5) Justifique sua resposta para a questão 4.

Figura 16 – Folha 13 da SD

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM

Prof. Júlio Machado – Geografia (2011)

- 6) Observe o desenho abaixo. Ele é chamado de Perfil Topográfico.



- 7) Observe na planta abaixo o Ponto A e o Ponto B verificados no Perfil. Ligue estes dois pontos com uma régua (linha reta entre os pontos A e B). A linha revelará para você o local representado no perfil topográfico.

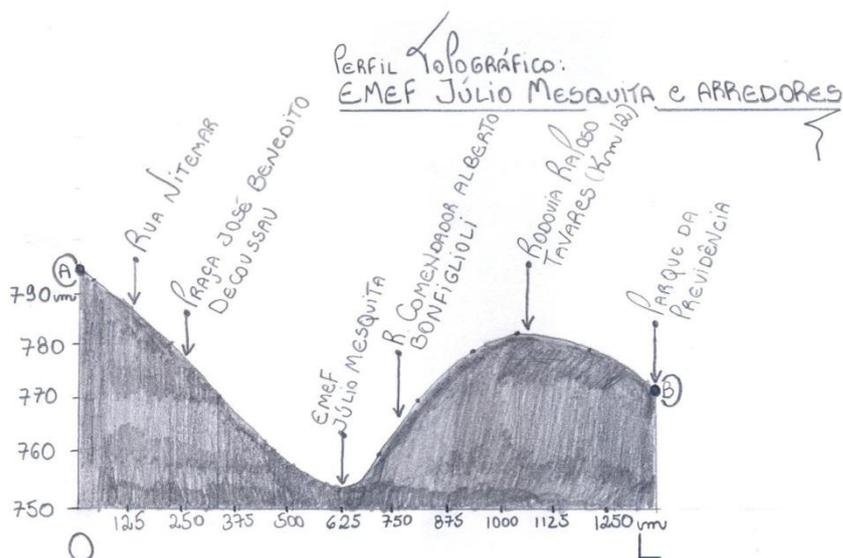


Figura 17 – Folha 14 da SD

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM

Prof. Júlio Machado – Geografia (2011)

- 8) Observe novamente o Perfil Topográfico abaixo:



- Agora responda:

- 6) Qual a altitude do ponto A? (utilize uma régua para realizar as medições)
- _____
- 7) Qual a altitude do ponto B? (utilize uma régua para realizar as medições)
- _____
- 8) Qual é a altitude aproximada da EMEF Júlio Mesquita? (utilize uma régua para realizar as medições)
- _____
- 9) Qual a distância da EMEF Júlio Mesquita do ponto B? (utilize uma régua para realizar as medições)
- _____
- 10) Considerando os pontos de referência lançados no perfil, quais são os locais onde a água da chuva tende se concentrar?
- _____

Figura 18 – Folha 15 da SD

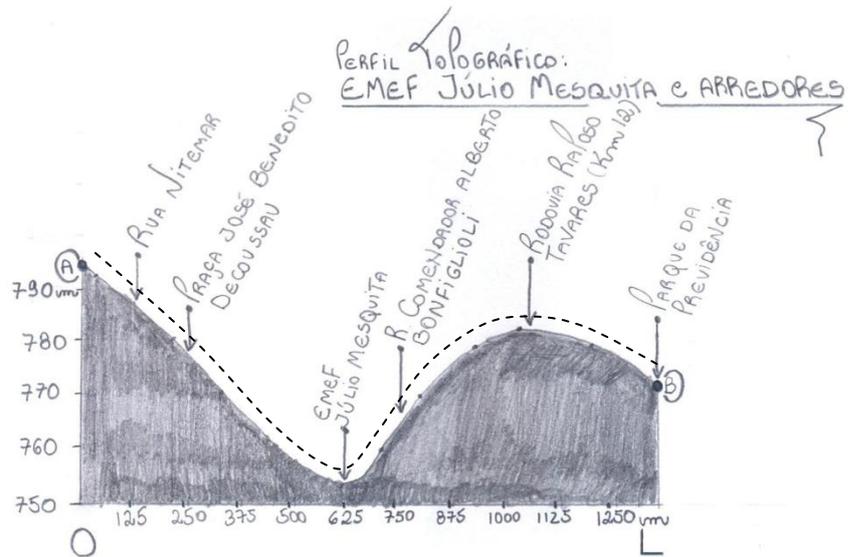
SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM
Prof. Júlio Machado – Geografia (2011)

Nome: _____

Série: _____ Data: _____

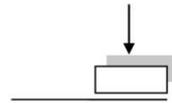
ETAPA 3

(em dupla)

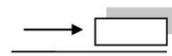


- 1) Assinale com um “x” a alternativa correta:

- Qual é o ponto de vista verificado na representação do Perfil Topográfico?
- a. Vertical



- b. Frontal (horizontal)



- c. Oblíquo

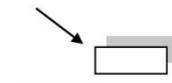


Figura 19 – Folha 16 da SD

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM
Prof. Júlio Machado – Geografia (2011)

- 2) Justifique sua resposta para a questão 1.

- 3) Observe novamente a imagem de satélite com o Ponto A e o Ponto B verificados no Perfil. Ligue estes dois pontos com uma régua (linha reta entre os pontos A e B). A linha revelará para você o local representado no perfil topográfico.



- 4) Observe a tabela abaixo e destaque na linha tracejada do perfil topográfico na folha anterior:

Fator a ser destacado	Cor da linha	Características
Áreas propensas a inundações	vermelha	Geralmente estas são áreas baixas e com edificações (impermeabilizadas)
Áreas mais propensas ao escoamento superficial da água da chuva	amarela	Geralmente estas são áreas inclinadas e impermeabilizadas.
Áreas mais propensas à infiltração da água no solo	verde	Geralmente estas são áreas com vegetação, planas ou levemente inclinadas.

(se necessário, observe a imagem de satélite ampliada para ajudar na realização da tarefa)

- LEMBRE-SE: Cinza escuro indica vegetação; outros tons de cinza mais claros indicam edificações e arruamento. A água tende a infiltrar no solo nas áreas com vegetação.

Figura 20 – Folha 17 da SD**SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM**

Prof. Júlio Machado – Geografia (2011)

5) Hipótese é uma resposta preliminar dada à um problema ou pergunta. Desta forma, reflita: caso você fosse realizar uma pesquisa sobre as inundações na área onde está localizada a EMEF Júlio Mesquita e arredores, qual das hipóteses você gostaria de adotar para ser confirmada ou não no seu estudo? (não deixe de considerar o que foi discutido nas aulas anteriores para tomar a sua decisão)

- a) Excesso de chuvas.
- b) Aquecimento Global.
- c) Falta de investimento em infra-estrutura.
- d) Impermeabilização da superfície de áreas planas ou mais baixas (em relação ao seu redor).
- e) Ocupação humana muito próxima dos rios.

6) Segundo o que foi analisado e discutido nas últimas aulas, existiria a possibilidade de ocorrer inundações na EMEF Júlio Mesquita ou em suas proximidades? Justifique sua resposta.

7) Tendo em vista o que foi estudado nas últimas aulas (o problema das inundações em área urbana) elabore uma ou mais perguntas para serem respondidas através de uma pesquisa.

Cabe mencionar que na época da aplicação da SD elaboramos duas tarefas complementares, que não haviam sido previstas inicialmente. Uma se referia à construção de gráficos de colunas pelos próprios alunos participantes da pesquisa. Esse gráfico tinha como objetivo representar os dados relativos aos seus conhecimentos prévios sobre as causas dos alagamentos e as possibilidades de ocorrência na escola onde estudam. A outra tarefa solicitava aos estudantes a realização de uma autoavaliação expedita sobre um perfil topográfico que eles mesmos haviam elaborado.

Como os documentos com as devolutivas dos alunos para as duas tarefas mencionadas não foram devidamente arquivados – o que acabou impedindo a sua localização –, eles não foram objeto de análise do presente estudo. Entretanto, sobre a aplicação dessas duas tarefas e resultados obtidos, podemos conferir alguns comentários em Machado (2013).

4.5. Considerações sobre a elaboração de Sequências Didáticas

4.5.1. O Esquema Estratégico derivado da elaboração e aplicação da SD

A partir da organização do nosso instrumento de pesquisa, uma Sequência Didática²³, publicada em Machado (2013), e das pesquisas que realizamos nos últimos anos sobre metodologia de ensino das ciências na Educação Básica, elaboramos um esquema estratégico²⁴ para a construção de Sequências Didáticas que visam trabalhar o ensino da Morfodinâmica nas aulas de Geografia. A seguir, portanto, iremos avançar na reflexão sobre os pressupostos básicos que orientaram a elaboração do nosso instrumento de pesquisa.

²³ Nesta tese ainda tratamos a SD como sendo algo equivalente ao Material de Apoio ao Aluno ou Apostila. Entretanto, em um trabalho recente (CASTELLAR; MACHADO, 2017), depuramos o conceito de SD. Nesse estudo, demonstramos que uma SD envolve o planejamento das tarefas, a sua aplicação, a avaliação do aluno e da própria aplicação. Desse modo, a SD deixa de ser um produto (“material didático”) e passa a representar um processo relacionado com o próprio ato educativo.

²⁴ O esquema estratégico organiza a sucessão das ações docentes, orientando assim a sua prática. É um princípio regulador que pode ser adotado tanto na fase da organização das aulas como durante a aplicação das tarefas. Tem como função ordenar o pensamento do professor, suas intencionalidades, assim como sua própria atuação. Sobre o esquema estratégico, conferir Sacristán (1991).

Uma vez definido pelo professor o problema específico que será abordado na aula, ou seja, o processo físico elementar, segue o esquema estratégico para a organização do ensino da Morfodinâmica:

- Etapa 1: construção do conhecimento sobre a “crença que se tem”.²⁵
 - A aula pode iniciar com o levantamento das crenças dos alunos, isto é, dos seus conhecimentos prévios sobre as causas do problema selecionado para ser abordado e as possibilidades de ocorrência no lugar onde moram ou estudam, assim como em outros lugares.
 - Nesta etapa é importante fazer com que a crença seja reconhecida pelos alunos, ou seja, que eles tomem ciência de que é possível vivenciá-la em diferentes âmbitos. Isso pode ser favorecido, por exemplo, com a leitura de distintos gêneros textuais que expressem a existência da crença relacionada ao problema, como poesias, textos jornalísticos e crônicas.
 - Destacar as crenças dos alunos sem contestá-las, através da elaboração de um mural, de debates, de produção de materiais audiovisuais, gráficos, etc.
 - Colocar o aluno diante de **dilemas**, a serem problematizados durante as aulas.
- Etapa 2: investigação das causas do problema e das possibilidades de ocorrência em determinado lugar.
 - Proporcionar aos alunos oportunidades de pesquisa sobre o problema, possibilitando a eles construir uma rede de significações que não seria possível em seu cotidiano e sem o auxílio do professor, tal como a interpretação do fenômeno estabelecendo relações entre grandezas.
- Etapa 3: superação da crença sobre as causas do problema e possibilidades de ocorrência em determinado lugar.
 - Questionar as crenças que possuem sobre o problema em pauta.
 - Este é o momento no qual se procura enfatizar outras perspectivas de interpretação do problema em foco, retomando o que foi trabalhado na Etapa 1. Instigando a autocrítica no aluno, o docente procura ocasionar o surgimento de novas hipóteses e dúvidas no estudante, tendo em vista o que foi aprendido na Etapa 2.

²⁵ No capítulo 5, abordamos a noção de crença, relacionando-a com a teoria dos Obstáculos Epistemológicos.

Entendemos que o professor precisa planejar as condições que favorecem a construção do conhecimento no aluno sobre a Morfodinâmica pela negação do seu conhecimento prévio, do dado imediato, o que significa superar os Obstáculos Epistemológicos. Conforme destaca Jean (1989, p. 142), em um livro que procura aproximar o pensamento bachelaridiano da pedagogia, da Educação Básica, “O dado imediato mente”. Parafraseando esse autor, podemos afirmar que “A percepção mediada pelos sentidos nos engana”.

Esta pode ser uma preocupação básica ao elaborarmos as tarefas das aulas: possibilitar a aprendizagem da Morfodinâmica a partir do conhecimento que os estudantes podem construir sobre o relevo com base na percepção mediada pelos sentidos, o que envolve (pode envolver), por exemplo, tanto a observação (de campo, de imagens, figuras, fotografias, representações cartográficas etc.), quanto a memória, a recordação daquilo que já vivenciaram ou apenas imaginam. É o que sugere a Etapa 1 do Esquema Estratégico.

As tarefas de uma SD devem desencadear o processo de transformação de percepção do relevo, e não de simples permuta de uma percepção por outra. Afinal, conforme destaca Meirieu:

Não se tem (...) nenhuma chance de fazer com que um sujeito progrida se não se partir de suas representações, se elas não emergirem, se não forem ‘trabalhadas’, como um oleiro trabalha o barro, ou seja, não para substituí-lo por outra coisa, mas para transformá-lo. (1998, p. 58)

Compartilham do mesmo princípio Astolfi e Develay (1990): “(...) toda aprendizagem vem interferir com um ‘já existente’ conceitual que, ainda que falso num plano científico, serve de sistema de explicação eficaz e funcional para o docente.” (p. 35).

Para que ocorra a mudança de percepção, o que significa em nosso caso a transposição das crenças do senso comum, do obstáculo epistemológico, este deve ser colocado no centro de um dispositivo didático, e não negligenciado, conforme se pode pensar. Por isso, tais crenças precisam de algum modo se fazer presentes tanto na parte inicial quanto final de uma SD, em meio a tarefas que suscitem nos alunos o raciocínio necessário, algumas operações mentais indispensáveis, para vencer o obstáculo, mesmo que o professor não tenha desenvolvido essas operações em aulas anteriores.

Afinal, conforme já nos alertou Meirieu (1998), “Dessa forma, **e apenas dessa forma**, o obstáculo poderá ser transposto por todos” (p. 176, grifo nosso).

As tarefas também devem estar ajustadas aos alunos, isto é, às capacidades que já possuem para que possam adquirir outras novas. E quais são as capacidades que deduzimos que os alunos do sexto ao nono ano já possuem e que podem ser previstas durante elaboração das tarefas? Além da interpretação dos processos morfodinâmicos, inicialmente a partir de uma percepção mediada pelos sentidos, consideramos a capacidade de ler e interpretar textos jornalísticos e científicos (excertos), figuras, imagens, croquis cartográficos, gráficos, tabelas, enunciados de questões, assim como de elaborar proposições e perguntas por exemplo.

Em nossa estrutura de SD também prevemos a elaboração de tarefas, por parte do professor, que promovam a autoavaliação do estudante (Etapa 3). Quando uma percepção é transformada, as opiniões derivadas da primeira percepção, anterior às aulas, não é esquecida. A transformação não apaga a memória, as ideias baseadas nos “modos de explicação” que impregnam o cotidiano dos alunos e que fazem parte de sua vida, escolar e “extraescolar”. Desse modo, o conhecimento prévio precisa ser avaliado com base no conhecimento construído durante a aplicação das tarefas de uma SD.

Lopes (2007, p. 53) destaca que “Aprender ciências implica aprender conceitos que constroem e colocam em crise conceitos da experiência comum”. Aprender ciências, por consequência a Morfodinâmica nas aulas de Geografia é, enfim, romper com as crenças do senso comum, contrapondo o “construído” com aquilo que já era conhecido sobre a dinâmica do relevo.

4.5.2. A Atividade Investigativa

Anteriormente, fizemos algumas considerações sobre as Etapas 1 e 3 do esquema estratégico. Mas entendemos que o elemento central desse esquema é a investigação (Etapa 2), pois é durante ou a partir da Atividade Investigativa que ocorre a superação dos obstáculos epistemológicos para construção de significados, isto é, a aprendizagem. Conforme já comentado, a aplicação dos IAMs está diretamente vinculada às aulas organizadas através de Atividades Investigativas.

Primeiramente, é bom destacar que diversas estratégias podem ser adotadas pelo professor para fazer com que os seus alunos pesquisem determinado problema. Para dar início ao planejamento das tarefas que compõem a investigação propriamente dita (Etapa 2), podemos, por exemplo, elaborar uma pergunta relacionada com o problema que será abordado em aula. É essa pergunta que irá nortear todo o trabalho de desenvolvimento das tarefas da Sequência Didática pelo professor e que, futuramente, deverá ser respondida pelos alunos durante a realização da investigação. Além disso, com o intuito de promover um debate comum entre todos os estudantes da classe, assim como de promover o possível engajamento dos alunos para a realização das tarefas, sugerimos que a investigação tenha como foco o lugar de vivência comum a todos eles, tal como, por exemplo, a escola onde estudam. Para a elaboração das tarefas que compõe a investigação ainda podemos:

- (i) Selecionar/construir/elaborar a técnica que possibilita investigar o problema;
- (ii) Escolher as variáveis relacionadas ao problema com base na literatura especializada sobre o assunto, em especial capítulos de livro e artigos científicos;
- (iii) Organizar os instrumentos de pesquisa tendo em vista as técnicas e as variáveis selecionadas;
- (iv) Caso necessário, elaborar as perguntas para leitura dos instrumentos de pesquisa antes da realização da investigação pelos alunos com o intuito de possibilitar a eles conhecer o modo como esses instrumentos estão organizados e podem ser por eles empregados para realizar a investigação;
- (v) Elaborar questões para os alunos opinarem sobre a ocorrência do problema no lugar onde estudam antes da realização da investigação (para destacar novamente as suas opiniões sobre o assunto em pauta);
- (vi) Relacionar os instrumentos de pesquisa com os procedimentos de pesquisa que permitem colocar em prática a investigação.

Nota-se até aqui que o trabalho de seleção do problema e do modo como o problema será investigado pelo aluno é do professor. No nosso

entendimento, cabe a ele decidir quais técnicas serão empregadas na Etapa 2, assim como adaptar essas técnicas para que possam constituir os instrumentos de pesquisa. É com base nos instrumentos de pesquisa e nos procedimentos de pesquisa que os alunos realizarão a investigação do problema.

O instrumento de pesquisa deve servir para o aluno dialogar e questionar o mundo. Com base em Demo (1991, p. 88), afirmamos que o instrumento de pesquisa pode despertar o ator político nos estudantes, ou seja, alguém capaz de criar e propor soluções, colocando-os em situações de aprendizagem que ultrapassam o mero despertar da curiosidade ou o assombro. É por esse motivo que o instrumento de pesquisa assume papel central na investigação, e o seu processo de organização pelo professor deve ser realizado com muita cautela.

Em síntese, portanto, a elaboração de uma Sequência Didática que visa possibilitar aos alunos a aprendizagem da Morfodinâmica através de uma Atividade Investigativa pressupõe definir:

- 1 – O processo morfodinâmico que será discutido em aula;
- 2 – Algum problema relacionado ao processo;
- 3 – A pergunta que norteia a elaboração das tarefas.

A organização de uma Sequência Didática também requer considerar ou organizar:

- 4 – Como as pessoas no seu dia a dia se referem ao problema;
- 5 – As possíveis escalas de análise do problema;
- 6 – As variáveis que podem ser relacionadas ao problema;
- 7 – Os instrumentos de pesquisa que possibilitam investigar o problema; e
- 8 – Os procedimentos de pesquisa que permitem investigar o problema.

Adotando-se essa estratégia, a expectativa é que seja elaborada uma Sequência Didática que possibilite aos alunos o emprego de uma nova palavra em seu vocabulário, as variáveis consideradas na Etapa 2, para se referir ao problema, para se comunicar em relação às causas e possibilidades de ocorrência do problema nas tarefas que compõe a Etapa 3 do esquema estratégico. O emprego dessa nova palavra pelo aluno assinala o processo de conceitualização do sexto ao nono ano.

Para os estudantes do primeiro ao quinto ano, Carvalho (2011) assinala que:

As discussões com os alunos precisam chegar até a etapa das explicações do fenômeno que está sendo estudado. Observamos esta fase, quando nas falas dos alunos, estes deixam de serem eles próprios os agentes e passam a falar do fenômeno com um agente ativo (...) Ao responderem a pergunta 'porque deu certo o problema', alguns alunos param nas explicações legais, dando suporte às leis. Alguns alunos vão mais longe, chegando às explicações causais e nessa hora, **eles vão procurar uma nova palavra em seu vocabulário para se comunicar** – é o começo da conceitualização. (...)" (p. 256, grifo nosso)

No sexto ao nono ano entendemos que o processo de conceitualização, de construção de significados, prossegue quando o aluno procura uma nova palavra para se comunicar, tendo em vista as variáveis trabalhadas na atividade investigativa, até então possivelmente pouco empregadas ao se expressarem em seu cotidiano sobre o problema em pauta ou mesmo desconhecidas pelos estudantes.

Cabe ainda destacar que no esquema estratégico apresentado anteriormente, grifamos a palavra *dilema*. Esse destaque não foi dado por acaso, pois a construção de dilemas em sala de aula está diretamente relacionada com a epistemologia do professor, a qual pode influenciar na organização e na dinâmica das suas aulas. Com base na pesquisa bibliográfica realizada, verificamos a existência de duas perspectivas predominantes nas escolas: a empirista e a apriorista.

Quando entre professor e alunos são estabelecidas relações essencialmente simétricas, estamos diante de uma concepção de origem do conhecimento que assinala para o empirismo. Por outro lado, nas ocasiões em que entre professor e alunos estabelecem-se relações assimétricas, nos deparamos com possíveis indícios que assinalam para uma concepção de origem do conhecimento apriorista. A alternativa seria a construção de peças narrativas em rede que procuram o equilíbrio entre a simetria e a assimetria, colocando os estudantes diante de dilemas.

No próximo tópico, apresentamos algumas reflexões sobre esses temas (simetria, assimetria, empirismo, apriorismo, narrativa, dilema). Com esse texto finalizamos nossas considerações sobre a elaboração de Sequências Didáticas

voltadas para o ensino da Morfodinâmica e vinculadas com os IAMS para avaliação dos alunos.

4.5.3. *Apriorismo, empirismo e a narrativa das aulas*

Construir o conhecimento é construir o significado, pois “(...) conhecer quer dizer, *ao fim e ao cabo*, conhecer o significado” (MACHADO, 2011, p. 40; grifo nosso), e é por via da narrativa que se chega ao significado (ABBOTT, 2008) ou ao conhecimento. Uma narrativa é a representação de eventos ou de uma série de eventos constituídos pela linguagem (oral, escrita, gestual, pinturas, entre outras) que possibilitam a construção do significado. A aula projetada ou realizada possui uma narrativa, por mais simples que seja. Na verdade, “(...) preparar uma aula é construir uma narrativa pertinente” (MACHADO, 2009, p. 73), o que requer por parte do docente a busca pelo conhecimento pedagógico e disciplinar e pelas formas adequadas de mobilização dos saberes para a realização da sua própria ação e dos seus alunos.

A aula pode ser entendida como uma sucessão de eventos passados (já vivenciados), presentes (em andamento) ou futuros (projetados). É um momento composto por diversas situações narrativas, situações estas cujo objetivo é formar uma espécie de “armadura” que dá forma à memória, para empregar uma figura de linguagem utilizada por Abbott (2008). Mais do que “armadura”, a narrativa é suporte para a construção de significados (MACHADO, 2009). Nota-se, portanto, que a aula que visa ao ensino não existe sem uma narrativa.

Uma narrativa apresenta dados e informações articulados em rede, com relações entre múltiplos conteúdos, paulatinamente estabelecidas entre si. Desse modo, a aula que apresenta uma boa narrativa assemelha-se à estrutura de um bom mapa conceitual, conforme proposto por Novak (2010): uma vez definido o tema, conceitos são hierarquicamente dispostos e ligados por proposições de modo que possam formar uma *rede* e possibilitar a compreensão clara da relação conceitual, o que caracteriza o conceito do especialista. Organizada desse modo, a narrativa da aula avança para além do senso comum, conhecimento de *estrutura radial*, pois caracterizado pela

ligação aleatória de um conceito a diversos outros, sem que necessariamente seja estabelecida uma relação entre eles (KINCHIN; LYGO-BAKER; HAY, 2008).

Na esteira de Giordan (2014a), para aproximar ainda mais a noção de narrativa da aula, também associamos esse momento às noções de ato, cena, cenário e, incluímos, evento. O ato é aquilo que se deseja fazer, a exposição da ação pretendida no plano dos pressupostos teóricos. A cena é a subdivisão de um ato. Cada ato, portanto, pode ser dividido em diversas cenas. O cenário é o lugar onde se passa a cena, com todos os seus recursos e atributos. Uma cena pode iniciar na sala de aula (cenário 1), passar pelo pátio da escola (cenário 2) e encerrar na sala de leitura (cenário 3).

As aulas previstas para o ensino de um determinado conteúdo podem compor uma Sequência Didática (SD). O ato é representado pelo Objetivo Geral da SD; a cena pelo objetivo específico de cada aula que compõe a SD; no cenário, realizam-se as tarefas, as ações dos alunos e do professor. Nesse sentido, a tarefa pode ser entendida como um evento da cena, no qual temos um revezamento: ora o professor fala/pratica uma ação, ora o aluno fala/pratica uma ação. A esse revezamento de ações chamamos turno. Nota-se, portanto, que a narrativa de uma SD pode ser entendida tanto na escala macro (Qual é o objetivo geral das aulas?) quanto na escala micro (Quais são os eventos de cada aula?). É a relação pertinente dessas escalas que proporciona maior coesão à narrativa, à estrutura da aula.

Mas essa adequação de estrutura, por si só, não constitui possibilidade de construção do conhecimento por parte do aluno. Além disso, a concepção da origem do conhecimento do professor é o elemento que fundamenta o projeto de uma narrativa, a arquitetura da aula.

4.5.3.1. Apriorismo, empirismo e a escola

O apriorismo e o empirismo são as duas formas de conceber a origem do conhecimento, perspectivas epistemológicas predominantes nas escolas. Iremos retomar a discussão sobre a origem do conhecimento no capítulo 5. Agora circunscrevemos esse debate em torno do empirismo e do apriorismo,

da simetria e assimetria, noções que estão mais relacionadas com o esquema estratégico apresentado anteriormente e não propriamente com os IAMs.

O apriorismo fundamenta uma didática centrada no aluno, portanto, não diretiva. O empirismo, por sua vez, fundamenta um ensino centrado no professor, no qual se valoriza em demasia a transmissão de dados e informações. São dois modos de conceber a origem do conhecimento que apontam, portanto, para diferentes caminhos didáticos, de metodologia de ensino (BECKER, 2002; GROSSI, 2001).

Para o primeiro caso (apriorismo), entende-se que a organização biológica herdada origina o próprio conhecimento. Suas raízes mais profundas encontram-se na bagagem genética da pessoa, sendo independente da experiência. Desse modo, concebe-se que a pessoa é naturalmente dotada de conhecimento, seja qual for a sua natureza.

Já no empirismo, entende-se que o conhecimento é derivado de uma experiência que tem como base os sentidos. O conhecimento do objeto é, portanto, “retirado” da sensação, uma metáfora atrelada à Teoria do Senso Comum do Conhecimento (POPPER, 1975).

Seria possível extrair do objeto a teoria nele contida? É aceitável esperar que uma ação possibilite remover do objeto a teoria? Com essas duas perguntas espera-se apenas demonstrar quanto o empirismo esbarra em pontos de vista contestáveis na atualidade.

Possivelmente, não é exagero e injusto afirmar que tanto o apriorismo quanto o empirismo estão presentes nas escolas, na fala de alguns professores e gestores, na representação de determinados profissionais sobre o processo de ensino e aprendizagem, mesmo que de forma difusa e tácita. Com o risco de incidir na construção de caricaturas, sustentamos que frases do tipo “A pessoa já nasce inteligente...”, “O aluno já nasce com um caráter...”, “A criança aprende conforme vai amadurecendo, pois depende da idade...”, e ainda “É ao decorar que ele vai aprender...”, “Para que aquela classe aprenda a lição, basta resolver a lista de exercícios...”, “A vida ensina...”, “O aluno aprende experimentando...”, “O conhecimento deve ser despertado na pessoa...” – são frases reiteradamente proferidas em uma Unidade Educacional, por um mesmo docente ou gestor, de modo que podemos classificar tais profissionais do ensino de empírico-aprioristas. Conscientemente ou não, dependendo do contexto em que se encontram, ora tendem ao apriorismo, ora ao empirismo,

sendo essas, portanto, duas perspectivas epistemológicas que se complementam no cotidiano profissional dessas pessoas.

4.5.3.2. A narrativa da aula em um contexto empírico-apriorista

E qual o impacto do apriorismo e do empirismo na narrativa da aula? Não temos como antever, obviamente, a definição dos objetivos gerais das aulas para cada disciplina, para cada ano, para cada escola, para cada professor... muito menos a especificidade das tarefas a serem realizadas em uma sala de aula específica. Isso depende de cada caso, de um microcontexto. Mas é possível, isso sim, elaborar um breve esboço, mesmo que estilizado, de modelo de narrativa para o ensino dos conteúdos daqueles que entendem que o conhecimento está na pessoa (aprioristas) e/ou no objeto (empiristas).

Na pedagogia centrada no aluno, apriorista, supõe-se que o estudante está em permanente processo de autocontrole e autocorreção. O conteúdo é entendido pelo professor como algo dado, pré-formado no aluno, e dependente da faixa etária. Além disso, a crença no espontaneísmo, na evolução maturacional da pessoa é colocada como fator determinante para a aprendizagem. Aproximando essa discussão um pouco mais da Geografia escolar, é como se o raciocínio analítico e de síntese, necessários para a construção de um croqui cartográfico, perfil topográfico ou gráfico, por exemplo, já estivesse alojado no aluno, desde o seu nascimento, não sendo necessário *desenvolvê-los* em nenhum momento da vida da pessoa, inclusive na escola.

Na pedagogia centrada no professor, empirista, o conteúdo está pronto para ser capturado pelo aluno no objeto, o elemento externo determinante ou de estímulo. A memória é entendida como um arquivo que, potencialmente, deve guardar informações vindas de fora, que se somam como resultado das sensações provocadas por uma determinada transmissão. Para o docente, o foco não é exatamente o aluno, mas especialmente o conteúdo a ser aprendido, o significado de um significante que já se encontra socialmente validado. Nesse caso, nada falta, tudo já está dado, pronto, acabado para ser “absorvido”, “sugado” pelo estudante, mas não necessariamente por ele explorado, desejado, criativamente representado, pois o docente já “fala por

ele”, assim como o livro didático, a apostila, a vídeo-aula, etc., com suas representações, análises e sínteses previamente estabelecidas.

Professores empiristas podem ser incluídos no grupo de docentes que trabalham conforme os hábitos e costumes do modelo tradicional de ensino, caracterizado principalmente pela transmissão de dados e informações entendidas como corretas e inquestionáveis, ou seja, pela replicação de definições formais, pela exposição dogmática das informações e do *seu* conhecimento. Os eventos da narrativa em uma aula empirista, ou das cenas que a compõe, ficam circunscritos à comunicação da lição, estudos individuais, repetição do conteúdo sem discussão ou ajuda recíproca, avaliação para julgamento quantitativo ou qualitativo (nota) e sanção administrativa (promoção, retenção, transferências, etc.). Essas são as etapas do ensino tradicional sintetizadas por Zabala (1998), na qual a abertura para a criação do aluno é mínima ou nula.

Nesse ambiente, a “lição”, a lista de exercícios, as tarefas, são o fim da aula, e não um meio para o desenvolvimento de competências dos alunos. Atividades passam a ser empregadas para estabelecer um encadeamento simétrico das ações dos alunos, previamente definidas pelo professor e por ele colocadas para a classe: o resultado, o significado do conceito, é o objeto pleno de interesse, pelo menos do docente. Na antípoda das narrativas alicerçadas pela concepção apriorista, na pedagogia centrada no professor os estudantes ficam sem margem para mínima liberdade de ação, ou seja, em condições de submissão. Nega-se a eles a possibilidade de serem autores do conhecimento e, em determinados momentos, protagonistas nos diversos atos que envolvem a construção do conhecimento. Enfim, a simetria assume totalmente o lugar da assimetria.

Da concepção de origem do conhecimento apriorista e empirista, e do decorrente modelo de narrativa para o ensino dos conteúdos, resulta o planejamento de aulas que estreitam as possibilidades de ensino e aprendizagem, pois ora o professor é excessivamente simétrico (em seus “momentos empiristas”), ora excessivamente assimétrico (em seus “momentos aprioristas”). Em outros termos, professores empírico-aprioristas podem planejar aulas, os eventos de sua narrativa, assumindo uma função quase inexistente ou muito limitada, logo majoritariamente assimétrica (no caso do apriorismo), e agir de forma despótica (no caso do empirismo). De qualquer

modo, o que existe em comum entre as duas perspectivas epistemológicas é que tanto em uma quanto em outra acredita-se que o conhecimento já existe *a priori*: ou pode ser encontrado exclusivamente no exterior do sujeito, no ambiente que o rodeia (empirismo), ou no próprio indivíduo, em seu corpo (apriorismo).

4.5.3.3. Os dois polos narrativos: possibilidades de superação

A simetria e assimetria em sala de aula tem como consequência o planejamento de aulas que divergem no que se refere à sua macroestrutura. Demonstramos brevemente que diferentes narrativas podem emergir desses dois polos. No caso da simetria, o professor acaba por nutrir uma vontade de delinear trajetórias que propõem uma simples reação do aluno derivada de uma ação docente estratégica, previamente delineada, mas que tem como meta atingir um objetivo exterior ao estudante, exacerbando assim o controle do aluno em um ambiente no qual se misturam a submissão discente e a soberba docente.

Nesse contexto, consolidam-se narrativas unárias e/ou binárias, em que impera o discurso do certo *versus* errado, do válido *versus* inválido. A sala de aula torna-se a antessala dos dogmatismos, fanatismos e dos extremismos. No limite, portanto, torna-se um espaço no qual se proíbem novas ideias e onde se prega a doutrina da intolerância, do absolutismo e, conforme nos alerta Russel (2000, p. 76), do possível ódio recíproco.

No caso da assimetria, as trajetórias acentuam a abertura para o novo, para a criação dos estudantes, mas com o professor apostando, em grande parte, no acaso. Supõe-se que eles, os alunos, já possuem a noção de responsabilidade ou estão em vias de desenvolvê-la naturalmente ou de aperfeiçoá-la. Nessas circunstâncias, a narrativa é, praticamente, fruto de uma eventualidade, do imprevisto.

Considerando-se que tanto na simetria quanto na assimetria existem pontos a serem evitados, como projetar a relação professor-aluno? Entendemos que, na medida do possível, essa relação precisa ser assimétrica. Entretanto, para que essa assimetria seja estabelecida, alguns cuidados devem ser tomados.

O professor precisa se situar entre aquele que prepara os seus alunos para “terem autoridade sobre si mesmos”, na resolução de um problema, por exemplo, e aquele que responde pelos atos dos seus alunos, assumindo determinadas responsabilidades sobre eles, sobre o processo de ensino-aprendizagem, tomando iniciativas e iniciando ações coletivas. Assim sendo, ao invés de instituir em sala de aula narrativas unárias ou binárias, ou construídas quase ao acaso, deve colocar os alunos diante de dilemas, de eventos que o façam refletir a partir de duas ou mais proposições opostas para a construção do seu próprio conhecimento. Um docente, portanto, autor de peças narrativas para a sala de aula em consonância com o projeto educativo que está sendo desenhado para a atualidade, que envolve o equilíbrio entre a simetria e a assimetria²⁶ (MACHADO, 2015), assim como novas competências associadas tanto aos alunos quanto aos professores²⁷ (MACHADO, 2009). É este equilíbrio entre a simetria e assimetria que buscamos nas tarefas da SD apresentadas neste capítulo e analisadas a partir do capítulo 7.

4.5.3.4. A narrativa e o contexto

Os docentes precisam entender o que seus alunos estão pensando (BRUNER, 2001b, p. 101) para instituir diálogos em sala de aula com o objetivo de se chegar a consensos. Construir este entendimento mútuo requer que o professor considere, no planejamento da narrativa de suas aulas, trabalhar com dilemas, conforme já comentamos, e com o contexto local e o microcontexto em que o aluno está inserido. O local pode ser a escala do bairro ou do município; o microcontexto, da escola ou da própria sala de aula. O esforço de se avaliar previamente esses contextos resulta na interação do professor com uma cultura, com os valores dos seus alunos, com a história de seus lugares

²⁶ A simetria temporária é pré-condição para a assimetria, e dessa assimetria pode advir a escolha da necessidade pelo aluno, o que significa a própria liberdade ou autonomia. A assimetria é criadora de responsabilidade, assim como a ideia de autoridade, que envolve, entre outros aspectos, a “autoridade sobre si mesmo” e “de responder pelos atos de outras pessoas”.

²⁷ Exemplos de competências específicas que devem ser constantemente aprimoradas pelo professor são: (i) articular temas aparentemente desconectados, construindo significados por meio de relações advindas de múltiplos conteúdos; (ii) construir narrativas que funcionem como suporte para a construção de significados, algo que destacamos neste texto; e (iii) assumir a responsabilidade coletiva pelo mundo que é apresentado aos alunos, ou seja, de iniciar algo em alguém.

de vivência, assim como, paulatinamente, com os aspectos econômicos, políticos e ambientais que caracterizam esses lugares. Afinal, “Quando os contextos são deixados de lado, os conteúdos estudados deslocam-se *sutilmente* da condição de meios para a de fins da atividade docente” (MACHADO, 2009, p. 56; grifo nosso). É o que ocorre em demasia na pedagogia centrada no professor.

Ao refletir sobre esses contextos (econômicos, políticos, ambientais), reduz-se a possibilidade de automatizar o estado mental do aluno, como se ele fosse um ser biológico (predestinado somente ao processo maturacional) ou um “tipo natural”, animalesco, cuja previsibilidade do comportamento é inteiramente possível. Isso seria o mesmo que restringir o comportamento humano a algo passível de ser observado e adestrado segundo o esquema simétrico “estímulo-resposta” ou conforme o princípio da “ação e reação”. Em ambos os casos, descarta-se um dos principais elementos que diferencia a vida humana das outras formas de vida: suas normas e práticas historicamente instituídas, coletivamente acordadas, e aprendidas por meio das relações estabelecidas entre as pessoas nos diferentes ambientes que frequentam. A narrativa da aula, seus eventos, não pode ficar alheia a esse aspecto distintivo da humanidade, a não ser que se preste apenas a expor dados e informações, faltando aos deveres do seu principal papel, que é inspirar e instigar os alunos na construção do conhecimento, inserindo-os em novas perspectivas de interpretação do mundo.

4.5.3.5. *Por uma narrativa da relação*

A elaboração de narrativas em rede pelo professor deve levar em conta que a construção do conhecimento, o *desenvolvimento* do raciocínio, está diretamente associada com a ação da pessoa. Viver é agir; e agir é criar. A criação não é um espelho do mundo, tampouco algo totalmente estranho ao mundo, mas uma ampliação desse mundo, uma resposta ao mundo derivada da ação que implica outra ação e uma nova criação (e não **reação**, grifamos, como salientado pelo empirismo e na decorrente pedagogia centrada no professor).

O conhecimento é, portanto, resultante da troca do sujeito com o mundo e de sua ação nele. Inevitavelmente, cada um constrói o conhecimento acerca do objeto a seu modo, e admitir essa característica idiossincrática do sujeito e sua relação ativa com o objeto e o meio (físico-social) com o qual estabelece as trocas é subverter a lógica apriorista, logo, a própria pedagogia centrada somente no aluno. Apesar de idiossincrático, o conhecimento não emana como dádiva ou é resultado de uma vocação, de mágica ou magia, sobretudo no que se refere ao conceito científico, cuja construção remete ao processo de conceitualização, a uma história, portanto. Planejar aulas de geografia inspiradas na teoria dos Obstáculos Epistemológicos (BACHELARD, 2008), por exemplo, considerando as atuais reflexões didáticas e pedagógicas voltadas para a organização do ensino que visa à superação desses obstáculos (JEAN, 1989; ASTOLFI; DEVELAY, 1990; CAMILLONI, 1997; MEIRIEU, 1998; BARBOSA; BULCÃO, 2004; CARVALHO, 2011; entre outros), pode desencadear ações, respostas, criações, contribuindo assim para a construção de significados nos alunos. Torna-se necessário, então, projetar atividades que atendam a esse propósito. Foi o que buscamos ao elaborar o nosso instrumento de pesquisa.

4.6. Apontamentos finais sobre a elaboração de Sequências Didáticas

Nota-se que uma Sequência Didática dispensa ou diminui a necessidade de explicação, por parte do professor, do significado das variáveis envolvidas no processo e das possíveis relações que podem ser estabelecidas entre eles, assim como das causas e possibilidades de ocorrência do problema selecionado para ser trabalhado em aula. Ou seja, a Sequência Didática, tal como propomos aqui, pode diminuir a necessidade da realização de aulas expositivas (evitando, assim, a acentuação da simetria), colocando os alunos em busca da solução do problema, em ação para o estabelecimento das relações, a construção de significados, e não em espera pela explicação da matéria pelo docente. Essa é uma inversão de perspectiva a respeito do planejamento do ensino que pode deslocar o professor dos itinerários que conduzem à organização de aulas tradicionais, tal como discutido por Zabala (1998), entre outros autores.

A elaboração de uma Sequência Didática que visa à aprendizagem da Morfodinâmica apresenta uma série de desafios colocados ao professor. Em um primeiro momento, é necessário organizar tarefas que possibilitem o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes, relacionar o problema abordado nas aulas com o lugar de vivência dos alunos, assim como possibilitar a inserção do estudante no modo como as pessoas costumam se referir ao assunto em seu cotidiano (Etapa 1 do esquema estratégico).

O planejamento das tarefas relativas à investigação é um desafio por si só, sendo que todos os instrumentos a serem adotados precisam ser pertinentes para a solução do problema pelo aluno e devidamente ajustados aos procedimentos de pesquisa (Etapa 2 do esquema estratégico). Tarefas que possibilitem revisar ou reavaliar um texto jornalístico carregado de metáforas, por exemplo, a partir do que foi aprendido na investigação (Etapa 3 do esquema estratégico) nos parecem fundamentais para o aluno perceber que existem outras possibilidades de análise de um determinado problema, para além das explicações baseadas nas figuras de linguagem. Ao mesmo tempo, evidenciam para o professor a aprendizagem das variáveis que podem ser consideradas ao se referir às causas e possibilidades de ocorrência de um Processo Físico Elementar.

Cabe destacar que a elaboração de uma Sequência Didática exige tomar uma série de decisões baseadas em uma quantidade significativa de fatores. O que apresentamos aqui está longe de ser um roteiro completo e passível de aplicação a toda e qualquer situação de ensino. As orientações podem e devem ser revistas, adaptadas e complementadas pelo professor, tendo em vista, por exemplo, a organização curricular da instituição onde atua e as necessidades de aprendizagem dos seus alunos.

A estrutura de SD apresentada na seção 4.5.1. serve apenas para organizar o pensamento do professor, orientar o planejamento do ensino, ajudar a projetar o futuro a ser vivenciado em aula. É um meio para o desenvolvimento das competências e habilidades dos estudantes. Caso venha a ser adotada pelo docente, provavelmente será modificada no percurso de idealização das aulas e aplicação das tarefas. Essa mudança não é apenas aguardada, mas também necessária, tendo em vista o contexto institucional vivenciado por estudantes e professores. Nenhuma representação de estrutura pré-idealizada de aula será capaz de abarcar a totalidade escola. Caso

afirmássemos o inverso, estaríamos incidindo na ingenuidade ou no cinismo. E a busca pelo equilíbrio entre a simetria e assimetria trata-se de uma sugestão para a organização das aulas e de um alerta para que o professor não incida em práticas pedagógicas que esbarrem nas concepções de origem do conhecimento empiristas ou aprioristas.

Para finalizar, sobre a elaboração de Sequências Didáticas ou, mais precisamente, de Sequência de Ensino Investigativa (SEI), sugerimos Carvalho (2011), artigo citado no decorrer deste capítulo. Nesse texto, a autora sintetiza de modo preciso e cuidadoso as pesquisas que realizou nas últimas décadas sobre como a pessoa constrói o conhecimento científico e como o aluno constrói o conhecimento científico na escola. Esse artigo pode contribuir no planejamento das aulas tanto do primeiro ao quinto ano (foco do referido texto), quanto do sexto ao nono ano, e não apenas no ensino de Ciências como também de Geografia.

Adiante, voltamos ao foco central deste estudo, ao eixo desta investigação. Portanto, nos fixamos nas palavras-chave que fundamentam os IAMs, algumas já mencionadas neste capítulo ou nos anteriores, como *Morfodinâmica*, *senso comum*, *Obstáculos Epistemológicos*, além do conceito de *indicador*.

5. SOBRE A ORIGEM DO CONHECIMENTO, OS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS E O NOVO ESPÍRITO CIENTÍFICO

Os IAMs foram elaborados para a avaliação da aprendizagem da Morfodinâmica. Nas aulas de Geografia da Educação Básica entendemos que a aprendizagem da Morfodinâmica ocorre quando o aluno, durante e após a realização de uma atividade investigativa, constrói significados que revelam evidências da superação dos Obstáculos Epistemológicos referentes aos processos morfodinâmicos, tais como, por exemplo, a superação do Obstáculo do Conhecimento Geral para a infiltração da água no solo, e do Obstáculo Substancialista para o vulcanismo. Isso significa que os indicadores devem ser empregados quando o professor planeja e aplica atividades investigativas que visam à superação dos Obstáculos Epistemológicos dos alunos referentes à Morfodinâmica.

O Obstáculo Epistemológico, portanto, é uma das referências que sustentam a nossa definição de aprendizagem. O aluno aprende quando supera um Obstáculo Epistemológico, e os IAMs orientam o professor na investigação dos *indícios* dessa superação.

Mas a que se refere o Obstáculo Epistemológico?

Para responder a essa pergunta, iniciamos este capítulo trazendo algumas considerações sobre temas de fundo para o entendimento da teoria bachelardiana dos Obstáculos Epistemológicos. Estamos nos referindo a uma série de noções, entre as quais destacamos: percepção, ciência e realidade. Na seção 5.1, a discussão tem como foco a origem do conhecimento, tema relevante para a compreensão do problema dos obstáculos.

Em seguida, na seção 5.2. apresentamos uma resenha expandida da obra *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento* (BACHELARD, 2008).²⁸ A pergunta que motivou a sua

²⁸ Especificamente neste capítulo, nas citações diretas desta obra adotamos uma sigla como sistema de chamada, em substituição ao sistema padrão autor-data, o que poderá contribuir para a fluidez da leitura. Desse modo, o livro objeto de resenha foi identificado com a sigla GB, acompanhada do número da página em que se encontra o texto citado.

elaboração foi: *O que é o Obstáculo Epistemológico e quais são as suas principais características?* Para respondê-la também recorreremos a autores que se dedicaram ao estudo da referida teoria e da epistemologia bachelardiana. Centramos a nossa discussão na origem desse problema, nos tipos de obstáculos epistemológicos, nos possíveis impactos em uma pesquisa, no problema da crença (palavra-chave para o entendimento da teoria dos Obstáculos Epistemológicos) e nas possibilidades de sua superação.

Se o objetivo maior das aulas é a superação dos obstáculos epistemológicos, logo, seu propósito também é a formação do novo espírito científico no aluno. Abordamos esse assunto em maiores detalhes na seção 5.3. O novo espírito científico é uma fração daquilo que podemos denominar de cultura científica e, nas escolas, de cultura científica escolar. Não hesitar em aceitar algo que se desvenda no processo de investigação e contesta um conhecimento anterior, seja este conhecimento representante do estado concreto do pensamento ou mesmo abstrato, é uma das atitudes centrais que distinguem o novo espírito científico.

Em diversas partes deste capítulo fazemos menção aos IAMs. Aproveitamos, portanto, a pesquisa bibliográfica sobre os Obstáculos Epistemológicos para ampliar o significado desses indicadores e realçar a sua potencial pertinência na avaliação da aprendizagem nas aulas de Geografia.

5.1. Dos órgãos do sentido ao real: algumas noções de base para o entendimento dos Obstáculos Epistemológicos

5.1.1. Sobre a percepção

5.1.1.1. Sentidos e sensação

Aprendemos na Educação Básica que o corpo humano é dotado dos órgãos dos sentidos. Essa afirmativa é extremamente trivial. Porém, notamos que a sua banalidade é apenas aparente quando procuramos, intencionalmente, construir o seu significado. Conforme afirma Marina, “(...) a percepção do homem é um assunto complicado. É sempre difícil saber o que estamos vendo” (2009, p. 17).

Na Geografia, os órgãos dos sentidos são basilares para a construção do significado de paisagem, uma das noções entendidas como estruturantes dessa ciência (SÃO PAULO, 2007). Na clássica obra miltoniana *Metamorfoses do espaço habitado*, o autor afirma:

Tudo aquilo que nós **vemos**, o que nossa **visão** alcança, é a paisagem. Esta pode ser definida como o **domínio do visível**, aquilo que a **vista** abarca. Não é formada apenas de volumes, mas também de cores, movimentos, odores, sons etc. (...) A dimensão da paisagem é a dimensão da **percepção**. (...) (SANTOS, 1997, p. 61; grifos nossos)

Para Monteiro, a paisagem é

Entidade espacial delimitada segundo um **nível de resolução** do geógrafo (pesquisador) a partir dos objetivos centrais da análise, de qualquer modo sempre resultante da interação dinâmica, portanto instável, dos elementos de suporte e cobertura (físicos, biológicos e antrópicos) expressa em partes delimitáveis infinitamente mas individualizadas através das relações entre elas, que organizam um todo complexo (SISTEMA), verdadeiro conjunto solidário e único, em perpétua evolução. (2001, p. 39; grifo nosso)

As duas propostas para o significado de paisagem se complementam. Na primeira, fala-se do “domínio do visível”, da percepção comum a qualquer pessoa, ao passo que na segunda temos “nível de resolução”, o que remete à escala cartográfica de uma imagem de satélite, radar ou fotografia aérea empregadas nas análises das pesquisas pautadas no paradigma transdisciplinar dos geossistemas. Apesar dos órgãos dos sentidos não serem citados em nenhuma das definições, esses estão implícitos em ambos os casos: não existe percepção sem estímulo (MARINA, 2009, p. 18) e o estímulo, para ser percebido (colhido) depende dos órgãos dos sentidos.

Conforme sabemos, os órgãos dos sentidos são formados por receptores sensoriais (terminações nervosas e células epiteliais), e são os olhos, o nariz, a orelha, a pele e a língua. Para cada órgão atribui-se, tradicionalmente, um sentido: visão, olfato, audição, tato e paladar. Luz, vibrações, temperatura, substâncias presentes no ar e nos alimentos, são exemplos de estímulos existentes no ambiente. As estruturas do corpo que reagem a mudanças no ambiente são chamadas de receptores sensoriais. Receptores sensoriais e órgãos dos sentidos formam uma estrutura, chamada

sistema sensorial.

Incontestavelmente, essa discussão parece simples, mas não é. Na verdade envolve uma rede extremamente complexa, cuja explicação desafia inclusive os diversos peritos no “corpo humano”, como médicos, biólogos e professores de ciências. Essa rede conceitual pode ser sintetizada de diversas formas.

Em um livro didático de Ciências do quinto ano, encontramos a seguinte informação:

Percebemos o ambiente ao nosso redor por meio dos **órgãos dos sentidos**. Esses órgãos são sensíveis a variações no meio externo, os **estímulos**. De acordo com o estímulo, os órgãos dos sentidos produzem impulsos nervosos, sinais que são transmitidos ao encéfalo através dos nervos. (...)

Todos esses sinais que chegam ao cérebro pelos nervos contêm **informações sobre o ambiente**. Essas informações são interpretadas pelo **cérebro, que elabora as sensações**. As **sensações** dos sabores, dos odores, dos tipos de som, do liso e do áspero e das imagens **são o resultado da interpretação que o cérebro faz desses sinais**. (BAKRI, 2016, p. 14; grifos nossos)

Já em um livro didático do oitavo ano, extraímos o seguinte excerto:

No ambiente, existem fenômenos e substâncias que, quando em contato com o corpo humano, são “traduzidos” em **sensações**. (...)

Os estímulos ambientais, físicos ou químicos, são captados pelos **órgãos dos sentidos**. (...)

O córtex cerebral recebe impulsos sensoriais dos sentidos e dá interpretações específicas para cada um. (...)

No córtex, existem regiões especializadas em interpretar os **estímulos sensitivos**. (USBERCO, 2015, p. 150; grifos nossos)

Um livro didático de Biologia do Ensino Médio apresenta mais informações a respeito do tema:

Os **cinco sentidos** tradicionais são específicos para observar o que acontece fora de nós. Além deles, existem aqueles que servem para percebermos nós mesmos e a relação do nosso corpo com o espaço. Mesmo de olhos fechados, você sabe que tem pés, braços, cabeça, um corpo inteiro. O sentido encarregado de informar o que faz parte do nosso corpo é a propriocepção. (...)

Um exemplo é a cinestesia, que nos diz quando cada parte do corpo se move. (LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2010, p. 461, grifo nosso)

Na discussão sobre os órgãos dos sentidos, nos referimos frequentemente às palavras *sensação* e *percepção*. Trata-se de dois processos complementares:

A **sensação** é a parte passiva da coisa, quando simplesmente recebemos um estímulo. É quando as ondas sonoras atingem o sistema auditivo, fazem o tímpano vibrar e, na forma de impulsos elétricos, são levadas pelo nervo auditivo até o cérebro. A partir daí entra em cena a **percepção**, que assimila, decodifica e processa esses dados. (LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2010, p. 461; grifos nossos)

Está fora do nosso escopo detalhar cada um dos conceitos apresentados nos excertos, como impulsos nervosos e elétricos, encéfalo, nervos, córtex cerebral e propriocepção.

Porém, cabe assinalar o seguinte: entre os estímulos ambientais (físicos e químicos) e as sensações (produzidas pelo cérebro) existem os órgãos dos sentidos. Esses órgãos entram em contato com o ambiente e são como uma porta, uma janela, uma abertura enfim existente em nosso corpo para os estímulos do mundo e do universo. Enquanto os estímulos são produzidos no exterior do nosso corpo, as sensações são um dado elaborado internamente pelo *sistema sensorial*.

Entendemos que o desenvolvimento dos IAMS, ou seja, do raciocínio, está diretamente relacionado com a questão da sensação. Isso porque não há desenvolvimento do raciocínio sem as sensações, sem os dados gerados na pessoa pelo sistema sensorial a partir dos estímulos ambientais, o que significa que a sensação representa o primeiro passo para a aprendizagem ou, em outros termos, a ocorrência de sensações consiste no início da construção de significados. Uma imagem de satélite que possibilita a visualização no ponto de vista vertical dos fixos presentes em determinada área, por exemplo, é o estímulo físico, o objeto impresso em um livro didático ou outro suporte que pode servir como estímulo para ocorrência de algumas sensações necessárias ao estudo da ocupação das terras. Sumariamente, podemos afirmar que as cores seriam uma dessas sensações.

5.1.1.2. A percepção da sensação

A questão é que as sensações, por si só, são como um significante aguardando por um significado. É a percepção da sensação que vai atribuir algum significado ao dado gerado na pessoa. E assim como as sensações (dependente das predisposições do organismo), a percepção da sensação

varia de uma pessoa para outra (está sujeita, por exemplo, ao seu estado emocional ou à própria disposição para interpretar a sensação de algo). Em todo caso, é preciso tomar cuidado com as palavras para se referir à percepção e, conforme já se deve ter notado, estímulo, sensação e percepção não são sinônimos, mas complementares. Todavia, o elemento central para a compreensão da inteligência humana é a percepção. Centraremos a nossa atenção, portanto, nessa noção.

A percepção é, repetimos, um tema relevante e delicado, apesar de muitas vezes *parecer* subestimado no âmbito da ciência e do ensino das ciências, tal como na Geografia Escolar. Ao escrever sobre a percepção, Marina (2009) a destaca como um adjetivo e associa essa palavra a uma série de substantivos, tais como sistemas perceptivos, estilos perceptivos, essência perceptiva, significado perceptivo, busca perceptiva, possibilidades perceptivas, mundo perceptivo, síntese perceptiva, ação perceptiva, aparições perceptivas, conceito perceptivo individual e universal, esquema perceptivo, significados perceptivos. Nos próximos parágrafos, iremos nos ater ao básico sobre esse amplo tema.

O ambiente nos fornece os estímulos e o nosso corpo é capaz de traduzir esses dados, gerando as sensações. É o que conseguimos inferir do excerto abaixo:

Antes de ser árvore no meu olhar, a árvore é um padrão de energia eletromagnética. A luz visível – que é uma faixa desse espectro energético, entre o ultravioleta e o infravermelho – pousou suavemente sobre a superfície das folhas, que absorveram uma parte da radiação, e depois dessa rápida parada chega ao fundo de meu olho, à minha retina, com sua mensagem. Ali acontece uma reação química (...) que traduz a energia luminosa em impulso nervoso. A luz nos dá notícias, sem dúvida alguma. Mas esses sinais se transformam em informação quando um leitor – neste caso, o cérebro, com a ajuda do olho – sabe como decifrá-los. (...) As notícias, dados e sinais da realidade se tornam significativos, transformam-se em informação, quando encontram um receptor adequado. Não existe, portanto, informação sem receptor. E não existe, certamente, informação sem emissor. Sem o olho, a cor não existe, embora exista a radiação luminosa. Sem árvore, também não. (MARINA, 2009, p. 30)

Todavia, diferentemente do que ocorre com a sensação, a percepção não é inata. Para Marina (2009, p. 29), “Perceber é dar significado a um estímulo”, ou, mais precisamente, dar significado a uma sensação. Ao

atribuirmos um significado para uma sensação, estamos construindo o conhecimento:

A percepção nos fornece informações sobre as coisas. Graças a ela isolamos um conteúdo e lhe damos sinais de identidade, destacando-o contra o pano de fundo das outras coisas. Mas estas operações elementares de ver, tocar ou saborear têm um outro caráter enigmático: graças a elas conectamo-nos com a realidade e com a existência das coisas. (...) Quero apenas dizer que todas as nossas informações sobre a *existência de algo* (...) precisam se fundamentar *direta ou indiretamente* na percepção. A mais sofisticada, solene e grandiosa teoria científica, apesar de suas equações elaboradas e da vigorosa teia conceitual, acaba dependendo de uma espiada que o cientista dá na agulha de um instrumento ou num rastro luminoso na tela.

Esta é a trajetória do vôo da ciência. Decola da percepção, sobe até as nuvens do conceito e, então, ou volta à terra de onde partiu para verificar nela suas ideias, ou permanece para sempre nas nuvens. (2009, p. 26-27; grifo do autor)

Iremos retomar a questão da ciência no próximo tópico. Apenas adiantamos essa discussão para demonstrar como a percepção é relevante em todos os contextos. O que cabe destacar a partir desse excerto é que a percepção refere-se a uma capacidade de receber dados (conectar-se com a existência das coisas), processar esses dados (gerar informações que em nosso corpo se traduzem em sensações) e interpretar essas sensações (construir a própria rede conceitual ou pré-conceitual, uma rede de significações, uma relação ou um feixe de relações orientadas por um determinado centro de interesse, por um objetivo tácito ou explícito).²⁹ Desse modo, perceber é uma *ação* ativa que engloba o sistema sensorial e a linguagem, uma *ação* que transita entre a mera captação do estímulo e a mais sofisticada teoria. Isso significa que percepção e raciocínio estão entrelaçados.

A identificação, seleção, diferenciação e agrupamento de dados; a elaboração de unidades taxonômicas, tipologias, categorias, ou mesmo a construção de perguntas e hipóteses fazem parte da percepção. Assim, desenvolver o raciocínio é desenvolver a própria percepção. Com isso, raciocinar implica perceber algo, se colocar a procura do entendimento de algo.

Considerando o que expomos a respeito da percepção, podemos afirmar que o conhecimento subjetivo elaborado a partir do esforço de percepção de uma sensação não é algo a ser subestimado. Graças à evolução biológica, nascemos com os órgãos dos sentidos, sensores que captam os aspectos do

²⁹ Sobre a imagem do conhecimento como rede, conferir Machado (2015).

ambiente e permitem que o ser humano estabeleça as relações mais elementares com a natureza, e talvez as mais necessárias para a sua sobrevivência. Entretanto, mesmo diante de todas as possibilidades de conhecimento do mundo pautadas na percepção, há muito tempo de algum modo afirma-se: “a percepção mediada pelos sentidos é necessária, imprescindível para o ser humano, mas não é suficiente”.

De fato, quando a interpretação de uma sensação não satisfaz, quando o significado que atribuímos a um estímulo deixa a desejar, inventamos o que Marina (2009) denomina de possibilidades perceptivas. Caso o “olhar” *não chegue* até onde nossos projetos almejam, não nos apresentem uma resposta convincente para as nossas perguntas, não confirmem as nossas hipóteses, utilizamos um microscópio, ou uma imagem de satélite, na tentativa de alcançar o que desejamos. Idealizamos técnicas, meios de atingir os nossos objetivos. Caso não exista a possibilidade ou mesmo vontade de utilizar algum instrumento, de empregar uma metodologia científica, fazemos uso da imaginação poética, recorremos às artes, ao simples desenho que lembra traços infantis para colocar em movimento o que projetamos. E seja como for, a linguagem associada ao raciocínio, à diferenciação de dados ou à busca de novos agrupamentos, está presente nas duas situações.

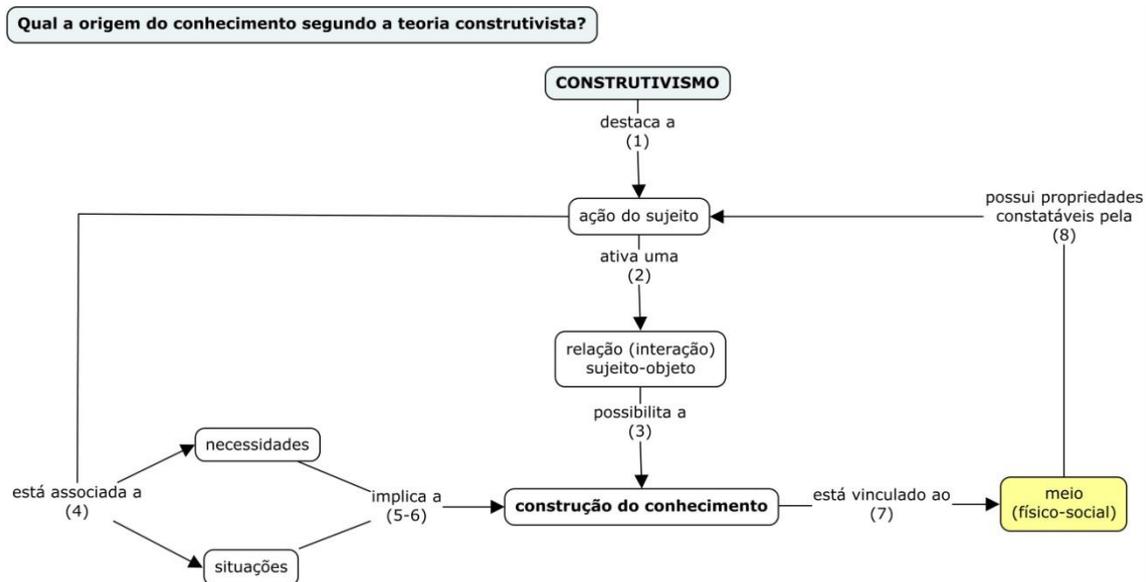
5.1.1.3. A percepção e a sua transformação

A percepção é uma ideia-chave na discussão que estamos realizando. Se em um primeiro momento a percepção que temos das propriedades de um objeto é mediada diretamente pelos sentidos (objeto percebido sensorialmente), estas podem se transformar, segundo Machado (2011), em representações esquemáticas de suas propriedades (objeto interpretado como um feixe de relações). O feixe de relações é necessário para a construção de uma tipologia, enquanto a percepção das propriedades de um objeto requer, basicamente, a identificação de dados. No primeiro caso temos, a síntese (raciocínio de síntese) e, no segundo, o princípio de uma análise (raciocínio analítico).

Entendemos que essa passagem da análise para a síntese, a transformação da percepção, está diretamente relacionada com a ação da

pessoa, que ativa a relação dela com o objeto, desencadeando possibilidades que implicam a construção do conhecimento. Nessa perspectiva de origem do conhecimento, construtivista, o conhecimento, sua construção, é resultado de um *ciclo* estabelecido entre sujeito-objeto-meio, conforme tentamos esquematizar no mapa conceitual adiante:

Figura 21 – A origem do conhecimento nas perspectivas construtivistas



Fonte: Elaborado pelo autor com base em Becker (2002)

Para a construção do conhecimento, a ação do sujeito (leia-se pessoa) assume um papel-chave no processo. Isso porque a ação ativa uma relação da pessoa com o mundo (objetos), tendo em vista as suas necessidades, assim como as situações na qual ela está inserida. Todo esse processo de construção do conhecimento não ocorre desvinculado do meio físico e social, meio este que proporciona à pessoa as condições necessárias para a construção do conhecimento.

No construtivismo, portanto, admite-se que a cor verde de uma folha, por exemplo, não existe independentemente da pessoa que identificou essa cor; ela existe a partir da relação estabelecida da pessoa com a coisa observada, tendo em vista, além do aparelho biológico, o contexto cultural no qual está inserida. Ou seja, a possibilidade de isolar e identificar uma característica do objeto, ação que caracteriza mais diretamente o raciocínio analítico, não antecede a existência da pessoa no mundo. Pelo contrário, é por estar no

mundo, e com este mundo se relacionar, que uma determinada cor pode para ela vir a ser diferenciada, que o conhecimento pode, enfim, ser construído. Em outros termos: “(...) um dado nunca se transforma em informação se não houver uma pessoa que se interesse por ele, que o interprete e que lhe atribua um significado (...)” (MACHADO, 2002, p. 146). Enfim, é o ambiente e a possibilidade da ação da pessoa para interpretação dos dados que a envolvem (*ação criativa*, acentuamos), o fator central no construtivismo. Essa descrição da construção do objeto vai muito além, sem dúvida. Becker assim procura sintetizar este debate: “O conhecimento dá-se pela interação ou pelas trocas do organismo com o meio” (2002, p. 61).

Nas últimas décadas, nota-se que tanto no campo teórico quanto no nível do discurso já é unânime a ideia de que o conhecimento é algo que se constrói. Porém, de tudo o que apresentamos sobre o construtivismo e que, no nosso entendimento, ainda precisa ser destacado, é a questão da ação da pessoa, conforme já nos referimos, das interações e trocas que ela estabelece com o meio e que pode resultar em uma ação transformadora dela sobre si mesma, ou seja, na aprendizagem.³⁰ A ação sobre um determinado significante cria significados (BECKER, 2002, p. 83) e novos significantes, ou seja, a capacidade de se apropriar dos fatos em nível simbólico (BECKER, 2002, p. 86). E esse movimento de criação de significantes e significados não tem fim.

Mas como esse processo de elaboração de novos significados e significantes ocorre na sala de aula ou mesmo em outros ambientes? Já nos referimos sobre esse assunto no capítulo anterior. Porém, encontramos mais algumas pistas para a resposta dessa pergunta em Machado (2011):

Inicialmente, há um **objeto complexo** em que são percebidas sensorialmente **propriedades simples**. Através da mediação de abstrações, especialmente as de natureza analógica, do tipo “isto é como se fosse aquilo”, o objeto é simplificado, ou é interpretado de modo mais simples, havendo, em contrapartida, um enriquecimento, uma complexificação nas relações percebidas, o que possibilita ações e representações mais eficazes sobre o objeto. Paulatinamente, o **objeto torna-se cada vez mais simples**, enquanto o feixe de relações que o constitui torna-se mais complexo. Em determinado momento, o objeto transforma-se, ou passa a ser interpretado como um feixe de relações; em transmutação sutil mas extremamente importante, um passo adiante conduz a que o **feixe de relações passe a constituir o novo objeto**. Um objeto complexo, com propriedades simples, a partir do qual, em outro patamar, novas

³⁰ Segundo Machado, a interação é “toda troca afetiva, verbal, corporal, simbólica, que resulta dos laços sociais ou visa construí-los” (2004, p. 288).

abstrações transferirão complexidade para as **propriedades relacionais...** e a vida continua. (2011, p. 48; grifos nossos)

Na atualidade, os smartphones talvez sejam um dos exemplos mais notórios de como um objeto complexo torna-se cada vez mais simples, ao mesmo tempo em que suas propriedades relacionais ficam cada vez mais complexas: novas funções, novos aplicativos são constantemente associados ao equipamento, suas propriedades relacionais (funções) ampliam-se consideravelmente, ao mesmo tempo em que o objeto (forma e estrutura) é interpretado pelo usuário e, aos poucos, simplificado, apesar da facilitação do uso do equipamento projetada pelos próprios fabricantes.

No caso dos IAMs, a análise (raciocínio analítico) possibilita ao aluno a criação do significado pela identificação e seleção de dados, enquanto a síntese (raciocínio de síntese) permite a construção de novos significantes pela elaboração de unidades taxonômicas ou tipologias, por exemplo. Um agrupamento ou tipologia equivale a um feixe de relações, elaborado a partir dos dados identificados no início da análise. Nota-se que análise e síntese não são excludentes, mas complementares, de modo que a própria tipologia, quando inserida em um feixe de relações, destacada em um mapa conceitual, por exemplo, converte-se em dado que, em algum momento, poderá ser identificado para compor um novo agrupamento, durante a análise, e uma nova categoria, no decorrer da construção de uma possível síntese... *“e a vida continua!”*

Para prosseguir com essa nossa reflexão a respeito do problema da percepção e da construção do conhecimento, o que inclui o problema do desenvolvimento do raciocínio, iremos recorrer a Karl Popper.

5.1.2. Sobre a ciência

5.1.2.1. O senso comum

Em nosso cotidiano, a percepção sensorial do objeto, ação que caracteriza o início da análise, é quase sempre suficiente para atender às nossas necessidades. Uma pessoa adulta não precisa de nenhum aparelho

sofisticado para perceber que a chama de uma vela à sua frente é quente, e pode causar queimaduras indesejáveis em sua pele. Essa é uma típica experiência subjetiva, pois se completa através da sensação e da percepção. Trata-se de um exemplo de percepção mediada diretamente pelos sentidos e pelas informações perceptivas elaboradas corriqueiramente em nosso dia a dia.³¹

Nota-se nesse exemplo que a percepção envolve, além das sensações, a memória e a intuição. Não adianta apenas reparar que algo é quente para não se aproximar dele. É preciso já ter encostado nesse objeto, observado alguém encostar nele ou mesmo ter sido alertado em algum momento sobre os efeitos causados em uma pessoa ao se aproximar ou tocar o objeto ou outro semelhante para que sejam tomadas determinadas decisões.

Levando-se em consideração o exemplo da vela, sua chama faria parte do que Popper denomina de mundo 1, e as percepções sensoriais ao que designa de mundo 2:

- o mundo 1 seria o mundo físico, formado pelos objetos cuja existência independe de qualquer sujeito conhecedor;
- o mundo 2 teria como conteúdo nossas percepções sensoriais dos objetos do mundo 1, nossas experiências conscientes relacionadas com tais objetos; (MACHADO, 2015, p. 36)

Toda experiência subjetiva, intuitiva do mundo 2, ligada à percepção da sensação, à recordação, origina um tipo específico de conhecimento, denominado de senso comum. Conceituar o senso comum é uma tarefa arriscada. Desse modo, preferimos listar algumas das suas qualidades. Para Popper, o senso comum está relacionado com a crença na existência (e possibilidade) de uma percepção imediata da realidade. Nessa perspectiva, essencialmente empirista (tema abordado no capítulo anterior), o conhecimento é revelado pelos órgãos dos sentidos, ou seja, é derivado de uma experiência que tem como base os sentidos. O conhecimento do objeto é, portanto, “retirado” da sensação, o que propicia o surgimento de algumas imagens e atitudes ou reforça algumas delas, quais sejam: saber imediato; conhecimento

³¹ Informações perceptivas são aquelas usadas conscientemente na ausência do estímulo (MARINA, 2009, p. 42). No exemplo citado, não é preciso passar pela experiência da queimadura para evitar a aproximação com a chama. O estímulo ausente, nesse caso, pode ser tanto a imagem de uma pele queimada, como também a sensação de alguma dor, ou qualquer outra coisa imaginada pela pessoa, e que faz com que ela evite a aproximação, o contato, com a chama.

direto; experiência sem intermediários; verdade certa; procura pela certeza; padrão de verdade derivado da crença nas experiências observacionais diretas; absorção passiva dos dados para serem digeridos intelectualmente (nesse caso, a fonte de algum erro estaria na má digestão intelectual, logo o erro localiza-se na mente), etc. Mas, segundo Popper, todas essas imagens são aparentes e as atitudes delas decorrentes compõem a equivocada Teoria do Senso Comum do Conhecimento. Isso porque em nossa vida “Tudo é decifração ou interpretação. (...) **o direto e o imediato aparentes são apenas resultados do adestramento**, como o tocar piano ou o dirigir o automóvel” (POPPER, 1975, p. 45; grifo nosso). Neste ponto, cabe destacar que apesar do início da análise envolver diretamente a percepção mediada pelos sentidos, o sistema sensorial portanto, o resultado da análise já pode ser considerado parte de um esforço de inferência, de decifração, de interpretação do objeto por parte da pessoa, e não mera apropriação de dados do ambiente, passivamente “absorvidos”, como sugere a Teoria do Senso Comum do Conhecimento.

Outros argumentos são apresentados pelo autor para justificar a sua posição contrária à referida teoria. Dentre eles, destacamos:

Todo conhecimento adquirido, todo aprendizado, consiste da modificação (possivelmente rejeição) de alguma forma de conhecimento, ou disposição, que existia previamente, e em última instância de disposições inatas. (...)

Todo crescimento de conhecimento consiste no aprimoramento do conhecimento existente, que é mudado com a esperança de chegar mais perto da verdade. (...)

O fato de que todos os nossos sentidos são, desse modo, impregnados de teoria mostra muito claramente a falência radical da teoria do balde e, com esta, de todas as outras teorias que tentam rastrear a origem de nosso conhecimento em nossas observações, ou no abastecimento (input) do organismo. Ao contrário, *o que pode ser absorvido (e encontrar reação) como abastecimento relevante e o que é ignorado como irrelevante* dependem completamente da estrutura inata (a ‘programação’) do organismo. (POPPER, 1975, p. 76; grifo do autor)

A partir desse excerto, podemos estabelecer diálogos com algumas das principais ideias de Popper. Arriscamos este: vários estímulos são colhidos pelo nosso corpo em um milionésimo de segundo e, concomitantemente, diversas percepções são elaboradas pela pessoa no ambiente em que se encontra. Tudo ocorre de modo rápido, e a impressão que temos é de que as percepções das coisas são automáticas, ou seja, operam sem a participação

humana apesar de serem produzidas pelo sistema sensorial e pela linguagem. Na verdade, os órgãos dos sentidos, logo, nossas sensações, são resultado da nossa herança biológica, e portanto possuem uma história evolutiva e podem ser modificados ao longo do tempo na nossa interação com o ambiente. Já a percepção de uma sensação, por sua vez, pode ser questionada pela pessoa ou mesmo alterada de uma hora para outra, dependendo das experiências em curso ou vivenciadas. Em resumo,

“(...) o crescimento de todo conhecimento consiste na modificação de **conhecimento prévio** – ou sua alteração, ou sua rejeição em ampla escala. O conhecimento nunca começa do nada, mas sempre de algum conhecimento de base (...)” (POPPER, 1975, p. 75; grifo nosso).

Esse conhecimento de base, ou conhecimento prévio (ideia central no ensino de Geografia), é representado tanto pela memória de nossas percepções, construídas ao longo da vida, quanto pelo próprio sistema sensorial, herdado geneticamente.³² Como se sabe, tanto a percepção quanto o sistema sensorial são potencialmente modificáveis quando colocados diante de alguma situação ou problema.³³ Mas no plano da sala de aula, como sabemos, o objetivo não é transformar o sistema sensorial, mas modificar a percepção. Tarefas que solicitam aos alunos a identificação de dados, a elaboração de tipologias e/ou hipóteses podem colaborar para este fim, ou seja, fazer com que os alunos superem a percepção do objeto mediada pelos sentidos para alcançarem uma percepção do objeto mediada por uma ou mais relações, representadas tanto por uma diferenciação, seleção ou agrupamento de dados, ou ainda pelas unidades taxonômicas, tipologias e categorias.

³² Assim como todo corpo, os órgãos dos sentidos de uma pessoa são o resultado de uma herança genética e evolução biológica. Esses órgãos apresentam a capacidade de adaptação (reação) a um determinado estímulo. Porém, diferentemente do que ocorre com o corpo, cujas características são influenciadas pelos genes, o conhecimento não é algo herdado dos nossos antepassados. Essa seria uma posição de origem do conhecimento própria dos inatistas, com a qual não compartilhamos (apesar de admitirmos a existência de esquemas inatos, conforme explicado cuidadosamente por Marina (2009)). Segundo essa teoria do inatismo, a organização biológica herdada origina o próprio conhecimento. Do *a priori* biológico resulta todo e qualquer conhecimento. De antemão, no inatismo, o conhecimento encontra as suas bases mais profundas na bagagem genética da pessoa, sendo independente da experiência. Desse modo, concebe-se que a pessoa é naturalmente dotada de conhecimento. Sobre esse tema, sugerimos ver Becker (2002) e Grossi (2001). No que se refere à percepção mediada pelos sentidos, salientamos que o conhecimento cotidiano está diretamente ligado a essa capacidade, a qual, por sua vez, ajuda a cristalizar uma série de crenças e valores elaborados desde o nascimento, tanto na vida em família quanto em sociedade (BIZZO, 2014, p. 41).

³³ O isolamento geográfico é um exemplo de situação que pode ocasionar a formação de novas espécies a partir de uma mesma espécie ancestral. As características do sistema sensorial das novas espécies podem ser diferentes da espécie primitiva.

Popper (1975) alerta que o maior equívoco da Teoria do Senso Comum do Conhecimento não é a crença nos sentidos como a fonte do conhecimento, mas sim a busca pela certeza, no dado perfeitamente certo, absoluto. A “perfeita certeza” é um ideal ingênuo, pois até na vida cotidiana nossas ações são realizadas com base em “certezas imperfeitas”. Todavia, admitir que existe um mundo físico, independente do sujeito conhecedor, mas que pode por ele ser explorado mesmo que seja apenas através das *percepções mediadas pelos sentidos*, é se afastar das doutrinas idealistas, as quais entendem que o mundo é como um sonho, um fenômeno psíquico.³⁴

Com efeito, um dado relativo à Morfodinâmica, por exemplo, a ser identificado, selecionado, diferenciado, enfim, interpretado pelo aluno existe, mesmo se por ele ignorado em seu cotidiano ou porventura desconhecido. O que não existe previamente no ambiente são as seleções, diferenciações, agrupamentos. O feixe de relações é construído pelo aluno e no aluno, podendo ou não ser de algum modo representado. A representação do feixe de relações permite a outra pessoa verificar o feixe de relações existente no outro. Nesta perspectiva realista, o feixe de relações, no todo ou em parte, torna-se um dado, passível de análise e síntese, e o fenômeno psíquico, a mente, não cria o mundo, mas apenas representações deste mundo, novos objetos a partir dele, de dados preexistentes.

O fato é que, no realismo, o senso comum (tal como discutimos aqui) se apresenta como uma plataforma de partida tanto para a ciência quanto para a filosofia. Esse é o ponto central do realismo e, por conseguinte, do senso comum, que não iremos perder de vista.

5.1.2.2. O realismo e a ciência

Podemos entender o realismo como a base da ciência. Não por acaso,

³⁴ Não vamos discutir o idealismo neste texto, porém cabe destacar que o idealismo é o oposto do realismo. Na tentativa de sintetizar esse modo de conceber a origem do conhecimento, Popper (1975, p. 48) assim se reporta ao idealismo: “Para mim, o idealismo parece algo absurdo por implicar (...) algo assim: que é a minha mente que cria este belo mundo.” Para Marina (2009, p. 29): “Se estou dando algo à realidade, é apenas a palavra, que constitui uma etiqueta útil ou um traje refinado.” Essas são, sem dúvida, duras críticas ao idealismo. O idealismo, assim como o apriorismo, discutidos anteriormente, são formas de entender a origem do conhecimento antagônicas ao construtivismo. Ambos se opõem a epistemologia que fundamenta os IAMs.

nos deparamos com a expressão “realismo científico” nos textos dedicados à epistemologia das ciências físicas, químicas e biológicas (na qual se inclui a Geografia, uma ciência humana que, em determinadas circunstâncias, dedica especial atenção aos processos do meio físico e biótico, como na Geomorfologia e na Biogeografia). O realismo científico refere-se, dentre outras coisas, à tentativa de realizar uma interpretação do objeto a partir de teorias conjecturais. Essas teorias são aquelas que não se apoiam em certezas e bases seguras, sugerindo hipóteses, logo provocando o raciocínio por hipótese, a realização de testes e oferecendo novas oportunidades para aprender sobre os fatos.

Ao contrário do senso comum, que busca certezas, e do realismo, que apesar de privilegiar a observação presume a existência das experiências observacionais diretas, o realismo científico procura uma aproximação da verdade, sendo esta ideia de “aproximação” a qualidade essencial da ciência. Em se tratando de ciência, todo o resto (teorias, técnicas, hipóteses...) parece ser (e precisa ser) acidental.

Em síntese, para Popper (1975), as principais características da ciência e do método científico são:

- Propor teorias que devem corresponder aos fatos e representar uma aproximação da verdade, negando a ideia da existência de verdades absolutas (pois, para a ciência, verdades inquestionáveis simplesmente não existem); e
- Procura dos erros nas teorias elaboradas, desenvolvendo uma atitude consciente e sistemática de crítica com relação a essas teorias.

As palavras “busca” e “procura” não foram mencionadas por acaso. Segundo Popper:

Nossa principal preocupação em filosofia e em ciência deve ser a **procura da verdade**. (...) Devemos procurar ver ou descobrir problemas mais urgentes e devemos tentar resolvê-los propondo teorias verdadeiras (ou asserções verdadeiras, ou proposições verdadeiras (...)); ou, de qualquer modo, **propondo teorias que cheguem um pouco mais perto da verdade** do que as de nossos predecessores. (1975, p. 51; grifos nossos)

O exercício de análise, síntese e elaboração de hipóteses e perguntas é

uma ação que integra esta procura da verdade, essa busca pela *aproximação da verdade*. E essa noção, de aproximação da verdade, subverte a lógica do senso comum.

Se para um realista existe a possibilidade de um conhecimento imediato, direto, envolvido em padrões de certeza e que pode ser passivamente adquirido pelo sistema sensorial, no âmbito da ciência ganha destaque a ideia de verossimilitude. Ao mundo 1 (físico) e ao mundo 2 (das percepções sensoriais) soma-se e se sobrepõe o mundo 3 popperiano: “(...) o mundo 3 seria formado pelas teorias, pelos conteúdos lógicos de livros, de bibliotecas, de arquivos de computadores, de elaborações teóricas corroboradas pela experiência nos mundos 1 e 2” (MACHADO, 2015, p. 36). No mundo 3, portanto, encontramos as teorias formuladas linguisticamente, registradas em algum suporte, em condições de serem modificadas pela correção ou mesmo totalmente substituídas. Para Popper, “Aí **começa** o método da ciência” (1975, p. 75; grifo nosso): a procura dos erros para aprender com sua descoberta e necessária eliminação. Essa é a essência da teoria dos Obstáculos Epistemológicos conforme iremos discutir na seção 5.2.

5.1.2.3. A verossimilitude

Sendo a aproximação da verdade a essência da ciência, podemos afirmar que o seu alvo é a verossimilitude ou a verossimilhança. Conforme sintetizado por Machado:

(...) o mundo popperiano das **teorias está em permanente estado de alerta**, sobrevivendo à custa de corroborações sistemáticas, mas correndo o risco permanente de ser refutado, de ser sobrepujado pelo advento de teorias mais consentâneas a experimentações contestadoras nos mundos 1 e 2. (2015, p. 36-37; grifo nosso)

O estado de alerta das teorias representa o próprio estado de alerta em que precisa permanecer a ciência, os pesquisadores, em relação ao conhecimento objetivo.³⁵ Dito de outro modo, as teorias são formadas por uma

³⁵ Diferentemente do conhecimento subjetivo, ligado ao “mundo 2”, ao senso comum, à crença em verdades absolutas, o conhecimento objetivo é essencialmente conjectural ou hipotético. Ao contrário do que se pode pensar, portanto, conhecimento objetivo não é sinônimo de “saber utilitário”, e conhecimento subjetivo não é o mesmo que “saber questionável”. O conhecimento

rede de proposições, ou seja, são formuladas linguisticamente. Teorias são interpretadas e, paulatinamente, colocadas à prova. Nesse processo de questionamento que envolve, conforme já comentamos, a análise, a síntese, a elaboração de perguntas e hipóteses (ou seja, os três tipos de raciocínio destacados nos IAMs), pode-se constatar que as proposições de uma determinada teoria apresentam um “maior *ou* menor grau” de verdade e, desse modo, “um maior *ou* menor de grau” de falsidade. Quanto *maior* o grau de verdade das proposições de uma teoria, *maior* será a sua verossimilitude, e *maior* será a sua aproximação da verdade ou seu *conteúdo de verdade*, assim como *maior* será o alcance de suas hipóteses (POPPER, 1975).

5.1.3. Sobre a mediação e o feixe de relações: alguns comentários

Em alguns trechos deste capítulo e anteriores nos referimos à “percepção do objeto mediada pelos sentidos” ou “percepção do objeto mediada por um feixe de relações”. E nossa atenção esteve muito voltada para a questão da percepção. A percepção refere-se a pessoa, ao significado que ela atribui a um estímulo. Este significado pode ser elaborado tanto a partir dos sentidos quanto de um feixe de relações. Quando intervém no processo de elaboração de significados apenas os sentidos temos um tipo de percepção; quando o significado é construído por um feixe de relações, muda a qualidade da percepção. No primeiro caso, o elemento mediador são exclusivamente os sentidos; no segundo, o feixe de relações. Mas a que se refere a mediação? Seguem algumas notas sobre este assunto, breves apontamentos que se aproximam do tema da mediação pedagógica.

A palavra “mediada” refere-se, obviamente, à mediação, a um mediado. A mediação é a *relação* que se estabelece entre a pessoa e o mundo por meio de um terceiro fator. Logo, na mediação temos: (i) três elementos, ao menos; (ii) uma relação estabelecida entre dois elementos; (iii) e um elemento entre os

subjetivo está ligado à certeza das coisas, à convicção. O conhecimento objetivo, por sua vez, com a construção e teste de hipóteses, lembrando que uma hipótese, segundo Marina (2009, p. 22) é uma suposição (opinião) cuja exatidão é preciso verificar. Um fator que tradicionalmente caracteriza o conhecimento objetivo é o método. Um método de pesquisa não serve apenas para uma pessoa, mas para que um ou mais pesquisadores possam analisar determinado problema. Ao método atrela-se, portanto, um grupo formado por diferentes pessoas, cada uma com seus problemas específicos de pesquisa, mas que ao aplicarem aquele método poderão resolvê-lo ou, no mínimo, chegar a algum resultado satisfatório.

dois elementos, fazendo o papel de mediador, isto é, intervindo na relação dos outros dois elementos. Este terceiro elemento, que possui uma função mediadora, é o elo intermediário entre o sujeito e o objeto, *instrumento mediador*.

(...) as ações humanas direcionadas a um determinado fim têm um caráter mediador por fazer uso de instrumentos elaborados pelo homem ao longo de sua história. O **caráter mediador dos instrumentos** torna-se **elo intermediário entre o sujeito e o objeto** da atividade humana. (BERNARDES; MOURA, 2009, p. 466)

Na relação da pessoa com o mundo pode intervir, isto é, interferir para construção da sua percepção os sentidos ou um feixe de relações. Tanto os sentidos quanto o feixe de relações são elos entre o sujeito e o mundo. Em ambos os casos temos a presença da linguagem, sem a qual não há elaboração e negociação de significados, ou seja, a interação intra e interpessoais, a externalização (que é o registro que fica “fora de nós”, nas palavras de Jerome Bruner, conforme já comentamos)³⁶ e o próprio pensamento (possivelmente moldado pela linguagem). E o objeto relevo, suas formas e processos, faz parte do mundo, passível da nossa percepção.

Para não nos prolongarmos muito neste amplo debate, assinalaremos dois polos opostos no que se refere a percepção da Morfodinâmica (pois sabemos que entre um extremo e outro há matizes): (i) a percepção da dinâmica das vertentes mediada pelos sentidos, e; (ii) a percepção da dinâmica das vertentes mediada por um feixe de relações.

Na percepção do relevo mediada pelos sentidos, o instrumento mediador é o sistema sensorial, tal como a visão, no momento em que a pessoa está observando o objeto, em campo ou através de fotografia ou imagem de satélite, ou mesmo imaginando a sua existência, ou recordando dele. O que foi visto provavelmente será de algum modo descrito. Na percepção do relevo mediada por um feixe de relações, o instrumento mediador são as variáveis ambientais, ou seja, noções como altitude e declividade, os nexos estabelecidos entre as variáveis para se referir ao relevo.

³⁶ Sobre a externalização, conferir Bruner (2001a).

No primeiro caso, prevalece as características imediatas do objeto³⁷; no segundo, um objeto mental ou pensado. Durante o processo de ensino e aprendizagem, o feixe de relações pode representar o pensamento teórico do aluno referente aos objetos e eventos. Na percepção mediada pelos sentidos, a comunicação dos significados construídos a partir deste tipo de percepção representa uma análise imediata dos objetos e eventos. É essa dimensão empírica que os alunos devem superar em aula, pois caracteriza um obstáculo epistemológico.

Uma atividade investigativa deve, em síntese, possibilitar a ação reflexiva do aluno sobre o objeto de estudo, aperfeiçoando a interpretação do seu significado. No ensino da Morfodinâmica na Geografia, este tipo de atividade pode ser inspirada pela metodologia da “Análise da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados” (ROSS, 1994), por exemplo, a qual motiva a passagem da percepção das vertentes mediada pelos sentidos para uma percepção mediada por um feixe de relações, o que inclui a construção de nexos entre variáveis ambientais, conforme discutimos no capítulo 6. Passar da percepção das vertentes mediada pelos sentidos para a percepção das vertentes mediada por um feixe de relações é possibilitar ao aluno a superação dos Obstáculos Epistemológicos (como o animismo e o substancialismo) para se referir à Morfodinâmica de um determinado local, o que abre caminho para a formação do seu primeiro espírito científico já que, durante uma investigação, renunciar a uma opinião metafórica, baseada nos vícios verbais animistas, por exemplo, também é desenvolver o primeiro espírito científico. O exemplo a seguir talvez possa deixar mais claro esse debate.

Caso uma pessoa alegue que existe a possibilidade de alagar em um fundo de vale de um bairro situado em área urbana, sem mesmo conhecer o local em questão, podemos afirmar que, provavelmente, a sua percepção do objeto relevo já é mediada por um feixe de relações construído a partir de variáveis ambientais (algo esperado quando o objeto Morfodinâmica é colocado em pauta). As variáveis ambientais, como altitude e permeabilidade, por exemplo, permitem elaborar hipóteses, propor uma solução para o problema, para além daquilo que é observado. Nessa situação, o que se “vivenciou ou não”, o que “foi visto ou não”, o que “se deseja *a priori*” tendo em vista valores

³⁷ Aqui estamos desconsiderando as opiniões substancialistas, conforme discutimos no capítulo 5.

peçoais, dá lugar a uma pergunta, a uma resposta preliminar (hipótese) ou a uma solução que emprega variáveis ambientais, para se referir ao problema.

Todavia, diante da mesma questão, em situação de investigação, caso a pessoa simplesmente diga “não sei”, “não, pois não conheço o local”, “sim, apesar de nunca ter visto”, etc., podemos afirmar que a sua percepção do objeto relevo possivelmente ainda é mediada pelos sentidos. Torna-se necessário, portanto, colocá-la “*em busca de*” para a superação dos Obstáculos Epistemológicos e a construção do feixe de relações. Mas como avaliar a qualidade desse feixe de relações?

Para analisar um feixe de relações no âmbito das aulas planejadas com base em uma atividade investigativa, podemos empregar os IAMs. Uma noção (variável ambiental) presente na frase do aluno não caracteriza um feixe de relações, mas provavelmente já remete para o início de sua construção. Duas ou mais noções presente em uma ou mais frases, por sua vez, já podem ser entendidas como o embrião de um feixe de relações.³⁸ A elaboração de mapas conceituais e croquis cartográficos são duas tarefas que podem deixar mais explícito o feixe de relações construído pelos alunos durante a investigação de um problema e, ao mesmo tempo, proporcionar a eles a própria composição dessas relações.³⁹

5.1.4. Sobre a dúvida da palavra dita, a linguagem matemática e a abstração

Apesar de procurarmos na sala de aula as externalizações dos alunos, sabemos que “(...) as palavras [que uma pessoa escreve ou verbaliza] expressam mais do que dizem” (CASTRO, 1986, p. 14), pois podem apresentar

³⁸ O que seria um feixe de relações ou embrião de feixe de relações, citados no decorrer deste estudo? Sugerimos a seguinte resposta: o feixe de relações é uma imagem que procura representar o estabelecimento de conexões entre variáveis ambientais até então não ligadas entre si pelo aluno, tampouco mencionadas por ele no início de uma SD, por exemplo. Um conjunto de variáveis ambientais é como se fosse um conjunto de retas perpendiculares entre si, juntas e sobrepostas, mas que se encontram em algum ponto (ponto de intersecção). Uma variável ambiental forma apenas uma “reta”. Diversas variáveis ambientais juntas e sobrepostas de modo perpendicular formam um “feixe”. O ponto de intersecção entre uma ou mais retas (variáveis) constitui as relações. Quando o aluno agrupa determinadas variáveis ambientais, por exemplo, ele está estabelecendo (construindo) pontos de intersecção entre elas, ou seja, elaborando o “feixe de relações”. Quando o aluno destaca apenas uma variável para resolver determinado problema, podemos dizer que ele está construindo o “embrião de um feixe de relações”.

³⁹ Para uma introdução aos mapas conceituais, conferir Aguiar e Correia (2013). Sobre os croquis cartográficos, verificar Simielli (2008).

significados invertidos. A fala, então, é *ambígua*, comporta variadas significações. A palavra, para Sigmund Freud, está predestinada à ambiguidade. Como evitar a *polissemia*? A alternativa, para Bachelard (2008), está na linguagem matemática.⁴⁰ Ao investigar os fenômenos naturais sem nos apoiarmos na matemática, resta, comumente, o uso de elegantes figuras de linguagem, sejam elas quais forem, o que significa incidir nos Obstáculos Epistemológicos, o que inclui as crenças do senso comum.⁴¹

Em nosso caso, cabe a seguinte pergunta: Como impedir o desenvolvimento dos Obstáculos Epistemológicos no âmbito das aulas de Geografia da Educação Básica (sexto ao nono ano) que visam ao ensino da Morfodinâmica? Tendo em vista o objeto a ser trabalhado (relevo, solos, clima, vegetação, uso e ocupação das terras, etc.) e as pessoas diretamente envolvidas (estudantes do sexto ao nono ano e professores licenciados em Geografia), uma solução plausível seria voltar a nossa atenção para a construção do *conhecimento lógico-matemático* no aluno.⁴²

Com base nos estudos realizados por Jean Piaget, Kamii (2009, p. 15) assim define este tipo de conhecimento: “O conhecimento lógico-matemático consiste na coordenação de relações”. As relações que uma pessoa pode criar entre objetos, eventos e ações citados pela autora são de semelhança (“ABC” semelhante a “MNP”), diferença (“a” diferente de “b”), igualdade (“a” igual a “b”)

⁴⁰ Segundo Pietrocola (2010, p. 81), a matemática “(...) é mediadora entre nossas ideias e as coisas que visamos representar”. A linguagem matemática dá forma às ideias produzidas por nossa imaginação, ou seja, estrutura o pensamento para a interpretação do mundo. Podemos representar os fenômenos naturais por meio das relações matemáticas; empregar as teorias matemáticas na explicação dos fenômenos naturais; interpretar os dados da natureza por meio da matemática; enfim, fundamentar o pensamento na linguagem matemática simbólica para a criação de novos objetos.

⁴¹ A Matemática é apenas uma das linguagens existentes. Segundo Luria (2001, p. 25), “Pelo termo linguagem humana, entendemos um complexo sistema de códigos que designam objetos, características, ações ou relações; códigos que possuem a função de codificar e transmitir a informação, introduzi-la em determinados sistemas (...)”. A linguagem por excelência da geografia é a cartografia. Devido a esta tradição, os professores de Geografia estão mais familiarizados com a linguagem cartográfica do que com os sistemas de códigos da Matemática. Desse modo, estão mais aptos a trabalhar com a linguagem cartográfica em sala de aula, assim como com a leitura e produção de textos. Todavia, para não circunscrever o ensino de Geografia a uma única linguagem, no caso a cartografia, ou mesmo destacar a linguagem matemática em um campo profissional pouco dedicado ao estudo desse sistema, optamos em trabalhar com a ideia de relação, correlação, proporção, etc. É pelo estabelecimento de relações que o aluno pode passar de uma percepção mediada pelos sentidos para aquela mediada por um feixe de relações. As relações podem ser desenvolvidas através do trabalho com mapas, mas também de textos, assim como experimentações e, lógico, via a própria linguagem matemática.

⁴² Não se trata de intolerância diante do contraditório, de repúdio ao que é relacionado ao onírico, mas de colocar-se em momentos que desafiam aquilo que pensamos quando não estamos “em busca de”, imóveis em nossa primeira abstração.

e número (correspondência biunívoca).⁴³ Além dessas relações, destacamos as de divisão (“a” dividido por “b”), razão (“a” está para “b”), produto (“30” multiplicado por “6”), proporção (“a” está para “b” assim como “c” está para “d”), maior que (“a” maior que “b”), menor que (“a” menor que “b”) e equivalência (“x” equivalente a “y”).

Mas sabemos que para a análise da Morfodinâmica não levamos em consideração apenas dados quantitativos e formas geométricas (como o relevo, por exemplo). Pelo contrário, nos estudos da dinâmica das vertentes se destacam, em seus levantamentos e análises, os dados qualitativos, conforme demonstramos no capítulo 6. Para realizar o levantamento e a análise desse tipo de dado, devemos levar em consideração a existência de três tipos de relações: (i) simétricas (quando nenhuma variável influencia a outra); (ii) assimétrica (uma das variáveis influencia a outra); e (iii) recíprocas (as variáveis influenciam-se mutuamente) (ROSENBERG, 1976).

Evidentemente, muito ainda poderíamos comentar sobre o significado e os tipos de relações, mas apesar da relevância desse tema, não vem ao caso, no momento, nos estendermos nesse assunto. O que importa salientar é que a construção de relações entre objetos, eventos e ações trata-se de uma abstração reflexiva, isto é, não tem existência no mundo exterior, fora da pessoa. Conforme sintetizado por Kamii, “A relação entre objetos existe somente nas mentes daqueles que podem criá-la” (2009, p. 17).

Durante o desenvolvimento do *Raciocínio Analítico*, a abstração reflexiva ocorre quando o aluno faz o agrupamento de variáveis, por exemplo. O *raciocínio de síntese*, por sua vez, propicia esse tipo de abstração quanto são elaboradas as tipologias, unidades taxonômicas e categorias. Em ambos os casos, temos o estabelecimento de relações.

O oposto da abstração reflexiva é a abstração empírica. Segundo Kamii:

Na abstração empírica, tudo o que a criança faz é focalizar uma certa propriedade do objeto e ignorar as outras. Por exemplo, quando a criança abstrai a cor de um objeto, simplesmente ignora as outras propriedades tais como o peso e o material de que o objeto é feito (isto é, plástico, madeira, metal, etc.). (2009, p. 17)

⁴³ Cabe salientar que o número é a correspondência (biunívoca), uma relação construída pela pessoa. O numeral a representação do número, a expressão da correspondência.

Desse modo, na abstração empírica temos a ocorrência da percepção mediada pelos sentidos. Mais do que isso: a atenção da pessoa restringe-se a apenas uma propriedade do objeto. A identificação de dados, ação fundamental para o desenvolvimento do Raciocínio Analítico, caracteriza esse tipo de abstração.

Colocar os conteúdos (objetos, eventos, ações) dentro de todos os tipos de relações possíveis em uma determinada sequência de atividades evita a permanência do aluno somente na abstração empírica em aula, contribuindo para a ocorrência da abstração reflexiva, ou seja, para a construção de uma ou mais relações.

Na perspectiva que estamos trabalhando, a percepção, qualquer que seja, já é uma abstração, ou seja, o pensamento da *pessoa*, elaborado na *pessoa* e pela *pessoa* a partir da sua relação com o meio. E a abstração, por sua vez, pode ser classificada como empírica ou reflexiva. No caso da abstração empírica, temos o início do Raciocínio Analítico, isto é, a identificação de dados. Esta identificação é suporte para a abstração reflexiva, a qual aponta para a construção do feixe de relações que pode ser representado tanto por agrupamentos (Raciocínio Analítico) quanto por tipologias (Raciocínio de Síntese), por exemplo.

5.1.5. *À guisa de conclusão, sobre a realidade*

Neste ponto, podemos questionar: o que é a realidade? Mesmo diante de tudo o que expomos até aqui (sensação, percepção, realismo, verossimilitude, mediação, abstração), essa pergunta nos parece pertinente para adentrarmos na discussão sobre os obstáculos epistemológicos e a formação do espírito científico.

No âmbito do processo de pesquisa científica e, em nosso caso mais especificamente, de formação do espírito científico no estudante, Gaston Bachelard propõe um significado de realidade enquanto projeto. Sim, a realidade para ele só pode ser entendida em termos de possibilidade.⁴⁴

Assim sendo, questionamos: O que é o real? Para Bachelard (2008), o

⁴⁴ Conforme discutimos no capítulo 2, um projeto é uma ideia, uma irrealidade (MARINA, 2009, p. 11).

real é o que se deveria ter pensado, o que se deveria saber. A verdade, o arrependimento intelectual. Logo, o ato de conhecer *é uma ação que se coloca contra* um conhecimento anterior (decorrente tanto da percepção do objeto mediada pelos sentidos quanto da percepção do objeto mediada por um feixe de relações); *é uma ação que consegue se antepor* à opinião habitual, que pode levar a uma mutação do espírito que contradiz o passado, que contesta uma teoria, o significado de um conceito, o enredo de uma narrativa pessoal, coletiva ou mesmo universal.⁴⁵ É resposta a uma pergunta, a um problema construído pela pessoa.

Atividades que promovam nos alunos o desenvolvimento do raciocínio a partir dos seus conhecimentos prévios, que provoquem a análise, a síntese e a construção de hipóteses considerando os seus saberes anteriores às aulas, podem deslocar a percepção do estudante da inércia para o movimento, colocando-o em busca da verdade ou, em outros termos, à procura da construção de significados.

A realidade, ou o significado, portanto, é uma conquista, e essa conquista é o produto de uma catarse intelectual e afetiva. E como alcançar a verdade? Segundo Bachelard, “(...) não há verdade sem erro retificado” (2008, p. 293). As bases da noção de verossimilitude já tinham sido colocadas em pauta por esse filósofo já na década de 1930, na ocasião em que Bachelard apresenta a teoria dos Obstáculos Epistemológicos.⁴⁶

É sobre essa teoria, já citada nesta seção e anteriores, que iremos nos debruçar adiante, sem, contudo, subtrair os IAMs desta discussão. Enquanto o IAM é o que esperamos que seja desenvolvido em aula, o Obstáculo Epistemológico é o que desejamos que venha a ser superado pelos alunos. Os Obstáculos Epistemológicos assinalam, portanto, o princípio do processo de ensino e aprendizagem. Os IAMs, por sua vez, balizam o estado em que se pode chegar.

⁴⁵ De percepção em percepção, construímos uma rede de significados, e essa rede compõe uma narrativa para problemas da própria vida ou para questões que colocamos para o mundo. “Temos todos necessidade de uma narrativa para existir” (SERRES, 2006, p. 54).

⁴⁶ Década da publicação da obra *A formação do espírito científico*, cuja resenha apresentamos a seguir.

5.2. A obra *A formação do espírito científico e os Obstáculos Epistemológicos*

5.2.1. Sobre *A formação do espírito científico*

O livro *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*, de autoria de Gaston Bachelard (1884-1962), foi publicado originalmente pela Librairie Philosophique J. Vrin, Paris, no ano de 1938. Traduzido para a língua portuguesa por Estela dos Santos Abreu, sua primeira publicação nesse idioma data de maio de 1996 pela Editora Contraponto. Trata-se de uma das mais importantes produções intelectuais de sua vertente científica, cujo objetivo central foi, segundo o próprio autor, “(...) **exorcizar as imagens** que pretendem, numa cultura científica, **gerar e sustentar conceitos**” (BACHELARD, 2009, p. 51; grifos nossos).⁴⁷

Do ponto de vista das fontes de informação, o filósofo, historiador das ciências e epistemólogo Gaston Bachelard realiza uma pesquisa do tipo bibliográfica e, possivelmente, transitando também pela documental. Livros de divulgação científica e enciclopédias são explorados pelo autor. Bachelard focaliza nas investigações voltadas para os fenômenos físicos, químicos e biológicos, publicadas principalmente nos séculos XVII e XVIII. Prioriza, portanto, estudos situados na etapa histórica do conhecimento científico por ele denominada de *estado pré-científico* (que compreende tanto o Renascimento quanto a Antiguidade Clássica) e o *estado científico*, cuja fase inicial data do final do século XVIII e se estende por mais de um século.

Em *A formação do espírito científico*, Bachelard não adentra de modo sistemático as questões concernentes à teoria do conhecimento, ou seja, nas interpretações filosóficas do saber. As características essenciais do dogmatismo, do cepticismo (ou positivismo), do subjetivismo e do pragmatismo, por exemplo, caros ao estado pré-científico ou à fase do estado científico,

⁴⁷ Japiassú (1991) destaca que o trabalho intelectual desenvolvido por Gaston Bachelard pode ser dividido em duas vertentes: uma dedicada à investigação da razão (vertente científica) e a outra à imaginação poética: “O homem é ao mesmo tempo, razão e imaginação. (...) a obra de Bachelard se apresenta como uma dupla pedagogia: da razão e da imaginação. Não devemos confundir essas duas pedagogias: há o homem diurno da ciência e o homem noturno da poesia” (1991, p. 68-69). Em seu conjunto, portanto, a produção intelectual de Bachelard volta-se tanto para a filosofia da investigação científica quanto para a filosofia da criação artística.

foram pulverizadas no livro, uma vez que o foco central de seu estudo é o problema da primeira formação da cultura científica, “(...) de que modo (...) o espírito científico vence os diversos obstáculos (...) e se constitui como conjunto de erros retificados” (GB, p. 293). A exemplo de Gaston Bachelard, o mesmo faremos nessa seção: mirar principalmente nas dificuldades para atingir o conhecimento objetivo, e não nos traços distintivos de cada forma de conhecimento para colocar em nuance suas classificações.

Além disso, apesar de tratar da cultura científica de sua época, inaugurada com a teoria da relatividade de Albert Einstein, e de contribuir para a sua divulgação e desenvolvimento, os conhecimentos validados pela ciência até então (história sancionada) não foram o objeto de estudo central da obra de Bachelard. O autor faz juízo de valor das descobertas científicas que já haviam se tornado impensáveis na racionalidade efetiva (história superada das ciências) para que o passado não volte a circundar a era do *novo espírito científico*, tema objeto de análise na seção 5.3.⁴⁸

Às reflexões realizadas por Bachelard sobre o espírito científico, atrela-se a teoria do Obstáculo Epistemológico, ponto de intersecção da psicanálise com a epistemologia (JAPIASSÚ, 1976, p. 83). Por obstáculo entende-se “(...) toda experiência que se pretende concreta e real, natural e imediata” (GB, p. 9), isto é, toda experiência baseada nas crenças do senso comum, listadas e comentadas na seção anterior. O autor não economiza no emprego de figuras de linguagem para delinear suas principais características, ou melhor, denunciá-las, tais como sonolência do saber; avareza do homem erudito; ruminação do conhecimento adquirido; lentidão, conflito, inércia, estagnação,

⁴⁸ Apesar de discorrermos sobre o novo espírito científico em uma seção especialmente dedicada a esse tema, não tem como desvincular o problema dos Obstáculos Epistemológicos sem fazer menção ao referido termo, motivo pelo qual cabe esclarecer, mesmo que de modo sucinto, o seu significado. A pessoa detentora do novo espírito científico é aquela com dificuldade de abstrair e de chegar a quintessência (GB, p. 13), que se coloca “*em busca de*”, que procura se aproximar da verdade, preocupada com a verossimilitude (conforme discutido por Popper) e não com verdades absolutas, inquestionáveis. A atitude que assinala o novo espírito científico pode ser ilustrada do seguinte modo: uma vez encerrada a investigação de um problema, os *significados*, os significantes, as hipóteses, os modelos, as teorias e/ou os conceitos derivados da investigação anterior são: (i) confrontados com hipóteses que possam, no mínimo, contribuir para o processo de retificação do conhecimento construído durante a pesquisa; ou, (ii) diante de uma nova possibilidade de investigação, colocados à prova, debatidos, questionados (daí a importância do raciocínio por hipótese proposto nos IAMS, por exemplo). É desse modo que a pessoa não incide na inércia ou mesmo se paralisa diante do saber socialmente estabelecido ou por ela construído, mesmo quando a percepção de um objeto é plenamente mediada por um feixe de relações simbólicas.

regressão no próprio ato de conhecer; narcisismo intelectual e contrapensamento (GB, p. 10-22). Nessa lista de qualidades, grifam-se todas.

Situando-se sempre entre o seu presente e o passado, no livro *A formação do espírito científico*, Bachelard interroga-se sobre o propósito dos pesquisadores envolvidos nas ciências físicas, químicas e biológicas, os seus desígnios, as suas razões de existir, aquilo pelo que se sensibilizam, de que se envolvem tendo em vista aquilo que pretendem. Trata-se de considerar a história das ciências um “(...) tecido de juízos sobre o valor dos pensamentos e das descobertas científicas” (JAPIASSÚ, 1976, p. 9). Procedendo do presente para o passado, analisa principalmente o que já foi considerado ciência e que na atualidade não pode mais ser fundamentado cientificamente, tampouco voltar a se manifestar no processo de investigação científica. Em síntese, na obra *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*, com base no material a que teve acesso, Bachelard demonstra como o idealismo, o realismo, **a percepção do objeto mediada pelos sentidos e influenciada pelas crenças do senso comum**, balizavam o pensamento científico, os métodos de pesquisa e as investigações dos pesquisadores de outras épocas.

5.2.2. O Obstáculo Epistemológico e suas variantes

5.2.2.1. Imagem, analogia e metáfora

A origem do Obstáculo Epistemológico está na própria vida cotidiana, marcada pelo conhecimento intuitivo dos fenômenos.⁴⁹ Pode-se inclusive afirmar que o obstáculo é uma intuição realista, um conhecimento desenvolvido de modo imediato que assinala o objeto com impressões subjetivas (GB, p. 259). O realista não consegue se desprender da experiência física (possibilitada pelos sentidos) para interpretar os fenômenos físicos (GB, p. 283) ou de outra natureza. O realismo “(...) susta a investigação, ao invés de provocá-la” (GB, p. 23).

⁴⁹ Além dessa expressão (“conhecimento intuitivo dos fenômenos”), nesta seção empregamos outros termos utilizados por Bachelard (2008), tais como impressões subjetivas, experiência física, conhecimento empírico derivado de um experimento, intuição valorizante, sensação particular, experiência sensível, intuição direta, conhecimento empírico, plano sensorial, lado concreto dos fenômenos. Todas essas expressões podem ser agrupadas sob o enunciado *percepção do objeto mediada pelos sentidos e influenciada pelas crenças do senso comum*, conforme discutimos na seção anterior.

Imagem, analogia e metáfora formam um conjunto de noções primárias da teoria dos Obstáculos Epistemológicos. Merece atenção, portanto, alguns comentários que iremos expor a respeito.

As metáforas correspondem, basicamente, a um hábito de natureza verbal que agiliza a comunicação no dia a dia. Já no plano da pesquisa, constituem-se como imagens pessoais que podem se transformar em esquemas a serem utilizados para organizar uma experiência, o que origina um problema, pois apesar de sua praticidade, as metáforas não possibilitam avançar para além da imagem, do reino das imagens (GB, p. 97-101)⁵⁰ e das hipóteses não verificadas, ou seja, das afirmações que não procuram cercar-se de provas suficientes (GB, p. 48). Com isso, podemos afirmar que as metáforas provocam o raciocínio por hipótese, mas em uma investigação o seu emprego não parece ser o caminho mais adequado para a sua elaboração.

Mas não se trata, conforme já nos referimos na seção 4.3., de abandonar as metáforas, mas de empregá-las como um meio para se expressar sobre os fenômenos de modo conciso, ilustrando os traços essenciais da investigação, ornamentando os seus resultados.

No exemplo abaixo, constatamos o choque elétrico consolidando-se enquanto hipótese (não verificada) para a causa dos abalos sísmicos. Trata-se de uma experiência que utiliza como base uma maquete:

(...) se em cima do pedaço de vidro forem colocados pequenos modelos em relevo – de casinhas ou outros edifícios – **o abalo ocasionado pelo choque elétrico será naturalmente a representação de um tremor de terra.** (TIBÈRE CAVALLO, 1785, apud GB, p. 46; grifo nosso).

As maquetes e outros materiais similares são representações muito comuns no ensino de Geografia, ou pelo menos sugeridas nos livros dedicados à Geografia Escolar. Normalmente, em um primeiro momento, essas representações inspiram a elaboração de metáforas pelos alunos. Desse

⁵⁰ A imagem é uma representação mental concreta, específica, que se dirige a algo particular (um homem, uma mulher, uma criança, um idoso, uma montanha, uma casa, uma rua, uma igreja, uma fábrica, etc.). A imagem, portanto, ainda não é o conceito, que inclui abstração e generalização: “Quando penso em ‘homem’, incluo no meu conceito tudo o que há de comum entre todos os homens reais ou possíveis e somente isso; o conceito é o produto de um duplo processo de abstração (abstrai-se o que é específico e que, logo, pode ser imaginado) e de generalização (mantêm-se em mente todas as características humanas). (WOLFF, 2010, p. 37). Segundo Ferreira (2008, p. 100), a base das imagens é a imaginação, a experiência íntima, individualizada ou subjetiva.

modo, ao empregar esses modelos, o desafio maior para o professor é elaborar atividades investigativas que possibilitem ao estudante avançar para além das metáforas, do reino das imagens. Caso contrário, a utilização desse tipo de material para a aprendizagem, para o desenvolvimento dos IAMs em nosso caso, torna-se pouco eficaz ou mesmo inapropriada.

Já quando se refere à analogia, Bachelard alerta para o problema da sobredeterminação.⁵¹ Nesse caso, entende-se que a situação de um objeto é determinada por uma multiplicidade de fatores que, *a priori*, uma dada combinação entre eles influencia diretamente na condição do objeto. Um dos exemplos resgatados por Bachelard foi a pretensão de inferir sobre a política e outras questões de caráter social a partir dos sinais da astrologia e da ação dos corpos celestes:

Sem derrogar à Providência divina, diz-se que **as mudanças dos Reinos e das Religiões dependem apenas da mudança dos Planetas de um para outro lugar**, e que **sua excentricidade** é a roda da fortuna que **determina, aumenta ou diminui os Estados de acordo com o lugar do mundo onde ela começa ou acaba...** De modo que, por meio de um cálculo do movimento do pequeno círculo que vai carregando o centro da excêntrica em torno da circunferência, **é possível conhecer o tempo exato da queda das Monarquias atuais** (Jean-Baptiste Fayol, 1672, apud GB, p. 110; grifos nossos)

(...) os **Cometas** são as **almas das Grandes e Santas Personagens**, que deixam a Terra, sobem em triunfo no Firmamento; do que se conclui que **os Povos abandonados por essas belas almas**, que acalmam a cólera de Deus, **passam fome, são acometidos de doenças contagiosas e sofrem as desgraças das guerras civis**. (Claude Comiers, s.d., apud GB, p. 110; grifos nossos)

Nesses excertos, notam-se três pontos relevantes que gostaríamos de colocar em evidência, pois ainda poderiam ser (ou são) aceitos por determinadas doutrinas: (i) a aproximação de propriedades heteróclitas (místicas) com os acontecimentos políticos e sociais; (ii) o heteróclito impondo-se a esses eventos; e, (iii) a busca precipitada pelo estabelecimento de relações de semelhança, de reciprocidade, entre elementos distintos (no caso, entre o místico e a existência humana).

⁵¹ A sobredeterminação é um tema da psicanálise, sobre o qual não iremos discorrer neste estudo.

Com esse exemplo verificamos que o desenvolvimento do raciocínio pode ocorrer a partir das mais distintas variáveis, processos. A questão está, portanto, em quais processos elencar para a elaboração de hipóteses sobre a causa de um problema e as possibilidades de ocorrência em determinado local, por exemplo. A variável e o processo são a matéria-prima do raciocínio e influenciam a própria construção do conhecimento.

Para Bachelard, no século XVIII, a estrutura interna do saber científico é determinada pelos interesses da sociedade pela literatura. Logo, uma produção científica não precisa estar necessariamente desvinculada das crenças do seu autor, do seu estado emocional, das suas angústias, dos seus sentimentos. Segundo Japiassú, “Essa representação social da ciência produz seus efeitos nos trabalhos dos cientistas da época” (1976, p. 54). Não é de se espantar, portanto, que a misticidade, a fé religiosa, torne-se fonte de inspiração para a elaboração de teses sobre os eventos sociais, por exemplo, o que significa o idealismo se sobrepondo ao realismo. Nessa conjuntura, uma variável mística, como a “vontade de Deus” ou a proteção dos denominados “homens santos”, pode influenciar a realização de toda uma pesquisa científica, desde a fase da construção da hipótese até a elaboração de uma explicação.

Feita a introdução à teoria dos Obstáculos Epistemológicos, cabe agora avançar em alguns de seus detalhes. Em *A formação do espírito científico*, identificamos dois grupos de obstáculos: (i) do conhecimento objetivo imediato qualitativo da primeira observação, geral, substancialista e animista; (ii) do conhecimento objetivo imediato quantitativo. Concisamente, iremos abordar cada um desses obstáculos, enfatizando de modo pontual apenas algumas das suas principais características. Para Bachelard, esses são exemplos das grandes fontes de erro para o conhecimento objetivo (GB, p. 299).⁵²

No estudo da Morfodinâmica, são esses os obstáculos que precisam ser superados pelo aluno, e os IAMs auxiliam na avaliação dessa superação. É preciso que o planejamento da aula, das tarefas de uma Sequência Didática, por exemplo, institua momentos que promovam a superação dos Obstáculos Epistemológicos referentes à dinâmica das vertentes sem, contudo, desconsiderá-los, e não situações direcionadas para a sua consolidação,

⁵² Conforme já nos referimos na seção 5.1., o conhecimento objetivo é hipotético, procura uma aproximação da verdade (verossimilitude), enquanto o subjetivo está relacionado com a crença em verdades absolutas.

negligenciando a sua existência. Logo, tomar ciência de quais são esses obstáculos nos parece fundamental quando se pretende analisar o processo de ensino e aprendizagem com base nos IAMs.

Na perspectiva que estamos trabalhando, o significado da palavra *aprendizagem* está diretamente relacionado com a superação dos Obstáculos Epistemológicos. O obstáculo representa um modelo de explicação empregado para se referir ao mundo, cujos sinais de existência geralmente podem ser verificados durante o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos. Logo, o obstáculo é o que precisa aparecer em aula e, ao mesmo tempo, ser superado (o esquema estratégico apresentado no capítulo 4 foi organizado nessa perspectiva). Adiante, portanto, voltaremos a nossa atenção exclusivamente para os tipos de Obstáculos Epistemológicos trabalhados por Gaston Bachelard, apontando seus principais atributos.

5.2.2.2. Os obstáculos do conhecimento qualitativo e quantitativo

O Obstáculo Epistemológico da primeira observação ou do “espírito concreto” é assinalado pelo empirismo imediato, uma das causas de imobilização do conhecimento. Para Bachelard, “(...) a primeira visão empírica não oferece nem o desenho exato dos fenômenos, nem ao menos a descrição bem ordenada e hierarquizada dos fenômenos” (GB, p. 37). Associa esse obstáculo à questão das *hipóteses não verificadas*, comentada anteriormente, e ao *método dos fatos*, conferido quando uma resposta é dada antes mesmo que se estabeleça a pergunta (GB, p. 55). Ao contrário do que se costuma pensar, o autor salienta que o conhecimento empírico derivado de um experimento não se limita à descrição de fatos, uma vez que a observação pode provocar o pensamento imaginativo.

O Obstáculo do Conhecimento Geral ou do “espírito sistemático” também é entendido como uma das causas de parada epistemológica ou inércia do conhecimento. Trata-se de um obstáculo constituído por uma imagem geral (GB, p. 227), **no qual é verificado um desprezo pela precisão, pelo pormenor**, atribuindo-se a um tema o *papel de princípio* para tudo explicar (GB, p. 80). Segundo Bachelard, “(...) a busca apressada de generalizações leva muitas vezes a generalidades mal colocadas, sem ligação

com as funções matemáticas essenciais dos fenômenos” (GB, p. 70). Essas funções são ofuscadas pela adesão às leis, às teorias, ao acordo verbal das definições, aos valores atribuídos ao objeto e as imagens, o que tende a afastar dos detalhes do fenômeno, de suas zonas de perturbação, ou seja, desconhecidas ou de exceção. A questão do aquecimento global é um caso notório para o ensino de Geografia (MACHADO, 2012).

Uma teoria científica, uma tese, um conceito, não podem ser considerados o ponto de chegada da reflexão ou investigação. Pelo contrário, devem ser entendidos como o ponto de partida para a elaboração de hipóteses, logo de perguntas pertinentes para determinados problemas que desejamos esclarecer. No máximo, pressupostos a serem estudados, revisados, questionados no decorrer de uma pesquisa ou, eventualmente, no transcorrer de uma vida. Admitir uma teoria, por exemplo, como ponto de chegada é incidir no obstáculo do conhecimento geral.

Sem dúvida, é sedutora a ideia de tentar explicar o “mundo” a partir de uma teoria científica, um conceito, uma tese. Mas esse parece ser um procedimento equivocado. Dependendo do modo como são empregados, podem servir para que venhamos a construir certezas que dificultam avançar para além do que já existe, do que já está socialmente estabelecido, acordado entre os pares de um grupo. E isso caracteriza um obstáculo epistemológico.

Ao Obstáculo do Conhecimento Geral reúnem-se os Obstáculos Verbal e do Conhecimento Unitário e Pragmático. O primeiro pode ser verificado quando uma única imagem constitui toda a explicação. Essa imagem é designada por uma “palavra concreta” (pois representante de um ente empírico) e essa “palavra concreta” é associada a uma “palavra abstrata” (representante de uma função). Por exemplo: a esponja (ente empírico) e a sua esponjosidade (função) (GB, p. 94); o poro e a sua porosidade (GB, p. 99). Nessas explicações obtidas com auxílio de uma palavra pretensamente elucidativa, “Os fenômenos são expressados: já parecem que foram explicados. São reconhecidos: já parece que são conhecidos” (GB, p. 91). A palavra se converte em “palavra-obstáculo” (GB, p. 102), já que passa a fazer a vez do próprio fenômeno. É a palavra, ela própria e exclusivamente, o suficiente para a investigação.

No Obstáculo do Conhecimento Unitário e Pragmático, verificamos três pontos tratados por Bachelard que merecem ser enfatizados, quais sejam: o

aspecto literário e grandiloquente das explicações; a indução utilitária; e o princípio de unidade da natureza. No primeiro caso, constata-se uma valorização abusiva do assunto a ser abordado, uma necessidade de elevá-lo a um ideal de perfeição moral, de colocá-lo em uma escala de perfeição (GB, p. 106), tal como entender a luz como fruto da criação divina. Em situação de investigação, valoriza-se antes mesmo que ocorra a experiência, pois parte-se da valorização para projetar o próprio estudo.

Na indução utilitária, um fato pretensamente verificado é vinculado aos mais variados assuntos com o intuito de encontrar uma utilidade humana para o evento constatado. Segundo Bachelard, “Encontrar uma utilidade é encontrar uma razão” (GB, p. 115), ou seja, o significado (a utilidade converte-se no próprio significado da palavra). O autor complementa: “Apenas a utilidade explica” (GB, p. 116). Em síntese, a utilidade é valorizada e entendida como princípio de explicação: “(...) o verdadeiro deve ser acompanhado do útil” (GB, p. 117). A astrologia e os corpos celestes, referenciados anteriormente, são exemplos de indução utilitária, à qual se associa o Princípio de Unidade da Natureza.

Tal princípio é assinalado pela tendência de entender os processos naturais (físicos, químicos e biológicos) como diferentes manifestações de uma única natureza. A unidade é efetuada em pouco tempo e a partir de uma inspiração pretensamente divina (GB, p. 108). Qualquer dualidade é sinal de erro e eliminada instantaneamente. Nesse caso, não se admite, portanto, que um mesmo objeto possa apresentar diversos aspectos, distintas características, ser analisado sob diferentes vias de explicação.

No Obstáculo Substancialista, o “eu sinto” predomina sobre o “eu vejo” (GB, p. 159). Assim sendo, não é o sentido da visão que prevalece, mas a audição, o olfato, o paladar, o tato e, inclusive, em algumas situações, a pretensa capacidade de explicar desconsiderando-se os cinco sentidos. No primeiro caso, temos o que Bachelard denominou de substancialização de uma qualidade imediata percebida numa intuição direta (qualidades manifestas das substâncias); no segundo, a substancialização de uma qualidade oculta ou íntima.

O substancialismo pode ser verificado em algumas situações, como quando os dados imediatos da experiência sensível são empregados para atribuir significado a uma substância, valorizando, assim, uma sensação

particular (GB, p. 147) ou concedendo poderes mágicos às substâncias. Nesse pensamento que se desloca sob o plano linguístico, reforçam-se impressões subjetivas, valoriza-se *a priori* substâncias que acabam por oferecer motivos suficientes de explicação. Assim como nos obstáculos anteriores, este é assinalado por explicações pretensiosas disfarçadas pelas figuras de linguagem.

O Obstáculo Substancialista é aquele a que Bachelard mais se dedica em seu livro, ao qual se atrela inclusive um capítulo denominado “Psicanálise do Realista”. Desse modo, para que possamos realizar uma exposição no mínimo razoável sobre o assunto, segue um exemplo básico apresentado pelo autor relativo ao substancialismo: “Muito da virtude das plantas reside no princípio de seu cheiro, e é a ele que se deve os efeitos mais singulares e mais maravilhosos que as vemos produzir a cada dia” (MACQUER, 1751, apud GB, p. 145). Sobre o teor desse excerto, comenta Bachelard: “Manter o cheiro é manter a virtude (...). O cheiro é, portanto, uma qualidade valorizada” (GB, p. 145).

O exemplo de meados do século XVIII permite que se compreenda a lógica desse obstáculo: a planta teria uma virtude mantida pelo cheiro, e esse cheiro seria uma qualidade valorizada que justifica as características atribuídas à planta. Em outras palavras: “x” possui uma variável mantida por “y”; logo “y” é uma propriedade que passa a ser valorizada (*a priori*), pois supostamente contribui para que a característica de “x” seja mantida. Conforme afirma Bachelard, no substancialismo, “Em vez de racionalizar e classificar as provas, o autor **soma valores**”⁵³ (GB, p. 175; grifo nosso).

No Obstáculo Animista, o último tratado por Bachelard e pertencente ao grupo do conhecimento objetivo imediato qualitativo, os fenômenos biológicos são empregados como meio de explicação para os fenômenos físicos. Analogias são estabelecidas entre os reinos vegetal e mineral, com o primeiro fornecendo as ideias diretrizes para a investigação do reino mineral, entendendo-se a vida como uma propriedade generalizada, universal (GB, p. 192). Desse modo, ao atribuir vida a algo inanimado ou, em outros termos,

⁵³ “Racionalizar provas” remete ao pensamento racional. O pensamento racional não é aquele que expressa opiniões individuais, gostos e convicções pessoais, mas pensamentos que podem ser apropriados pelas pessoas (lidos, interpretados) e reconhecidos como universalmente válidos, até que seja substituído por outro pensamento racional. Sobre o pensamento racional, conferir Wolff (2010).

estabelecer relações entre o vivente e o inerte (GB, p. 199), emprega-se o “(...) conceito de vida num campo que lhe é manifestamente alheio” (GB, p. 197). Dentre muitos outros exemplos presentes nos três capítulos do livro dedicados especificamente a este assunto,⁵⁴ o que apresentamos a seguir é digno de destaque para a Geomorfologia:

(...) a terra (tem) quase que entranhas, vísceras, filtros, depuradores. Eu diria quase que fígado, baço, pulmões e as outras partes destinadas à preparação dos sucos alimentares. Tem também ossos, como um esqueleto bem organizado. (GB, p. 219-220 – trecho extraído de uma dissertação lida na Académie, 1742).

Nota-se no obstáculo animista uma valorização da vida que permite satisfazer uma possível necessidade de unidade entre os três reinos. Assim como nos obstáculos precedentes, esse também é calcado na intuição valorizante, com a influência da linguagem metafórica sobre o pensamento. No caso do animismo em particular, constatamos a elaboração das “(...) metáforas sedutoras da vida” (GB, p. 192). É o que conferimos, por exemplo, quando adjetivamos uma matéria de “morta” ou “viva”, como se a vida fosse um traço distintivo da própria matéria. A base do animismo são as ideias que permeiam as reflexões referentes aos seres vivos.

No Obstáculo Epistemológico do Conhecimento Quantitativo verificamos traços característicos dos outros obstáculos tratados no livro, agora sob a fachada de um matematismo vago e impreciso. No capítulo destinado à questão do conhecimento quantitativo, Bachelard alerta para a necessidade das determinações numéricas não ultrapassarem em exatidão as técnicas de medida (GB, p. 265), a sensibilidade dos instrumentos empregados. Esse cuidado pode evitar, por exemplo, a adoção dos mesmos juízos experimentais do pequeno para o grande e vice-versa, ou seja, o desprezo das realidades de escala ou ordens de grandeza, assim como um exagero gratuito e suspeito na exatidão da medida de um objeto. No caso desse obstáculo, foquemos a nossa atenção, mesmo que de modo breve, na questão da escala, assunto de particular relevância para a Geomorfologia, conforme iremos comentar no capítulo 6:

É uma confusão parecida que o espírito pré-científico comete em seu desconhecimento das realidades de escala. Faz os mesmos juízos experimentais do pequeno para o grande, e do grande para o

⁵⁴ São eles: O Obstáculo Animista, O Mito da Digestão e Libido e Conhecimento Objetivo.

pequeno. Resiste ao pluralismo de grandezas que se impõe ao empirismo racional, a despeito da sedução das ideias simples de proporcionalidade. Alguns exemplos bastam para ilustrar a leviandade com a qual se passa de uma ordem de grandeza para outra.

(...) passa-se sem cerimônia do pequeno para o grande. Assim, o conde de Tressan refere-se à explosão da lágrima batava, simples gota de vidro em ebulição mergulhada em água fria, para fazer compreender a explosão que "separou a matéria dos Planetas e a massa do Sol". (GB, p. 274-275)

Enquanto esmiúça as características de cada obstáculo, Bachelard apresenta algumas noções que permitem compreender em profundidade e extensão essa teoria. De modo transversal, ou seja, em vários capítulos da obra, encontramos relevantes considerações sobre a formação do espírito científico (ou da cultura científica moderna), o significado do conhecimento, assim como referências ao próprio processo de desenvolvimento dos obstáculos e da sua necessidade e possibilidades de superação. Além disso, também constatamos o esboço de uma pedagogia adjetivada como bachelardiana, pois aproxima a sua teoria do ambiente escolar, em especial do trabalho docente. Com base nessas suas análises e observações, cunha o termo *Obstáculo Pedagógico*, que se refere ao fato de os professores não compreenderem que alguém (no caso o aluno) não compreende (GB, p. 23).

Apenas para provocar uma primeira reflexão sobre esse assunto que nos é particularmente relevante, mas que extrapola o objetivo da tese, seguem dois excertos:

O que entrava o pensamento científico contemporâneo — se não entre seus criadores, pelo menos entre os que se dedicam ao ensino — é o **apego às intuições habituais (...)**. **É preciso abandonar hábitos. (...) Abandonar os conhecimentos do senso comum é um sacrifício difícil.** Não é de espantar a ingenuidade que se acumula nas primeiras descrições de um mundo desconhecido. (GB, p. 277; grifo nosso)

(...) o ensino científico dos movimentos planetários não pode contentar-se com a afirmação de que os planetas descrevem elipses em torno do Sol colocado em um dos focos; esse ensino deve ligar, por um cálculo discursivo, a realidade algébrica da atração ao fenômeno do movimento kepleriano. **Sem dúvida, seria mais simples ensinar só o resultado. Mas o ensino dos resultados da ciência nunca é um ensino científico. Se não for explicada a linha de produção espiritual que levou ao resultado, pode-se ter a certeza de que o aluno vai associar o resultado a suas imagens mais conhecidas. É preciso "que ele compreenda". Só se consegue guardar o que se compreende. O aluno compreende do seu jeito. Já que não lhe deram as razões, ele junta ao resultado razões pessoais.** É fácil, a um professor de física com um pouco de psicologia, ver — a despeito do problema

aqui tratado — como "amadurece" uma intuição não explicada. (GB, p. 288-289; grifo nosso)

Os Obstáculos Epistemológicos fazem parte do cotidiano de uma pessoa, tanto no âmbito privado quanto coletivo, desde os primeiros anos de sua vida. A superação desses obstáculos pode não se efetivar com a mera resposta dada pelo professor para um problema ou mesmo para uma simples pergunta. Isso porque a solução pouco importa a um pensamento cristalizado. O resultado meramente “doado” aos alunos é prescindível no ensino das ciências, na qual se inclui a Geomorfologia.

No que se refere à relação entre os Obstáculos Epistemológicos e os IAMS, enfatizamos que a construção de hipóteses e perguntas, ou seja, o desenvolvimento do raciocínio por hipótese pode representar a superação do obstáculo da primeira observação ou do “espírito concreto”. Nesse caso, a resposta não antecede o desenvolvimento de uma hipótese e pergunta ou a ela são associadas perguntas e hipóteses que colocam em xeque o próprio conhecimento ou resposta elaborada pelo aluno antes ou após a realização de uma atividade investigativa.

O desenvolvimento do raciocínio analítico e do raciocínio de síntese, por sua vez, pode representar a superação do Obstáculo do Conhecimento Geral, Verbal, Pragmático, Substancialista, Animista e/ou Quantitativo. Isso porque tanto a análise quanto a síntese colocam o aluno em busca dos pormenores para construção do significado, tendo em vista as variáveis ambientais consideradas na investigação. Ademais, às sensações particulares provocadas pelo contato do aluno com o objeto; à utilidade que pode ser atribuída ao objeto ou mesmo virtude; às corriqueiras analogias entre os reinos vegetal e mineral; a um possível desprezo pela realidade de escala, confrontam-se as variáveis ambientais. Em outras palavras, na análise, síntese e construção de hipóteses contrapõe-se os obstáculos às variáveis ambientais, a pessoa (aluno) ao objeto (Morfodinâmica), com a mediação do professor através das tarefas propostas aos estudantes.

5.2.3. Obstáculo Epistemológico: uma hesitação

Antecipadamente nos inteiramos que o Obstáculo Epistemológico apresenta uma série de variantes, tais como o *Obstáculo Substancialista* e o *Obstáculo Animista das Ciências Físicas*. São exemplos de *modelos de explicação* em que se faz uso de uma linguagem ornamentada por metáforas que não apenas dirigem a imaginação em uma investigação científica como também aliciam a própria razão (GB, p. 96-97), o conhecimento objetivo. A teoria dos Obstáculos Epistemológicos nos alerta sobre a presença do onírico na pessoa, a existência de um ser sonhador que cria intimamente o seu mundo, tal como no substancialismo, assim como sobre as experiências assentadas somente no plano sensorial, conforme verificamos de modo mais acentuado no obstáculo da primeira observação.

Cada obstáculo pode ser representado por uma série de asserções comumente presentes em nosso cotidiano e não raro aceitas em larga escala. Adotando como exemplo o problema do ensino dos alagamentos em áreas urbanas, por nós já trabalho em estudos anteriores (MACHADO, 2013, 2014; CASTELLAR; MACHADO, 2014), para o Obstáculo do Conhecimento Geral teríamos: “Naquele ano a cidade *alagou* muitas vezes por conta do Aquecimento Global...”; para o Obstáculo Animista: “Nesta segunda-feira, as chuvas torrenciais *alagam* todo o bairro...”. Ao ler o primeiro exemplo, temos a impressão de que o fenômeno Aquecimento Global é a causa de todo e qualquer alagamento, seja qual for o contexto territorial no qual esse problema é considerado. No segundo, atribui-se intencionalidade a um fenômeno físico.⁵⁵

Em ambos os casos, nota-se que o fenômeno *alagamento* é empregado para expressar uma ação: o Aquecimento Global *alagou*; as chuvas *alagam*. Uma vez convertido em verbo, o fenômeno perde a sua qualidade de conceito científico para se transformar em imagem. Isso porque os Obstáculos Epistemológicos induzem a uma apresentação imprudente do lado concreto (empírico) dos fenômenos naturais. Assim, sob a direção dos obstáculos não são estabelecidas relações de fenômenos e de termos técnicos. Por exemplo:

⁵⁵ Não negamos a existência ou ocorrência das mudanças climáticas. Neste estudo estamos apenas levantando uma questão sobre as formas de abordagem desse problema ambiental no contexto do ensino da morfodinâmica.

“Na noite desta segunda-feira, o alagamento foi agravado pela falta de infraestruturas adequadas para conter o solapamento basal...”.

Mas a questão da linguagem é o aspecto mais aparente da teoria dos Obstáculos Epistemológicos. Isso porque os obstáculos são *variações psicológicas* que introduzem valores opostos àqueles compartilhados no contexto da ciência (GB, p. 27).⁵⁶ Seu estudo possibilita rastrear as *hesitações* do pensamento em busca do objeto (GB, p. 122), do pesquisador, do aluno em situação de investigação frente a uma possibilidade de ruptura com o conhecimento prévio e com os valores ao qual se filia.

Na tentativa de realizar uma síntese daquela teoria, e talvez de encontrar um sentido para a *hesitação* a que se refere Bachelard, Japiassú analisa:

(...) É preciso que se reconheça que (...) **há ciências coexistindo com ideologias**. Donde a importância de uma filosofia que, longe de ser representante das **ideologias** junto às ciências, terá por missão neutralizar os **discursos ideológicos** e impedir, assim, na medida do possível, o aparecimento dos **obstáculos**. (1991, p. 72; grifos nossos)

No âmbito do fazer científico e das aulas organizadas em torno de atividades investigativas, podemos considerar o Obstáculo Epistemológico como resultante de uma ideologia. Discursos ideológicos propiciam a manifestação dos Obstáculos Epistemológicos:

(...) sendo o conhecimento concebido como uma “produção histórica”, a epistemologia visa um processo. A filosofia aí está presente. Mas é a epistemologia que tenta descobrir aquilo que as filosofias dos filósofos teimam em recobrir: os **valores ideológicos** que intervêm na prática científica. (JAPIASSÚ, 1991, p. 72-73; grifo nosso)

Concordamos que no fazer científico não existe neutralidade de qualquer natureza. Entre a pessoa e o seu tema de estudo incidem os valores da pessoa que são atribuídos ao problema. No processo de investigação, esses valores são representativos de uma *organização do pensamento preexistente* presa ao primeiro compromisso, aos êxitos iniciais de racionalização, àquilo que o cotidiano já ofereceu como pronto, ratificado, ocasionando a inércia do

⁵⁶ Sobre a questão dos valores, ver a seção 5.3. Sobre os valores compartilhados no âmbito das ciências, ver seção 5.1.

pensamento ao próprio pensamento ou, em outras palavras, a estagnação do pesquisador em suas próprias premissas, em seu próprio conhecimento.

Hesitar significa, portanto, resistir à mudança de pensamento e ainda não aceitar que na ciência atual a verdade é uma sucessão de *erros* constantemente retificados, portanto construída historicamente. De fato, conforme já comentamos, para Bachelard “(...) não há verdade sem erro retificado” (GB, p. 293) e “Os acontecimentos da ciência encadeiam-se numa verdade incessantemente aumentada” (BACHELARD, apud JAPIASSÚ, 1976, p. 65), isto é, não são verdades absolutas, mas etapas de um processo de construção do conhecimento que compreende sucessivas aproximações da verdade.

Na experiência comum, “(...) falta-lhe **precisamente** esta perspectiva de **erros retificados que caracteriza (...) o pensamento científico**” (GB, p. 14; grifo nosso). Retificar um erro é retificar uma opinião (hipótese, tese, conceito, sistema, certezas, paradigma científico):

Um pensamento científico não é um sistema acabado de dogmas evidentes. Pelo contrário, **é uma incerteza generalizada, uma dúvida em despertar, um estremecimento daquilo que se apresenta como o mais verdadeiro e importante para o sujeito pensante.** (JAPIASSÚ, 1976, p. 71; grifos nossos)

Não seria essa uma interessante inversão de perspectiva? Todavia, colocar-se em busca da retificação do erro, e não à procura da verdade absoluta, é se contrapor aos hábitos cotidianos de construção do conhecimento. Esse é um exercício laborioso de formação da alma “*em busca de*” na era do novo espírito científico.

No limite, a opinião constituída e imóvel, seja aquela representante do saber cotidiano ou um paradigma científico, é o obstáculo epistemológico por excelência, uma vez que traduz necessidades em conhecimento (diante de um problema presta-se como uma solução instantânea), além de designar os objetos pela sua utilidade (o significado daquilo que se analisa resume-se ao que se pode prestar). Devido ao seu caráter imediatista e utilitário, a opinião deve ser o primeiro obstáculo a ser superado (GB, p. 18). Ao abandonarmos uma opinião, vivenciamos um momento de rebeldia com nossa própria existência.

Conforme afirma Bachelard, “(...) ninguém pode arrogar-se o espírito científico enquanto não estiver seguro, **em qualquer momento da vida do pensamento**, de reconstruir todo o próprio saber” (GB, p. 10; grifo nosso). Assim sendo, para se autoconclamar possuidor do espírito científico, é necessário estar determinado na retificação do conhecimento ou mesmo na própria ruptura com aquilo que já sabe, com os seus valores, seja qual for o perfil conceitual da pessoa, realista ou racionalista.⁵⁷

Considerando o Obstáculo Epistemológico uma oposição à mudança *de opinião*, podemos entender que esse problema desponta “(...) no momento da constituição de uma ciência como ‘contrapensamento’, ou num estágio superior de seu desenvolvimento como ‘parada do pensamento’” (JAPIASSÚ, 1991, p. 19). Contrapensamento a um pré-saber; parada do pensamento em um saber, nos resultados das primeiras experiências. Tanto em um caso como em outro se vivenciam os obstáculos, a resistência para liberta-se do conhecimento já apreendido.

Apesar de Japiassú empregar o conceito de ideologia ao discutir o problema dos valores em relação aos obstáculos, em nenhum momento encontramos essa palavra no livro *A formação do espírito científico*, pelo menos em sua versão traduzida para o português, à qual tivemos acesso. Parece-nos que para Bachelard o valor está diretamente relacionado com o sentimento e, enquanto afetividade, torna-se fator de ligação dos eventos físicos com a vida. Nessa perspectiva, a pessoa tenderia a se relacionar com o

⁵⁷ O *perfil conceitual* é uma noção que coaduna com a noção de valores. O perfil está associado a cultura, e a cultura tem suas normas e valores. Sobre o perfil conceitual, uma noção elaborada por Eduardo Fleury Mortimer (com base na visão filosófica de Gaston Bachelard) para descrever a evolução das ideias dos alunos como consequência do processo de ensino, cabe assinalar a existência de cinco tipos de perfis: o realista; o empirista; o racionalista clássico; o racionalista moderno; e o racionalista contemporâneo. Esse parece ser um tema muito próximo daqueles discutidos por Popper (1975), que discutimos na seção 5.1., da Teoria do Senso Comum do Conhecimento e da Verossimilitude. O excerto a seguir traz uma introdução à questão do perfil conceitual, tema que no momento excede o objetivo do presente estudo: “(...) os vários conceitos físicos e químicos podem ser relacionados com os seguintes componentes em termos de um perfil (...): o realismo, que é basicamente o pensamento de senso comum; o empirismo, que ultrapassa a realidade imediata através do uso de instrumentos de medida, mas que ainda não dá conta das relações racionais; o racionalismo clássico, em que os conceitos passam a fazer parte de uma rede de relações racionais; o racionalismo moderno, em que as noções simples da ciência clássica se tornam complexas e partes de uma rede mais ampla de conceitos; e também um racionalismo contemporâneo, ainda em desenvolvimento, que englobaria os avanços mais recentes da ciência através de estudos sobre a forma, fractais e sistemas não-lineares, que permitem a incorporação, como objeto de estudo, de sistemas complexos e/ou caóticos, como reações distantes do equilíbrio, sistemas irreversíveis, etc.” (MORTIMER, 1996, p. 30-31).

meio físico (e com o mundo) através dos seus sentimentos, do *bem-querer* ou não.

Ao utilizar o referido termo (ideologia), talvez Japiassú tenha associado a teoria dos obstáculos com a Sociologia do Conhecimento, para qual todo conhecimento científico “(...) é tributário de um pano de fundo ideológico ou filosófico” (JAPIASSÚ, 1991, p. 35), ou seja, inserido em um determinado contexto histórico, sociocultural.⁵⁸ Na verdade, esse parece ser um pressuposto que perpassa as reflexões realizadas por Japiassú:

(...) toda **pesquisa científica**, tanto por seu ponto de partida, quanto por seu ponto de chegada, está profundamente marcada por seu enquadramento sócio-cultural. Ela se apresenta, pois, **sobrecarregada de significação ideológica**. (1991, p. 188; grifos nossos).

Em outro estudo dedicado ao pensamento de Bachelard, Japiassú assinala que:

A intenção de Bachelard é a de **revelar os valores** que ordenam o discurso filosófico. Trata-se de **valores ideológicos** cuja intervenção, na prática científica, constitui os obstáculos. Se considerarmos seus efeitos, descobriremos que sua função é de **preencher uma ruptura**. (...) diremos que o obstáculo (...) é sempre solidário de determinada estrutura social de pensamento. Sejam quais forem seus modos de manifestação, o obstáculo procede invariavelmente por deslocamentos dos interesses. (JAPIASSÚ, 1976, p. 83; grifos nossos).

Japiassú finaliza sua reflexão sobre os valores realizando uma crítica a uma das principais teses bachelardianas apresentadas em *A formação do espírito científico*:

(...) o espírito científico deve **formar-se contra a Natureza**, contra o que é, em nós e fora de nós, o impulso e a informação da **Natureza**, **contra o arrebatamento natural**, contra o fato colorido e corriqueiro. O espírito científico deve formar-se enquanto se reforma. Só pode aprender com a Natureza se purificar as substâncias naturais e puser em ordem os fenômenos baralhados. (GB, p. 29; grifos nossos)

Para Japiassú:

⁵⁸ Segundo Moraes (2002), *ideologia* é um termo que visa recobrir distintos problemas uma vez que o seu conteúdo (significado) é definido no contexto do método em que é empregado. A origem desse termo data do século XIX, com os chamados “ideólogos”. No século XX, ideologia passa a ser interpretada segundo três grandes vertentes teóricas: enquanto conjunto de valores responsável pelas identidades grupais; na qualidade de produtora de ilusões; como visão de mundo, plano de ideias.

Neste ponto, a tese de **Bachelard** é bastante vulnerável, porque, ao fazer passar por “natureza” aquilo que na realidade é uma simples “ideologia da natureza”, ele como que **naturaliza a ideologia**. Ora, não se pode negar o caráter sociocultural dos “valores” pretensamente “naturais” analisados por Bachelard. A “**Natureza**” é concebida como um mundo anárquico de **instintos** e de **impulsos** cegos cuja **gênese** e cuja **eficácia** seriam **explicadas pela psicanálise freudiana, mas sem levar em conta as modalidades de suas intervenções na consciência clara dos práticos da ciência**. (1976, p. 85-86; grifos nossos)

Feita a ressalva, Japiassú propõe uma ideia complementar aos Obstáculos Epistemológicos: “(...) uma das funções da epistemologia consiste justamente em descobrir aquilo que as filosofias recobrem: os **valores ideológicos** que intervêm na prática científica” (1976, p. 84-85). De fato, na atualidade, “(...) o desenvolvimento científico não pode ser considerado um valor em si, nem pode ser desvinculado do projeto a que serve, uma vez que ele se realiza em um cenário de valores socialmente acordados” (MACHADO, 2009, p. 17). Desse modo, o que constitui os obstáculos para manifestação dos valores racionais é a Natureza (instintos e impulsos, para Bachelard) e os valores ideológicos (visões de mundo) (JAPIASSÚ, 1976; 1991). Mas, não obstante, podemos afirmar que em ambos os casos valorizar é um meio de escapar à verificação, de oferecer provas fora de discussão e de controle (GB, p. 184). Desenvolver os IAMS em aula pode deslocar os alunos desta tendência de valorização, que pouco ou nada contribui para a investigação da dinâmica das vertentes e sua possível aprendizagem.

As visões de mundo, instintos e impulsos formam valores, e são nos valores que se assentam os obstáculos. O obstáculo está atrelado a valores, e a hesitação é o modo como o problema (dos Obstáculos Epistemológicos) se manifesta na pessoa.

Em sala de aula, no contexto desse ambiente, uma estratégia para verificar se um pensamento é valorizador é analisar se os argumentos dos alunos são elaborados procurando-se a síntese dos contrários, ou seja, se expressam um raciocínio tipicamente binário. Por exemplo: aço *versus* língua; água *versus* fogo; violência *versus* persuasão; bem *versus* mal; amor *versus* pecado; puro *versus* impuro; suave *versus* podre. Em outros tempos, na era pré-científica, afirmava-se que:

A passagem pela cor negra e pelo mau cheiro prova ao Artista que está no caminho certo; os maus odores subterrâneos provam ao mineiro que está chegando às regiões ao mesmo tempo putrefatas e

geradoras da Terra. Os remédios que têm mau gosto e mau cheiro são vistos como os melhores. O que amarga na boca é bom para o corpo. Pode-se afirmar que todo o pensamento pré-científico desenvolve-se na dialética fundamental do maniqueísmo. (GB, p. 246)

Por ora, entendemos a problemática dos Obstáculos Epistemológicos da seguinte forma: **valores** desenvolvem **convicções pessoais** para a pessoa interpretar o objeto. Entre a pessoa e o objeto, interpõem-se **convicções pessoais**. São essas **convicções** que precisam ser **depuradas** para que **paixões e desejos (sentimentos)** não venham a influenciar de modo determinante no processo de investigação, ocasionando o surgimento dos **obstáculos**, ou seja, das **opiniões** formadas a partir de **valores**, das **convicções pessoais**.

Depurar paixões e desejos, as crenças (que serão discutidas adiante), os valores durante a realização de uma pesquisa científica, nos parece ser um ideal intangível. Visões de mundo já estão inseridas nos conceitos científicos, nos temas trabalhados pelas ciências, tal como verificamos nas humanidades: “(...) da análise ‘daquilo que é’ à formulação ‘daquilo que é desejável’, a distância é quase nula” (JAPIASSÚ, 1991, p. 189). Ademais, tal como apontado por Bachelard já na década de 1930, o Obstáculo do Conhecimento Geral é perceptível na sociologia do século XX (GB, p. 70) e, decerto, ainda nas ciências humanas e sociais do século XXI. Seja como for, está assinalada a polêmica.

5.2.4. O Obstáculo Epistemológico: uma crença

O Obstáculo Epistemológico, no sentido mais profundo do termo, é uma hesitação da pessoa à mudança em um processo de investigação (BACHELARD, 2008), conforme já nos referimos anteriormente. Todavia, no plano consciente, podemos entender o obstáculo como uma opinião prévia, uma crença. A crença, por sua vez, é algo inseparável da espécie humana, pois fundadora de qualquer invenção. Ironicamente, até os ceticistas precisam crer no ceticismo, algo que evidencia que o problema da crença extrapola o campo da religião.

Segundo Jean-Claude Guillebaud (2007), a raiz de qualquer criação humana está na crença.⁵⁹ Mais do que isso, não se vive humanamente sem a crença. A crença está presente em todas as esferas da existência humana, inclusive no campo científico. Sim, é necessário crer nas verdades científicas, valorizá-las, pois provar o que foi demonstrado em um estudo científico é algo irrealizável no cotidiano. Estaríamos, portanto, diante de um paradoxo?

Será que para duvidar (...) não é preciso termos algumas convicções que pelo menos fundamentem a dúvida? A **dúvida ativa e o espírito crítico** que **impulsionam tanto o desenvolvimento científico como o questionamento filosófico** exigem, no mínimo, que se creia em sua capacidade de explicação. (GUILLEBAUD, 2007, p. 258; grifo nosso)

Dito de outro modo, é preciso que se creia na dúvida, valorizar a dúvida, para que ela própria possa ser formulada e existir, instigando as transformações tanto na ciência quanto na filosofia. Nesse sentido, a questão do conhecimento, de sua construção, não reside exatamente na quantidade de dados e informações que se tem sobre o que se deseja pesquisar, mas fundamentalmente na pergunta que se pretende responder, ou seja, no problema de pesquisa. Elaborar o problema e a hipótese; aceitar a existência do problema e da hipótese; se colocar à disposição da resolução do problema através da análise e síntese – são as etapas básicas de uma pesquisa que possibilitam ao espírito exercitar a superação de uma crença, de um conhecimento já estabelecido.

No texto seminal de Guillebaud, ainda encontramos afirmações como esta:

Para ele [Nietzsche] **nem a ciência nem a filosofia estão indenes de crenças**. Elas não são mais do que a organização, mais ou menos hábil, de “preconceitos”, ou até mesmo de certas “exigências filosóficas”. “Em toda a filosofia”, diz ele, “há um ponto no qual a ‘convicção’ do filósofo entra em cena.” (GUILLEBAUD, 2007, p. 259; grifo nosso)

⁵⁹ Nesse texto, o autor trata como sinônimos as palavras crença, fé, convicção e consentimento.

Para o nosso leve desconforto, Guillebaud ainda resgata Claude Lévi-Strauss ao refletir sobre a vida prática e a satisfação das necessidades intelectuais:

(...) o homem deve estar convencido de que ele pode conhecer toda e qualquer coisa do mundo. Mas, ao mesmo tempo, não deve ignorar que **cada passo no sentido do progresso do seu saber amplia**, em proporções muito maiores, **o campo de sua ignorância, a ponto de ele não mais saber se seu saber é realmente um saber.** (GUILLEBAUD, 2007, p. 259; grifos nossos)

Grande parte das pessoas que passaram por um processo honesto de elaboração de um trabalho científico, como uma dissertação ou tese, já sentiu essa incômoda sensação descrita por Lévi-Strauss, de “não mais saber se seu saber é realmente um saber”. Retomar uma dissertação para elaboração de um artigo científico, por exemplo, pode gerar indagações como “Até que ponto a minha interpretação daquela teoria foi apropriada?” ou “As conclusões a que cheguei são realmente lógicas e próximas da verdade?”. Quanto mais o conhecimento se expande, mais a dúvida igualmente cresce em superfície. E esse é um dos motivos pelos quais o raciocínio por hipótese não pode ficar circunscrito ao início de uma investigação, devendo também se fazer presente após o teste da hipótese inicial, ou seja, finalizada as fases principais da investigação.

Guillebaud compara a crença ora a uma ponte, ora a um salto, e a dúvida a um abismo. Todavia, o autor comenta que mesmo se ultrapassada ou avistada da ponte, o abismo nunca deixará de existir, ou seja, jamais será preenchido. O abismo, que representa o espírito humano, poderá, no máximo, ser recoberto pela ilusão, pela resposta na forma de um agrupamento ou tipologia, por exemplo, que são a própria crença.

Para poder existir, a dúvida precisa ser incorporada à crença: “Tal como o alpinista ameaçado de vertigem, **o crer** só atravessa o abismo aberto sob ele recusando-se a dirigir a ele o olhar. Ele incorpora a dúvida, mas renuncia obstinadamente a atizar sua presença” (GUILLEBAUD, 2007, p. 264; grifo nosso). A crença, portanto, encontra-se em estado de hesitação e, desse modo, se constitui como um legítimo Obstáculo Epistemológico:

Frágil, suspensa sobre o abismo, exposta às avalanches e oferecida à imprevisibilidade dos abalos sísmicos, **a crença** se mantém em tensão entre duas evoluções possíveis: o **enrijecimento clerical** ou a **derrocada desiludida**. Em razão mesmo de sua fragilidade, ela oscila entre a **segurança tranquilizadora do dogma** e o **deslizamento irreversível para fora das muralhas**. Hesita entre um “demais” e um “insuficiente”. (GUILLEBAUD, 2007, p. 267; grifos nossos)

A crença é como uma fé inaugural, uma decisão primeira, uma vontade primitiva, que motiva movimentos, projetos, hipóteses. No caminho que a pessoa se coloca pelo seu ato de fé, a crença se compacta, protege-se inicialmente numa armadura e se fecha àquilo que ameaça a sua verdade. Nesse encerramento em si mesma, passa a escutar somente aquilo que lhe conforta, fazendo uma triagem consciente ou não do material argumentativo com o qual porventura entra em contato. Nesse processo de fechamento às possíveis objeções e desmentidos, de “aprisionamento mental” por sua vez, cria sua própria cidadela, consolidando cada vez mais as fortificações que a protegem (GUILLEBAUD, 2007).

A origem, a solidificação a e expansão de uma crença, conforme descrito por Guillebaud e que aqui tentamos sintetizar, refletem igualmente o processo de formação de um Obstáculo Epistemológico. Isso porque a crença é inevitavelmente acompanhada de valores, isto é, de costumes práticos, de tradições, de conjunto de imagens e símbolos “(...) por meio das quais um grupo se representa sua existência e seu próprio valor” (RICOEUR, 1995, p. 152). Desligar-se desses valores, muitos dos quais desenvolvidos desde a infância, exige uma verdadeira catarse intelectual e afetiva, algo que, comumente, não é realizado de forma solitária.

A crença carrega esse duplo aspecto, positivo e negativo, pois inaugural de um projeto e, ao mesmo tempo, fechada em si mesma. Se no início provoca movimento, posteriormente é sinônimo de inércia ou de paralisação do pensamento. Desse modo, cabe a seguinte indagação: “Como a ponte jogada sobre o abismo da dúvida acaba ruindo fragorosamente?” (GUILLEBAUD, 2007, p. 272). Em nosso caso, a pergunta mais adequada seria: Como a ponte jogada sobre o abismo da dúvida *pode ruir* fragorosamente?

Considerando-se que crer é ter confiança em algo ou alguém, ou seja, a crença é um fenômeno relacional (por isso um fenômeno cultural, de

valorização), superar uma crença é se desligar da pessoa que mantinha a confiança:

(...) o que permite que o ser humano unifique sua consciência, o que autoriza a **'sutura das relações simbólicas'**, a única coisa capaz de construir uma coletividade de 'crentes', é a **existência de um 'mestre'** (real ou fantasioso), cuja **autoridade interliga os pontos de vista**, que, na realidade, não esperavam mais do que isto. (GUILLEBAUD, 2007, p. 272; grifos nossos)

O autor cita Stalin, Jesus, Freud, Marx como exemplo de 'mestres' cuja palavra representa o transcendente, as ideias mais elevadas, que atenuam a incompletude do espírito humano, ou seja, que possibilitam o salto ou o lançamento da ponte sobre o abismo. São, na verdade, fortificações ideológicas que estabelecem um refúgio em presença do abismo. As crenças nada mais são do que essas fortificações ideológicas mantidas pela figura do mestre. Todavia, mesmo quando essas figuras são abaladas ou postas em questão, a ponto de suas palavras não serem mais passíveis de revisão, o mestre e, por conseguinte, suas palavras, ainda não cedem diante dos crentes. Tanto a confiança quanto o conformismo dão continuidade ao trabalho de conversão dos crentes: "(...) uma crença pode ser criticada por aquele mesmo que a professa, e sem que ela [a crença] seja por isso destruída" (GUILLEBAUD, 2007, p. 275).

Desse modo, questiona-se: como possibilitar o rompimento da pessoa com esses seus "castelos interiores"? Como possibilitar a ela a construção de novos significados, ou seja, de novos conhecimentos? Ser capaz de autocrítica, "(...) sair de si mesmo sem se perder, **observar-se de fora** sem romper com a própria interioridade. (...) ser, ao mesmo tempo, **objeto e sujeito de uma autocrítica permanente**" (GUILLEBAUD, 2007, p. 275; grifos nossos), pode possibilitar o rompimento com as opiniões prévias, a superação dos Obstáculos Epistemológicos.

Aceitar fazer uma autocrítica colocando as próprias convicções à distância para torna-se seu próprio examinador, eis um possível racionalismo, isto é, um método de pensamento que possibilita a pessoa se desligar da sua antiga crença e se colocar novamente diante do desafio de unificar a consciência, ou seja, de ligar os dois lados separados pelo abismo. Desse

modo, superar um Obstáculo Epistemológico significa, minimamente, se colocar diante do abismo, da dúvida portanto, e do desejo de ultrapassá-lo se utilizando de outras estratégias, de novas perspectivas.

Sem essa vontade, é bom que se diga, corre-se o risco de se incidir no niilismo ou no desespero. A razão é uma conquista e, segundo Pascal (apud GUILLEBAUD, 2007, p. 279), diferentemente da crença, consiste em saber duvidar onde for preciso. Logo, diferente da crença, a razão não se fecha ou se protege do abismo. Pelo contrário, com a razão a pessoa escolhe ser alguém *em busca de*. E esse movimento, de passagem da crença para a razão, pode ser provocado quando colocamos os alunos em situações de análise, síntese e elaboração de hipóteses, assim como diante de dilemas (conforme sugerimos no esquema estratégico apresentado na seção 4.5.).

5.2.5. Um posicionamento sobre a verdade e o erro

No esforço de realizar uma síntese dos Obstáculos Epistemológicos, das reflexões que se encravam nessa teoria, em outras oportunidades nos manifestamos a respeito:

A verdade científica é o que deveríamos ter pensado e jamais o que aceitaríamos de antemão. Precisar, retificar e diversificar seriam algumas das atitudes centrais do fazer científico, o que requer do sujeito exercer o desapego daquilo que já conhece ou crê entender, não declinando frente a um provável **impulso conservativo**. Porém, desconfiar de nossos conhecimentos prévios ou, no limite, abandoná-los, requer superar barreiras estabelecidas pela própria vida cotidiana, transpondo determinados obstáculos para a realização da cultura científica (...).

Entende-se que estes **obstáculos** [os Obstáculos Epistemológicos] **interferem no ato de conhecer, dificultando ou mesmo impedindo a sua realização, logo mantendo o sujeito circunscrito à opinião que já possui**. (CASTELLAR, MACHADO, 2014, p. 230; grifos nossos)

Antes, porém, fomos ainda mais sucintos:

O obstáculo epistemológico é construído pelo “espírito conservativo” mantido pela “vigilância intelectual”, estado do qual derivam **opiniões** que, conscientemente ou não, **se antepõe à revogação de hipóteses** (pois é de costume apoiar as hipóteses na convicção), à valorização da pesquisa e do conhecimento ou na realização de

determinados procedimentos, tais como análise, observação e comparação. (MACHADO, 2013, p. 24; grifos nossos)⁶⁰

Desse modo, retomando intencionalmente o que já discutimos na seção 5.1., o real é o que se deveria ter pensado, o que se deveria saber. A verdade, arrependimento intelectual. Logo, o ato de conhecer *é uma ação que se coloca contra* um conhecimento anterior; *é uma ação que consegue se antepor* à opinião habitual, que pode levar a uma mutação do espírito que contradiz o passado, que contesta uma teoria, o significado de um conceito, o enredo de uma narrativa pessoal, coletiva ou mesmo universal. É resposta a uma pergunta, a um problema construído pela pessoa.

Bachelard entende o saber científico como uma síntese inacabada, na qual *pensamento e experiência* associam-se para, **de modo alternado**, permitir a construção de um conhecimento conveniente a era do *novo* espírito científico: “Nessa epistemologia, o saber assume a tônica da aventura” (PAIVA, 2005, p. 29). Quanto mais nos distanciamos das primeiras noções (do nosso conhecimento prévio), mais nos aproximamos do real. Pela destruição de suas concepções outrora ratificadas, a ciência, ou melhor, os pesquisadores, criam e recriam os seus objetos, o próprio real. Em contínuo processo de retificação, de *relançamento*, de busca pela verdade (verossimilitude), a ciência é desencanto, um conhecimento em devir, um saber cujo sentido é demarcado pela permanência do movimento, da procura pela quintessência, e não pela replicação incessante do conhecimento adquirido.

Então, para Bachelard, o pensamento científico é construído por erros retificados e não apenas através da repetição e reafirmação de significados já definidos. Formar-se enquanto se reforma, sair da contemplação do mesmo para dialetizar a experiência. São esses os dois motes de sustentação do espírito científico. Não por acaso, o Raciocínio por Hipótese parece assumir um papel central no processo de superação do Obstáculo Epistemológico, logo de formação do novo espírito científico no aluno, notadamente se também for

⁶⁰ Diante do que apresentamos nesses dois excertos, talvez caiba colocar apenas uma única ressalva. Admitimos que o problema central não é se antepor a valorização da pesquisa e do conhecimento, tampouco na realização dos procedimentos citados. Cotidianamente, de forma espontânea ou não, estamos diante de algum tipo de necessidade ou situação que solicita aplicar um conhecimento ou desenvolver determinado saber. Do mesmo modo, estamos a todo momento observando, comparando, classificando, descrevendo, avaliando, identificando objetos, fenômenos e situações. Os célebres estágios do desenvolvimento cognitivo de Jean Piaget, por exemplo (sensório motor, pré-operatório, operatório concreto e operatório formal), ratificam essa nossa ponderação.

provocado no final de uma SD: a resposta derivada da atividade investigativa torna-se matéria-prima para elaboração de outras hipóteses e perguntas, ou ela mesma vira objeto de questionamento.

Tendo em vista a abrangência do projeto epistemológico de Gaston Bachelard, de sua *Pedagogia Científica*, Georges Ganguilhem (apud JAPIASSÚ, 1991, p. 80-81) elabora um corpo de axiomas para as reflexões desse filósofo presentes em uma série de livros dedicados à filosofia das ciências. São eles:

1 – Primado teórico do erro: *“Um verdadeiro sobre um fundo de erros, eis a forma do pensamento científico.”*

2 – Depreciação especulativa da intuição: *“As intuições são muito úteis: elas servem para ser destruídas.”; “Em todas as circunstâncias, o imediato deve dar lugar ao construído.”; “Todo dado deve ser reencontrado como um resultado.”*

3 – Posição do objeto como perspectivas de ideias: *“Nós compreendemos o Real na medida em que a necessidade o organiza... Nosso pensamento vai ao Real, não parte dele.”*

Os IAMs podem ser os indícios de que a aula colocou o aluno *em busca do real*, mais próximo da verdade. São sinais de que a construção do significado ocorreu sobre o fundo dos seus próprios erros, ou seja, dos seus conhecimentos prévios, intuitivos, paulatinamente vencidos durante a análise e a síntese. São indicativos, enfim, de superação dos Obstáculos Epistemológicos, de formação do novo espírito científico no aluno, da aprendizagem.

5.2.6. *Bachelard e sua abordagem sobre a construção do conhecimento: sinopse de uma procura*

Neste capítulo, apresentamos a obra *A formação do espírito científico*, sistematizando de modo conciso cada obstáculo epistemológico tratado pelo autor. Demonstramos como os fenômenos físicos podem ser interpretados por meio da intuição realista, ou seja, por meio da percepção mediada pelos sentidos e de suas presumíveis propriedades heteróclitas, e como os IAMs estão relacionados com essa teoria.

Quando os sentidos e o misticismo sustentam a percepção dos fenômenos físicos, é possível verificar, para além da elaboração de uma mera descrição, a suscitação do pensamento imaginativo, o que leva à formação de imagens cuja base, frisamos, é o empirismo imediato e a crença na natureza oculta das substâncias. Além disso, no dia a dia, o pensamento pautado exclusivamente no empirismo imediato e na crença na natureza oculta das substâncias pode organizar uma dada experiência, ou seja, passar a ser empregado na interpretação daqueles fenômenos físicos que chamam a atenção, fazem *parar para pensar*.

Nesses casos, de descrição em descrição, de imagem em imagem, aleatoriamente relacionadas, pessoais, subjetivas, realiza-se a reflexão, elaboram-se hipóteses, justificativas, argumentos. Nessa possível linha de raciocínio que estabelecemos, podemos afirmar que se consolidam no cotidiano os Obstáculos Epistemológicos, as normas e as práticas que os sancionam. Considerando-se, por exemplo, os temas tradicionalmente trabalhados no âmbito da Geomorfologia presentes no Ensino Fundamental, tais como os eventos geológicos, os movimentos de massa e a cobertura das terras, notamos que as explicações animistas e substancialistas circundam o nosso cotidiano no que se refere a esses assuntos (MACHADO, 2012). Nos comentários desses e outros processos, verifica-se a construção ou utilização de metáforas a partir das quais se pretende tudo esclarecer.

Entretanto, na perspectiva da epistemologia bachelardiana, *em situação de investigação* científica e de formação do novo espírito científico no aluno (que remete à organização e à aplicação de atividades investigativas), aquele “*parar para pensar*” sobre os fenômenos físicos precisa, necessariamente, avançar para além das metáforas realistas e substancialistas. Na verdade, existe a necessidade de romper com as imagens provenientes dessa experiência comum, ou seja, cotidiana. Parece-nos, portanto, que **ruptura** é a palavra-chave da teoria do Obstáculo Epistemológico, pois em grande medida ela expressa de modo preciso o seu sentido. Os IAMs podem nos auxiliar na avaliação da ruptura, pois são sinais de que o aluno avançou para além das metáforas realistas e substancialistas na análise da dinâmica das vertentes.

Enfim, incidir nos obstáculos é admitir como ponto de partida e chegada os resultados alcançados com uma investigação baseada somente na percepção mediada pelos sentidos: “Sob esse prisma [positivista] o **recurso**

privilegiado na **consecução das teorias** (...) seria a **observação**, o que torna o **pensamento** necessariamente **subsidiário da experiência**.” (PAIVA, 2005, p. 17; grifos nossos). Incidir nos Obstáculos Epistemológicos também significa contentar-se apenas com as impressões imediatistas, com as *seduções* das imagens e das metáforas: "(...) é preciso **psicanalizar o conhecimento objetivo** para que ele não se presentifique como **continuidade de nossas impressões imediatas das coisas** ou como **reprodução** de nossas idiosincrasias, **de nossas fantasias oníricas**". (PAIVA, 2005, p. 21; grifos nossos). Ao consentir com o dado empírico ou com as imagens no processo investigativo, hesitamos em acender ao novo espírito científico, em alcançar a quintessência, a *alma em busca de*.

5.2.7. Apontamentos sobre a controvérsia entre imaginação e razão: uma digressão necessária

Conforme já nos referimos anteriormente, em todos os livros de Bachelard, tanto os dedicados à ciência quanto aqueles voltados para a poesia, percebe-se a crítica a um mesmo oponente comum: a intuição, a vista, a forma prevalecendo em um processo investigativo. A polêmica bachelardiana gira em torno desses três elementos (JAPIASSÚ, 1976, p. 117). Em *A formação do espírito científico*, especificamente, além das críticas ao conhecimento empírico (utilitário e pragmático), "(...) a ciência e a poesia [imaginação poética] surgem como dois mundos distintos, devendo ser mantidos separados para a salvaguarda do conhecimento científico" (JAPIASSÚ, 1976, p. 21).

As determinações visuais, a contemplação do espetáculo da natureza, caracterizavam a pesquisa científica do meio físico e biótico em outras épocas. Apesar de obsoletos, tomar consciência dos princípios sancionados pelas arcaicas perspectivas de estudo é uma cautela para que o grau de racionalidade do passado não retorne ao presente. A premissa é que os "eixos *de ontem*" podem voltar a se manifestar tanto de modo sutil quanto no decurso de uma investigação.⁶¹

⁶¹ Este é um "valor de compromisso" da razão contra suas próprias tradições, da ciência em relação aos seus princípios apanhados em seu movimento histórico, ou seja, do conhecimento científico sancionado entrando em paulatina oposição aos seus próprios conceitos, hipóteses, teorias. Mas também pode ser uma estratégia para se colocar de modo crítico frente as

Japiassú (1976) assim sintetiza essas e outras reconsiderações feitas por Gaston Bachelard a respeito de sua abordagem epistemológica:

(...) a imaginação começa e a razão recomeça; ambas nos fazem aceder ao universo do espírito, isto é, a uma realidade superior que pode parecer irreal, por ser negadora da realidade comum, mas que é *sobrerreal*, pois apreende a realidade num maior nível de profundidade" (1976, p. 96, grifo do autor).

Superar um Obstáculo Epistemológico é um momento do trabalho científico, da pesquisa, um desencanto em relação às nossas idiossincrasias. Significa romper com valores, com pontos fixos, assim como não consentir que figuras de linguagem penetrem na metodologia da pesquisa. Todavia, há de se considerar que tanto no universo imaginário quanto na "cidadela" científica e, cogitamos também, nas atividades investigativas desenvolvidas na Educação Básica, temos a oportunidade de avançar para além do juízo habitual, de estabelecer novas pontes entre a pessoa e o objeto para a exploração de uma realidade de outra ordem, abrindo novas perspectivas de interpretação. Projetar um novo olhar sobre o mundo é função tanto da ciência quanto da poesia.

Enfim, se a razão é uma revisão da visão do espírito (CANGUILHEM, apud JAPIASSÚ, 1976, p. 90), a imaginação é a fonte de todos os erros e ponto de partida de todas as verdades:

Assim como os erros são necessários à pesquisa das verdades científicas, da mesma forma as imagens e os devaneios, quando conscientemente trabalhados podem revelar sua positividade e sua eficácia nos empreendimentos intelectuais, **contanto que não sejam transformados em ideias**. (JAPIASSÚ, 1976, p. 91; grifo nosso)

Sim, a imaginação é necessária e é uma competência fundamental que precisa ser desenvolvida no aluno (MACHADO, 2009). Entretanto, devemos ter o cuidado de não encurtamos o caminho de pesquisa, ou seja, de aceitarmos qualquer produto da imaginação como nosso ponto de chegada. A imaginação também não é, necessariamente, o ponto de partida da experimentação. Simplesmente pode permear todo o trabalho, ora de modo mais intenso, ora de

forma menos acentuada. Lembramos aqui novamente o paralelo feito por Bachelard entre a fenomenotécnica e a fenomenologia:

A fenomenotécnica **prolonga** a fenomenologia. Um conceito torna-se científico na proporção em que se torna técnico, em que está acompanhado de uma **técnica de realização**. (GB, p. 77; grifos nossos)

A imaginação nos permite inventar o mundo, *criar os primeiros agrupamentos, as unidades taxonômicas, tipologias, categorias*, superar os dados sensíveis, negar a percepção comum. Também condicionada pela imaginação, a investigação permite estender a própria imagem, realizar descobertas pela via da experiência (percepção mediada pelos sentidos) e do pensamento (percepção mediada por um feixe de relações simbólicas). Ciência e devaneio provocam um dinamismo mental que propiciam renovar o mundo de maneira plena, ou seja, para além dos dados e das informações que são capazes de serem percebidos pela intuição empírica.⁶²

5.2.8. Sobre a superação dos obstáculos e os IAMs: os limites do instrumento

A pesquisa bibliográfica que apresentamos referente aos Obstáculos Epistemológicos, à desconstrução das crenças (que é o obstáculo), relacionada com a avaliação da superação dos obstáculos dos alunos pela via dos IAMs, merece uma importante ressalva quando tentamos aproximar essa teoria bachelardiana com as instituições de ensino da Educação Básica, com a Geografia Escolar.

Os IAMs possibilitam rastrear *apenas* os indícios de que uma provável resistência à mudança, por parte do aluno, cedeu lugar para uma abertura ao que era por ele desconhecido ou pouco comum antes da realização da atividade investigativa. Trata-se de *sempre* trabalhar com a hipótese da existência de uma oposição ou hesitação à mudança, mas também *sempre* com a hipótese de que essa resistência pode ceder lugar para uma possível construção de novos significados a partir das variáveis consideradas na

⁶² Já apresentamos algumas considerações sobre a noção de imagem. Apesar disso, cabe mencionar que a questão da imagem e do símbolo envolve um debate cujo aprofundamento excede os objetivos deste estudo, situando-se fora do seu eixo de discussão.

atividade investigativa. Permanentemente, visando ao obstáculo e à mudança, ao movimento face as ideologias, aos valores que engessam o pensamento.

No âmbito da sala de aula, portanto, provar a superação de um Obstáculo Epistemológico pelo aluno, de uma crença, nos parece ser uma tarefa impraticável, pois requer adentrar na dimensão da psicanálise, e os espaços e tempos escolares não estão organizados para essa finalidade. Os IAMs, todavia, foram pensados para satisfazer uma necessidade específica diante das possibilidades de trabalho docente existentes na escola: avaliar os sinais, os indícios, de superação dos Obstáculos Epistemológicos, das crenças, durante a realização de uma atividade investigativa, de uma aula ou sequência de aulas voltadas para a aprendizagem da Morfodinâmica.

Os IAMs são apenas os sinais de superação dos obstáculos, e não a prova de que ocorreu a sua superação durante o ensino da Morfodinâmica. Com isso, destacamos o próprio limite do instrumento indicador, logo dos IAMs. A palavra, o símbolo, é um indício de superação do Obstáculo Epistemológico, nada além disso.

O problema dos obstáculos e da sua superação nos remete, efetivamente, à psique da pessoa, ou seja, à história e às condições de formação do aluno em sua totalidade, sempre que ela, a pessoa, se coloca em situação de pesquisa. Essa é uma investigação que extrapola o trabalho docente, do professor de Geografia, ou pelo menos faz parte de algo que não está incluído na sua lista de atribuições profissionais. Mesmo assim, analisar a superação dos Obstáculos Epistemológicos durante a aplicação de uma Sequência Didática ou Trabalho de Campo, por exemplo, nos parece ser pertinente na escola, contanto que não percamos de vista os limites desta avaliação.

5.2.9. O obstáculo na investigação: uma situação hipotética à guisa de conclusão

Para tentar tornar mais clara possível a ideia dos Obstáculos Epistemológicos, propomos a seguinte situação: imagine que você se encontra em uma investigação, com suas hipóteses já minimamente definidas. Paulatinamente, durante a pesquisa, entre a coleta ou análise de um dado e

outro, fica cada vez mais evidente que sua hipótese está equivocada. Apegado ao que confia, com receio de romper com aquilo que acredita, exclui do estudo o novo conhecimento que desenvolveu ou, dependendo do caso, simplesmente desconsidera as “ameaçadoras” ideias de terceiros com as quais teve contato até o momento.

A resistência em considerar um dado que contraria a sua opinião, os sinais que contestam a sua hipótese ou mesmo a metodologia de pesquisa adotada é o Obstáculo Epistemológico. O obstáculo emerge quando se insiste na ideia de que o erro faz parte apenas do passado, nunca do presente. Nesse caso, perseverar na confirmação da hipótese é fixar o pensamento no conhecimento já adquirido, situar tanto o presente quanto o futuro no passado. Os Obstáculos Epistemológicos discutidos por Bachelard são aqueles que podem ocorrer na formação do primeiro espírito científico, para os quais o arrebatamento natural, o fato colorido e corriqueiro, a percepção mediada pelos sentidos prejudicam tanto o desenho exato dos fenômenos como a sua descrição ordenada e hierarquizada. Ao ler *A formação do espírito científico*, nos adiantamos aos alunos, pois nesse livro verificamos os obstáculos que podem interferir negativamente na aprendizagem dos conceitos científicos, tais como o animismo, o obstáculo verbal e o substancialismo. Esses são modelos de explicação do meio físico que possibilitam aos estudantes explicar o mundo ao seu modo e, quando considerados pelo professor nas atividades propostas aos alunos, permitem refletir sobre o descompasso entre o saber cotidiano e o saber científico. Desse modo, não é a pergunta “*Quais são os obstáculos epistemológicos dos alunos?*” que deve orientar o planejamento das aulas, pois uma leitura atenta da obra *A formação do espírito científico* já sugere uma resposta, conforme demonstramos nesta seção. O problema central do professor deve ser “*Como viabilizar a superação daqueles obstáculos?*” ou, mais precisamente, como provocá-los, torná-los inteligíveis para os próprios estudantes, e possibilitar a sua superação, o que significa propiciar a catarse intelectual e afetiva a que se refere Bachelard (GB, p. 24).

Sobre a organização das aulas voltadas para atender a essa finalidade, tendo em vista o ensino da Morfodinâmica, já fizemos algumas considerações no capítulo 4. Contém este problema – da organização das aulas – a questão da avaliação da aprendizagem, foco dos IAMs. E o equacionamento desse problema é, “ao fim e ao cabo”, de responsabilidade do professor, atentando

para o modo como vai relacionar teoria e prática no âmbito da instituição onde trabalha, ou seja, o seu *projeto* docente direcionado para a *formação do novo espírito científico no aluno*, tema que iremos discutir no próximo tópico.

5.3. *Por uma ética bachelardiana: sobre a formação do novo espírito científico no aluno*

O mais importante é a mudança. Porque se você tem mais medo da mudança do que da desgraça, você não impede a desgraça.
Max Frisch

O mais importante é a mudança, o movimento, o dinamismo, a energia. Só o que está morto não muda! Repito por pura alegria de viver: a salvação é pelo risco, sem o qual a vida não vale a pena!
Clarice Lispector

Sob a perspectiva em que estamos trabalhando, no ensino da Morfodinâmica, a aprendizagem ocorre, em situações de investigação, quando o aluno:

- ❖ Supera um Obstáculo Epistemológico, o que significa, basicamente, saber se expressar sobre um problema relacionado ao meio físico sem fazer uso, necessariamente, das figuras de linguagem.
- ❖ Emprega as variáveis ambientais e/ou faz referência aos processos exógenos e endógenos ao se expressar sobre a dinâmica de uma ou mais vertentes.
- ❖ Passa da percepção das vertentes (objeto) mediada pelos sentidos e influenciada pelas crenças do senso comum para uma percepção das vertentes (objeto) mediada por um feixe de relações construído a partir das variáveis ambientais e/ou dos processos exógenos e endógenos.
- ❖ Compreende determinados aspectos da Morfodinâmica para o desenvolvimento de capacidades específicas, necessárias ou requeridas em seu cotidiano.⁶³

Desse modo, podemos afirmar que o ensino da Morfodinâmica ocorre quando:

⁶³ O problema da compreensão e da capacidade está, respectivamente, relacionado com o tema das habilidades e competências, o qual será abordado na seção 5.4.

- ❖ O professor promove aos seus alunos momentos de desenvolvimento do *primeiro* espírito científico, o que quer dizer:
 - Não se expressar sobre um problema relacionado ao meio físico com base exclusivamente nas figuras de linguagem;
 - Empregar as variáveis ambientais e/ou fazer referência aos processos exógenos e endógenos ao se expressar sobre a dinâmica de uma ou mais vertentes.
 - Mudar a percepção que se tem das vertentes (objeto) após a realização de uma atividade investigativa.
 - Desenvolver suas habilidades e competências.

Portanto, aprender é superar um Obstáculo Epistemológico e a superação do obstáculo constitui parte do processo de formação do primeiro espírito científico no aluno. Parece pertinente, portanto, avançar no debate sobre a “formação do novo espírito científico”, uma noção que faz parte do significado que atribuímos aos IAMs e que sustenta o próprio esquema estratégico apresentado no capítulo 4.

Ou seja, faz sentido avaliar o aluno com base nos IAMs se o objetivo geral da aula é promover a formação do primeiro espírito científico durante o ensino da Morfodinâmica, o que requer provocar o aluno para colocá-lo “*em busca de*”, à procura da verdade, para a superação dos obstáculos epistemológicos.

5.3.1. O novo espírito científico e a sua formação: notas introdutórias

Na atualidade, o “ver para crer” positivista foi substituído pelo “crer para ver”, ou seja, pelas experiências de pensamento. Tocar e observar já não são mais o bastante. Para além dos sentidos, é preciso imaginar, extrapolar o dado empírico, enxergar no objeto o que ainda está por vir, isto é, inventar novos objetos no objeto, como as categorias, unidades taxonômicas e tipologias derivadas de um Raciocínio de Síntese, afastando-se cada vez mais daquilo que é possível conhecer através da percepção mediada pelos sentidos. É desse modo que a ciência contemporânea se realiza, sendo a linguagem matemática, e não a metafórica, a sua máxima expressão.

Na epistemologia bachelardiana, nota-se a centralidade da matemática na investigação dos meios físicos e bióticos. Para o autor, o estudo da natureza é dividido, basicamente, em quatro etapas: (i) limitar o campo experimental, ou seja, definir o fenômeno que será investigado (recorte de estudo); (ii) determinar e hierarquizar as variáveis matemáticas do fenômeno (análise); (iii) intuitivamente, coordenar essas variáveis em funções (síntese); (iv) provocar as razões que ficaram apagadas ou degeneradas (hipótese)⁶⁴ (BACHELARD, 2008).

Essa procura pela abstração, pelo mundo representando matematicamente antes de ser empiricamente verificado, caracteriza o novo espírito científico. Todavia, a predisposição pelo experimento mental via linguagem matemática não emana como mágica ou magia na pessoa. É preciso acontecer uma verdadeira catarse intelectual e afetiva para que ela se desprenda das opiniões, derivadas de uma percepção mediada pelos sentidos, ou mesmo heteróclitas, ambas presentes em nosso cotidiano desde a nossa inserção no mundo. Superar as dificuldades para chegar a esse grau de abstração é um sinal de quintessência, ou seja, do mais alto grau de perfeição do espírito.

Mas a conquista plena da quintessência ainda não se realiza com a representação matemática ou com a comprovação do que foi matematicamente representado. Colocar-se à procura do novo e não hesitar em aceitar algo que se desvenda no processo de investigação, e que contesta um conhecimento anterior, mesmo que abstrato, são atitudes que assinalam uma “*alma em busca de*” e que também corroboram para a realização da quintessência. Lembramos novamente a tese bachelardiana: “(...) ninguém pode arrogar-se o espírito científico enquanto não estiver seguro, em qualquer momento da vida do

⁶⁴ Não entramos aqui no mérito da técnica, no conceito de fenomenotécnica de Bachelard, citado anteriormente. Mas registramos que o método é uma possibilidade de investigação do objeto, de “provocação das razões apagadas” que se referem ao objeto, o qual pode mudar de natureza conforme aumenta o grau de precisão da técnica, como no caso do átomo: com o aumento da sensibilidade dos instrumentos, outros objetos são paulatinamente verificados no objeto primitivamente identificado. Esse pensamento é o inverso do realismo. O homem realista tem o seu pensamento voltado para a medição do objeto, pois a investigação se encerra com a sua descrição. O pensamento do cientista, ou melhor, o pensamento da pessoa que alimenta em si o novo espírito científico, está voltado para o método de medição do objeto, e não para a sua medição. É outra inversão de perspectiva em relação ao que é valorizado no âmbito do conhecimento cotidiano.

pensamento, de reconstruir todo o próprio saber” (BACHELARD, 2008, p. 10).⁶⁵ No contexto de uma SD constituída por uma atividade investigativa, os IAMs assinalam, de modo aproximativo, que esse momento, de reconstrução do próprio saber, de crítica e autocrítica, foi proporcionado aos alunos em aula.⁶⁶

5.3.2. *A disposição progressista e a formação do novo espírito científico*

Essa “*alma em busca de*” é a ideia-síntese da pessoa com disposição progressista. O fascínio cauteloso pelo que é novo, a busca pelo aperfeiçoamento, pelo que ainda não foi experimentado ou, em outros termos, desejar o que ainda não foi, o perfeito ao invés do conveniente, colocando-se à procura da correção daquilo que já é ou parece apropriado, são as qualidades que distinguem a pessoa com disposição progressista (OAKESHOTT, 1999). Nesse sentido, para a formação do novo espírito científico, o ambiente da sala de aula precisa promover ocasiões específicas para o exercício da disposição progressista, da “*alma em busca de*”, de uma vontade para agir fora de um contexto já conhecido ou do campo daquilo que já é desejado. A promoção de “ocasiões específicas para o exercício da disposição progressista” a que fazemos referência significa que ela deve ser cuidadosamente planejada pelo professor. Nesses casos, temos, de um lado, a *intenção ética* do docente, diretamente relacionada com a inovação, do outro, a moral do aluno, as tradições que lhe são comuns.

5.3.3. *Ética, moral e formação do novo espírito científico*

Tanto a ética quanto a moral remetem tradicionalmente à ideia de costumes. Todavia, podemos estabelecer uma significativa diferença entre ambas. A ética reside no plano dos propósitos, motivo pelo qual podemos falar em intenção ética. Envolve a capacidade de escolher (questão de valor, de preferir isso àquilo), ou seja, de agir intencionalmente, de sair da cisão, de

⁶⁵ O espírito científico é uma fração daquilo que podemos denominar, na atualidade, de cultura científica e, nas escolas, de cultura científica escolar, temas que, como sabemos, extrapolam o âmbito do pensamento bachelardiano.

⁶⁶ A palavra *crítica* remete ao julgamento, ao ato de distinguir, de discernir, de analisar para avaliação dos fatores que compõe um problema. A análise, portanto, é um momento de crítica.

tomar iniciativa. A intenção ética ajusta-se, portanto, com a “*alma em busca de*”, com uma conduta progressista, com as ações que buscam a formação do novo espírito científico. A moral, por sua vez, reside no plano das normas, das obrigações, logo, atrelada à tradição, à conduta conservadora, às atitudes que tendem a conservar a pessoa no plano do que já sabe, conhecimento que pode, em situações específicas, conduzi-la à reprodução daquilo que já existe ou lhe é conhecido.⁶⁷

5.3.4. A dúvida provocada pelas “*metrias*”

Além da questão da transformação (representada pela ética) e da conservação (representada pela moral), outro ponto deve ser destacado. Na formação do novo espírito científico, a criação do aluno, de uma tipologia e categoria por exemplo, momento de autoria que pode assinalar uma “*alma em busca de*”, não exclui períodos de cópia ou de repetição de algo que já existe. Em outras palavras (e retomando dois temas abordados anteriormente), a assimetria (criação/autoria) caminha lado a lado com a simetria (cópia/repetição). Segundo Machado (2015, p. 282), “(...) repetir é o caminho para construir a diferença, a cópia é pré-condição da criação, o estilo pessoal somente pode surgir como resultado de uma submissão temporária, consciente ou não, a algum tipo de autoridade temporária (...)”. A simetria, portanto, prepara o terreno para a ação criadora, *para uma nova iniciação*, o que significa superar obstáculos para aprendizagem dos conceitos científicos.

Por parte do professor, não deixar espaço para a criação do aluno é ceder ao autoritarismo, ou seja, extrapolar os âmbitos de sua autoridade, isso porque “(...) como pessoas, não buscamos as mesmas metas, não partilhamos a mesma configuração de valores, não constituímos uma massa indiferenciada de animais” (MACHADO, 2015, p. 301). Concordamos, portanto, com Machado (2015, p. 287) que os mestres não podem ter projetos pelos seus alunos, mesmo que repletos de boas intenções, cuidadosamente selecionadas. Salienta-se novamente: como pessoas, somos diferentes umas das outras, alimentamos sonhos distintos, e não podemos utilizar o outro como meio para alcançar um fim externo a ele: “De fato, tratar uma pessoa como meio para se

⁶⁷ Sobre a questão da ética e da moral, sugerimos Ricoeur (1995).

atingir um fim exterior a ela é verdadeiramente abominável em todos os contextos, da subserviência à prostituição” (MACHADO, 2015, p. 296). Isso significa que se deve abandonar os alunos no plano dos projetos que já possuem ou que estão em construção, sem oferecer a eles, por exemplo, alternativas de interpretação do mundo?

5.3.5. A busca pelo consenso

Antes de responder a essa pergunta, cabe uma pertinente reflexão. Quando na aula existe uma procura obstinada, e não temporária, do professor pela simetria dos resultados na classe, na resposta das atividades, nos procedimentos a serem executados pelos estudantes, acaba-se por exacerbar a assimetria de poder na relação professor-aluno. A acentuação do anseio de simetria por parte do docente resulta na procura deste pela reprodução de valores, enunciados, resoluções, fórmulas por parte do estudante. Com isso, o professor pode consolidar em sala uma situação não ideal de fala, ou seja, que permite ao aluno falar apenas o que ele (docente) considera aceitável, negando a livre expressão do estudante.

Mais do que isso, pode subjugar o aluno ao ponto de ele se submeter a um poder e princípio exterior a ele próprio. Seu centro de gravidade gira entorno das ordens e da vontade do docente. Trata-se, nesse caso, de “(...) subordinar o indivíduo empírico a poderes e princípios a ele extrínsecos” (FROMM, 1970, p. 117),⁶⁸ nutrindo em sala de aula condutas dogmáticas, algo que, do ponto de vista das funções docente, configura um grave equívoco (RUSSELL, 2000).

Tal atitude do professor pode originar-se no horizonte imediato da racionalidade técnica, que limita o seu campo de atuação ao cumprimento de metas individuais reguladas por normas institucionais, pela busca da eficácia e do êxito. Com isso, o docente invade o espaço da personalidade, do livre-arbítrio do aluno, abrindo caminho para o exercício de uma coação arbitrária,

⁶⁸ A subordinação da pessoa acaba por afastá-la da possibilidade de conhecer o seu próprio eu e de pensar em função do seu verdadeiro e próprio interesse como ser humano. Sem ter a pretensão de esgotar esse assunto, afirmamos que isso gera consequências desastrosas na sociedade, sendo a principal delas a própria falência da cultura moderna (FROMM, 1970, p. 127), cujo excesso de preocupação com o dinheiro e com o sucesso é sua marca característica, juntamente com o sentimento de futilidade.

no qual pode se alojar a violência (MACHADO, 2015, p. 267). Mas a qual tipo de violência estamos nos referindo? Certamente não é a violência física, algo que assinala a falência da palavra e caracterizava o *modus operandi* das instituições escolares de outrora, mas aquela dissimulada no território da palavra, a “virtualização da violência”.⁶⁹

Por esses e outros motivos, decididamente a resposta para a pergunta que finaliza a seção anterior é negativa. Caso contrário, estaríamos defendendo que o docente pode não apenas exacerbar na assimetria, como também abdicar de sua função essencial, que é o ensino, e no qual pode se incluir, como objetivo geral, a formação do novo espírito científico no aluno. Ademais, “É do âmbito da sua competência estimular ou refrear, alimentar ou combater, sempre por meio da palavra, da argumentação, do convencimento, sempre assumindo a responsabilidade pelos resultados obtidos” (MACHADO, 2009, p. 77).

O professor exerce a autoridade daquele que deve ser capaz de projetar o futuro do aluno tendo em vista a sua hierarquia de valores, ou seja, suas metas e projetos. Contudo, a sua função não é garantir a perpetuação de valores já estabelecidos ou se situar acima dos interesses dos envolvidos, mas de trabalhar, pela via da comunicação, do diálogo e da argumentação, na busca de consensos sobre as metas que valem e aquelas que não valem; as metas que valem menos e as que valem mais; o que deve ser *conservado* e o que deve ser *transformado*; o que deve ser combatido e o que deve ser cultivado.

5.3.6. O consenso não exclui a crise

Buscar o acordo em aula, o consenso, não significa evitar momentos de crise. Pelo contrário, a formação do novo espírito científico requer que o aluno perceba-se em algum momento como pessoa deslocada, cujas opiniões prévias sobre determinado assunto são paulatinamente contestadas pelas

⁶⁹ O Boletim Escolar é um bom exemplo de violência virtualizada. Preenchido com notas e demais observações do desempenho escolar ao longo dos anos, pode servir como mote para o professor constranger o aluno, obrigando-o a fazer o que é predeterminado. Seguramente, o Boletim Escolar é um interessante recorte de estudo para o tema da assimetria de poder na sala de aula.

ações do próprio estudante. As atividades propostas pelo professor assumem papel de destaque nesse processo.

A análise, a síntese e a construção de hipóteses podem não apenas gerar momentos de crise em aula, como também a construção de consensos na classe. Nesse sentido, uma tipologia presente na legenda de um croqui cartográfico elaborado pelo estudante representa muito mais do que um símbolo, mas o instante em que o aluno, durante a síntese, ou seja, enquanto elabora a tipologia, assumiu uma posição.

Assim, ao esboçar o símbolo, o estudante também instaura um possível instante de resolução do conflito ocasionado pelo obstáculo epistemológico, pelos seus modelos de explicação, contestados enquanto realiza a atividade investigativa. O símbolo (tipologia) é um sinal de que houve esse momento, o qual foi provocado pelo próprio estudante, mas com a mediação do professor através da atividade investigativa que ele propôs para a classe.

De fato, essa vivência pode desestabilizar o aluno, tornando a sua hierarquia de valores instável, fazendo com que ele se engaje para a superação da crise e assuma uma posição, tome partido, diante das suas ações desencadeadas pelas atividades. O resultado são momentos de descoberta e de criação concomitantes: descobrir ao criar e criar ao se descobrir. Conforme afirma Ricoeur (1996, p. 161), “O conflito não é, sem dúvida, ‘o pai de todas as coisas’ (Heráclito), mas o inverso noturno que duplica a claridade da convicção (...)”. É no momento do conflito que o conhecimento, o significado, se constrói, e que se abre a possibilidade de formação do novo espírito científico no aluno.

5.3.7. A sensibilidade do professor, o “dever de consciência” e a formação do novo espírito científico

Um ambiente favorável ao desenvolvimento da formação do novo espírito científico requer, por parte do professor, uma aguda sensibilidade sobre como um não especialista, no caso o aluno, pode falar sobre algo que faz parte da sua especialidade, algo desejável quando se trabalha com crianças. Conforme afirma Janet W. Astington (1995, apud BRUNER, 2001b, p. 107), “(...) qualquer tentativa de se avaliar a compreensão das crianças

pequenas deve ser extremamente sensível a forma como as próprias crianças podem falar sobre estas coisas”. Entendemos que essa observação também vale para adolescentes e adultos que estejam cursando o Ensino Fundamental e Médio. Além disso, para a formação do novo espírito científico, deve-se estabelecer um ambiente no qual predomina o respeito, a generosidade, o compromisso, a gratidão, a confiança, a delicadeza, entre outros valores, do professor com os seus alunos, dos alunos para o professor e entre os alunos. Também requer, por parte do professor, estimular o senso do dever moral nos alunos através da sua autoridade moral, que inspira respeito, o primeiro dos valores citados acima.

A autoridade moral pode ser conquistada quando os estudantes percebem que há, por parte do educador, um sentimento de compromisso interior em relação a eles. Uma resposta possível para a autoridade moral é o “dever de consciência”, interno aos alunos, portanto, que os impulsiona a fazer algo. No dever de consciência, prestar contas para si mesmo com o intuito de evitar o remorso se sobrepõe ao sentimento de obrigação, de manifestação de compromisso diante de uma autoridade externa a fim de ser poupado de um castigo. O senso do dever toma o lugar da ideia de coação, e as possibilidades de desenvolvimento do novo espírito científico tornam-se ainda mais dilatadas.⁷⁰

E um projeto docente voltado para a superação dos Obstáculos Epistemológicos, logo para o desenvolvimento do primeiro espírito científico nos alunos, com o apoio dos IAMS (que nada mais é do que um instrumento de avaliação e de pesquisa), deve observar a existência de todos os fatores citados anteriormente, tentando combiná-los da melhor forma possível e na medida do possível e do desejável. Estamos nos referindo, por exemplo, ao exercício da disposição progressista, a intenção ética, a moral, a assimetria, a simetria, a busca de consensos, a autoridade moral, o dever de consciência. Ao observar esses itens durante a organização do ensino, e enquanto se está na sala de aula, diminui-se a possibilidade de incidir nas aulas tradicionais, as quais exacerbam na simetria, o que nada ou pouco contribui para a superação

⁷⁰ Sobre a autoridade moral e o dever de consciência, conferir Bobbio e Viroli (2002).

dos obstáculos epistemológicos, e para as quais os IAMS são totalmente dispensáveis.⁷¹

5.3.8. *Por uma ética bachelardiana*

Todas as ações de uma pessoa são fundadas em uma hierarquia e configuração de valores. O cenário de valores que adotamos nos orienta e nos mantém vivos. De fato, o tema *valor* não pode ser subestimado. Por exemplo: Paul Ricoeur afirma que todas as invenções humanas, materiais e não materiais, que ele chama de utensílios, “(...) só é útil, só é operante se apreciado, positivamente valorizado. (...) É sempre através das avaliações, das valorizações, que os meios se tornam operantes” (RICOEUR, 1995, p. 151).

Os valores são os costumes práticos, as tradições de uma civilização, assim como o conjunto de suas imagens e símbolos. Imagens e símbolos são representações concretas “(...) por meio das quais um grupo se representa sua existência e seu próprio valor” (RICOEUR, 1995, p. 152). Desse modo, a própria ideia de formação do novo espírito científico torna-se inoperante, não se realiza historicamente, se avaliado de modo negativo, dentro e fora das escolas.

A epistemologia bachelardiana e as decorrentes propostas didáticas e estratégias de avaliação, como os IAMS, são utensílios que podem dar sentido à continuidade da existência das instituições de ensino, *modificando* de forma considerável as narrativas que são planejadas para este local. E se o mais importante é a mudança – pois a conservação não evita a desgraça (Max Frisch) e tampouco nos coloca diante do risco, caminho para a redenção

⁷¹ Já fizemos menção às aulas tradicionais anteriormente (seção 4.5.). Vale a pena destacar aqui que o ensino tradicional marcou a história da Geografia Escolar no Brasil. Sobre esse assunto, relatou certa vez Aziz Nacib Ab'Saber sobre suas vivências nas aulas de geografia do secundário, nos idos dos anos de 1930: “Os professores exigiam que os alunos decorassem muitos nomes – litoral, país, capital, litoral da América do Sul, desde Venezuela até Argentina – só. Nem cenários apareciam.” (2007, p. 31). E acrescenta: “Quando eu estudava no secundário, a maneira como se dava aula de geografia era muito na base da decoreba, infelizmente.” (2007, p. 156). De fato, o antigo ginásio não ultrapassava a Geografia dos livros didáticos, os quais, por sua vez, expressavam a Geografia europeia de meados do século XIX (enumeração de nomes dos rios, serras, montanhas, capitais, cidades principais, etc.). O que se verificava nas escolas, nas palavras de Aroldo de Azevedo (apud Pontuschka, 2001), era uma Geografia puramente descritiva e enumerativa, pautada em livros didáticos escritos por profissionais de outras áreas.

(Clarice Lispector) –, é a mudança que devemos buscar, no aluno, em nós mesmos, na própria escola.

Todavia, a formação do novo espírito científico é uma invenção do passado que ainda precisa se transformar em valor positivo no plano das instituições. Assim sendo, uma “ética bachelardiana” no sentido de “aspiração ou intenção bachelardiana” ainda está para ser estabelecida tanto no ambiente escolar quanto no âmbito da sociedade, em que se destaca, neste último, o contexto político. Entendemos que não é possível, tampouco desejável, implantar, manter e expandir uma proposta pedagógica em sala de aula sem o envolvimento da sociedade, sem que esta conheça as características principais da proposta e possa discutir suas qualidades, a partir de distintas perspectivas. Não tem como desassociar, portanto, os IAMs do debate referente à formação do novo espírito científico no aluno, à superação dos Obstáculos Epistemológicos, uma discussão que pode ser vinculada com outros autores clássicos que também se dedicaram ao problema da construção do conhecimento pela pessoa, como Jean Piaget e Lev Vygotsky.⁷²

Em diversas partes deste capítulo nos referimos aos IAMs como sinais, indícios de que algo ocorreu ou está ocorrendo. Esse é o papel do indicador, conforme nos referimos no capítulo 2. Adiante, iremos avançar na reflexão sobre o significado do termo *indicador*, tendo em vista, além dos IAMs, temas como avaliação, competências e habilidades.

Isso porque os IAMs são indícios do desenvolvimento de habilidades específicas dos alunos, tal como “Analisar os impactos produzidos pela ação humana no modelado do relevo” (ESTADO, 2010), dentre outras que podem ser relacionadas com a dinâmica das vertentes ou mesmo elaboradas para orientar o ensino desse objeto da Geomorfologia. Desse modo, entendemos o estudo da Morfodinâmica como um meio para o desenvolvimento das competências e habilidades dos alunos, e não como um fim, um objetivo extremo das aulas.

⁷² Uma possível relação entre a teoria dos Obstáculos Epistemológicos com a questão do Realismo Nominal, de Jean Piaget, já foi por nós estabelecida em trabalhos anteriores (MACHADO, 2013; 2017).

5.4. IAMs: entre as habilidades e o desenvolvimento do espírito científico

Competência é a capacidade que uma pessoa tem para, em determinado âmbito, mobilizar os recursos de que dispõe para realizar aquilo que projeta.
Nilson José Machado, 2015, p. 36

Conforme discutimos no capítulo 2, os indicadores são um tema diretamente ligado ao problema da avaliação de projetos. Mas a avaliação, em nosso caso, está relacionada com as pessoas envolvidas nos projetos, com os alunos da Educação Básica, em particular os estudantes do sexto ao nono ano nas aulas de Geografia e durante o ensino da Morfodinâmica. Quando nos referimos à avaliação das pessoas, o elemento central que deve ser destacado são as suas competências e habilidades, e não os conteúdos disciplinares, muito menos as metodologias de ensino. Esses dois últimos, como dissemos, são um meio para o desenvolvimento das competências e habilidades dos alunos, e não o fim das aulas. Tendo em vista o nosso problema de pesquisa, o que iremos apresentar adiante se situa na discussão sobre as competências e habilidades, relacionando esses temas com o paradigma indiciário, com a proposta de avaliação dos alunos via indicadores e, evidentemente, os IAMs.

5.4.1. Avaliação: nota introdutória

A avaliação é um tema sensível para a educação. O que iremos fazer aqui é apenas tocar levemente em um dos seus possíveis objetivos. Nota-se, desse modo, que não nos dedicaremos a debater o significado da palavra *avaliação*, o seu conceito, tampouco a fazer uma crítica e paralelo com os tipos de avaliações priorizadas no passado e as existentes na atualidade. Então, logo de início, iremos relacionar esse amplo e controverso tema com o problema das competências e habilidades. Esse foi o recorte de estudo realizado.⁷³

⁷³ Conforme sabemos, a avaliação pode ser classificada como diagnóstica, cumulativa e formativa. Em nosso esquema estratégico para organização do ensino da Morfodinâmica, a avaliação formativa (cujo objetivo é acompanhar as aprendizagens dos estudantes) está, é claro, diretamente atrelada com a avaliação diagnóstica (voltada para o levantamento dos conhecimentos prévios). Desvincular uma avaliação da outra é o mesmo que submeter os alunos a avaliação cumulativa, motivo pelo qual propomos aos professores, nas “Fichas para Avaliação do Raciocínio”, sempre que possível, verificar as possíveis mudanças de opinião dos

Em síntese, afirmamos que *avaliar no Ensino Fundamental significa reconhecer o que existe de relevante nas pequenas ações dos alunos, nas linhas registradas por ele em uma folha como resposta a uma atividade, nas frases simples, aparentemente habituais, que compõem a devolutiva de um exercício*. Talvez essa seja a própria essência do trabalho docente, o que diferencia um educador de outras profissões, aquilo que pode dar sentido a sua existência cotidiana na sala de aula. E a qualidade dessa percepção do professor em relação a aprendizagem dos estudantes está diretamente relacionada com os instrumentos que ele utiliza para realizar o seu trabalho, tal como os IAMs e os IACs.

Trabalhamos na seguinte perspectiva: os instrumentos de avaliação, como os IAMs, devem ser vinculados com a *capacidade* dos alunos realizarem algo e com a *compreensão* que possuem sobre determinado assunto. Assim sendo, afirma-se: o que precisa ser avaliado nos alunos são as suas competências e habilidades. Isso porque, segundo Machado (2002, p. 142), “As pessoas apresentam-se, vivem, convivem, agem, interagem, avaliam ou são avaliadas como um espectro de competências pessoais”. Mas, no âmbito da educação, a que se refere a palavra *competência*?

5.4.2. Sobre a competência

Desde o início da década de 1990, pelo menos, muito já se disse sobre a palavra *competência* associada com a educação. No nosso entendimento, uma das melhores sínteses para esse debate foi apresentado por Machado (2002, 2009). Para esse autor, as competências são formas de mobilização do conhecimento para realização de projetos pessoais. No limite, “Quem nada deseja, nada projeta, quem vive a inapetência abre as portas para a vivência da incompetência” (MACHADO, 2009, p. 46). Uma das palavras-chave relacionadas com a ideia de competência é *capacidade*. Ser competente, portanto, refere-se à capacidade de mobilizar saberes, de recorrer ao que se sabe para realizar o que se deseja, e de projetar o futuro.

estudantes (o que eles pensavam sobre o problema antes e após a realização da Atividade Investigativa).

Na escola, as competências pessoais são desenvolvidas tacitamente por meio das disciplinas (MACHADO, 2002, p. 153), através do ensino dos conteúdos disciplinares. O objeto Morfodinâmica, por exemplo, agrega diversos conteúdos, tais como declividade e forma das vertentes, altitude, solos, cobertura das terras, pluviometria, dentre outros, conforme já destacamos nos Quadros 2 e 3 e iremos detalhar no capítulo 6. Contudo, a tradição inerente àquele ambiente é o foco (ou hiper-foco) nas disciplinas, nos conceitos, e não nas competências. E conforme afirma Machado (2002), “Vários conteúdos disciplinares podem servir ao desenvolvimento de cada competência; **e as competências é que importam, não os conteúdos/instrumentos**” (p. 154; grifo nosso).

Trata-se de uma inversão de perspectiva em relação ao ensino e à aprendizagem. As disciplinas são necessárias, pois não é possível desenvolver as competências sem se basear em algum conteúdo. Entretanto, é importante destacar, a imprescindível presença das disciplinas no currículo escolar não necessariamente significa que os conteúdos disciplinares são o fim do ato educativo. Pelo contrário, as disciplinas são um meio para o desenvolvimento das competências dos alunos. Desse modo, a finalidade não são as disciplinas em si, mas os alunos, as pessoas envolvidas no processo, o desenvolvimento de suas competências.

O problema é que os conteúdos disciplinares, em especial os conteúdos conceituais, como os tipos de relevo, são comumente explícitos ou explicitáveis nas aulas, tanto pelos professores quanto pelos os alunos, ao passo que as competências – como a capacidade de compreensão de um texto que versa sobre as macroformas do relevo, comuns nos livros didáticos de geografia – ainda se desenvolvem de modo tácito, ou seja, considerado conhecimento subsidiário que vem apoiar os conteúdos disciplinares.

Assim, as competências não são necessariamente expressas em palavras, listadas ou mesmo intencionalmente organizadas, apesar de serem, de algum modo, desenvolvidas nas atividades que visam ao ensino dos conteúdos. Cabe ao professor explicitar também essas competências, desde a fase de planejamento inicial de suas aulas, para que passem a ser intencionalmente, e porque não dizer conscientemente, mais bem desenvolvidas pelos alunos e avaliadas pelo docente.

5.4.3. Tipos de competências: eixos

São tantas as competências e habilidades definidas para a Educação Básica que se tornou um intenso desafio para o professor desenvolvê-las plenamente em sala de aula. Apenas para citar um exemplo, para a área do conhecimento Ciências Humanas e suas tecnologias, que inclui além da Geografia as disciplinas Sociologia, Filosofia e História, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) estabelece seis “competências de área” associadas com trinta habilidades.⁷⁴ Não vamos aqui discutir os motivos que levaram a essa lista de competências e habilidades. Com certeza, as justificativas existentes para a definição desses trinta e seis itens merecem todo o nosso apreço. Mas não é o nosso objetivo aqui fazer esse estudo de caso.

O que iremos salientar são os chamados três eixos fundamentais das competências dos alunos propostos por Machado (2009) (no próximo tópico, discutiremos sobre a questão das habilidades). O quadro a seguir sintetiza e sistematiza os eixos a que fazemos referência.

Quadro 8 – Eixos das competências

Pares		Descrição
Eixos	1.	<p>Argumentação</p> <p>Capacidade de convencer com palavras; de, a partir dos conteúdos disciplinares, por exemplo, construir argumentos na defesa das opiniões pessoais. Raciocínio lógico, inferência, coerência, exame de questões sob diferentes pontos de vista, retórica, são alguns dos elementos centrais relacionados com essa capacidade.</p>
		<p>Decisão</p> <p>Capacidade de propor uma resposta à questão formulada, de concluir, de decidir, de apresentar um fechamento a uma questão, de mobilizar o que se sabe para se realizar o que se deseja.</p>
Eixos	2.	<p>Expressão</p> <p>Capacidade de se expressar em diferentes linguagens. Refere-se a expressão de si, dos projetos pessoais à capacidade de atuar segundo perspectivas peculiares a própria pessoa.</p>
		<p>Compreensão</p> <p>Capacidade de compreensão do outro (pessoa, texto, gráfico, fenômeno, mapa, etc.); de partilhar projetos coletivos orientados por um cenário de valores socialmente acordados, construídos coletivamente; de agir em sintonia com um quadro próprio de valores de referência (sintonia entre discurso e ação); de interagir com pessoas que professam distintos quadros de valores em busca da construção de consensos.</p>

⁷⁴ Este levantamento foi realizado com base na Matriz de Referência do ENEM, documento disponível no site do INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira). Fonte: <http://inep.gov.br/matriz-de-referencia> (acesso em jun. 2017).

(continuação)

Eixos	3.	Contextuação	Capacidade de aproximar os temas escolares e a realidade extraescolar, enraizando os conteúdos disciplinares em múltiplos contextos (âmbitos), em circunstâncias concretas, da ordem dos fatos.
		Imaginação	Capacidade de aplicar os conteúdos escolares para além do contexto original em que foram inicialmente trabalhados; de imaginar situações novas, em contextos ainda não existentes, da ordem da ficção, do imaginado; de propor soluções originais para problemas existentes; de abstrair as circunstâncias concretas e imaginar o que ainda não existe.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Machado (2009).

O quadro com os eixos nos ajuda a pensar que a superação de um obstáculo epistemológico está atrelada às competências. A capacidade de, *a partir dos conteúdos disciplinares*, construir argumentos ou mesmo frases em defesa de opiniões pessoais (competência argumentação) pode estar relacionada com o desenvolvimento do primeiro espírito científico dos alunos, logo com a superação dos Obstáculos Epistemológicos. O mesmo afirmamos em relação à capacidade de propor uma resposta à questão formulada *com base nos conteúdos disciplinares* (competência decisão), de se expressar em diferentes linguagens, como a gráfica e cartográfica (competência expressão), de interagir com pessoas, no caso os professores e colegas da sala, que colocam (podem colocar) em cena na sala de aula valores distintos daqueles que lhe são comuns (competência compreensão), de *enraizar o conteúdo disciplinar* em circunstâncias concretas (competência contextuação), e de *aplicar os conteúdos escolares* para além do contexto original em que foram trabalhados. E essas capacidades, que para nós são uma provável manifestação da superação dos Obstáculos Epistemológicos, podem trazer um feixe de relações resultado do desenvolvimento de um raciocínio analítico, de síntese ou por hipótese a partir das variáveis ambientais, a depender do modo como o professor organizou as tarefas, de seus objetivos. Assim sendo, não seria exagero afirmar que existe uma possível relação entre o desenvolvimento das competências dos alunos com a superação dos obstáculos, o desenvolvimento do espírito científico.

Por fim, advertimos que não necessariamente uma atividade ou série de atividades precisa trabalhar as seis competências. Desenvolver todas as competências listadas em uma Sequência Didática ou Trabalho de Campo, por exemplo, seria o cenário ideal, mas sabemos que nem sempre isso é possível, devido a diversos motivos. Cabe ao professor estabelecer quais competências

irá priorizar, tendo em vista as necessidades de aprendizagem dos alunos, assim como as possibilidades efetivas de trabalho na escola.

5.4.4. Sobre as habilidades

A palavra *competência* está atrelada à palavra *habilidade*. Competência e habilidade formam um par indissociável. Uma competência remete a um feixe de habilidades. Um feixe de habilidades, por sua vez, remete a contextos mais específicos, do âmbito das disciplinas, dos conteúdos disciplinares. É como se a competência levasse o professor a pensar um pouco mais no aluno (pessoa), em nosso caso, a formação do seu espírito científico, e a habilidade voltasse o seu olhar para aquilo que, tradicionalmente, costuma ser o seu centro de interesse, o conteúdo (temas, conceitos).

Se a palavra-chave associada com a ideia de competência é *capacidade*, no caso das habilidades, a palavra-chave é *compreensão*. Não por acaso as disciplinas são um meio para o desenvolvimento das habilidades (MACHADO, 2002, p. 145) e, conforme já comentado, das competências. É por via das habilidades que as competências são realizadas, que se possibilita ao aluno a superação dos seus Obstáculos Epistemológicos. Cabe ao professor mapear quais são as habilidades fundamentais da sua disciplina que permitirão aos seus alunos desenvolver as seis competências citadas anteriormente.

Com base no Currículo do Estado de São Paulo (ESTADO, 2010), selecionamos alguns exemplos de habilidades para a Geografia Escolar relacionadas com temas tradicionalmente tratados no âmbito da Geografia da Natureza:⁷⁵

⁷⁵ Os temas a que fazemos referência foram grifados, e compõe uma relação de palavras-chave. A Geografia da Natureza é composta pelas disciplinas Geomorfologia, Biogeografia, Climatologia, Hidrografia e Pedologia.

Quadro 9 – Habilidades de Geografia – Currículo do Estado de São Paulo

(sexto ao nono ano e séries do Ensino Médio)⁷⁶

Compreensão da paisagem	Descrever elementos constitutivos de uma paisagem .
	Relacionar informações que permitam identificar os diferentes elementos constitutivos da paisagem .
	Elaborar hipóteses para explicar as mudanças ocorridas na paisagem com base na observação de imagens.
	Descrever elementos constitutivos de mudanças e permanências em uma dada paisagem .
	Identificar e descrever, nas paisagens , os elementos mais duráveis e os mais suscetíveis a mudanças na temporalidade humana.
Compreensão das rochas e do relevo	Conceituar rocha e relacionar os tipos de rochas à presença de minérios na face da Terra.
	Compreender e interpretar, em textos ou iconografias, formas de atuação geológica da placa sul-americana , identificando suas consequências, notadamente as que justificam a configuração do modelado do relevo brasileiro.
	Identificar hipóteses e evidências que expliquem a configuração do relevo brasileiro por meio de marcas e constatações geológicas decorrentes de distintas eras geológicas .
	Identificar e caracterizar diferentes formas de relevo terrestre.
	Descrever a importância da força dos ventos na transformação do relevo na escala do lugar.
	Descrever a ação da água no modelado do relevo terrestre.
	Analisar os impactos produzidos pela ação humana no modelado do relevo .
Compreensão do clima	Identificar nas diversas manifestações das estações do ano suas consequências no clima que se manifesta na escala do lugar.
	Identificar os elementos formadores do clima e os fatores que nele interferem.
	Identificar e descrever a dinâmica climática e seus ritmos, segundo os tempos da natureza e a temporalidade social.
Compreensão dos domínios naturais e das esferas da Terra	Identificar os domínios naturais associando-os aos principais biomas e às questões relativas à biodiversidade.
	Comparar características geográficas dos diferentes domínios naturais estabelecendo relações entre os biomas .
	Identificar e caracterizar as distintas esferas da Terra (litosfera, atmosfera, hidrosfera, biosfera).

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Estado (2010) (exemplos selecionados)

⁷⁶ Esta lista poderia ser ainda mais numerosa, pois o currículo apresenta outras habilidades que destacam temas próprios da Geografia da Natureza, atrelados a alguns termos comuns à Geomorfologia, Hidrografia, Biogeografia ou Climatologia, por exemplo. Supondo que os alunos trabalhem essas habilidades nas aulas através das atividades de aprendizagem, é possível que o significado dos termos citados (paisagem, rocha, relevo, clima, domínios naturais e esferas da Terra), dentre outros, sejam devidamente construídos pelos alunos (leia-se também *compreendidos*), e que estes se tornem *capazes* de empregá-los quando desejarem ou forem solicitados.

A habilidade “*Analisar os impactos produzidos pela ação humana no modelado do relevo*” está diretamente relacionada com o tema da Morfodinâmica, logo com uma série de conteúdos conceituais (formas de relevo e declividade das vertentes, uso e ocupação das terras, tipos de solo, infiltração, erosão, etc.). Cabe destacar que essa foi a habilidade considerada em nosso Instrumento de Pesquisa, apresentado no capítulo 4. Além disso, “Analisar os impactos produzidos pela ação humana (...)” pode remeter, obviamente, ao raciocínio de síntese, à elaboração de tipologias, o que requer realizar, previamente, a análise das variáveis ambientais consideradas nas tarefas das aulas. Nota-se, portanto, que a habilidade mencionada implica o desenvolvimento de pelo menos dois dos IAMs propostos, o que sinaliza a pertinência destes indicadores para a avaliação da aprendizagem da Morfodinâmica.

Os IAMs são, portanto, minúcias inseridas dentro de uma habilidade ou, em outros termos, a concepção de agrupamentos, de tipologias, de suposições pelos alunos que sinalizam para a compreensão de algo maior: a dinâmica das vertentes. Os IAMs representam indícios de que a habilidade “Analisar os impactos produzidos pela ação humana no modelado do relevo”, por exemplo, está sendo construída pelos alunos. Assim, os IAMs são as destrezas desenvolvidas pelos alunos, suas ações que, *em conjunto*, configuram uma habilidade, remetem a uma ou mais competências e, supostamente, assinalam para a superação dos Obstáculos Epistemológicos. Os IAMs são, em suma, *indícios* que possibilitam avaliar a aprendizagem da Morfodinâmica.

5.4.5. Sobre indícios e indicadores

O indício é como se fosse um sintoma, ou seja, um dado ou informação que indica a existência de algo. Desse modo, indícios referem-se a detalhes, minúcias, *pormenores que revelam um pormenor*. Ao nos referirmos à palavra *indício*, estamos fazendo alusão àquilo que é menos vistoso, aos traços, ao que é imperceptível para um leigo no assunto que estamos pesquisando (e avaliar a aprendizagem do aluno não deixa de ser uma busca, uma investigação). Trata-se de uma atitude que leva a apreciar as particularidades, de um método de pesquisa centrado sobre os dados marginais, porém

considerados reveladores sobre a origem de um processo físico, químico, biológico, social, psíquico, *educativo*.

O indício, portanto, é a chave para acessar as causas de um efeito. É particularmente importante sobretudo quando as possíveis razões de um problema não podem ser plenamente reproduzidas, vivenciadas ou observadas *in loco*, tal como na Psicanálise e na Geologia. Captar uma realidade profunda, inacessível à observação direta, tendo como referência informações aparentemente superficiais, faz parte do que Ginzburg (1989) denomina paradigma indiciário, cujas raízes remontam à Pré-História:

Por milênios o homem foi caçador. Durante inúmeras perseguições, ele aprendeu a reconstruir as formas e movimentos das presas invisíveis pelas pegadas na lama (...). Aprendeu a farejar, **registrar, interpretar e classificar pistas** infinitesimais como fios de barba. Aprendeu a fazer operações mentais complexas com rapidez fulminante, no interior de um denso bosque ou numa clareira cheia de ciladas. (...)

O caçador teria sido o primeiro a “**narrar uma história**” porque era o único capaz de ler, nas **pistas mudas** (se não imperceptíveis) deixadas pela presa, uma série coerente de eventos. (GINZBURG, 1989, p.151-152; grifos nossos)

Os indícios enquanto pistas de eventos não diretamente verificáveis por aquele que caça, investiga ou ensina, por exemplo, possibilitam direcionar o olhar, voltar a atenção ao mesmo tempo para o passado, o presente e o futuro, ou seja, realizar diagnoses (identificação das causas de um problema pela via da análise e síntese) e prognósticos (hipóteses).⁷⁷ Representar algo que nunca foi observado a partir de indícios, buscar os eventos que constituem uma história com base em pistas, procurar revelar as causas a partir dos seus efeitos, são alguns modos de proceder que compõem o paradigma indiciário, um modelo epistemológico que, na atualidade, é adotado tanto na Medicina quanto nas ciências humanas.

Para Ginzburg, “(...) o historiador é comparável ao médico, que utiliza os quadros nosográficos para analisar o mal específico de cada doente. E, como o do médico, o conhecimento histórico é indireto, indiciário, conjectural” (1989, p. 157). Podemos dizer o mesmo para o professor. Este só consegue acessar o

⁷⁷ O significado em dicionário da palavra *prognóstico* revela o quanto esta ação está relacionada com o paradigma indiciário: “Suposição sobre processos ou resultados futuros baseados nas condições vigentes e num esperado desempenho dos fatores atuantes (...) Indício de acontecimento futuro (...). Diz-se de sinal, indício etc. que demonstra, antecipa ou antecede o que está por vir, por acontecer (...)” (AULETE, 2011).

raciocínio do aluno através dos seus argumentos, da expressão dos estudantes, da descrição metódica e concisa de suas ações. É nos elementos discretos destes argumentos (palavras, frases, sintaxe, morfologia...) que o professor pode localizar indícios (pistas, sinais, detalhes, traços, caracteres) que permitem inferir a ocorrência ou não da aprendizagem. E os IAMs, conforme já esclarecemos neste capítulo e anteriores, são instrumentos voltados para atender essa finalidade durante o ensino da Morfodinâmica.

Avaliar o raciocínio no processo de aprendizagem é indireto, indiciário, e se dá por meio da investigação dos argumentos dos estudantes, da sua expressão enfim (oral, escrita, corporal, pictórica). No limite, um simples modo de olhar do aluno pode ser entendido como um indício revelador.

Segundo Ginzburg, “Se a realidade é opaca, existem **zonas privilegiadas – sinais, indícios** – que permitem decifrá-la” (1989, p. 177; grifo nosso). Talvez esta seja a frase que sintetiza o significado do paradigma indiciário. Em termos metafóricos, o indício é essa zona ou área menor inserida em uma área maior. É o detalhe de uma totalidade que permite melhor reconhecê-la. É a minudência entendida como reveladora de um fenômeno mais geral. Para retomar o que já dissemos antes, um *pormenor revelador de um pormenor maior*. E no contexto do ensino da Morfodinâmica, os IAMs são os pormenores que permitem identificar um pormenor maior: a compreensão da dinâmica das vertentes (de um problema inserido neste tema), o desenvolvimento de uma ou mais competências, a hipotética superação de um Obstáculo Epistemológico e, presumivelmente, a formação do novo espírito científico no aluno.

O problema é que os *pormenores* costumam ser negligenciados em sala de aula, tratados com descuido ou mesmo desprezados. Precisamos buscar os pormenores significativos, reveladores daquilo que consideramos essencial, e que permitem reconhecer os avanços ou retrocessos na aprendizagem dos alunos. Como recortar elementos discretos, porém significativos, para inferir sobre a aprendizagem?

Esse objetivo pode ser alcançado com o emprego dos indicadores adequados, como os IAMs, que voltam o olhar do professor para os sinais de que uma determinada habilidade está sendo desenvolvida. Esses indicadores são instrumentos que, ao serem adotados pelo professor, o auxiliam na seleção de pistas (dados e informações) sobre a aprendizagem em diversas situações

escolares. É um instrumento de avaliação que pode ser aplicado (inserido) no interior de outros instrumentos, tais como provas escritas ou orais, trabalhos individuais ou em grupo, trabalhos de conclusão de curso (TCC), etc. Considerando-se cada um dos instrumentos citados como um pormenor (a obra completa, o “produto final” de um processo de aprendizagem, que transita entre o desenvolvimento de habilidades específicas até a formação do primeiro espírito científico no aluno), o indicador é o instrumento que auxilia na observação (e análise) dos pormenores dessa totalidade, incluindo a fase de elaboração dos trabalhos ou de realização das atividades (quando é possível ao docente acompanhar a etapa de produção).

Porém, ao levarmos em consideração indicadores voltados para a avaliação do aluno, todo cuidado é pouco. Isso porque neste caso os indicadores apontam para indícios do desenvolvimento de competências que constituem apenas uma fração da pessoa, e não a “pessoa por inteiro”. Desse modo, entendemos que adotar apenas os indicadores para justificar a aprovação ou reprovação de um estudante parece ser pouco adequado. Um indicador serve, ao fim e ao cabo, para o professor problematizar a sua própria aula, o seu projeto a partir dos argumentos dos estudantes (conforme já nos referimos no capítulo 2), o que inclui repensar e, quando necessário, substituir as atividades que propõe aos seus alunos.

5.4.6. Considerações: entre interrogações, pormenores e pormaiors

Apesar de não ser o nosso objetivo no momento, poderíamos avançar nesta discussão apresentando alguns exemplos de atividades para deixar mais clara a relação entre competências, habilidades e os IAMs. Diante desse problema, uma pergunta plausível seria: *Como as capacidades de argumentação e de expressão podem ser desenvolvidas nas aulas cujo objetivo geral é promover a compreensão do relevo?* A resposta inicial para essa questão está no modo como o professor organiza as atividades, ou seja, na metodologia de ensino. As metodologias de ensino, em associação com os conteúdos disciplinares (temas, conceitos, instrumentos), são meios para o desenvolvimento das competências dos estudantes. E os indicadores, sejam eles quais forem, precisam se referir, **no mínimo**, às habilidades dos alunos.

Uma pergunta diretamente atrelada a que apresentamos no parágrafo anterior é esta: *“Como o professor de Geografia pode organizar a aula para possibilitar a superação dos Obstáculos Epistemológicos dos alunos durante o ensino da Morfodinâmica e de outros temas da Geografia da Natureza?”*. De algum modo, já procuramos respondê-la em estudos anteriores (MACHADO, 2013, 2016, 2017; CASTELLAR; MACHADO, 2014). No capítulo 4, apresentamos um esquema estratégico para a organização de atividades investigativas, a qual responde em parte a pergunta anterior.

Para toda e qualquer situação passível de ser avaliada a partir de indícios, podemos questionar: *Qual pormenor pode ser revelador de um pormaior?* Em nosso caso, o máximo pormaior é a formação do primeiro espírito científico dos alunos. *Quais são os pormenores deste processo de formação que envolve, em escala decrescente, a superação dos Obstáculos Epistemológicos, o desenvolvimento de competências e habilidades?* É essa a pergunta que procuramos responder com os IAMs para a avaliação do desenvolvimento de toda e qualquer habilidade que pode ser idealizada para o ensino da Morfodinâmica. Os pormenores assinalados nos IAMs são, por fim, os indícios ou sintomas da aprendizagem, da construção de significados sobre a dinâmica das vertentes, tema objeto de análise do próximo capítulo.

6. SOBRE A MORFODINÂMICA

A Geomorfologia é uma ciência que está, tradicionalmente, atrelada à Geografia na Educação Básica. Desse modo, sua inserção no currículo requer atenção aos principais pressupostos pedagógicos desse componente curricular. Na atualidade, os estudos dedicados à educação geográfica destacam a questão do lugar de vivência dos alunos como ponto de partida para o ensino dos conteúdos conceituais e temas. É neste sentido, por exemplo, que a Morfodinâmica pode assumir um papel central na Geografia Escolar, conforme iremos destacar neste capítulo.

A Morfodinâmica é um objeto de estudo da Geomorfologia presente nas aulas de Geografia quando o professor propõe trabalhar alguns problemas específicos em aula, tais como as inundações, os alagamentos, os deslizamentos de terra, a erosão, as consequências do desmatamento na dinâmica das vertentes, a infiltração da água nos diferentes tipos de solo e a questão da impermeabilização da superfície nas áreas urbanas, a altitude, as formas de relevo nas escalas de detalhe, dentre vários outros.

À Morfodinâmica atrela-se, portanto, habilidades, tais como “Identificar e caracterizar diferentes formas de relevo terrestre”, “Descrever a ação da água no modelado do relevo terrestre” e “Analisar os impactos produzidos pela ação humana no modelado terrestre” (ESTADO, 2010). Assim, o estudo desse tema nas aulas de Geografia, principalmente quando o objetivo é investigar a relação da sociedade com a natureza, nos parece tanto pertinente quanto necessário. Desse modo, nos colocamos as seguintes perguntas: Qual a pertinência da Morfodinâmica no ensino de Geografia na Educação Básica? A que se refere a Morfodinâmica? Como analisar a dinâmica de uma ou mais vertentes? As respostas a essas perguntas serão apresentadas adiante com o cuidado de relacionar, sempre que possível ou se mostrar necessário, esse tema com o nosso problema de pesquisa, qual seja, os IAMs.

Desse modo, destacaremos as principais variáveis ambientais e os processos endógenos e exógenos que concorrem para a análise

Morfodinâmica, pormenorizando o conteúdo dos Quadros 2 e 3. Também apresetaremos dados e informações que podem subsidiar o planejamento de aulas direcionadas ao ensino da dinâmica das vertentes, a elaboração de projetos que visam à formação do primeiro espírito científico nos alunos.

6.1. *Apontamentos sobre a Morfodinâmica e o ensino*

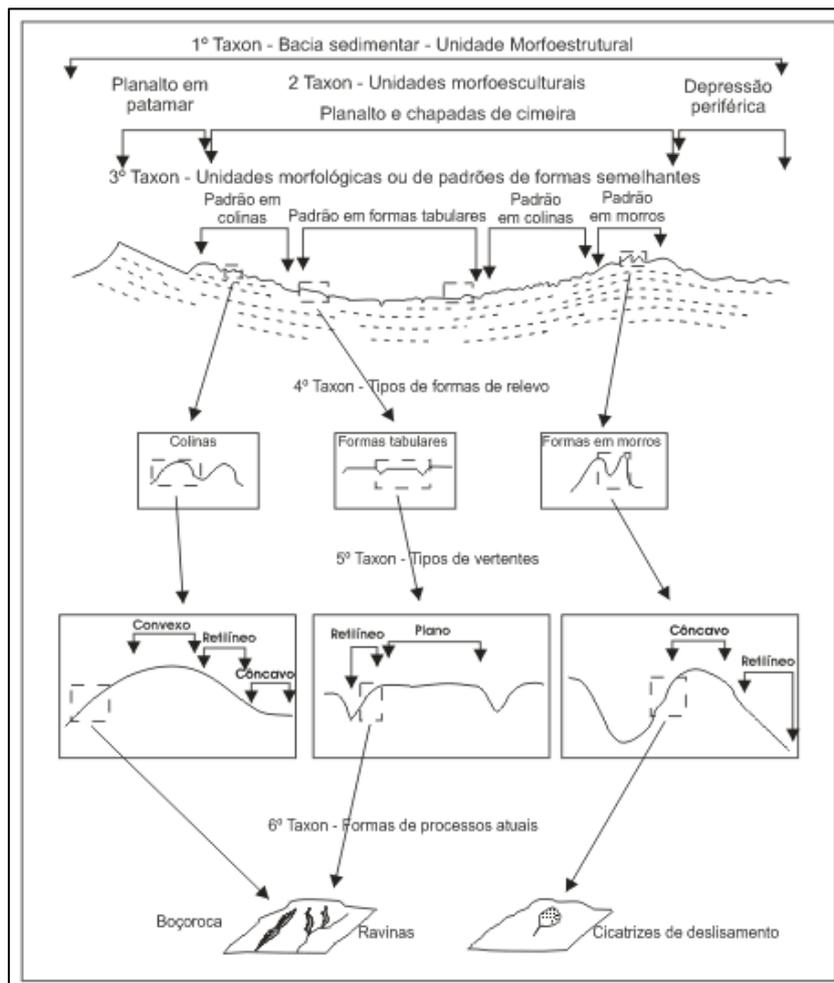
A Morfodinâmica é um dos temas da Geomorfologia (FLORENZANO, 2008a). Compreende o estudo do conjunto de processos atuantes no presente e que concorrem para a evolução do relevo. Esses processos estão associados ao movimento e à transformação da crosta terrestre (“*processos endógenos*”), assim como à interação da atmosfera, litosfera, hidrosfera, biosfera e tecnoesfera (“*processos exógenos*”), operantes em um determinado lugar.⁷⁸

Os estudos morfodinâmicos têm como meta central tratar das questões ambientais de caráter local com o objetivo de projetar cenários para o futuro (SUERTEGARAY, 2002) e de apoiar o planejamento físico-territorial (GUERRA; MARÇAL, 2006; ROSS, 1994). Na abordagem morfodinâmica, procura-se expressar “(...) as mudanças que estão ocorrendo atualmente na superfície terrestre e, a partir da análise geomorfológica (...) prever as transformações que ocorrerão em curto prazo” (FLORENZANO, 2008b, p. 110-111).

Nesse sentido, como nos estudos morfodinâmicos são priorizadas análises pontuais, esses são realizados em escala de detalhe, a qual corresponde às microescalas, igual ou maior de 1:25.000 (ARGENTO, 2001). Nessa escala podemos identificar as vertentes, o relevo no quinto e sexto nível taxonômico, conforme classificação estabelecida por Ross (1992):

⁷⁸ Segundo Suertegaray et. al. (2008), “processos endógenos” são as dobras, as falhas, as fraturas e o vulcanismo, os quais acabam influenciando na esculturação do relevo, na silhueta da superfície terrestre. Exemplo de “processos exógenos” são o intemperismo, a infiltração, a lixiviação, o escoamento, a erosão, o movimento de massa, dentre outros.

Figura 22 – Níveis Taxonômicos segundo Ross (1992)



Fonte: <http://www.funape.org.br/geomorfologia/cap1/index.php> (acesso em mai. 2018)
 Observação: A imagem original pode ser conferida em Ross (1992, p. 22).

O *quinto táxon* corresponde aos tipos ou setores das vertentes verificadas em cada uma das formas de relevo, como setores convexos, retilíneos, planos, aguçados, côncavos, além da sua declividade. Segundo Ross (1992, p. 20), “Os setores de vertentes só se tornam passíveis de cartografia em escalas grandes do tipo 1:25.000, 1:10.000, 1:5.000”. O autor complementa que é nesse nível taxonômico que pode ser identificada a evolução atual do relevo, ou seja, a sua morfodinâmica.

O *sexto táxon* refere-se às formas lineares do relevo, às menores formas produzidas na vertente, tais como voçorocas, sulcos, ravinas, cicatrizes de deslizamentos, terracetes, aterros. A respeito desse táxon, cabe destacar:

O sexto táxon se refere às formas de relevo ainda menores, são geradas ao longo das vertentes processos geomórficos atuais, e principalmente por indução antrópica. A erosão que degrada os solos, ao mesmo tempo esculpe o relevo, criando pequenas formas como

sulcos, ravinas, voçorocas, cicatrizes de deslizamentos, que se desenvolvem ao longo das vertentes por ação das águas pluviais. Essas formas são totalmente induzidas pela interferência da ação humana no ambiente natural gerando absoluto **desequilíbrio, tornando o ambiente instável do ponto de vista morfodinâmico.** (ROSS, 1992, p. 21-22; grifo nosso)

Nota-se que na análise geomorfológica é necessário diferenciar processo de forma. A forma é derivada de um processo, e este, por sua vez, pode ser potencializado ou não por um tipo de forma. É na relação forma-processo que se dá a dinâmica do relevo (morfodinâmica), a evolução das vertentes. Como destacado no excerto, a erosão (processo) gera pequenas formas, como sulcos e ravinas, os quais, por sua vez, são indícios de degradação dos solos, do desequilíbrio morfodinâmico.

A análise das vertentes possibilita a avaliação do impacto da interferência antrópica na morfodinâmica. Segundo Ascensão e Valadão (2013, p. 57), na vertente, sinônimo de encosta, cujo limite superior é o interflúvio e o inferior o talvegue, “(...) é possível identificar processos, tais como os de voçorocamentos, deslizamentos, desmoronamentos, infiltração (...). Todos esses processos afetam diretamente a existência humana, favorecendo assim a aproximação do cotidiano dos alunos”. Desse modo, na escola, sugerimos priorizar as escalas de maior detalhe (grandes) e com destaque para o lugar de vivência dos estudantes (bairro onde moram e/ou estudam e outros locais que frequentam no município em que residem). Essa estratégia pode facilitar a organização e o desenvolvimento de práticas pedagógicas que tragam a dimensão do cotidiano para a aula, conforme preconizado pelas próprias propostas curriculares de geografia nas últimas décadas.⁷⁹ Além disso:

(...) o lugar de vivência dos alunos (...) pode revelar os detalhes ou as características particulares de um fenômeno que também ocorre em outros lugares, próximos ou distantes (...). Da mesma forma, estes lugares também podem revelar-se como uma área de exceção frente a um fenômeno entendido como universal, colocando em dúvida teorias, teses ou hipóteses generalistas a respeito dos mais variados assuntos. O lugar, parte de um território, campo de combate, questionamentos ou servidão à lógica política e econômica amparada

⁷⁹ Contudo, é bom salientar que a dimensão do cotidiano, do vivido, deve ser entendida como ponto de partida para a construção de novos conceitos e, desse modo, adotada como referência inicial para o aluno transitar entre as escalas de representação, abrangência e análise (abordagem) de um determinado fenômeno (ASCENÇÃO; VALADÃO, 2013). Afinal, como bem sabemos, “(...) o que acontece no lugar [seja qual for o fenômeno] não se explica em si mesmo, podendo ter, entretanto, justificativas para além do lugar em si e adiante das pessoas que ali vivem” (CALLAI, 2013, p. 136).

por um Estado, sugere, portanto, as mais variadas possibilidades de questionamento (...). (MACHADO, 2013, p. 61)

Desse modo, a análise do relevo no quinto e sexto nível taxonômicos permite ao aluno a construção de significados que o possibilitarão responder a uma das perguntas fundamentais colocadas pela Geografia Escolar aos estudantes da Educação Básica: “A que espaço físico temos acesso a fim de ocupá-lo e nele viver?” (CALLAI, 2013, p. 138). Os IAMs, por sua vez, possibilitam ao professor avaliar se os alunos conseguem se expressar sobre um problema relacionado com essa questão sem incidir nos Obstáculos Epistemológicos, o que significa, basicamente, elaborar hipóteses e tipologias com base nas variáveis ambientais.

6.2. Morfodinâmica, paisagem e cartografia geomorfológica

Em síntese, portanto, a Morfodinâmica refere-se à atual evolução do relevo (o que não quer dizer que os estudos morfodinâmicos desconsiderem as mudanças do relevo tendo em vista as eras geológicas, o tempo profundo). O relevo, por sua vez, pode ser caracterizado através de suas vertentes, e nessas vertentes (ou encostas) é identificada a atuação dos processos resultantes tanto da movimentação das placas tectônicas quanto da interação atmosfera, litosfera, hidrosfera, biosfera e tecnoesfera, que podem, de algum modo, estar relacionados com o cotidiano dos alunos, seja de forma regular ou sazonal. O quadro adiante esquematiza essas informações:

Quadro 10 – Morfodinâmica – escalas, vertente, processos, tempo

Objeto da Geomorfologia	Escala Cartográfica	Nível Taxonômico	Relevo	Processos	Tempo priorizado
Morfodinâmica	1:25.000 ou maiores	Quinto e Sexto	Declividade da vertente, setores convexos, retilíneos, planos, aguçados, côncavos e formas lineares (voçorocas, sulcos, ravinas, cicatrizes de deslizamentos, terracetes, aterros)	- Endógenos: dobras, falhas, fraturas, vulcanismo - Exógenos: intemperismo, infiltração, lixiviação, escoamento, erosão, movimento de massa, pedogenização	Atual (diagnóstico); futuro (prognóstico).

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Argento (2001); Ross (1992); Florenzano (2008b); Suertegaray (2002)

Nota-se que o estudo do relevo, da sua morfodinâmica, passa necessariamente pela compreensão de algo maior, que é a paisagem (ROSS, 2005). A origem do termo *paisagem* remonta à Idade Média europeia e, na atualidade, a análise da paisagem se apoia em diferentes horizontes epistemológicos. Martinelli e Pedrotti (2001), com base em diversos autores, entre eles Georges Bertrand e Yi-Fu Tuan, definem a paisagem como:

(...) o que vemos diante de nós. É uma realidade visível. É uma visão de conjunto percebida a partir do espaço circundante. Não tem, assim, uma existência própria, em si. Ela existe a partir do sujeito que a apreende: Cada pessoa a vê diferentemente de outra, não só em função do direcionamento de sua observação, como também em termos de seus interesses individuais. (2001, p. 40)

Esta proposta para o significado do termo *paisagem* se aproxima de modo significativo daquelas apresentadas no início do capítulo 5. O que há de comum entre elas é que a paisagem está diretamente relacionada com os sentidos, com a percepção de uma sensação, em especial aquela proporcionada pela visão (a paisagem é, para Milton Santos, aquilo que a nossa visão alcança; está relacionada com um determinado nível de resolução, de acordo com Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro ou, ainda, para Martinelli e Pedrotti, é o que vemos diante de nós). A visão, a observação da paisagem, nos coloca diante do mundo, do que existe neste mundo e, dependendo da ocasião, em busca da construção de significados para este mundo.

Mas, cabe salientar aqui, a partir daquele excerto podemos considerar que a Geomorfologia procura estabelecer um recorte de estudo da paisagem. A paisagem é o todo; o relevo, em nosso caso a Morfodinâmica, parte desta totalidade. O relevo é o objeto de estudo privilegiado da Geomorfologia (MARQUES, 2001; ROSS, 1992), mas ele não pode ser apreendido (leia-se compreendido) sem considerar os outros elementos presentes na paisagem, a inter-relação entre os sistemas naturais, econômicos, políticos, culturais (ROSS, 2009), assim como qualquer conceito geográfico.

Então, como estudar o relevo e seus aspectos morfodinâmicos? A cartografia geomorfológica pode contribuir para essa finalidade.

As teorias, os métodos e os procedimentos cartográficos permitem representar os lugares, o que propicia a análise (tratamento) dos dados para se obter as informações no local em que ocorrem.⁸⁰ Na Geomorfologia, “A cartografia (...) é um dos caminhos mais claramente definidos para a pesquisa empírica (...)” (ROSS, 2005, p. 56), possibilitando compreender a relação entre a sociedade e a natureza (CASTELLAR, 2013). Desse modo, a Cartografia Geomorfológica pode ser considerada um método de apoio para a Geomorfologia e os mapas decorrentes do estudo geomorfológico o documento analítico ou de síntese resultante da pesquisa.

As questões basilares que permeiam as etapas da elaboração do conhecimento científico, conforme destacado por Colângelo (1997, p. 48), valem para a elaboração de um mapa geomorfológico. A primeira pergunta de cada item se refere à questão propriamente dita; a segunda, à natureza do problema:

1. O quê? Qual o objeto, o conceito?
2. Como? Qual a gênese, o mecanismo?
3. Por quê? Qual a causa, o fator inicializador?
4. Para quê? Qual a função desempenhada?
5. Onde? Qual o lugar no espaço?
6. Quando? Qual a posição na sucessão do tempo?
7. Quanto? Qual a magnitude, a intensidade e a frequência: temporal e espacial?

Para Ross (1992), a cartografia geomorfológica “(...) deve mapear concretamente o que se vê e não o que se deduz da análise geomorfológica, portanto **em primeiro plano os mapas geomorfológicos devem representar os diferentes tamanhos** de formas de relevo, dentro de escala compatível” (1992, p. 25; grifo nosso). A partir desse excerto, nota-se que as perguntas “o quê?” e “onde?” assinalam quais são as principais informações que devem conter um mapa geomorfológico. Da morfologia parte-se para análise da morfogênese, morfodinâmica e/ou morfocronologia, dependendo do objetivo da pesquisa.⁸¹

⁸⁰ Entre os métodos de representação da cartografia temática, citamos o método corocromático, das figuras geométricas proporcionais, dos pontos de contagem, dos fluxos, dentre outros (MARTINELLI, 2009, 2003).

⁸¹ Além da Morfodinâmica, a Morfogênese, a Morfologia e a Morfocronologia constituem os outros temas de estudo da Geomorfologia (FLORENZANO, 2008a).

Nas últimas décadas, as pesquisas realizadas no âmbito da cartografia geomorfológica priorizaram duas abordagens principais. A primeira é denominada descritiva, com foco na morfologia do relevo, na localização e distribuição do fenômeno, como a declividade e orientação das vertentes. A segunda é a abordagem morfodinâmica, objeto de estudo da Geomorfologia já comentado na seção anterior.

Enquanto a primeira abordagem é essencialmente analítica, a segunda caracteriza-se por ser resultado da correlação de variáveis ambientais específicas, isto é, múltiplos fatores. Mas quais poderiam ser esses fatores que possibilitam avaliar a dinâmica das vertentes?

Considerando-se as formas de relevo no quinto e sexto nível taxonômico, para Ross (1994) seriam: a Fragilidade do relevo, a Fragilidade dos tipos de solo e a Proteção do solo pela cobertura vegetal.⁸²

Esses fatores permitem avaliar os “graus de fragilidade do relevo”, ou seja, a possibilidade de ocorrer, em determinada vertente ou setor de vertente, movimentos de massa, processos erosivos ou mesmo inundações. Esses são alguns dos principais processos exógenos considerados no estudo da Morfodinâmica, conforme ressaltamos anteriormente.

Como os fatores citados estão diretamente vinculados a uma proposta metodológica para o estudo da Morfodinâmica, denominada “Análise da Fragilidade dos Ambientes Naturais e antropizados” (ROSS, 1994), é sobre essa proposta que iremos discorrer adiante. Antes, porém, cabe salientar que nos últimos anos a referida proposta foi atualizada e ampliada em alguns de seus aspectos. Assim, além dos três fatores citados, outros dois foram incorporados: fragilidade da urbanização e impacto potencial da pluviometria. Dessa forma, atualmente para análise da Morfodinâmica no âmbito da Análise da Fragilidade, podemos considerar, basicamente: a Fragilidade do relevo, a Fragilidade dos tipos de solo, a Proteção do solo pela cobertura vegetal, a Fragilidade da Urbanização e o Impacto Potencial da Pluviometria.

⁸² Na primeira versão deste texto, finalizada em novembro de 2017, no lugar da palavra *fator* empregamos a palavra *indicador*. Fizemos esta troca para não haver confusão, no âmbito desta tese, entre os “Indicadores de Aprendizagem da Morfodinâmica” com os indicadores que levantamos para a “Análise dos Ambientes Naturais e Antropizados”, metodologia voltada para o estudo da Morfodinâmica discutida neste capítulo. Desse modo, ressaltamos, os fatores (que também podem ser classificados como indicadores) referem-se aos componentes ou itens que contribuem na análise da fragilidade do relevo. Cada fator possui os seus critérios para avaliação, tal como os IAMS.

É nestes fatores que residem as variáveis ambientais que permitem a análise da dinâmica das vertentes. São estas variáveis ambientais que esperamos que os alunos empreguem para se comunicarem em diferentes linguagens, o que assinala, no limite, para a superação dos Obstáculos Epistemológicos. A declividade do relevo relacionada com a Fragilidade do Relevo é uma das variáveis ambientais a que fazemos referência. Os tipos de solo e de cobertura vegetal, considerados respectivamente na Fragilidade dos tipos de solo e na Proteção do solo pela cobertura vegetal, são exemplos de variáveis empregadas para o estudo da Morfodinâmica.

6.3. A proposta metodológica da Análise da Fragilidade no quinto e sexto nível taxonômico

Segundo Ross:

(...) do ponto de vista da utilização racional dos recursos ecológicos, interessa antes de tudo entender na sua totalidade as **interações e relações dos fluxos de energia e matéria entre os diversos componentes da natureza**, incluindo aí as **intervenções das sociedades humanas**, na perspectiva de que os seres humanos também fazem parte dos ecossistemas. Nesse sentido, parece-nos que é fundamental o entendimento da dinâmica presente e passada, de cada um dos ambientes identificados na superfície terrestre, partindo-se daquilo que é mais facilmente perceptível, que são as suas **formas ou fisionomias**, entendendo-se a seguir suas **estruturas** (estático) e suas **funcionalidades** (dinâmica) e, por último, suas **suscetibilidades diante das atuais e futuras intervenções humanas**. (2006, p. 45; grifos nossos)

Procurar compreender os fluxos de energia e matéria, entender a dinâmica de um determinado ambiente, suas suscetibilidades exige a adoção de um método de estudo. Entre as propostas de cartografia geomorfológica existentes que possibilitam interpretar esses fluxos de energia e matéria, resgatamos a Análise da Fragilidade e da potencialidade dos recursos naturais (ROSS, 1994). Trata-se de uma modalidade de estudo ambiental fundamentada, basicamente, na concepção da teoria dos sistemas,⁸³ no

⁸³ Segundo Drew (1994, p. 21) “Um sistema é um conjunto de componentes ligados por fluxos de energia e funcionando como uma unidade.” O equilíbrio do sistema é relativo, ou seja, temporal, e ocorre quando a energia do sistema permanece estável. Por isso, podemos afirmar que na natureza não há equilíbrio, mas estados de relativa estabilidade. A estabilidade morfodinâmica, por exemplo, ocorre quando a pedogênese predomina sobre o ravinamento ou

conceito de ecossistema⁸⁴ e no conceito de unidades ecodinâmicas de Jean Tricart (ROSS, 1994). O objetivo principal desse método é nortear a realização de pesquisas cujo propósito seja colaborar para o entendimento da sensibilidade do ambiente sob o ponto de vista da intervenção humana, tendo em vista diferentes escalas de análise e representação. Nas escalas de detalhe é possível elaborar o mapa das “Unidades Ecodinâmicas de Fragilidades Potenciais e Emergentes” ou “Unidades Morfodinâmicas de Fragilidades Potenciais e Emergentes”, representação que destaca as manchas dos diferentes graus de fragilidade do relevo, considerando-se a declividade das vertentes. Segundo Ross, trata-se, de um “(...) documento de **informações genéricas**, cujos **resultados são aproximativos e indicativos** dos diferentes graus de fragilidade tanto potencial quanto emergente” (1994; p. 70; grifos nossos).

6.3.1. Unidades de Fragilidade de Instabilidade Potencial ou Instabilidade Emergente

Para a realização de estudos baseados nessa metodologia, deve-se inicialmente levar em consideração a existência de ambientes preservados, não modificados pela ação humana. Isso determina a presença ou não de dois tipos de Unidades Ecodinâmicas ou Morfodinâmicas, as estáveis (ou de Instabilidade Potencial) e as Instáveis (ou de Instabilidade Emergente).

As unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial são aquelas que se encontram em seu estado natural e “(...) apesar de estarem em equilíbrio dinâmico, apresentam Instabilidade Potencial qualitativamente previsível face as suas características naturais **e sempre possível inserção antrópica**”

voçorocamento; o inverso caracteriza a instabilidade morfodinâmica: ravinamento ou voçorocamento predominando sobre a pedogênese.

⁸⁴ Para Romariz (2008), o ecossistema é um conjunto formado pelo ambiente físico (fatores pedológicos, climáticos, litológicos, hidrológicos) e pela comunidade de seres vivos. Toda comunidade de seres vivos ocupa um determinado biótopo e formam uma biocenose. O biótopo é a parte do ambiente físico em que se localiza uma biocenose. A biocenose, por sua vez, constitui uma comunidade biológica, uma comunidade de seres vivos, interdependentes, e que procuram utilizar, da melhor maneira possível, as condições oferecidas pelo biótopo. As ações dos seres vivos, um sobre os outros e no respectivo ambiente físico em que vivem, estruturam o ecossistema. Segundo Bressan (1996), o ecossistema é uma abordagem integrada da natureza, e ocupa-se da compreensão dos processos e das relações, procurando apreender um conjunto hierarquizado de fatos.

(ROSS, 1994, p. 66; grifo nosso).⁸⁵ Já as Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Emergente são aquelas que o ambiente foi modificado através dos desmatamentos e das mais variadas atividades econômicas, alterando a primitiva relação estabelecida entre clima, solo e vegetação.

Na prática, as Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial e as Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Emergente podem ser representadas em um mesmo mapa, caso a área de estudo apresente uma configuração territorial que determine essa diferenciação.

6.3.2. *Fatores para o estudo da fragilidade do relevo nas Unidades Ecodinâmicas*

Para elaboração do mapa “Unidades Morfodinâmicas de Fragilidades Potenciais e Emergentes” a partir do quinto nível taxonômico, o primeiro fator que precisa ser considerado, em ordem de importância, é a Fragilidade do Relevo. A esse fator devem ser associadas a Fragilidade dos tipos de solos e a Proteção do solo pela Cobertura Vegetal (MASSA; ROSS, 2012, p. 63). O último fator refere-se ao Impacto potencial da pluviometria, para o qual é atribuído diferentes níveis hierárquicos relacionados com um determinado comportamento pluviométrico. A esse respeito, Massa e Ross comentam:

É importante ressaltar que as informações climatológicas, especialmente aquelas relacionadas às **precipitações**, também constituem um fator de grande relevância para a análise da fragilidade ambiental, na medida em que estas **exercem ação direta na dinâmica do sistema ambiental**. A distribuição das precipitações regula o regime hídrico e exerce influência direta na evolução das formas do relevo por meio do **intemperismo e erosão**, principalmente pluvial e fluvial. (2012, p. 65; grifos nossos)

Desse modo, para análise da Fragilidade do Relevo no quinto e sexto nível taxonômico, devemos considerar, no total, cinco fatores, os quais citamos novamente: (i) Fragilidade do relevo; (ii) Fragilidade dos tipos de solos; (iii) Proteção do solo pela Cobertura Vegetal; (iv) Fragilidade da urbanização; e (v) Impacto potencial da pluviometria. Entretanto, é a Fragilidade do relevo, as suas declividades e respectivas categorias hierárquicas que irão definir, no

⁸⁵ A expressão *equilíbrio dinâmico* refere-se ao ponto de equilíbrio entre clima, solo e vegetação. É uma expressão diretamente relacionada com o termo *clímax*.

interior de uma Unidade Ecodinâmica, os possíveis graus de fragilidade existentes na unidade, ou seja, as manchas de fragilidade, conforme especificado no quadro a seguir:

Quadro 11 – Categorias hierárquicas de fragilidade para o relevo

Fator	Classificação da categoria hierárquica		Variável (declividade)	Observações
	Numérica	Qualitativa		
Fragilidade do relevo	1	Muito Fraca	0% a 2%	Refere-se aos terrenos planos e alto-relevos.
	2	Fraca	3% a 15%	Terrenos de baixa declividade com menores índices de erosão. Permite a agricultura mecanizada.
	3	Média	16% a 30%	Maior intensidade de processos erosivos; Vulnerável aos escorregamentos; limite para urbanização, dispensando estudos geotécnicos.
	4	Forte	31% a 50%	Acentuado potencial erosivo e de escorregamentos.
	5	Muito Forte	50% ou maior	Propícias aos escorregamentos; Proibido o corte raso da vegetação nativa.
	5	Muito Forte	2% ou menor	Relevo de Planície Fluvial.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Ross (2012), apud Martins (2016, p. 15)

Nota-se no quadro acima que a Fragilidade do Relevo apresenta a primeira variável ambiental a ser considerada para a análise da dinâmica das vertentes. Trata-se da declividade do relevo. Os intervalos definidos para a declividade do relevo variam conforme os processos comumente verificados em cada faixa. Para cada intervalo foi estabelecida uma hierarquia da fragilidade, variando de 1 até 5 (classificação numérica) ou de “muito fraca” a “muito forte” (classificação qualitativa).

À Fragilidade do Relevo são associados os outros fatores de análise com a finalidade de realizar um maior detalhamento da própria fragilidade do relevo, se amenizada por um desses fatores ou, por outro lado, potencializada. Os quadros a seguir detalham as variáveis de cada um desses fatores, assim

como as categorias hierárquicas da classificação de sua respectiva fragilidade, proteção ou impacto potencial.

Quadro 12 – Categorias hierárquicas de fragilidade para os tipos de solo

Fator	Classificação da categoria hierárquica		Variáveis (*)
	Numérica	Qualitativa	
Fragilidade dos tipos de solos	1	Muito Fraco	Terras profundas, bem drenadas, Latossolo arenoso-argiloso e argisolos e porosos.
	2	Fraco	Solos profundos, bem drenados, Latossolos arenosos de textura média
	3	Médio	Solos moderadamente profundos, textura média, Nitossolos e Nitossolo Vermelho Argiloso
	4	Forte	Solo raso com horizonte B muito espesso, Cambissolos com transição brusca
	5	Muito Forte	Solos rasos e rochosos ou arenosos, Neossolos
	5	Muito Forte	Solo orgânico, Gleissolo com alto hidromorfismo, Espodossolo e Tiomórficos

Obs.: Este fator considera a relação entre textura, estrutura, plasticidade, profundidade dos horizontes com as características do relevo, o clima, a litologia, a pedogênese e os fatores químicos e físicos das características dos solos.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Ross (2012), apud Martins (2016, p. 16)

(*) A nomenclatura dos solos corresponde ao que foi publicado no trabalho usado como referência para elaboração deste quadro.

Quadro 13 – Categorias hierárquicas para a proteção do solo pela cobertura vegetal e uso da terra

Fator	Classificação da categoria hierárquica		Variáveis
	Numérica	Qualitativa	
Proteção do solo pela cobertura vegetal	1	Muito Alta	Florestas primárias e secundárias com alto estágio de regeneração
	2	Alta	Florestas de savana densa, floresta com cobertura herbácea
	3	Média	Cultivos de ciclo longo com curvas e terraços entre ruas de café, laranja, mamão, sivilcutura, e pastagem de baixo pisoteio
	4	Baixa	Cultivos de ciclo longo sem cobertura entre ruas e de ciclo curto sem terraços
	5	Muito Baixa	Terras desflorestadas com práticas de queimada, solos expostos para cultivo e terraplanagem, cultivos de ciclo curto sem práticas de conservação

Obs.: Este fator não considera os tipos de uso e a ocupação das terras em áreas urbanas, onde predominam arruamento e edificações, por exemplo.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Ross (2012), apud Martins (2016, p. 16)

Quadro 14 – Categorias hierárquicas de fragilidade para a urbanização

Fator	Classificação da categoria hierárquica		Variáveis
	Numérica	Qualitativa	
Fragilidade da urbanização	1	Muito baixa	Predomínio de condições naturais com um estrato vegetal bem desenvolvido e/ou em estágio avançado de regeneração que favorece a infiltração, minimizando o escoamento pluvial. Setores de média urbanização situados em áreas mais elevadas que apresentam baixa declividade e contam com medidas estruturais e não estruturais para o controle das cheias, como caixas de sumidouro, canteiros permeáveis, obstáculos para redução na velocidade do escoamento, reservatórios para coleta e reuso de água da chuva.
	2	Baixa	Área urbanizada com drenagem eficiente, baixa declividade, presença de ações para controle das cheias, infiltração e redução do escoamento nas vias de circulação, nos lotes e nas construções.
	3	Média	Área urbanizada predominantemente impermeável com problemas de drenagem e constantes alagamentos e inundações. Ambientes com declividade praticamente nula, precariamente incorporados à drenagem, suscetíveis a inundações sazonais, que podem ter constituído antigas planícies de inundação de corpos hídricos e lacustres afetados ou não por atividades antropogênicas.
	4	Alta	Locais urbanizados e/ou semiurbanizados com precariedade nas construções e na infraestrutura para eventos pluviométricos de média/baixa intensidade. Áreas de inundação natural, como planícies lacustres e setores mais abrigados das planícies fluviais e fluviomarinhas.
	5	Muito Alta	Áreas críticas que deveriam ser destinadas à manutenção de sua funcionalidade sistêmica original. Ausência de infraestrutura e total precariedade dos constructos humanos, fruto do uso e ocupação desordenados do solo. Ambientes naturalmente favoráveis à inundação, tais como corpos hídricos e planícies de inundação. Setores com grande declividade suscetíveis a movimentos de massa.

Obs.: A classe de fragilidade deste fator está diretamente associada com a proteção do solo pela cobertura vegetal e com a presença, ausência ou mesmo ineficiência dos sistemas de drenagem e dos sistemas de coleta de lixo, distribuição de água tratada e coleta de esgotos, conforme já havíamos esboçado em outra oportunidade (MACHADO, 2004).

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Santos (2011, p. 86)

Quadro 15 – Categorias hierárquicas para o impacto potencial da pluviometria

Fator	Classificação da categoria hierárquica		Variáveis
	Numérica	Qualitativa	
Impacto potencial da pluviometria	1	Muito fraco	Distribuição regular dos índices pluviométricos durante o ano, com volumes anuais não muito acima de 1000 mm/ano.
	2	Fraco	Distribuição regular dos índices pluviométricos durante o ano, com volumes anuais não muito acima de 2000 mm/ano.
	3	Médio	Distribuição desigual das chuvas durante o ano, com períodos secos entre 2 a 3 meses no inverno; verões com altas intensidades de chuvas de dezembro a março, com volumes pluviométricos entre 1300 a 1600 mm/ano.
	4	Forte	Distribuição desigual das chuvas durante o ano, com período seco entre 2 a 3 meses e altas concentrações de chuva no verão entre novembro e abril, quando há 70% a 80% do total das chuvas, com volumes entre 1600 a 1800 mm/ano.
	5	Muito Forte	Distribuição regular ou irregular das chuvas durante o ano, com altos volumes anuais excedendo 2500 mm/ano, ou ainda comportamento irregular das chuvas durante o ano, com episódios de alta intensidade das chuvas e baixos volumes pluviométricos anuais, geralmente abaixo dos 900 mm/ano (semiárido).

Obs.: Categoria hierárquica fixa em um mapa de Unidades Ecodinâmicas, pois se refere aos índices pluviométricos de uma determinada região.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Ross (2012), apud Martins (2016, p. 17)

Os quadros apresentados anteriormente são reveladores das variáveis que podem ser relacionadas com cada fator, e são complementares aos Quadros 2 e 3. O levantamento dos dados referentes a essas variáveis deve ser realizado considerando-se diversas estratégias ou procedimentos. Por exemplo, no caso da declividade das vertentes, é necessário elaborar o mapa clinográfico ou de declividade com base em um mapa topográfico, no qual constam as curvas de nível. A vegetação pode ser avaliada a partir de fotografias aéreas e imagem de satélite. O mesmo procedimento pode ser adotado para gerar o mapa de uso e ocupação das terras, base para avaliar a urbanização. Em todos os casos, incluindo os tipos de solo, é necessária a realização de levantamentos de campo. Porém, antes do trabalho de campo,

ou mesmo de elaborar o mapa de uso e ocupação das terras, que inclui a vegetação e a urbanização, é prudente realizar, conforme sabemos, o levantamento bibliográfico sobre os temas referentes à área de estudo, isto é, conferir se o local já foi objeto de estudo e mapeamento do ponto de vista do relevo (declividade), os tipos de solo e o uso e ocupação das terras na escala 1:25.000 ou maiores. Obviamente, esse levantamento também deve considerar as características de cada variável, o significado dos dados que devem ser levantados, o que requer a consulta da literatura especializada sobre cada assunto.

A respeito da pluviometria, cabe salientar que dificilmente o dado referente a esse fator irá variar em um mapa de Unidades Ecodinâmicas. Isso porque o comportamento pluviométrico apresenta variações que só podem ser identificadas nas macroescalas (perspectiva regional) e mesoescalas (perspectiva municipal).

6.3.3. Fatores complementares para análise da fragilidade: alguns exemplos

É evidente que outros elementos podem ser considerados na organização das aulas que pretendem avaliar a fragilidade de uma ou mais vertentes. A proposta da Análise da Vulnerabilidade Natural à Erosão (CREPANI et. al., 2001), por exemplo, coloca em evidência a vulnerabilidade à denudação das rochas para elaboração do Mapa de Unidades Territoriais Básicas (UTBs):

Quadro 16 – Vulnerabilidade à denudação das rochas mais comuns (escala)

Escala de vulnerabilidade à denudação das rochas mais comuns					
Quartzitos ou metaquartzitos	1,0	Milonitos, Quartzo muscovita, Biotita, Clorita xisto	1,7	Arenitos quartzosos ou ortoquartzitos	2,4
Riólito, Granito, Dacito	1,1	Piroxenito, Anfibolito Kimberlito, Dunito	1,8	Conglomerados, Subgrauvacas	2,5
Granodiorito, Quartzo Diorito, Granulitos	1,2	Hornblenda, Tremolita, Actinolita xisto	1,9	Grauvacas, Arcózios	2,6
Migmatitos, Gnaisses	1,3	Estauroлита xisto, Xistos granatíferos	2,0	Siltitos, Argilitos	2,7
Fonólito, Nefelina Sienito, Traquito, Sienito	1,4	Filito, Metassiltito	2,1	Folhelhos	2,8
Andesito, Diorito, Basalto	1,5	Ardósia, Metargilito	2,2	Calcários, Dolomitos, Margas, Evaporitos	2,9
Anortosito, Gabro, Peridotito	1,6	Mármore	2,3	Sedimentos Inconsolidados: Aluviões, Colúvios etc.	3,0

Fonte: Crepani et.al. (2001, p. 74).

Nas rochas com menor grau de vulnerabilidade, das quais se destacam os quartzitos, tem-se a tendência à pedogênese (processo de formação dos solos), ou seja, de estabilidade das unidades de paisagem natural.

Além das rochas, as feições geomórficas também podem ser associadas aos fatores Fragilidade do relevo, Fragilidade dos tipos de solo, Proteção do solo pela cobertura vegetal, Fragilidade da Urbanização e Impacto Potencial da Pluviometria para avaliar a fragilidade de uma ou mais vertentes. Segundo Massa,

(...) a associação das classes de declividade aos graus de fragilidade do relevo, nem sempre pode ser considerada válida, considerando que as formas das vertentes desempenham um papel crucial em relação à perda de solo. **Vertentes com menor declividade podem constituir ambientes de maior fragilidade em função de sua morfologia.** Em contrapartida, também em razão desta, **vertentes com declividades maiores podem ser ambientes menos frágeis do que se espera a princípio.** (2008, p. 111; grifos nossos)

Assim sendo, segue o quadro com a descrição da morfodinâmica natural e antropogênia segundo diferentes feições geomórficas, conforme proposta de Fujimoto (2009):

Quadro 17 – Morfodinâmica segundo diferentes feições geomórficas

Unidades de vertente	Morfodinâmica Natural	Morfodinâmica Antropogênica
Retilíneo	Tendência a uma menor infiltração e predominância ao escoamento superficial difuso nas altas e médias vertentes, passando a concentrado nas baixas vertentes.	Diminuição da pouca capacidade de infiltração; diminuição do escoamento superficial difuso nas altas e médias vertentes, passando a ocorrer com mais intensidade o escoamento superficial concentrado e intensificação do escoamento superficial nas baixas vertentes.
Côncavo	Os processos de escoamento superficial difuso e concentrado superam a infiltração e o escoamento subsuperficial.	Tendência à intensificação do escoamento superficial concentrado devido à diminuição significativa da capacidade de infiltração.
Convexo	Tendência a uma menor infiltração e predominância ao escoamento superficial difuso nas altas e médias vertentes, passando a concentrado nas baixas vertentes.	Diminuição da pouca capacidade de infiltração; diminuição do escoamento superficial difuso nas altas e médias vertentes, passando a ocorrer com mais intensidade o escoamento superficial concentrado e intensificação do escoamento superficial concentrado nas baixas vertentes.
Topo plano	Tendência a uma predominância à infiltração e ao escoamento subsuperficial.	Diminuição da infiltração e do escoamento subsuperficial e aumento significativo do escoamento superficial.

Fonte: Fujimoto, (2009, p. 104-105)

Com o objetivo de demonstrar a aplicabilidade dos mapas de declividade na avaliação dos processos erosivos e no estabelecimento de diretrizes para o uso e ocupação das terras, Granell-Pérez (2009) elaborou um quadro com algumas das muitas relações que podem ser estabelecidas entre as declividades do terreno, os processos de erosão e atividades passíveis de serem desenvolvidas para cada faixa de declividade estabelecida. Este quadro também pode ser considerado na reflexão sobre o grau de fragilidade do relevo estabelecido em um mapa de Unidades Ecodinâmicas.

Quadro 18 – Relação entre declividades, morfologia, processo de erosão e atividades

Declividades	Morfologia	Processo de Erosão	Atividades
0° - 2°. 0% a 3,5%. Terreno plano ou quase plano.	Planície aluvial (várzea), terraço fluvial, superfície de erosão.	Sem perdas de solos e escorregamentos.	Agricultura mecanizada, urbanização, infra-estruturas viárias.
2° - 5°. 3,5% a 8,7%. Declividade fraca.	Ondulações suaves, fundos de vale, superfícies tabulares.	Início de solifluxão, escoamento difuso e laminar. Sulcos.	Agricultura com conservação ligeira. Aceitável para urbanização.
5° - 15°. 8,7% a 26,8%. Declividade média a forte.	Encostas de morros, relevos estruturais monoclinais do tipo cuesta.	Movimentos de massa, escoamento laminar, creep, escorregamentos. Sulcos, ravinas.	Agricultura com conservação moderada a intensiva. Mecanização impossível >7°. Pouco apto para urbanização e infra-estruturas.
15° - 25°. 26,8° a 46,6%. Declividade forte a muito forte.	Encostas serranas, escarpas de falha e de terraços.	Erosão linear muito forte, destruição de solos, escorregamentos, queda de blocos.	Pecuária, florestamento. Não apto para urbanização e infra-estruturas.
25° - 35°. 46,6% a 70%. Terreno íngreme ou abrupto.	Relevos estruturais tipo hogback, alcantilados costeiros, cristas.	Erosão linear muito forte, escorregamentos, queda de blocos, avalanches.	Uso florestal.
>35° >70°. Terreno muito íngreme ou escarpado	Paredões e escarpas em canhões ou vales muito encaixados, cornijas.	Quedas em massa, escorregamentos, colapsos.	Limite para uso florestal.

Fonte: Granell-Pérez (2009, p. 78)

Em sala de aula, a partir dessa tabela, por exemplo, é possível elaborar cenários imaginários, assim como trabalhar com cenários existentes (reais) ou mesmo possíveis, que tematizem o uso e ocupação das terras em relação à declividade do terreno, por exemplo. Ao mesmo tempo, essa tabela também indica quais são as variáveis que os alunos devem selecionar, agrupar e empregar para se referir à dinâmica de uma ou mais vertentes, a serem consideradas nos IAMs.

Desse modo, o ponto central para organização de uma SD, por exemplo, que visa o ensino da Morfodinâmica não são os IAMs, mas o problema que será investigado pelos alunos, as variáveis que serão empregadas para investigação do problema em pauta. Isso significa que os IAMs delimitam o tipo de raciocínio a ser desenvolvido em aula (as ações fundamentais), mas não as variáveis ambientais e os processos que podem compor as tarefas de uma SD, a serem considerados no processo de avaliação, ou seja, incorporados aos IAMs.

6.4. O mapa das Unidades Ecodinâmicas do Córrego do Bispo

6.4.1. Apresentação do mapa

Adiante, para melhor esclarecer o que discutimos nos itens anteriores sobre a Morfodinâmica e a metodologia da Análise da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados, apresentamos um mapa das Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial e Emergente da Bacia do Córrego do Bispo (MASSA; ROSS, 2012), área localizada na Serra da Cantareira, São Paulo, capital. Entretanto, é bom salientar, nesse trabalho as classes de fragilidade para o relevo, fragilidade dos tipos de solo e os graus de proteção do solo em função da cobertura vegetal foram estabelecidos com base em Ross (1994), artigo que apresentou a versão inicial da metodologia da Análise da Fragilidade. Assim, as classes de fragilidade consideradas para a definição dos graus de fragilidade para cada indicador neste mapa foram:

Quadro 19 – Classes de fragilidade do relevo (proposta original – 1994)

Fator	Classificação da categoria hierárquica		Variável (declividade)
	Numérica	Qualitativa	
Fragilidade do relevo	1	Muito Fraca	até 6%
	2	Fraca	de 6 a 12%
	3	Média	de 12% a 20%
	4	Forte	de 20% a 30%
	5	Muito Forte	acima de 30%

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Ross (1994, p. 66)

Quadro 20 – Classes de fragilidade dos tipos de solos (proposta original – 1994)

Fator	Classificação da categoria hierárquica		Variáveis (*)
	Numérica	Qualitativa	
Fragilidade dos tipos de solos	1	Muito Baixa	Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho Escuro e Vermelho Amarelo textura argilosa
	2	Baixa	Latossolo Amarelo e Vermelho Amarelo textura média/argilosa
	3	Média	Latossolo Vermelho Amarelo, Terra Roxa, Terra Bruna, Podzólico Vermelho Amarelo textura média/argilosa.
	4	Forte	Podzólico Vermelho Amarelo textura média/arenosa, Cambissolos
	5	Muito Forte	Podzolizados com cascalho, Litólicos e Areias Quartzosas

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Ross (1994, p. 66)

(*) A nomenclatura dos solos corresponde ao que foi publicado no trabalho usado como referência para elaboração deste quadro.

Quadro 21 – Graus de proteção aos solos pela cobertura vegetal (proposta original – 1994)

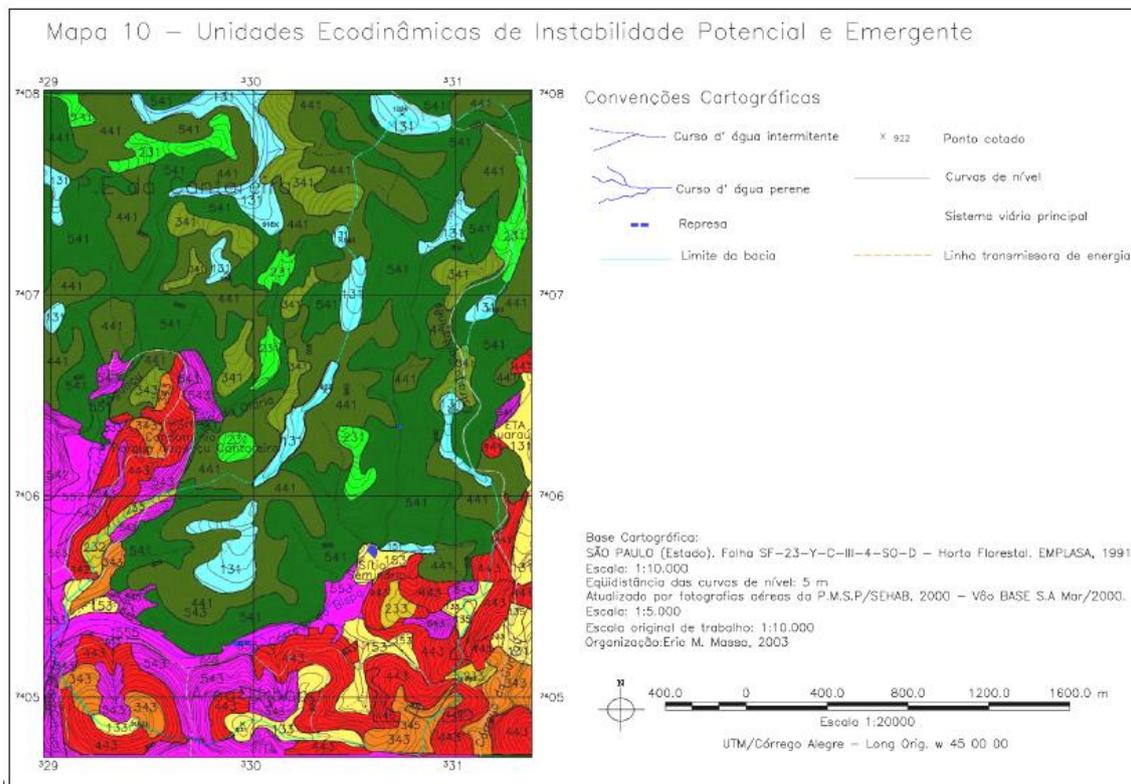
Fator	Classificação da categoria hierárquica		Variáveis
	Numérica	Qualitativa	
Proteção aos solos pela cobertura vegetal	1	Muito Alta	Florestas/Matas naturais, florestas cultivadas com biodiversidade.
	2	Alta	Formações arbustivas naturais com estrato herbáceo denso, formações arbustivas densas (mata secundária, Cerrado Denso, Capoeira Densa). Mata Homogênea de Pinus densa, Pastagens cultivadas com baixo pisoteio de gado, cultivo de ciclo longo como o cacau.
	3	Médio	Cultivo de ciclo longo em curvas de nível/terraceamento como café, laranja com forrageiras entre ruas, pastagens com baixo pisoteio, silvicultura de eucaliptos com sub-bosque de nativas.
	4	Baixa	Cultura de ciclo longo de baixa densidade (café, pimenta do reino, laranja com solo exposto entre ruas), culturas de ciclo curto, arroz, trigo, feijão, soja, milho, algodão com cultivo em curvas de nível/terraceamento.
	5	Muito Baixa	Áreas desmatadas e queimadas recentemente, solo exposto por arado/gradeação, solo exposto ao longo de caminhos e estradas, terraplenagens, culturas de ciclo curto sem práticas conservacionistas.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Ross (1994, p. 68-69)

No mapa das Unidades Ecodinâmicas da Bacia do Córrego do Bispo, as categorias adotadas para avaliação do comportamento pluviométrico são as mesmas apresentadas no Quadro “Categorias Hierárquicas para o impacto potencial da pluviometria”.

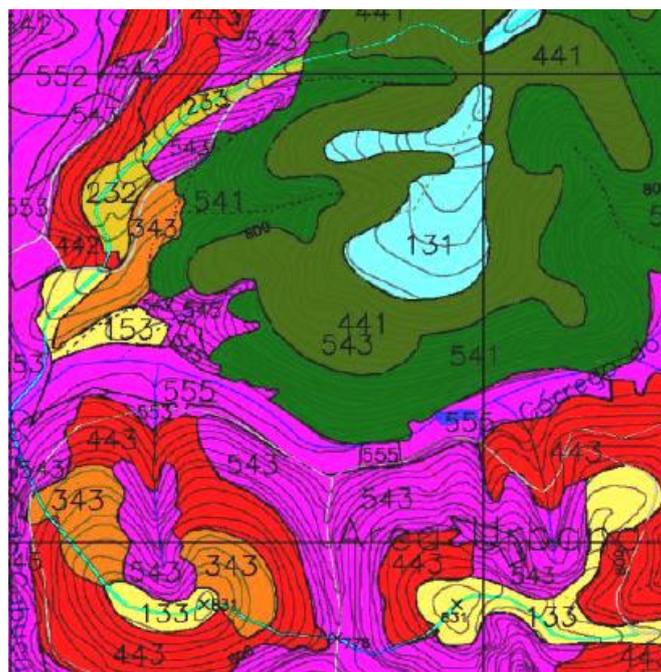
Adiante, temos o mapa das Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial e Emergente da Bacia do Córrego do Bispo, seguido de sua respectiva legenda integrada.

Figura 23 – Mapa das Unidades Ecodinâmicas da Bacia do Córrego do Bispo



Fonte: Massa e Ross (2012, p. 74).

Figura 24 – Unidades Ecodinâmicas do Córrego do Bispo
(fragmento selecionado)



Fonte: Massa e Ross (2012, p. 74).

Obs.: As áreas do mapa (polígonos) foram delimitadas a partir da declividade do terreno (fator fragilidade do relevo). Nota-se o conjunto de algarismos arábicos no interior de cada polígono que permitem avaliar com maior exatidão a Morfodinâmica.

Quadro 22 – Legenda Temática Integrada da Bacia do Córrego do Bispo

Unidades Ecodinâmicas Estáveis ou de Instabilidade Potencial			Unidades Ecodinâmicas Instáveis ou de Instabilidade Emergente		
Grau de Fragilidade	Simbologia	Ocorrências na área de estudo	Grau de Fragilidade	Simbologia	Ocorrências na área de estudo
Muito Fraco		1313, 1513	Muito Fraco		1313, 1333, 1353
Fraco		2313	Fraco		2323, 2333
Médio		3413	Médio		3433, 3453
Forte		4413	Forte		4413, 4423, 4433, 4453,
Muito Forte		5413, 5513	Muito Forte		5413, 5423, 5433, 5453, 5523, 5533, 5553

Fonte: Massa e Ross (2012, p. 75).

Conforme podemos notar no mapa, os graus de fragilidade das Unidades Ecodinâmicas e, conseqüentemente, as cores da legenda e a sua organização são estabelecidas a partir dos níveis hierárquicos definidos para o relevo, o primeiro fator em ordem de importância, conforme já comentado. Para auxiliar na interpretação do mapa, na parte inferior da Legenda Temática ainda encontramos a seguinte explicação:

(...) O primeiro algarismo refere-se ao grau de fragilidade em função das classes de declividade; o segundo ao grau de fragilidade de acordo com o tipo de solo, o terceiro ao grau de proteção de acordo com o uso da terra/ cobertura vegetal e o quarto ao grau de

fragilidade de acordo com as características pluviométricas (...). (MASSA; ROSS, 2012, p. 75)

O mapa das Unidades Ecodinâmicas da Bacia do Córrego do Bispo ainda conta com uma legenda expandida (quadro) que detalha quais são os tipos de solo verificados na área de estudo, assim como a cobertura vegetal e uso das terras, a declividade das vertentes e as características pluviométricas. O quadro foi organizado da seguinte forma: nas três primeiras colunas, temos as informações referentes à declividade das vertentes e aos tipos de solo em associação com os respectivos graus de fragilidade; o grau de proteção do solo pela cobertura vegetal é verificado na quarta e quinta colunas; e o grau de fragilidade tendo em vista as características pluviométricas está na sexta e sétima colunas.⁸⁶

Quadro 23 – Legenda expandida do Córrego do Bispo

Grau de Fragilidade	Classes de Declividade do Relevo	Tipos de Solos (Ocorrências na área de estudo)	Grau de Proteção	Uso/ Cobertura Vegetal (Ocorrências na área de estudo)	Grau de Fragilidade	Características Pluviométricas (Ocorrências na área de estudo)
1 - Muito Fraca	0 a 6%	Sem ocorrência	1- Muito Alto	Floresta (Mata Atlântica), ETA Guaráú	1- Muito Baixa	Sem ocorrência
2 - Fraca	6 a 12%	Sem ocorrência	2 - Alto	Mata secundária	2- Baixa	Sem ocorrência
3 - Média	12 a 20%	Argissolos VA + Latossolos VA	3 - Média	Urbano com loteamento organizado, Área Verde urbana Silvicultura, Capoeira, Área Rural	3 - Média	Situação pluviométrica com distribuição anual desigual, com períodos secos entre 2 e 3 meses no inverno, e no verão com maiores intensidades de dezembro a março.
4 - Forte	20 a 30%	Argissolos VA + Cambissolos Háplicos e Cambissolos Háplicos + Argissolos VA	4 - Baixo	Loteamento de alto padrão parcialmente ocupado	4 - Forte	Sem ocorrência
5 - Muito Forte	0 a 6% (planície fluvial) e acima de 30%	Gleissolos Melânicos	5 – Muito Baixo	Urbano com ocupação desordenada, Loteamento clandestino desocupado, Solo exposto, Cortes e Aterros	5 – Muito Forte	Sem ocorrência

Fonte: Massa e Ross (2012, p. 75).

Uma área (polígono) destacada com a cor amarela no mapa apresenta um grau de fragilidade do relevo muito fraco. O conjunto de algarismos arábicos 133 presente nesta área, próximo dos pontos cotados 831m (ver fragmento selecionado do mapa) especifica que ela apresenta declividade de até 6% (primeiro algarismo), um solo com média fragilidade, ou seja, propenso aos processos erosivos (segundo algarismo) e proteção dos solos pela cobertura vegetal considerada média (terceiro algarismo). O quarto algarismo

⁸⁶ Neste texto, a pluviometria não foi abordada como uma variável que apresenta “graus de fragilidade”, mas sim como indicador que, dependendo das suas características, pode impactar de modo mais ou menos intenso determinada região, influenciando, desse modo, no grau de fragilidade dos outros indicadores, quais sejam: a fragilidade do relevo e a fragilidade dos tipos de solo.

seria relativo à pluviometria, mas ele não foi indicado no mapa pois não varia nessa escala de representação, conforme já comentado. A área de estudo apresenta “Distribuição desigual das chuvas durante o ano, com períodos secos entre 2 a 3 meses no inverno; verões com altas intensidades de chuvas de dezembro a março, com volumes pluviométricos entre 1300 a 1600 mm/ano” (médio impacto potencial).

Uma conclusão preliminar que pode ser elaborada a partir desses dados é: na área em foco, pode ocorrer algum tipo de erosão, caso a cobertura vegetal seja totalmente retirada, apesar do terreno apresentar baixa declividade. Entretanto, processos erosivos já podem estar ocorrendo nesses setores do relevo, principalmente entre os meses de dezembro a março (período com altas intensidades de chuvas), uma vez que a cobertura vegetal existente na área protege parcialmente o solo. Desse modo, é provável que a área delimitada no mapa encontre-se em uma faixa de transição, entre o equilíbrio e o desequilíbrio morfodinâmico (pedogênese impactada pela erosão).

6.4.2. Leitura, análise e interpretação do mapa

- A legenda do Mapa das Unidades Ecodinâmicas da Bacia do Córrego do Bispo

Na bacia hidrográfica do Córrego do Bispo, temos uma área poupada da ação humana, encontrando-se em seu estado natural, o que levou à definição de duas áreas distintas: Unidade Ecodinâmica de Instabilidade Potencial e Unidade Ecodinâmica de Instabilidade Emergente. A existência dessas duas áreas fica evidente na legenda expandida do mapa, na sua organização. As relações entre os graus de fragilidade são representadas por uma ordem visual crescente construída com as cores que passam do claro para o escuro. No caso das Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial, foram empregadas cores frias e, nas Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Emergente, cores quentes, para indicar a hierarquia da fragilidade do relevo.

- Mapa das Unidades Ecodinâmicas da Bacia do Córrego do Bispo: um mapa analítico

Neste mapa verificamos elementos em superposição (o mapa topográfico abaixo do mapa temático da fragilidade e as manchas de fragilidade sob o conjunto de algarismos arábicos), assim como elementos em justaposição (conjuntos de algarismos arábicos distribuídos pelo mapa). Conforme comentado, o mapa temático das Unidades Ecodinâmicas foi elaborado sobre um mapa topográfico, no caso, na escala 1:10.000. Notam-se as curvas de nível e os pontos cotados do mapa topográfico sob o tema do mapa temático, os graus de fragilidade das vertentes. Desse modo, o mapa topográfico serviu como fundo para o mapa temático das fragilidades.

- Mapa das Unidades Ecodinâmicas da Bacia do Córrego do Bispo: um mapa analítico associado a um mapa síntese

O mapa das Unidades Ecodinâmicas do Córrego do Bispo também apresenta uma representação cartográfica derivada de um raciocínio de síntese, que são as manchas de fragilidade do relevo. Cada classe de declividade está associada com uma possível dinâmica ou processo (erosão nas vertentes de média declividade; movimentos de massa nas vertentes de alta declividade; predomínio da pedogênese nos altos relevos planos como os interflúvios e os topos de morro; deposição de sedimentos nos relevos planos situados nos fundos de vale). Vistos de modo isolado do seu conjunto (o Mapa das Unidades Ecodinâmicas), os polígonos que indicam os graus de fragilidade do relevo formam um mapa-síntese, pois delimitam agrupamentos de áreas (áreas com diferentes graus de fragilidade) caracterizadas através de agrupamentos de variáveis – classes de declividade e processos /potencialidades relacionados(as) a cada classe.

Assim sendo, o mapa-síntese das unidades de relevo evidencia conexões entre elementos distintos do meio físico (a declividade com os respectivos processos predominantes), correlação sumarizada através de uma tipologia, que é o grau de fragilidade do relevo, o qual varia de muito fraco a muito alto. A tipologia é a fusão dos elementos distintos considerados na análise, ou seja, da declividade e dos processos. Cabe destacar que essa tipologia é previamente definida na proposta da Análise da Fragilidade (1994) e estudos decorrentes desse artigo. Para definição dos graus de fragilidade do relevo, nesse caso cabe ao mapeador apenas elaborar o mapa de declividades a partir das classes de declividade estabelecidas de antemão na metodologia.

- Mapa das Unidades Ecodinâmicas da Bacia do Córrego do Bispo: uma representação analítica ordenada de correlações

Concluimos que o mapa em foco pode ser entendido como um “mapa analítico ordenado de correlações”, pois, além de representar elementos em superposição e justaposição para deprendermos laços de causa e efeito entre eles, apresenta relações entre objetos segundo uma ordem. A fragilidade do relevo foi definida tendo em vista uma hierarquia (do grau muito fraco ao grau muito forte), ordenação devidamente explicitada na legenda temática.

Nota-se a significativa quantidade de informações presente no mapa do Córrego do Bispo. Faz-se necessário realizar o agrupamento de lugares pelo agrupamento de variáveis, nomear esses agrupamentos de lugares, criando com isso tipologias e, assim, elaborar um mapa síntese das fragilidades. A elaboração desse mapa-síntese será, necessariamente, condicionada por um objetivo, por uma pergunta que pode ser respondida com base na leitura das informações do mapa analítico. Desse modo, consideramos que, a partir do mapa das Unidades Ecodinâmicas do Córrego do Bispo podemos elaborar diversos tipos de mapas-síntese, que irão destacar tipos de ambientes, e não mais a fragilidade do relevo.⁸⁷

6.5. Os IAMs e o a Morfodinâmica

O mapa de Unidades Ecodinâmicas do Córrego do Bispo é um exemplo de como a investigação da dinâmica das vertentes está diretamente relacionada com a seleção de dados (no momento em que se faz, por exemplo, o levantamento dos tipos de solo e cobertura vegetal, detalhados na legenda expandida), a elaboração de tipologias (como as manchas da fragilidade do relevo) e a construção de hipóteses (entendendo o conteúdo do mapa e a sua legenda temática como um resultado aproximativo e indicativo dos diferentes graus de fragilidade). Desse modo, esse mapa demanda do seu elaborador, da pessoa que o construiu, o desenvolvimento dos três indicadores considerados nos IAMs, ou seja, do raciocínio analítico, de síntese e por hipótese. Ao

⁸⁷ Confira um breve ensaio de elaboração de mapas síntese a partir da proposta da Análise da Fragilidade, considerando-se o relevo no quinto nível taxonômico, no trabalho desenvolvido por Machado (2004).

esmiuçarmos o mapa das Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial e Emergente da Bacia do Córrego do Bispo, procuramos demonstrar que o estudo da Morfodinâmica requer um verdadeiro esforço de análise, síntese e construção de hipóteses a partir de diferentes variáveis ambientais.

6.6. Análise da fragilidade no quinto e sexto nível taxonômico: resumo da metodologia

A Fragilidade do relevo é um sinal do grau de estabilidade ou instabilidade morfodinâmica. Quando se constata, por exemplo, o predomínio de processos mecânicos atuando de modo tênue, com lentidão, temos um quadro de estabilidade morfodinâmica. Por outro lado, a ocorrência de processos erosivos agressivos, com rápida degradação dos solos, aponta para um quadro de instabilidade morfodinâmica.

O quadro abaixo apresenta uma síntese da estrutura da proposta metodológica da Análise da Fragilidade dos ambientes naturais e antropizados discutida neste texto:

Quadro 24 – Resumo da Análise da Fragilidade (quinto e sexto nível taxonômico)

Metodologia	Destaque no quinto e sexto nível taxonômico	Fatores	Resultado final
Análise da Fragilidade dos ambientes naturais e antropizados	Graus de Fragilidade do Relevo a partir da sua declividade	Fragilidade do Relevo, Fragilidade dos tipos de solo, Grau de proteção dos solos pela cobertura vegetal, Fragilidade da Urbanização, Impacto Potencial da Pluviometria	Mapa das Unidades Ecodinâmicas de Fragilidades Potenciais e Emergentes

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Ross (1992; 1994).

Ao destacar o problema dos processos erosivos nas vertentes, a Análise da Fragilidade é uma via de acesso para o entendimento dos processos modificadores das condições de distribuição dos organismos vivos, portanto, de modificação dos ecossistemas. O excerto abaixo apresenta algumas justificativas para essa afirmação:

O processo erosivo é importante na modificação da morfologia continental, possuindo vários agentes causadores tais como: vento, mar, cursos d'água, chuva e gelo. O vento tem a capacidade de carregar as partículas que compõem a camada superficial do solo e depositá-las a grandes distâncias, modificando os ecossistemas, como ocorre nos litorais arenosos e danificando coberturas vegetais e alguns ambientes lacustres. As chuvas, quando torrenciais ou constantes, arrastam imensas quantidades de solo, depositando-as em depressões, e deixando para trás uma superfície arrasada e modificada quanto ao padrão de distribuição biótica.

A erosão marinha é responsável pela constante modificação do litoral, enquanto que a fluvial e a provocada pelo degelo, atuam mais significativamente nos vales, aprofundando-os cada vez mais, e nas margens. (PEREIRA; ALMEIDA, 2000, p. 218)

A definição dos graus de fragilidade da vertente, portanto, não deixa de ser um recorte de estudo dos ecossistemas. Quanto mais intenso os processos erosivos – o que caracteriza um quadro de instabilidade morfodinâmica –, maior é a probabilidade de alteração de um determinado padrão de distribuição biótica.

A fragilidade da urbanização acrescenta outras problemáticas no estudo da fragilidade do relevo. É um fator que destaca os sistemas de engenharia (infraestruturas, medidas estruturais e não estruturais), as consequências da sua ausência ou operação inadequada na morfodinâmica de um determinado local. Os processos físicos citados nesse componente foram a infiltração, que minimiza o escoamento pluvial, os alagamentos, as inundações e os movimentos de massa, associados com algum grau de urbanização.

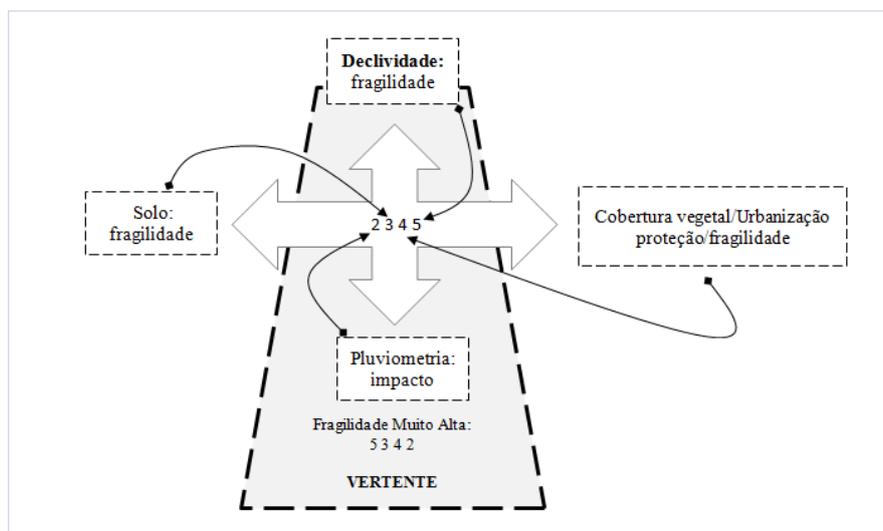
Podemos concluir que estudar a fragilidade do relevo é muito mais do que analisar a suscetibilidade de uma vertente aos processos erosivos ou às inundações. Envolve (pode envolver) questões éticas, transdisciplinares. Isso significa a busca do entendimento da paisagem em sua totalidade. É uma procura, um esforço, uma ousadia metodológica, mirando o *espaço total*.

Na escola, os fatores considerados para a Análise da Fragilidade podem subsidiar no planejamento de aulas que visam ao ensino da Morfodinâmica. Os IAMs, por sua vez, apoiam-se no processo de avaliação da aprendizagem dos alunos. Consiste em entender a análise morfodinâmica como um meio para o desenvolvimento do raciocínio dos alunos e de investigação dos lugares.

6.7. A Morfodinâmica e o feixe de relações

Uma Unidade Ecodinâmica ou Morfodinâmica é caracterizada por uma verdadeira rede conceitual. Com a construção dessas unidades, a percepção do relevo deixa de ser mediada pelos sentidos e passa a ser mediada por um feixe de relações, as quais podem, paulatinamente, ficar cada vez mais abstratas, conforme passamos da análise para a síntese, ou seja, à medida que desenvolvemos o raciocínio, os IAMS. A ilustração abaixo é um exemplo de feixe de relações que pode ser estabelecido no estudo de uma vertente com base na proposta metodológica da Análise da Fragilidade:

Figura 25 – Feixe de relações na proposta da Análise da Fragilidade



Fonte: Elaborado pelo autor.

Procuramos aqui responder a algumas perguntas, mas a busca pela solução de um problema sempre amplia a zona do desconhecido para a pessoa e, com sorte, para a ciência, ou traz a necessidade de tornar explícito o conhecimento tácito. Desse modo, salientamos, não nos detivemos nos fundamentos teóricos da proposta metodológica da Análise da Fragilidade, tampouco nos possíveis procedimentos operacionais para análise empírica da fragilidade. Nossa atenção esteve voltada para os aspectos estruturantes da proposta, no caso, os fatores, componentes ou itens que concorrem para a

análise da fragilidade do relevo, e que também podem inspirar a organização das aulas voltadas ao ensino da Morfodinâmica e subsidiar no processo de avaliação do aluno, tendo em vista os IAMs. A teoria geral dos sistemas, o modelo teórico dos ecossistemas e o conceito de Unidades Ecodinâmicas discutido por Jean Tricart, apesar de fundamentais para o entendimento da referida proposta, serão objeto de discussão mais sistemática em outra oportunidade, quando o foco central não for os IAMs.

No próximo capítulo, iniciamos a demonstração da nossa hipótese, isto é, empregamos os IAMs para avaliação da aprendizagem dos alunos participantes da aplicação de uma SD, cujas tarefas já foram descritas e comentadas anteriormente. Entretanto, nesta primeira aproximação dos IAMs com o ambiente escolar, não perdemos a oportunidade de fazer algumas considerações sobre o processo de aprendizagem desencadeado com a SD com base nas ideias (conceitos, noções, teses de alguns autores) apresentadas e desenvolvidas na pesquisa bibliográfica, que sustentam e justificam os próprios IAMs.

O centro do debate será as respostas dos alunos, suas devolutivas para as tarefas da SD, matéria-prima de nossa pesquisa documental. Mas qual significado podemos atribuir para essas respostas, ou seja, para as externalizações dos estudantes? É neste momento que entra em cena os IAMs estruturados segundo as “Fichas para Avaliação do Raciocínio” e, inicialmente, alguns dos principais referenciais teóricos utilizados para a sua elaboração.

7. DADOS EMPÍRICOS SOBRE A APRENDIZAGEM DA MORFODINÂMICA

7.1. Introdução

A aplicação do nosso instrumento de pesquisa ou SD remete a um período anterior à realização desta tese, pois ocorreu no primeiro semestre do ano de 2011. Desse modo, a aplicação do instrumento antecede a própria elaboração dos IAMs, assim como a nossa preocupação em demonstrar a possibilidade de avaliar a aprendizagem dos alunos a partir desses indicadores. Como o instrumento é anterior à elaboração dos IAMs, cabe registrar aqui que a SD também foi uma referência para a organização desses indicadores.

Conforme já comentado, durante três semanas seguidas participaram da aplicação do instrumento 118 alunos com idade média de 14 anos inscritos na última série do Ensino Fundamental, a oitava série (8^o séries A, B, C e D), atualmente denominada de nono ano. A execução ficou sob a exclusiva responsabilidade do professor de Geografia das turmas na época, pesquisador responsável pela presente pesquisa, e ocorreu mediante autorização da gestão da escola.

Foram necessárias nove aulas de 45 minutos cada para os alunos realizarem todas as tarefas que compunham a SD, as quais ocorreram no período em que os estudantes frequentavam a escola (matutino), na classe (turma) que estavam matriculados (cerca de 30 alunos por sala) e durante as aulas de Geografia, conforme pré-definido na grade horária da escola.

Não houve intervenção do professor/pesquisador no que se refere ao esclarecimento de dúvidas dos estudantes ou mesmo atendimento às solicitações de uma explicação adicional. Realizadas geralmente em dupla, as tarefas que compõem o instrumento foram impressas e as folhas continham, além do enunciado de cada tarefa, espaços destinados para os estudantes registrarem suas respostas, conforme apresentamos no capítulo 4.

Cabe salientar que, para a realização das tarefas, os alunos deveriam utilizar apenas os materiais que comumente levam para a escola, como lápis,

caneta esferográfica e régua. As folhas que compunham a SD eram entregues pelo professor/pesquisador no início de cada aula e recolhidas assim que os alunos terminavam as tarefas. Essa organização foi imprescindível para que garantíssemos tanto o arquivamento dos documentos quanto a autenticidade das informações ali registradas.

Nosso instrumento de pesquisa está dividido em três etapas. Todavia, essas etapas não são necessariamente coincidentes com o que foi sugerido no Esquema Estratégico apresentado no capítulo 4. Esse esquema é resultado dos estudos realizados nos últimos anos sobre o ensino das ciências, o que incluiu o processo de elaboração do instrumento.

Desse modo, cabe esclarecer que a primeira etapa do nosso instrumento de pesquisa destina-se principalmente ao levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos sobre as causas do problema abordado, e a possibilidade de ocorrência na escola onde estudam e arredores. A segunda etapa compreende atividades preparatórias para a realização da Atividade Investigativa. A última etapa, por sua vez, é composta pela Atividade Investigativa e por tarefas que solicitavam aos alunos reverem suas opiniões iniciais sobre as causas do problema em pauta e as possibilidades de ocorrência na escola e arredores após realizarem a investigação.

Com a aplicação das tarefas da Etapa 1, verificamos que os estudantes participantes da pesquisa apresentaram a necessidade de superação dos Obstáculos Epistemológicos sobre as causas dos alagamentos e possibilidades de ocorrência no local onde estudam. Isso porque 64% atribuíram a causa ao excesso de chuvas (*Obstáculo Animista das Ciências Físicas*) ou ao aquecimento global (*Obstáculo do Conhecimento Geral*). Quando indagados sobre a possibilidade de ocorrência dos alagamentos, mais de 80% dos estudantes alegaram não existir essa possibilidade. As frases dos alunos para a pergunta “Com base em quais conhecimentos você afirma que **existe ou não** o problema da inundação na escola onde você estuda ou próximo dela?” assinalam para uma percepção dos alagamentos mediada pelos sentidos.

Seguem exemplos de respostas para esta pergunta:

Resposta 1: “Com base no gráfico e com base naquilo que vimos toda vez que chove na escola, podemos afirmar que não há alagamentos nesse local, até porque a maioria dos alunos negam alagamento.”

Resposta 2: “Nós achamos que não ocorrem inundações porque nós nunca vimos.”

Resposta 3: “Porque nós nunca vimos nenhum alagamento aqui na região da escola.”

Resposta 4: “Afirmamos isto porque estudamos aqui fazem (sic) 8 anos e nunca, pelo que lembramos, ocorreu uma inundação.”

Foi constatado, portanto, que a orientação das respostas dos alunos é realizada por aquilo que vivenciam ou observam em seu cotidiano (“Nunca vi ou ouvi falar sobre o assunto, portanto ele não ocorre”). Opiniões que relacionavam informações de cobertura das terras com o processo em pauta, assim como com informações altimétricas e topográficas (declividade, orientação das vertentes, comprimento de rampa, curvatura vertical e horizontal, entre outras) foram exceções. Seguem exemplos para esses tipos de respostas menos comuns:

Resposta 1: “Na minha opinião não ocorrem inundações porque o local é bem limpo e a estrutura do local é planejada e não possui só chão de cimento e também sim local para a água escoar.”

Resposta 2: “Eu acho que alaga porque a escola fica em local baixo da região e toda a água das regiões mais próximas escoam pra cá mas nunca ouvi falar de casos parecidos por aqui.”

Resposta 3: “Desde quando estudamos ou passamos por aqui, nunca soubemos de enchentes por aqui. E pelo que refletimos, como tem coleta de lixo e não possui rios ou córregos por perto é menos provável o risco de alagamentos.”

Resposta 4: “Porque nunca houve enchentes por aqui, pois não tem rios por perto, e também os lixeiros passam sempre aqui, e não acumulam lixos, e então é mais difícil de inundar por aqui.”

Após a realização da Atividade Investigativa da SD (tarefa 4 – Etapa 3 – aula 9), que solicitava aos alunos estabelecer os setores na vertente com base nas orientações contidas em um quadro e a partir da leitura de uma imagem de satélite, constatamos que o objetivo dessa atividade foi alcançado. Isso porque apenas 8% dos alunos atribuíram as causas dos alagamentos ao excesso de chuvas e ao aquecimento global. Quando foram novamente indagados sobre a possibilidade de ocorrência dos alagamentos, cerca de 90% dos estudantes afirmaram existir essa possibilidade. Esse dado é um indício de que a SD possibilitou aos alunos a construção de significados em relação aos

alagamentos, a superação de seus Obstáculos Epistemológicos e a aprendizagem. Quando colocada esta questão: “*Segundo o que foi analisado e discutido nas últimas aulas, existiria a possibilidade de ocorrer inundações na EMEF Júlio Mesquita ou em suas proximidades? Justifique sua resposta.*”, os estudantes assinalaram para uma percepção das inundações mediada por um feixe de relações ou, pelo menos, para uma percepção *em busca* do estabelecimento das primeiras relações, da construção de uma abstração reflexiva, para além do dado imediato, do realismo.

Seguem exemplos de respostas para aquela pergunta:

Resposta 1: “*Sim, porque ela é a área mais baixa do perfil topográfico da região.*”

Resposta 2: “*Sim, a possibilidade existe, pois na Júlio Mesquita e em suas proximidades as áreas são mais baixas em relação às regiões próximas.*”

Resposta 3: “*Sim, pela localização geográfica da escola.*”

Resposta 4: “*Sim, porque há falta de investimento em infraestrutura, tipo: mais bueiros, mais drenagem de água da chuva, etc...*”

Resposta 5: “*Não, porque bem ao lado da escola há uma praça onde a água pode ser absorvida.*”

Resposta 6: “*Sim, porque tanto aqui no Júlio Mesquita quanto em suas proximidades estão localizadas em áreas baixas e com edificações (impermeabilizadas).*”

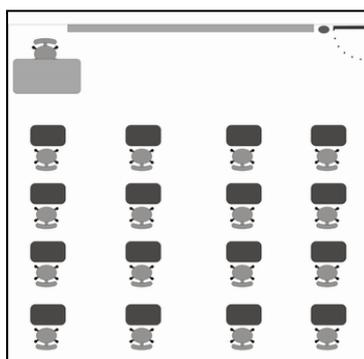
Nota-se, portanto, que a SD contribuiu para a aprendizagem dos alunos no que se refere à causa dos alagamentos e às possibilidades de ocorrência em determinado local. Na perspectiva que estamos trabalhando, são indícios da construção de significados a respeito da dinâmica das vertentes.

7.2. O processo de ensino-aprendizagem desencadeado pela SD

7.2.1. A organização da sala de aula

Tendo em vista o modo como as tarefas foram organizadas, ora os estudantes trabalharam individualmente, ora realizaram as tarefas em dupla. Nas tarefas da SD que solicitavam aos alunos trabalharem individualmente, a sala foi organizada conforme ilustrado na figura abaixo:

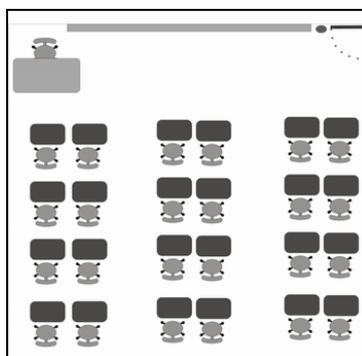
Figura 26 – Organização da sala de aula para a realização dos trabalhos individuais



Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=20281>.
Acesso em 11 maio 2018

Já nas tarefas da SD que requeriam trabalhar em duplas, a sala foi organizada conforme demonstrado adiante:

Figura 27 – Organização da sala de aula para a realização dos trabalhos em dupla



Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=20281>.
Acesso em 11 maio 2018

A maioria das tarefas foram realizadas em dupla, definidas de modo aleatório pelo professor/pesquisador, considerando os alunos que se encontravam sentados mais próximos uns dos outros. Apesar dos estudantes não serem impedidos de trocarem de parceiro, a maioria das duplas foram mantidas durante toda a aplicação. Registramos que somente em duas salas foi formado um grupo (trio), pois o total de alunos correspondia a um número ímpar. Em caso de falta de um integrante da dupla (o que raramente ocorreu), o aluno presente no dia realizava os trabalhos individualmente e registrava na

folha de respostas o nome do colega, indicando em uma folha à parte a sua ausência, e ficando encarregado de explicar para o seu companheiro de dupla o que havia ocorrido na aula que o mesmo não compareceu, a qualquer momento e mesmo que de forma expedita.

7.2.2. A SD e a sua narrativa

Para iniciar a demonstração de nossa hipótese, iremos descrever como foi a aplicação das tarefas, aula por aula. Para isso apresentamos as folhas com as respostas de um estudante, identificado como aluno A, da oitava série B. Ao atrelarmos as tarefas com as respostas desse aluno, procuramos deixar mais evidente a narrativa desencadeada pelo nosso instrumento, o que foi vivenciado pelos alunos participantes da pesquisa, assim como a análise que realizamos de suas devolutivas.

- Aula 1

Para a aplicação das quatro primeiras tarefas do instrumento foi necessária uma aula de 45 minutos (tempo padrão de cada aula).

Primeiro, organizei a sala para realização das tarefas individualmente e informei aos estudantes que estávamos dando início à aplicação de uma série de tarefas sobre o problema dos alagamentos, suas causas e possibilidades de ocorrência na escola onde estudam e arredores. Destaquei que as próximas oito ou dez aulas estavam voltadas para a investigação desse problema.

Em seguida, entreguei a folha com as tarefas da Aula 1 para todos os alunos. Logo após, fiz a leitura compartilhada para que todos pudessem ter uma visão de conjunto do que deveriam fazer em aula. Com o término da leitura compartilhada, os alunos começaram a realização das tarefas. Eles foram orientados a entregar a folha com as suas respostas apenas quando solicitado pelo professor, o que sempre ocorreu alguns minutos antes do final das aulas.

Essa foi a estratégia adotada em todas as aulas utilizadas para a aplicação do instrumento, comum em todas as séries: (i) organização da sala para realização das tarefas em dupla ou individualmente; (ii) distribuição das folhas com as tarefas da aula; (iii) leitura compartilhada antecedendo o início da

realização das tarefas; (iv) entrega das folhas pelos alunos antes do final de cada aula.

A folha com as respostas registradas pelo aluno A para as tarefas da aula 1 são apresentadas adiante.

Figura 28 – Folha 1 da SD

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM
Prof. Júlio Machado – Geografia (2011)

⚡ Não escreva nesta folha! ❄

OBSERVE AS FOTOS ABAIXO

 <p>Foto 1: Marginal Tietê – SP (setembro de 2009) Fonte: http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95621498.shtml Acesso em 12 mar. 2011</p>	 <p>Foto 2: Vale do Itajaí – SC (novembro de 2008) Fonte: http://www.abril.com.br/noticias/brasil/governo-federal-vai-liberar-r-1-1-bilhao-ajudar-vitimas-chuvas-405027.shtml Acesso em 12 mar. 2011</p>
 <p>Foto 3: Jardim Botânico - RJ (1988) Fonte: http://aleosp2008.wordpress.com/2008/11/29/rio-de-janeiro-as-grandes-enchentes-desde-1711/ Acesso em 12 mar. 2011</p>	 <p>Foto 4: Marginal Pinheiros (2009 – data provável) Fonte: http://ww2.prefeitura.sp.gov.br/albumdefotos/sao_paulo/ Acesso em 15 mar. 2011</p>
 <p>Foto 5: Marginal Tietê – SP (1963) Fonte: http://www.fflch.usp.br/dhl/lemad/?p=1334 Acesso em 12 mar. 2011</p>	 <p>Foto 6: Rua Monte Alegre – zona oeste – SP (fevereiro de 2011) Fonte: http://fotografia.folha.uol.com.br/galerias/2242-chuva-em-sao-paulo#foto-43671 Acesso em 12 de março de 2011</p>

1

Figura 29 – Respostas do aluno para as tarefas da Aula 1**ETAPA 1**

- Reveja as fotos na outra folha e responda:

1) **Quais fotos mostram áreas inundadas, ou seja, alagadas? (assinale apenas a alternativa correta).**

- a) Fotos 1, 4 e 5.
 b) Fotos 1, 2, 3, 5 e 6.
 c) Fotos 1, 2, 3, 4, 5 e 6.
 d) Fotos 5 e 3.

2) **No lugar onde você mora (casa) ou próximo ao lugar onde você mora já ocorreu uma ou mais enchentes?**

Por o que eu sei não

3) **No lugar onde você estuda (escola) ou próximo ao lugar onde você estuda já ocorreu uma ou mais enchentes?**

Sim, já teve enchente no Papano, não me lembro mais de nenhuma

4) **Em sua opinião, porque ocorrem as enchentes como as visualizadas nas fotos? (assinale apenas uma opção com um “x” sobre a letra da alternativa escolhida)**

- a) Excesso de chuvas.
 b) Aquecimento Global.
 c) Falta de investimento em infra-estrutura.
 d) Impermeabilização da superfície de áreas planas ou ocupação humana muito próxima dos rios.

A questão de múltipla escolha “*Quais fotos mostram áreas inundadas, ou seja, alagadas?*” tinha como objetivo apresentar o fenômeno que seria estudado, algo que foi realizado através de imagens. O aluno A assinalou a alternativa correta, assim como todos os alunos participantes da aplicação do instrumento. Isso significa que, ao lerem a palavra *inundação*, os estudantes já tinham alguma noção do significado dessa palavra, algo esperado de um adolescente que mora na cidade de São Paulo, uma área suscetível a vários pontos de alagamentos e inundações devido às características do meio físico e ao modo como essa área foi ocupada pelo homem, principalmente a partir do século XIX.

Na resposta para as questões “*No lugar onde você mora (casa) ou próximo ao lugar onde você mora já ocorreu uma ou mais enchentes?*” e “*No lugar onde você estuda (escola) ou próximo ao lugar onde você estuda já ocorreu uma ou mais enchentes?*”, o aluno A elaborou respostas que não trazem nenhuma variável ambiental. Este pode ser o indício de uma opinião sobre a possibilidade de ocorrência do problema pautada na percepção das vertentes, de sua dinâmica, mediada pelos sentidos.

Na resposta para a última tarefa da aula, o aluno A revelou a necessidade de superar o obstáculo epistemológico animista. No mínimo, mostrou que conduz as suas reflexões sobre o problema tendo em vista os vícios verbais animistas, as metáforas. Isso porque atribuir a causa dos alagamentos ao “Excesso de chuvas” é o mesmo que conferir a um processo físico, logo inanimado, a responsabilidade pela ocorrência de um problema (processo) em determinado local. Compreensível, pois quando acontecem chuvas torrenciais, geralmente os sentidos não são poupados, como a visão e a audição. Entretanto, a chuva (precipitação pluviométrica) é apenas um fator componente dos alagamentos no âmbito de uma determinada configuração territorial.

Cabe salientar ainda que, na resposta do aluno A para a questão 3, subtemos que o aluno considera não suscetível a ocorrência dos alagamentos a área onde está situada a escola. Para ele, esse evento pode ocorrer em algum ponto de uma rodovia localizada próxima da escola, mas não precisamente na escola ou no seu entorno imediato. Essa opinião será contestada pelo próprio aluno na aula 8.

- Aula 2

As tarefas desta aula foram realizadas individualmente pelos alunos. Eles realizaram a leitura de alguns textos de diferentes gêneros que versavam sobre a causa dos alagamentos. Esses textos, seis excertos no total, apresentavam diferentes pontos de vista sobre o problema, semelhantes ao que foi apontado na última questão da aula anterior. Desse modo, ora os textos apontavam como a causa dos alagamentos o excesso de chuvas, ora remetiam para a temática da impermeabilização da superfície (uma variável ambiental), por exemplo. Tratava-se de diferentes opiniões para o mesmo assunto.

Assim como vários outros estudantes, o aluno A apresentou algum tipo de dificuldade na leitura e interpretação dos textos, uma vez que assinalou uma alternativa incorreta para a questão de múltipla escolha que solicitava aos alunos compararem o teor de cada alternativa com as informações presentes dos textos.

Figura 30 – Folha 3 da SD

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM
Prof. Júlio Machado – Geografia (2011)

✎ Não escreva nesta folha! ✎

ETAPA 1 (continuação)

- **Leia atentamente os textos abaixo e responda as perguntas na sequência.**

Texto 1: “Choveu muito. Ontem, como em 2006, a culpa pelas enchentes foi da chuva intensa, nas palavras do prefeito Gilberto Kassab (DEM). ‘Estamos no 11º dia de janeiro, já choveu 93% em relação à média do mês, o que mostra que a intensidade é muito grande’, disse. [...] Não importa o índice pluviométrico, pois o prefeito Kassab sempre diz que choveu demais: ‘Em novembro choveu 50% a mais do que a média histórica do mês e três vezes mais do que em 2005’ (dez. 2006); ‘Foi um volume muito grande de água. O que há de positivo é que, mesmo com essa intensidade de água, o Aricanduva e o Pirajussara não transbordaram’ (dez. 2009).”
(Folha de São Paulo – 12/01/2011 – p. C6)

Texto 2: “Uma chuva forte na tarde de ontem tornou a castigar cidade de São Paulo, o ABC paulista e o interior do Estado. Vias importantes ficaram inundadas e alguns casos, intransitáveis – o que complicou o trânsito. [...] O temporal também provocou danos às estradas que chegam à capital. Na via Anchieta, a pista central ficou fechada por três horas e meia [...]”
(Folha de São Paulo – 15/01/2011 – p. C7)

Texto 3: “O Aquecimento Global aumenta enchentes em São Paulo: Nos últimos 40 anos, como os paulistanos podem sentir todo verão, o aquecimento anormal da Terra já vinha aumentando o potencial de enchentes. Estima-se que hoje o número de dias num ano com chuva acima de 10 milímetros já seja 12 a mais do que a média. Somando isso às novas projeções, o Sudeste ganhará quase um mês de chuva extrema no ano.”
(Folha de São Paulo – 31/03/2009)¹

Texto 4: “As mudanças climáticas e seus efeitos, resultantes do aquecimento global, já são uma realidade em diferentes partes do planeta. Um dos efeitos mais preocupantes é a elevação do nível dos oceanos [...]. Além disso, furacões, ondas de calor, secas e enchentes estão ocorrendo com mais frequência e intensidade.”
(Projeto Araribá – Geografia, 2011 - v 4, p. 44)

Texto 5: “A duplicação da área impermeável de uma bacia [...] aumenta o escoamento direto (rápido) em 25 a 50%. Em consequência, é indispensável a instalação de extensa rede de canais artificiais para receber e evacuar o excesso de água. Essa rede compreende desde os esgotos domésticos até grandes galerias sob as ruas. A densidade de drenagem urbana é três a dez vezes maior que a do meio rural.”
(David Drew, 1994, p. 178)

Texto 6: “O processo de urbanização pode provocar alterações sensíveis no Ciclo Hidrológico, principalmente sob o aspecto da diminuição da infiltração da água, devido à impermeabilização e compactação do solo.”
(Seutônio Mota, 1999, p. 43)

¹ Fonte: < <http://www1.folha.uol.com.br/folha/ambiente/ult10007u543275.shtml>>. Acesso 14 de mar. 2011.

3

Figura 31 – Resposta do aluno para as tarefas da aula 2

ETAPA 1 (continuação)

1) Assinale apenas a alternativa correta:

- a) No texto 1 e no texto 5 verifica-se que a causa da ocorrência de enchentes é da chuva em excesso.
- b) No texto 1 e 2 verifica-se que a causa da ocorrência de enchentes é da chuva, enquanto que o texto seis cita a impermeabilização do solo como uma das causas deste problema.
- c) Todos os textos expressam opiniões semelhantes.
- d) No texto 1 verifica-se que a culpa da ocorrência de enchentes é da chuva, enquanto que o texto cinco cita a impermeabilização do solo e o chamado Aquecimento Global como uma das causas deste problema.

2) Os textos citados na outra folha expressam diferentes opiniões sobre as causas das enchentes, principalmente em São Paulo. Leia estes textos com atenção e responda: com qual destas opiniões você se identifica mais, ou seja, qual delas expressa melhor o seu ponto de vista sobre este assunto? (nesta folha, assinale com um “x” sobre a letra da alternativa escolhida)

- a) Texto 1
- b) Texto 2
- c) Texto 3
- d) Texto 4
- e) Texto 5
- f) Texto 6

OK

3) Reveja a sua resposta para a questão 4.

(i) Qual alternativa você assinalou?

a

(ii) Analise: a opinião que consta na alternativa que você assinalou na questão 4 coincide com a sua opinião assinalada na questão 4?

Sim () – Não (X)

(iii) Qual a semelhança OU diferença entre a sua opinião registrada na questão 4 e a opinião com a qual você se identificou na questão 4?

No questão 4, ~~assinalei~~ assinalo a questão A que correspondia com o excesso de chuva e na 2, assinalo o texto 3 que fala sobre o Aquecimento Global. A diferença é que uma fala das fortes chuvas (excesso) e a outra do aquecimento global que faz chover mais do que a média.

↳ média

Ao responder a pergunta “Com qual destas opiniões você se identifica mais, ou seja, qual delas expressa melhor o seu ponto de vista sobre o assunto?”, o aluno A assinalou o texto 3, que indicava como a causa dos alagamentos o Aquecimento Global, e não os textos 1 ou 2, que apontavam para o excesso de chuvas.

Apesar da opinião do aluno sobre a causa dos alagamentos ter mudado após a leitura dos textos, o aluno A continuou se expressando sobre o assunto

com base em um obstáculo epistemológico, no caso, do conhecimento geral. O termo *Aquecimento Global* é uma hipérbole, uma figura de linguagem, portanto, empregada atualmente para explicar as causas dos mais variados problemas, independentemente da sua escala de ocorrência e magnitude. Quantos detalhes, pormenores, são desconsiderados quando uma pessoa atribui ao Aquecimento Global a causa de um processo morfodinâmico? Os sinais que apontam a causa dos alagamentos em uma determinada área podem variar, desde a sua localização na vertente, até o questionamento da instalação e manutenção das infraestruturas urbanas, o que remete à gestão do território, ao planejamento urbano, à política local, enfim.

Na tarefa que solicitava rever a resposta para a questão 4 da Aula 1, e que indagava *“Qual a semelhança ou diferença entre a sua opinião registrada na questão 4 e a opinião com a qual você se identificou na questão 2”*, nos parece que o aluno A reconhece uma mudança de opinião, destacando que no início apontou como a causa dos alagamentos o excesso de chuvas, substituída posteriormente pelo aquecimento global. Para nós a resposta do aluno para esta pergunta é mais um indício da necessidade da superação dos seus obstáculos epistemológicos sobre a causa dos alagamentos e possibilidades de ocorrência ou, pelo menos, uma capacidade de se expressar sobre esse assunto que fica restrita nas figuras de linguagem.

- Aula 3

A partir desta aula, as tarefas do instrumento de pesquisa foram realizadas em dupla. O aluno A formou dupla com o aluno B, parceria que se manteve nas aulas seguintes.

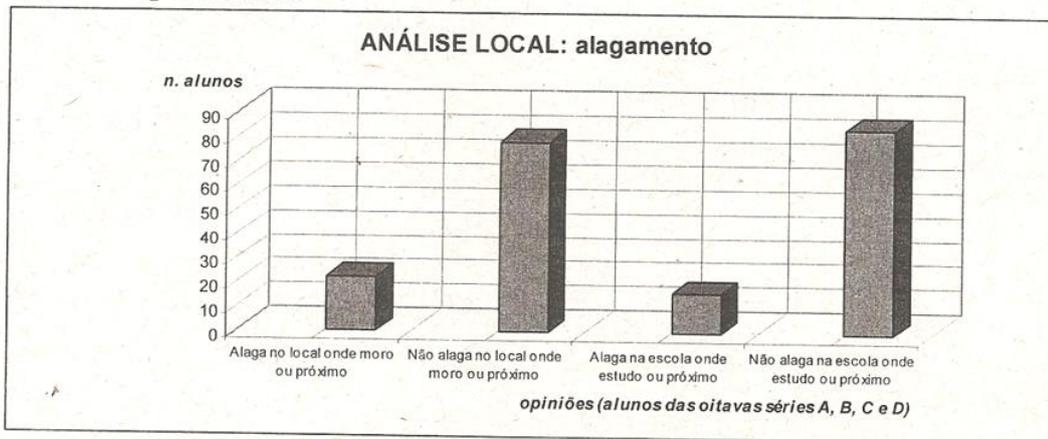
A primeira tarefa solicitava analisar de modo conciso um gráfico elaborado previamente pelo professor. Esse gráfico sistematizava as respostas de todos os alunos participantes da pesquisa para as perguntas 2 e 3 da aula 1 e tinha como objetivo retomar o que foi debatido nas aulas anteriores, assim como destacar a opinião dos estudantes para o problema em pauta.

Figura 32 – Respostas dos alunos para as tarefas da aula 3

ETAPA 1

(em dupla)

- Observe o gráfico abaixo.



- Agora responda:

1) O que o gráfico está mostrando?

Este mostrando a opinião dos alunos sobre o alagamento próximo onde mora a escola

2) Reflita novamente: ocorrem inundações na escola ou próximo da escola em que você estuda?

Sim, ocorreu inundações na Peri-Peri

3) Com base em quais conhecimentos você afirma que *existe OU não* o problema da inundação na escola onde você estuda ou próximo dela?

Conseguo afirmar que já houve inundações com base das reportagens de Bandeirantes e também em rádios que falam sobre o trânsito.

Ao observar o gráfico, fica claro que para a maioria dos alunos não existe a possibilidade de alagamento na escola e em suas imediações, tampouco que esse problema é regularmente verificado no local onde os alunos residem.

Como a maioria dos alunos da escola onde foi realizada a aplicação do instrumento não mora no mesmo bairro, decidimos focalizar o problema da ocorrência dos alagamentos na escola onde estudam, local comum a todos. A questão “Reflita novamente: ocorrem inundações na escola ou próximo da escola em que você estuda?” teve como objetivo voltar a atenção dos estudantes exclusivamente para esta área, a qual seria destacada posteriormente em um perfil topográfico. Ao responder a essa pergunta, os

alunos A e B alegaram que já ocorreram inundações em um bairro próximo da escola, sendo esta uma afirmação que se aproxima muito daquela feita individualmente pelo aluno A na aula 1, para a questão 3 (*“No lugar onde você estuda ou próximo ao lugar onde você estuda já ocorreu uma ou mais enchentes?”*).

Mas o que merece ser destacado nesta aula é a resposta registrada pela dupla para a questão 3 (*“Com base em quais conhecimentos você afirma que existe ou não o problema da inundação na escola onde você estuda ou próximo dela?”*). Juntamente com o aluno B, o aluno A trouxe novamente indícios de que a sua percepção do problema é mediada pelos sentidos, por aquilo que já viu acontecer ou ouviu falar sobre. No caso, os meios de comunicação são as fontes para os alunos A e B elaborarem opiniões sobre o assunto em pauta. Nenhuma variável ambiental foi registrada na resposta da dupla, o que assinala para uma percepção do problema elaborada exclusivamente a partir dos sentidos.

A partir da aula 4, as tarefas do instrumento de pesquisa estavam voltadas para possibilitar aos alunos passar da percepção mediada pelos sentidos para uma percepção mediada por um feixe de relações ou, pelo menos, a construção do embrião de um feixe de relações contendo variáveis ambientais.

- Aulas 4 e 5

Após o levantamento e a problematização do conhecimento prévio dos alunos, iniciamos a aplicação de algumas tarefas preparatórias para a realização da atividade investigativa. Preparar ou organizar os alunos para a Atividade Investigativa significa, em primeiro lugar, proporcionar a eles a autonomia necessária para a realização desta atividade, através do desenvolvimento de algumas noções que irão subsidiar as suas ações. Por outro lado, também significa envolvê-los minimamente com os instrumentos de pesquisa que serão empregados durante a realização da atividade.

Desse modo, nas aulas 4 e 5, os alunos foram orientados a elaborar o perfil topográfico de um lugar imaginário, denominado *“Cidade Alfa”*. Esse trabalho foi realizado em duas aulas e teve como objetivo principal possibilitar a construção de uma noção básica relacionada com o objeto relevo: as diferenças de altitude. Após realizarem a leitura e análise das informações

contidas nas folhas com as orientações gerais para a construção do perfil topográfico, munidos dos materiais básicos para a construção dessa representação (lápiz, caneta, borracha e régua), os alunos iniciaram a confecção do perfil.

Figura 33 – Folha 6 da SD

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM
Prof. Júlio Machado – Geografia (2011)

ETAPA 2

✎ Não escreva nesta folha! ✎

Preste atenção nas instruções abaixo.

A – ORIENTAÇÕES GERAIS PARA CONSTRUÇÃO DO PERFIL TOPOGRÁFICO (leitura das folhas 2 e 3)

- 1 – Leia o texto que explica “O QUE É” um perfil topográfico na folha 2.
- 2 – As Figuras 1 e 2 são exemplos de folhas topográficas (mapas) onde podemos verificar uma linha de corte (do ponto A ao ponto B) e uma tira de papel com as marcações necessárias para construir o perfil topográfico.
- 3 – Na folha 3, o texto “COMO SE LÊ E SE CONSTRÓI” detalha como deve ser elaborado o Perfil Topográfico.
- 4 – A Figura 3 na Folha 3 exemplifica como deve ser apresentado um Perfil Topográfico. Note que temos a altitude (eixo vertical) e a distância em metros a partir do canto esquerdo do perfil (eixo horizontal). A localização dos rios, das estradas e de algumas altitudes de referência são indicadas com uma seta e a orientação por meio de siglas.

B – ELABORAÇÃO DO SEU PERFIL TOPOGRÁFICO SIMPLIFICADO

- 1 – Após ler e analisar as orientações acima, observe o desenho esquemático na folha 4. Nele, temos um lugar imaginário qualquer, nomeado de “Cidade Alfa” e a representação de seu relevo em curvas de nível.
- 2 - Trace uma linha de corte **AB** (linha reta, com régua) no desenho. O ponto A é o ponto próximo da Casa 1.
- 3 - Elabore o seu Perfil Topográfico abaixo do desenho esquemático utilizando régua e lápis.
 - O intervalo das altitudes no eixo vertical será de 10 metros. No caso do seu perfil, cada um centímetro é igual a 10 m. A altitude menor indicada no eixo vertical será de 200m e a altitude maior de 340m.
 - O intervalo das distâncias no eixo horizontal será de 1000 m (ou 1 Km). No caso do seu perfil, cada um centímetro é igual a 1000 m. A distância zero deve ser indicada no canto esquerdo, tal como exemplificado pela Figura 3 da folha 3.
 - No perfil topográfico, não se esqueça de indicar a orientação aproximada da linha de corte, assim como de localizar o rio, a estrada e as casas.

5

Figura 34 – Folha 7 da SD

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM
Prof. Júlio Machado – Geografia (2011)

PERFIL TOPOGRÁFICO

FOLHA 2

O QUE É

Perfil topográfico ou perfil do relevo é a representação de um corte vertical no relevo, salientando sua silhueta. É como se olhássemos um relevo de frente, observando seu contorno no horizonte, isto é, sua silhueta.

O perfil topográfico é construído com base no mapa que mostra o relevo em curvas de nível (figura 1).

FIGURA 1. Folha topográfica: Embu Guaçu (SP)

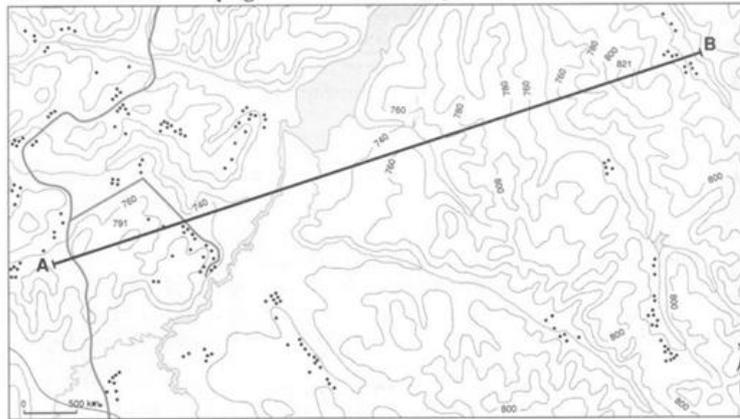
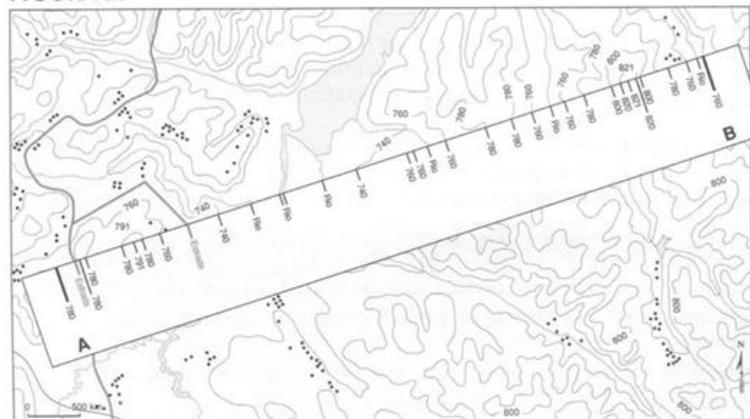


FIGURA 2.



✎ Não escreva nesta folha! ❄

Fonte: Projeto Araribá – Geografia (2008, p. 90)

Figura 35 – Folha 8 da SD

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM
Prof. Júlio Machado – Geografia (2011)

FOLHA 3

COMO SE LÊ E SE CONSTRÓI

Altitude é a distância vertical de um ponto da superfície da Terra em relação ao nível dos oceanos — 0 metro. Você lê as altitudes do relevo na escala vertical do perfil topográfico. Assim, poderá observar que o relevo se apresenta numa seqüência de altos e baixos (cristas e vales), como se você estivesse olhando-o de frente.

As altitudes do relevo emerso são lidas do nível do mar para cima até as maiores altitudes. Você pode construir um perfil topográfico ou perfil do relevo, seguindo o roteiro a seguir.

1ª) No mapa do relevo em curvas de nível, faça uma linha cruzando suas partes altas e baixas. Essa linha, que vai do ponto **A** ao ponto **B** (figura 1) é chamada **linha de corte**.

2ª) Corte uma tira de papel e coloque-a sobre o mapa do relevo, acompanhando a linha **AB**, como se fosse uma régua. Nela marque todos os cruzamentos da linha **AB** com as curvas de nível, anotando seus respectivos valores na tira de papel (figura 2).

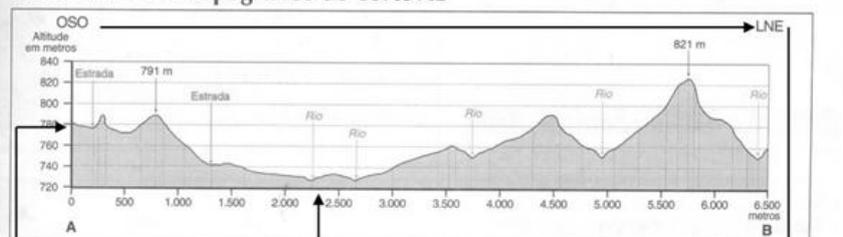
3ª) A seguir transfira as marcações assinaladas, da tira de papel para a base do perfil (figura 3).

4ª) A partir de cada marcação na base do perfil trace uma linha vertical até o respectivo nível de altitude, indicado na escala vertical do perfil (figura 3).

5ª) Agora ligue todas as extremidades das linhas verticais com uma linha contínua e sinuosa (figura 3).

6ª) Com o auxílio da rosa-dos-ventos indica-se a orientação do perfil (figura 3).

FIGURA 3. Perfil topográfico do corte \overline{AB}

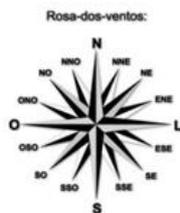


Fonte: Projeto Araribá – Geografia (2008, p. 91)

Linha (eixo) vertical

Linha (eixo) horizontal

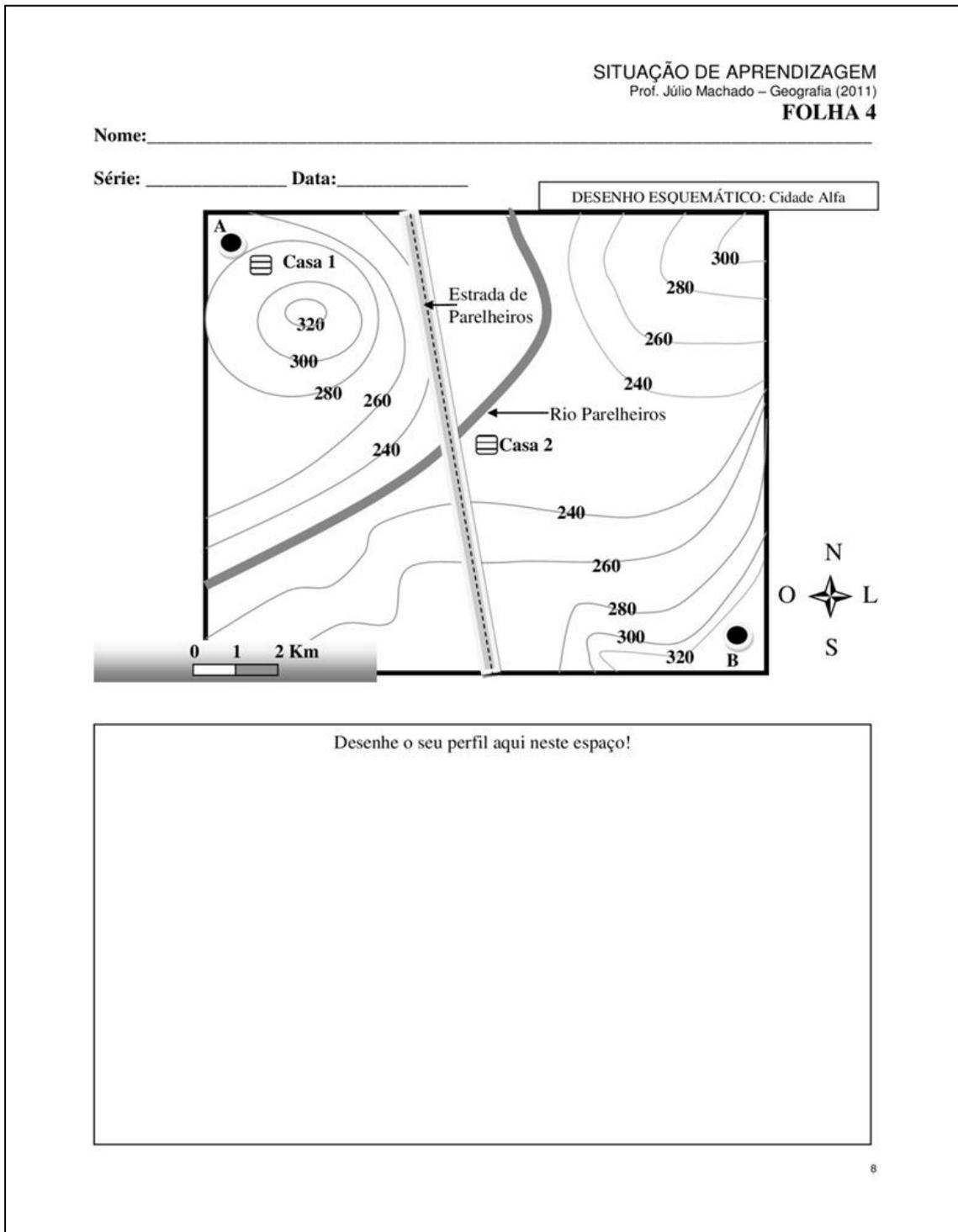
Orientação



Orientação: norte (N) – nordeste (NE) – leste (L) – sudeste (SE) – sul (S) – sudoeste (SO) – oeste (O) – nordeste (NO), etc.

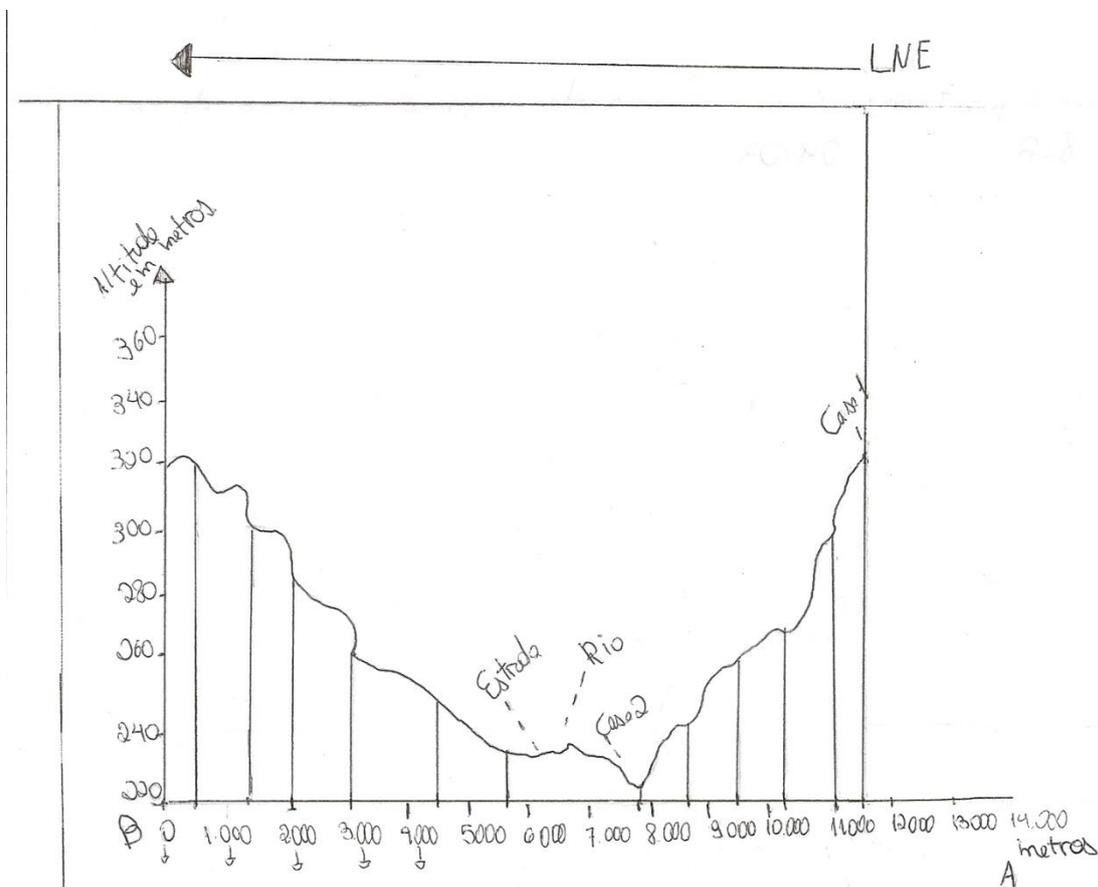
⚡ Não escreva nesta folha! ❄

Figura 36 – Folha 9 da SD



O perfil topográfico elaborado pelos alunos A e B é apresentado a seguir:

Figura 37 – Perfil Topográfico da “Cidade Alfa” elaborado pelos alunos A e B



Ao observarmos o perfil topográfico construído pelos alunos A e B, notamos que eles conseguiram elaborar uma representação satisfatória do terreno situado entre os pontos A e B localizados no croqui cartográfico, procurando seguir todas as orientações dadas para a realização do trabalho, inclusive no que se refere à sinuosidade das linhas entre um ponto e outro lançada por eles na área do perfil. Registramos que, para a elaboração dessa representação, primeiro os alunos leram as orientações e, logo em seguida, elaboraram um esboço do perfil da cidade imaginária. Por fim, construíram a representação final, entregue para o professor.

- Aula 7

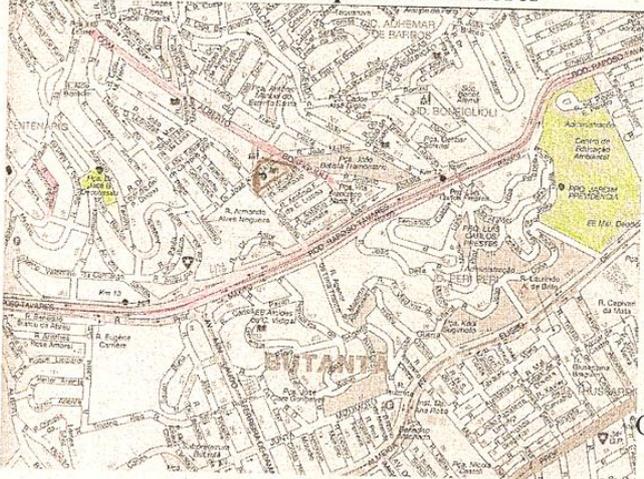
O objetivo principal desta aula foi possibilitar aos alunos a localização da escola em uma planta cartográfica e imagem de satélite, assim como o

reconhecimento da ocupação das terras da área onde está localizada a escola com base nesses dois instrumentos, os quais farão parte da Atividade Investigativa. Uma pergunta relacionada com a proporção (cálculo da distância com base na indicação de uma escala cartográfica aproximada) e outra com a orientação das direções cardeais foi feita para os estudantes observarem com cautela a planta, uma representação da superfície terrestre na visão vertical, identificando alguns de seus detalhes, relevantes para a tarefa que solicitava a leitura da imagem de satélite, inserida logo em seguida.

Figura 38 – Devolutiva dos alunos A e B para as tarefas da aula 7

ETAPA 2 1
(em dupla)

- Observe a planta do “Guia de Ruas” de 2008:



(escala aproximada: 1 cm = 125 m)

- I) Leitura “interativa” da planta (se necessário, observe a planta do guia de ruas ampliada para ajudar na localização dos pontos de referência citados abaixo):
 - A) Destaque de verde, nesta folha, o parque da Previdência e a área correspondente à praça José Benedito Decoussau.
 - B) Destaque de vermelho, nesta folha, a Rodovia Raposo Tavares, a Rua Comendador Alberto Bonfiglioli assim como a Rua Nitemar.
 - C) Com um triângulo, destaque, nesta folha, a localização da EMEF Júlio Mesquita
 - D) Com uma régua, calcule a distância, em linha reta, entre a EMEF Júlio Mesquita e o ponto que localiza o Km 12 da Rodovia Raposo Tavares (observe a escala indicada abaixo da planta do guia de ruas)

$3,5 \text{ cm} = 437,5 \text{ m}$

$1,6 \text{ cm} = 200 \text{ m}$

$4,37 \text{ cm} = 546,25 \text{ m}$

- E) Observe a rosa-dos-ventos e responda: o Parque da Previdência está a leste ou a oeste da EMEF Júlio Mesquita?

O parque está a Leste.

Analítico, assim como possivelmente construíram algumas noções básicas relacionadas com a ocupação das terras, como a existência de áreas verdes rodeadas por arruamento e edificações e o modo como aparecem em uma imagem de satélite.

O mesmo podemos dizer quando os alunos construíram o perfil topográfico nas aulas 5 e 6. Após a interpretação do texto com as orientações gerais para elaboração do perfil (um esforço à parte e não menos importante diante do desafio de elaboração do perfil topográfico), primeiramente os estudantes selecionaram dados referentes a altitude e distância no croqui cartográfico e, então, relacionaram e representaram esses dados no perfil. O perfil topográfico é uma informação, e a noção de altitude um dos conhecimentos possivelmente construídos a partir do processo de elaboração do perfil.

Desse modo, as prováveis noções construídas pelos alunos durante as aulas 5, 6 e 7, e que consideramos importantes para a realização da Atividade Investigativa, foram: (i) diferenças de altitude; (ii) padrões de ocupação das terras; (iii) visão vertical; (iv) localização.

- Aula 8

Esta foi a última aula que antecedeu a Atividade Investigativa, e a penúltima aula do instrumento de pesquisa. Em busca da construção da autonomia dos alunos para a realização da Atividade Investigativa, sugerimos a realização de algumas tarefas que tinham como objetivo principal: (i) fornecer aos estudantes as informações necessárias para a interpretação de uma imagem de satélite impressa em preto e branco (por isso algumas perguntas relacionadas com os tons de cinza da imagem conforme poderemos conferir a seguir); (ii) destacar as diferenças de ponto de vista entre um perfil topográfico e a imagem de satélite ou a planta cartográfica (trabalho retomado e complementado na tarefa 1 da aula 9, antes do início da Atividade Investigativa); (iii) possibilitar novamente a identificação de alguns dados presentes no perfil topográfico, com ênfase na altitude.

Figura 40 – Respostas dos alunos A e B para as tarefas da aula 8

ETAPA 2

(em dupla)

- Observe novamente a imagem de satélite ampliada. Responda:

- 1) Na área visualizada na imagem de satélite verifica-se o predomínio do “cinza escuro” ou das tonalidades de cinza mais claras? (predomínio = “o que tem mais”).

A cor predominante é o cinza mais claro

- 2) Observe, reflita e responda: nesta imagem, o que está sendo identificado pelo cinza escuro?

As casas

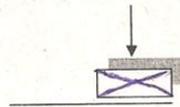
- 3) Geralmente, nesta imagem, o que está sendo identificado pelos tons de cinza mais claros?

Está sendo identificada de tons cinza mais claro as casas, avenida, estrada

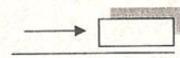
- 4) Assinale, com um “x” a alternativa correta:

- A imagem de satélite foi registrada considerando qual ponto de vista?

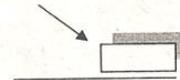
Vertical



B) Frontal (horizontal)



C) Oblíqua

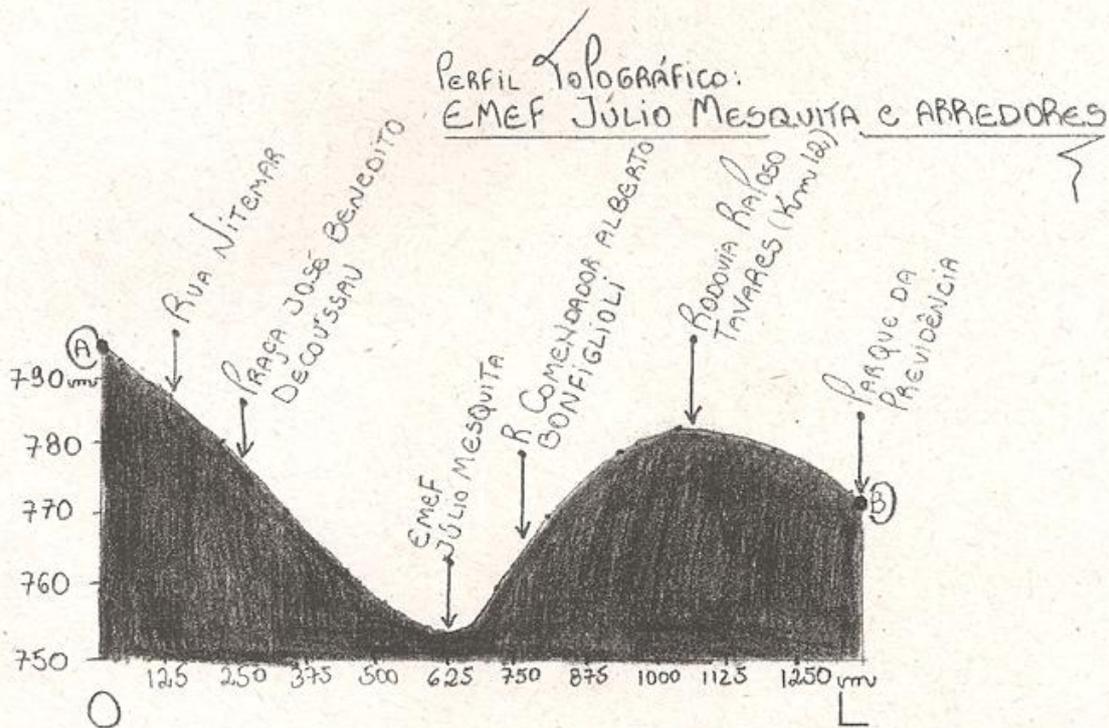


- 5) Justifique sua resposta para a questão 4.

Porque não consegue-se perceber a altura das casas e prédios, parece que tudo está o mesmo tamanho.

Figura 41 – Respostas dos alunos A e B para as tarefas da aula 8 (cont.)

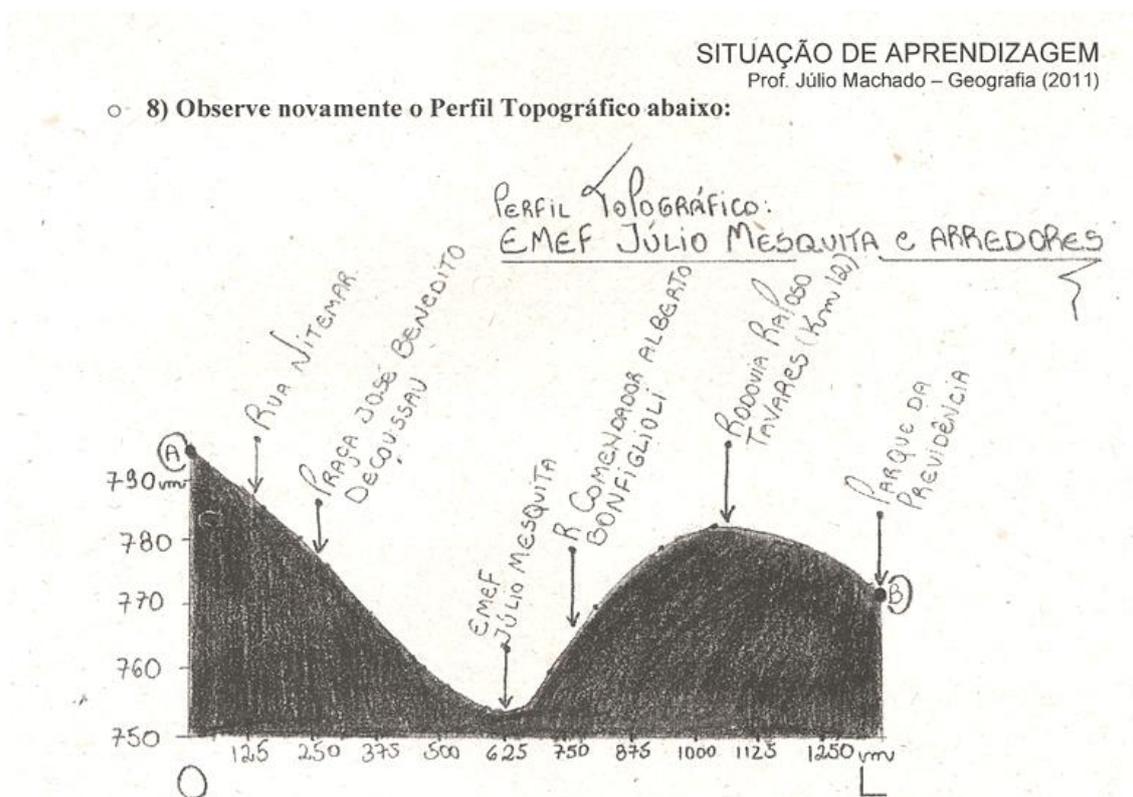
- o 6) Observe o desenho abaixo. Ele é chamado de Perfil Topográfico.



- o 7) Observe na planta abaixo o Ponto A e o Ponto B verificados no Perfil. Ligue estes dois pontos com uma régua (linha reta entre os pontos A e B). A linha revelará para você o local representado no perfil topográfico.



Figura 42 – Respostas dos alunos A e B para as tarefas da aula 8 (cont.)



• Agora responda:

- 9) Qual a altitude do ponto A? (utilize uma régua para realizar as medições)

795 metros

- 10) Qual a altitude do ponto B? (utilize uma régua para realizar as medições)

772 metros

- 11) Qual é a altitude aproximada da EMEF Júlio Mesquita? (utilize uma régua para realizar as medições)

755 metros

- 12) Qual a distância da EMEF Júlio Mesquita do ponto B? (utilize uma régua para realizar as medições)

750 metros

- 13) Considerando os pontos de referência lançados no perfil, quais são os locais onde a água da chuva tende se concentrar?

No ponto de EMEF Júlio Mesquita.

Os alunos A e B realizaram de forma plenamente satisfatória as tarefas dessa aula. Mas de todas as respostas que registraram, gostaríamos de destacar a devolutiva para a tarefa 13. Ao serem indagados “Considerando os pontos de referência lançados no perfil, quais são os locais onde a água da

chuva tende a se concentrar?”, eles responderam *“No ponto da EMEF Júlio Mesquita”*. Ao registrar esta resposta junto com o aluno B, podemos afirmar que o aluno A mudou de opinião em relação à sua resposta para a questão 3 da aula 1, quando afirmou que *“Já teve enchente na Raposo, não me lembro de mais nenhuma”* diante da pergunta *“No lugar onde você estuda (escola) ou próximo do lugar onde você estuda já ocorreu uma ou mais enchentes?”*. A mudança de opinião do aluno A é uma evidência que estamos proporcionando a ele momentos que possibilitam a formação do seu espírito científico, colocando-o *“em busca de”*.

Na aula 8, os alunos desenvolveram dois IAMs. O raciocínio analítico foi destacado nas tarefas 9, 10 e 11, por exemplo, no momento em que os alunos identificaram a altitude dos pontos lançados no perfil topográfico da escola. O Raciocínio por Hipótese, por sua vez, foi desenvolvido na questão 13. Possivelmente, a nova hipótese foi elaborada com base na noção de altitude que construíram nas aulas anteriores, aprendizagem viabilizada pela leitura e interpretação de um perfil topográfico.

Cabe ainda destacar quais competências foram desenvolvidas pelos alunos durante a elaboração do perfil topográfico do lugar imaginário e a leitura da planta cartográfica, da imagem de satélite e do perfil topográfico onde está localizada a escola. Por exemplo: com a elaboração do perfil topográfico, os alunos tiveram a oportunidade de se expressar a partir de uma linguagem específica, a cartográfica, o que significa o desenvolvimento da competência *expressão*; a leitura das representações citadas (planta, imagem e perfil) permitiu a eles construir a noção de altitude e empregar essa noção para responder a algumas perguntas relacionadas com o problema em pauta, o que significa, ao fim e ao cabo, desenvolver a competência *contextuação*. Poderíamos avançar ainda mais nessa análise, relacionando cada tarefa da SD com uma competência, e cada competência com a resposta para uma tarefa, e assim sucessivamente.

No que se refere às habilidades, destacamos o desenvolvimento da noção das relações euclidianas pela coordenação da altitude (eixo “y”) em relação à distância (eixo “x”) enquanto elaboravam o perfil topográfico do lugar imaginário e das noções visão vertical, visão frontal e imagem bidimensional durante a leitura da planta cartográfica, da imagem de satélite e do perfil topográfico onde está localizada a escola. Com a análise das informações

contidas nessas representações, os alunos acabaram revendo a sua opinião inicial sobre a possibilidade de ocorrência dos alagamentos na escola ou em seu entorno imediato, conforme demonstramos com a resposta dada pelos alunos A e B para a tarefa 13 da aula 8. Desse modo, durante a aplicação das tarefas, nota-se o entrelaçamento das habilidades e competências e a associação desses dois fatores com a possibilidade do desenvolvimento do espírito científico dos alunos.

Mas entendemos que as competências e habilidades não são instrumentos de avaliação, tampouco a teoria dos Obstáculos Epistemológicos. Estes são elementos que podem orientar o professor na organização das suas aulas e visualizados nas devolutivas dos estudantes ou de outro modo percebidos nas suas respostas para as tarefas de uma SD, por exemplo. Por isso, para avaliação dos alunos durante o ensino da Morfodinâmica, sugerimos os IAMs, o qual focaliza nas ações dos estudantes, nos indícios ou sinais de aprendizagem, em pormenores significativos a serem verificados enquanto se trabalha uma habilidade relacionada com a Morfodinâmica, e que apontam para o possível desenvolvimento do primeiro espírito científico dos estudantes, o máximo pormaior a ser buscado nas aulas de Geografia da Educação Básica. Conforme já comentamos, os IAMs são as destrezas desenvolvidas pelos alunos, suas ações, que *em conjunto* configuram uma habilidade, remetem a uma ou mais competências e, supostamente, assinalam para a superação dos Obstáculos Epistemológicos.

- Aula 9

Nesse instrumento de pesquisa, a Atividade Investigativa esteve atrelada com o momento no qual os alunos desenvolvem o Raciocínio de Síntese, isto é, quando elaboraram tipologias com base em variáveis ambientais. Relacionar a Atividade Investigativa com o desenvolvimento do Raciocínio de Síntese não é uma regra, mas pode ser uma alternativa para diferenciar esse momento dos demais que compõem uma Sequência Didática, por exemplo. *Desse modo, podemos afirmar que, nas aulas voltadas para o ensino da Morfodinâmica, a Atividade Investigativa é aquela que procura desenvolver o Raciocínio de Síntese, preferencialmente associada com a elaboração de hipóteses construídas a partir da análise realizada anteriormente.*

A seguir, apresentamos novamente as folhas que foram entregues para os alunos participantes da pesquisa para que realizassem as tarefas correspondentes a aula 9:

Figura 43 – Folha 15 da SD

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM
Prof. Júlio Machado – Geografia (2011)

Nome: _____

Série: _____ Data: _____

ETAPA 3
(em dupla)

PERFIL TOPOGRÁFICO:
EMEF JÚLIO MESQUITA E ARREDORES

○ 1) Assinale com um “x” a alternativa correta:

- Qual é o ponto de vista verificado na representação do Perfil Topográfico?
 - a. Vertical
 - b. Frontal (horizontal)
 - c. Oblíquo

16

Figura 44 – Folha 16 da SD

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM
Prof. Júlio Machado – Geografia (2011)

- 2) Justifique sua resposta para a questão 1.

- 3) Observe novamente a imagem de satélite com o Ponto A e o Ponto B verificados no Perfil. Ligue estes dois pontos com uma régua (linha reta entre os pontos A e B). A linha revelará para você o local representado no perfil topográfico.



- 4) Observe a tabela abaixo e destaque na linha tracejada do perfil topográfico na folha anterior:

Fator a ser destacado	Cor da linha	Características
Áreas propensas a inundações	vermelha	Geralmente estas são áreas baixas e com edificações (impermeabilizadas)
Áreas mais propensas ao escoamento superficial da água da chuva	amarela	Geralmente estas são áreas inclinadas e impermeabilizadas.
Áreas mais propensas à infiltração da água no solo	verde	Geralmente estas são áreas com vegetação, planas ou levemente inclinadas.

(se necessário, observe a imagem de satélite ampliada para ajudar na realização da tarefa)

- LEMBRE-SE: Cinza escuro indica vegetação; outros tons de cinza mais claros indicam edificações e arruamento. A água tende a infiltrar no solo nas áreas com vegetação.

Figura 45 – Folha 17 da SD**SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM**

Prof. Júlio Machado – Geografia (2011)

5) Hipótese é uma resposta preliminar dada à um problema ou pergunta. Desta forma, reflita: caso você fosse realizar uma pesquisa sobre as inundações na área onde está localizada a EMEF Júlio Mesquita e arredores, qual das hipóteses você gostaria de adotar para ser confirmada ou não no seu estudo? (não deixe de considerar o que foi discutido nas aulas anteriores para tomar a sua decisão)

- a) Excesso de chuvas.
- b) Aquecimento Global.
- c) Falta de investimento em infra-estrutura.
- d) Impermeabilização da superfície de áreas planas ou mais baixas (em relação ao seu redor).
- e) Ocupação humana muito próxima dos rios.

6) Segundo o que foi analisado e discutido nas últimas aulas, existiria a possibilidade de ocorrer inundações na EMEF Júlio Mesquita ou em suas proximidades? Justifique sua resposta.

7) Tendo em vista o que foi estudado nas últimas aulas (o problema das inundações em área urbana) elabore uma ou mais perguntas para serem respondidas através de uma pesquisa.

Após realizarem duas tarefas sobre o ponto de vista do perfil (tarefas 1 e 2), na tarefa 3, a última que antecedia a Atividade Investigativa, os alunos observaram uma imagem de satélite da área onde está localizada a escola. Nessa imagem lançamos os pontos A e B destacados anteriormente no perfil topográfico. A tarefa consistia em ligar os pontos A e B com uma linha, a qual iria revelar novamente para os alunos o local exato representado no perfil.

Figura 46 – Detalhe da aula 9 – tarefa 3



A expectativa que tínhamos para essa tarefa era que os alunos observassem a imagem, porém com especial atenção para o local representado no perfil. A visualização da imagem é um momento básico, pois demasiadamente relacionado com aspectos sensoriais (a visão em particular), mas essencial para a construção dos padrões de ocupação das terras, variável necessária para realizar a Atividade Investigativa, que teve início com a tarefa 4 e estava associada com o perfil topográfico apresentado antes da tarefa 1.

Figura 47 – Detalhe da aula 9 - tarefa 4 que compõe a Atividade Investigativa

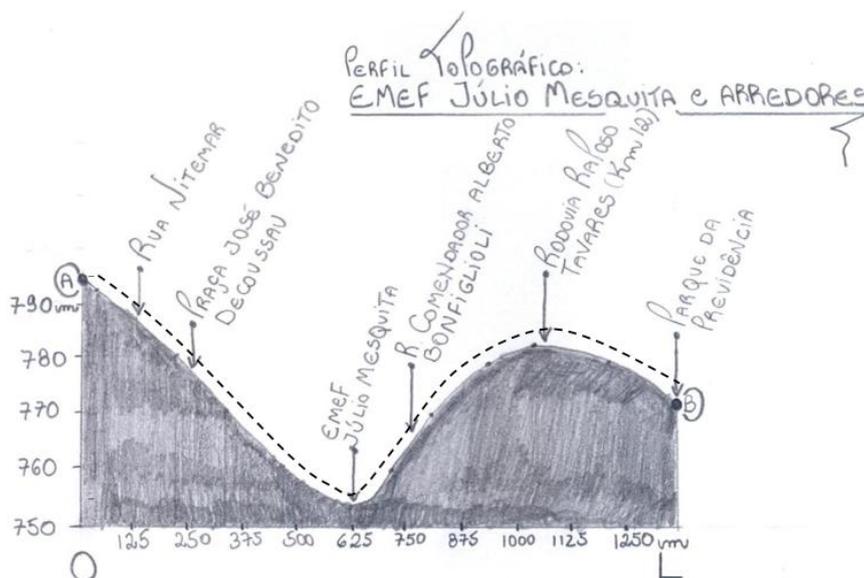
o 4) Observe a tabela abaixo e destaque na linha tracejada do perfil topográfico na folha anterior:

Fator a ser destacado	Cor da linha	Características
Áreas propensas a inundações	vermelha	Geralmente estas são áreas baixas e com edificações (impermeabilizadas)
Áreas mais propensas ao escoamento superficial da água da chuva	amarela	Geralmente estas são áreas inclinadas e impermeabilizadas.
Áreas mais propensas à infiltração da água no solo	verde	Geralmente estas são áreas com vegetação, planas ou levemente inclinadas.

(se necessário, observe a imagem de satélite ampliada para ajudar na realização da tarefa)

- LEMBRE-SE: Cinza escuro indica vegetação; outros tons de cinza mais claros indicam edificações e arruamento. A água tende a infiltrar no solo nas áreas com vegetação.

Figura 48 – Perfil topográfico apresentado antes da tarefa 1

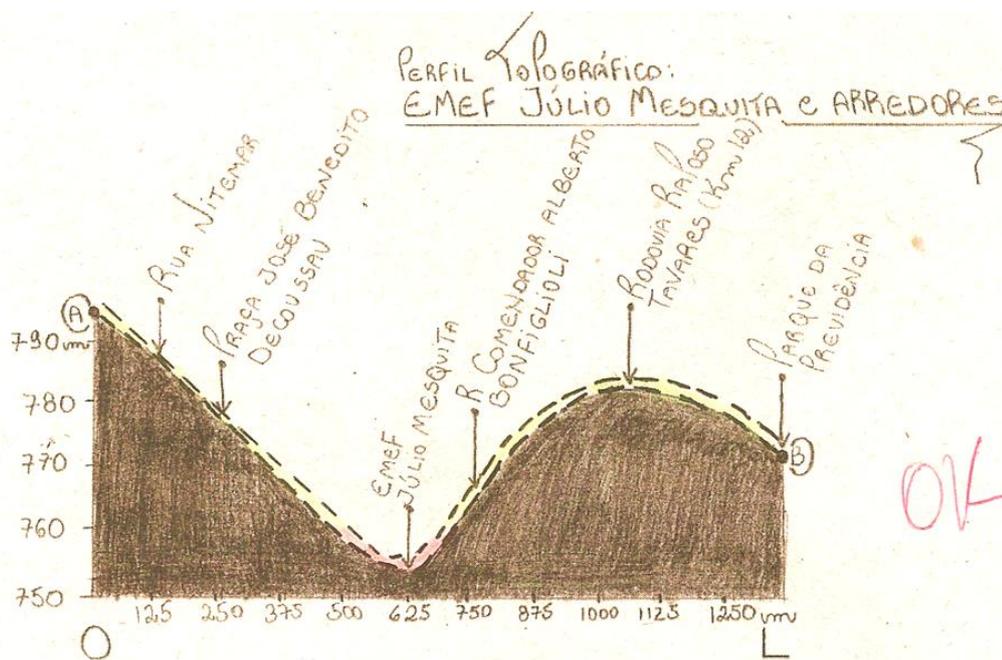


Este perfil era semelhante àquele analisado pelos alunos nas aulas anteriores, com uma diferença. Nele, lançamos uma linha tracejada acompanhando a curvatura do terreno, a qual iria servir como base para definição dos tipos de ambientes no perfil, isto é, as tipologias. Para construir essas tipologias, ou seja, desenvolver o raciocínio de síntese, os alunos tinham como referência um quadro, conforme já destacamos, o qual continha três informações: na coluna da esquerda constava o fator a ser destacado, isto é, a tipologia que seria lançada no perfil; na coluna do meio, a cor da linha que iria representar essa tipologia (vermelha para as áreas propensas a inundações; amarela para as áreas propensas ao escoamento superficial da água da chuva;

verde para as áreas propensas a infiltração da água no solo); na terceira coluna, destacamos as variáveis que deveriam ser observadas pelos alunos, todas estudadas nas tarefas anteriores, com exceção da declividade. O feixe de relações já estava explícito na tabela, cabendo aos alunos finalizar a sua representação no perfil.

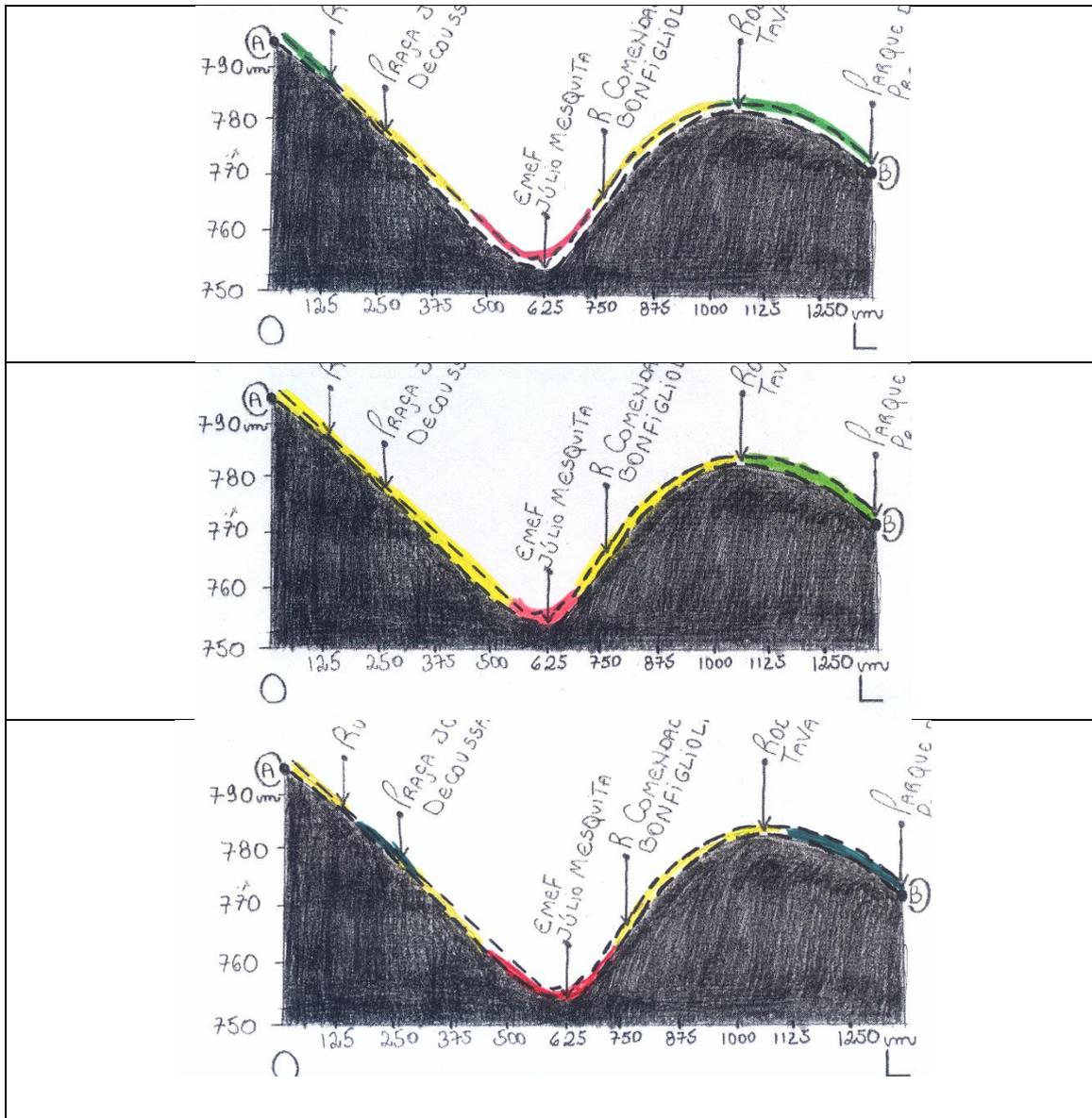
Para ajudar os alunos na definição dos tipos de ambientes, ou seja, na setorização do perfil topográfico, entregamos uma folha de sulfite (tamanho A4) com a imagem de satélite ampliada. Essa imagem abrangia a mesma área daquela observada na tarefa 3. Munidos de todas essas orientações e documentos, que consistiam nos instrumentos e procedimentos da Atividade Investigativa, os alunos A e B definiram os setores no perfil topográfico:

Figura 49 – Setores definidos pelos alunos A e B no perfil

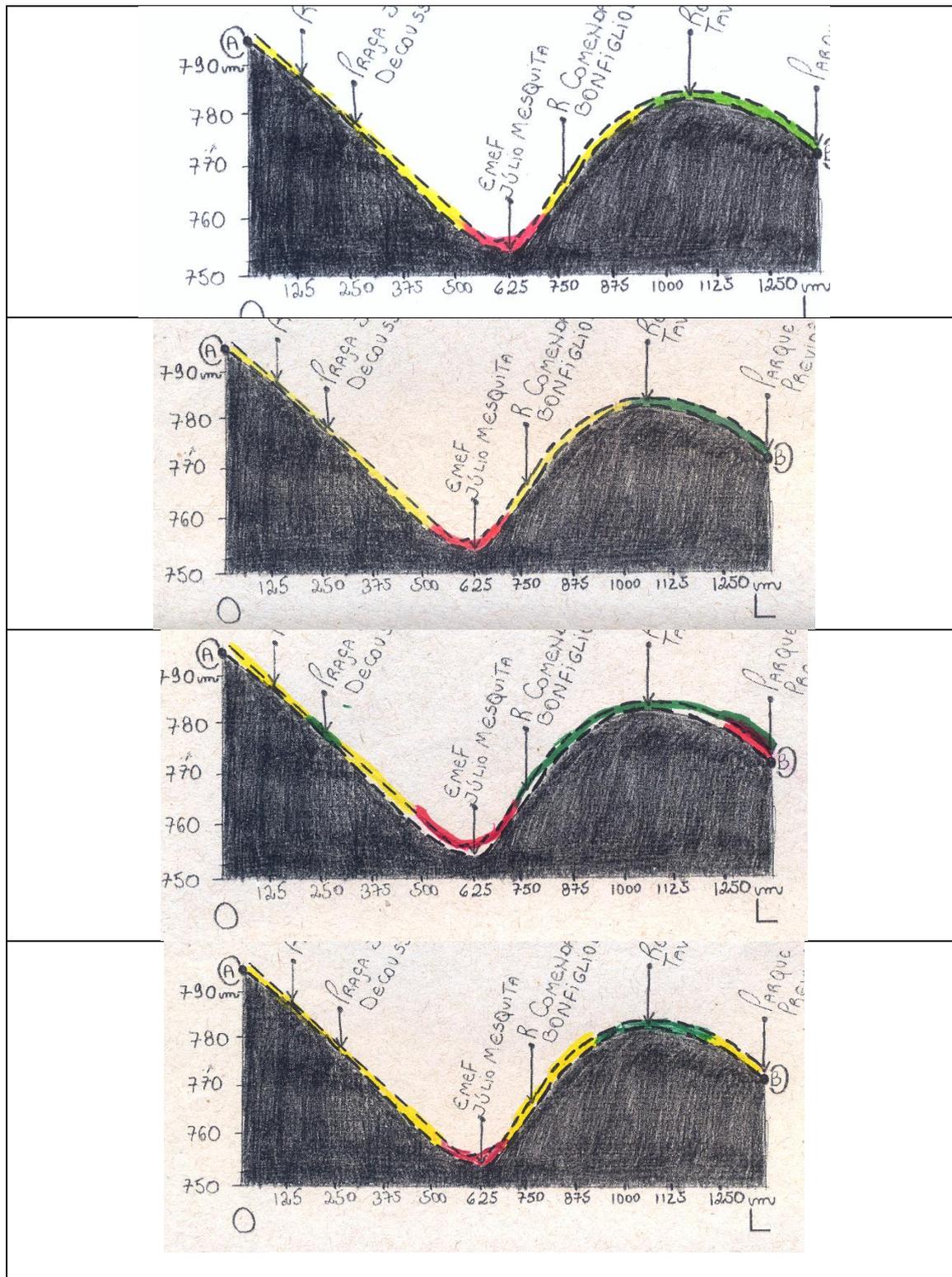


Conforme já esperávamos no momento do planejamento das tarefas, os alunos A e B destacaram a área onde está localizada a escola em vermelho, isto é, propensa as inundações. Essa foi a solução dada tanto por essa dupla quanto pelos outros alunos participantes da pesquisa para um dos dilemas colocados nesta SD (*“Existe a possibilidade de ocorrer alagamentos na escola e arredores?”*). Os perfis setorizados pelos outros alunos apresentados abaixo ilustram e exemplificam essa nossa afirmação:

Figura 50 – Setores definidos pelos alunos no perfil (exemplos selecionados)
(detalhe do perfil topográfico)



(continuação)



Organizado pelo autor.

O dilema é a situação problemática. Esse dilema pode causar a cisão, isto é, deixar o aluno dividido entre duas ou mais opiniões. Essa divisão gera a dúvida, a qual pode ser esclarecida via realização de uma Atividade

Investigativa. Colocar os alunos diante de dilemas, provocar a dúvida e possibilitar a eles a construção de uma solução para o problema faz parte do desenvolvimento do espírito científico.

Durante a realização da Atividade Investigativa, procuramos o equilíbrio entre a simetria e a assimetria. A simetria foi estabelecida pelas orientações para realização da atividade, em especial aquelas contidas na tabela, com os critérios para a definição de cada tipo de ambiente. Já a assimetria ocorreu porque deixamos a cargo dos alunos a localização de cada tipo de ambiente no perfil. O traçado da linha, a localização e a extensão de cada linha representam o momento de criação dos alunos, mais uma ação necessária para o desenvolvimento do espírito científico.

Vale ainda destacar que, durante a realização da Atividade Investigativa, os alunos desenvolveram a habilidade “*Analisar os impactos produzidos pela ação humana no modelado do relevo*”, pois relacionaram a altitude, declividade e ocupação das terras com a questão da permeabilidade do terreno, tendo em vista o padrão de ocupação das terras. Esses são fatores que permitem construir representações sobre a Morfodinâmica, isto é, de *imaginar* a dinâmica de uma ou mais vertentes, de *projetar* o movimento que pode ser conferido em determinada paisagem, com foco nos fenômenos físicos. Ao mesmo tempo, desenvolveram a competência *contextuação*, pois aproximaram os fatores mencionados com um dos seus principais lugares de vivência, a escola e os seus arredores, algo facilitado inclusive pelo modo como as tarefas foram organizadas. A própria Atividade Investigativa já tinha como ponto de convergência a escola.

A tarefa 5 trouxe o outro dilema colocado na SD, as causas dos alagamentos. Trata-se de uma tarefa semelhante à tarefa 4 da aula 1, quando estávamos fazendo o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos. O que muda agora é o seu enunciado, pois fizemos questão de finalizar esta SD destacando a importância das hipóteses, de entender a resposta a um problema como uma hipótese para ser avaliada em pesquisas futuras. Ao mesmo tempo, nessa tarefa podemos verificar se os alunos superaram os seus obstáculos epistemológicos sobre o dilema em pauta, pois a alternativa assinalada para ser adotada como hipótese também evidencia, em nosso caso, o que entendem como a possível causa dos alagamentos:

Figura 51 – Alternativa selecionada pelos alunos A e B na tarefa 5

5) Hipótese é uma resposta preliminar dada à um problema ou pergunta. Desta forma, reflita: caso você fosse realizar uma pesquisa sobre as inundações na área onde está localizada a EMEF Júlio Mesquita e arredores, qual das hipóteses você gostaria de adotar para ser confirmada ou não no seu estudo? (não deixe de considerar o que foi discutido nas aulas anteriores para tomar a sua decisão)

- a) Excesso de chuvas.
- b) Aquecimento Global.
- c) Falta de investimento em infra-estrutura.
- d) Impermeabilização da superfície de áreas planas ou mais baixas (em relação ao seu redor).
- e) Ocupação humana muito próxima dos rios.

A alternativa que os alunos A e B assinalaram evidencia que houve a mudança de opinião para a causa dos alagamentos, a superação do obstáculo epistemológico. Isso porque a dupla assinalou a alternativa “c” (falta de investimento em infraestrutura), diferentemente do que o aluno A havia assinalado na tarefa 4 da aula 1, a alternativa “a” (excesso de chuvas). Ao abandonar uma opinião baseada na figura de linguagem para a causa de um fenômeno físico (o que também ocorreu com o aluno B conforme os documentos que tivemos acesso), podemos afirmar que a SD contribuiu para a formação do *primeiro* espírito científico dos estudantes. Isso porque entendemos que na sala de aula, a constituição do *primeiro* espírito científico é caracterizada por esse instante de afastamento, mesmo que restrito ao problema em pauta, das opiniões animistas relacionadas ao meio físico, por exemplo.

A tarefa 6 solicitava aos alunos que refletissem sobre a possibilidade de ocorrer inundações na escola e arredores. Diante dessa questão, os alunos A e B afirmaram “*Sim, porque há falta de investimento em infra-estrutura tipo: mais bueiros, mais drenagem de água da chuva, etc...*”, conforme podemos visualizar na figura abaixo:

Figura 52 – Respostas dos alunos A e B para a tarefa

6) Segundo o que foi analisado e discutido nas últimas aulas, existiria a possibilidade de ocorrer inundações na EMEF Júlio Mesquita ou em suas proximidades? Justifique sua resposta.

Sim, porque há falta de investimento em infra-estrutura tipo: mais bueiros, mais drenagem de água de chuva, etc...

Esta é uma devolutiva que também evidencia a superação do Obstáculo Epistemológico, pois coloca em evidência a variável ambiental infraestrutura, assim como a formação do primeiro espírito científico, pois ratifica o que havia sido destacado pela dupla na tarefa 5.

A tarefa 7, última da SD, que solicitava aos alunos a elaboração de perguntas, foi inspirada pela célebre frase de Gaston Bachelard, já citada em outro capítulo: “(...) o homem movido pelo espírito científico deseja saber, mas para, imediatamente, melhor questionar” (BACHELARD, 2008, p. 21). Segue as devolutas dos alunos A e B para esta tarefa:

Figura 53 – Respostas dos alunos A e B para a tarefa 7

7) Tendo em vista o que foi estudado nas últimas aulas (o problema das inundações em área urbana) elabore uma ou mais perguntas para serem respondidas através de uma pesquisa.

Porque de sua escola ocorre muitas inundações? Por que isso ocorre? Explique o fato com suas palavras.

Você já ficou próximo de alguma inundação? Quais medidas você tomou?

Com relação à resposta dos alunos A e B para essa tarefa, cabe destacar a questão “Você já ficou próximo de alguma inundação? Quais

medidas você tomou?”. O problema a que se refere essa pergunta aponta para temas relacionados com a Defesa Civil, tais como prevenção de desastres, eventos críticos, plano de contingência, risco ambiental e vulnerabilidade, assuntos que perpassam a Geografia da Natureza e a própria Geografia Escolar.

Os tipos de ambientes definidos no Perfil Topográfico, assim como as respostas para as tarefas 5 e 6, representam, ao mesmo tempo, a possível superação do Obstáculo Epistemológico, a busca pela verdade (verossimilitude), assim como a ponte jogada sobre o abismo, isto é, a construção de uma nova crença. A pergunta elaborada pelos alunos, por sua vez, coloca eles novamente diante do abismo, isto é, de uma dúvida, e ante a crença anteriormente construída (a possibilidade de ocorrer alagamentos na escola por falta de investimento em infraestrutura) temos um novo problema (o debate sobre as possíveis medidas de segurança ou preventivas que podem ser tomadas ante os alagamentos nas áreas urbanas). Nesse contexto, as respostas dos alunos para as tarefas 5, 6 e 7 são como experiências de pensamento. Apesar do fenômeno não ser visto, ele é inferido, imaginado. Possibilidades (vulnerabilidades, suscetibilidades ou potencialidades) são vislumbradas e, entre o aluno e o objeto, o que é visto não é necessariamente aquilo que é sentido: entre ele e a paisagem, passa a existir um feixe de relações, ou pelo menos o embrião de um feixe, construído a partir das variáveis ambientais.

Todo esse movimento, que passa pela tomada de consciência de um conhecimento prévio (muitas vezes derivado de uma percepção do objeto mediada pelos sentidos e influenciada pelas crenças do senso comum), pela desconstrução dessa crença, pela construção de outra crença – ponte entre o aluno e o objeto, e pela visualização de um novo abismo (ações desenvolvidas durante e após as tarefas preparatórias para a atividade investigativa, as quais transitam entre momentos simétricos e assimétricos), é resultado de uma mediação, ou seja, de um processo que envolve: (i) o aluno; (ii) o objeto investigado (o Processo Físico Elementar); e (iii) entre o aluno e o objeto, as tarefas planejadas pelo professor, que assumem a função de instrumento mediador, de meio para o desenvolvimento do raciocínio, da compreensão de algo, de sua capacidade de projetar o futuro referente à dinâmica das vertentes.

Todas as devolutivas dos alunos, desde a primeira tarefa da SD, passando pela elaboração do perfil topográfico do lugar imaginário, a definição dos setores no perfil até a elaboração da pergunta na tarefa 7, representam o reconhecimento do sentimento de compromisso do professor em relação a eles, os estudantes. As tarefas são a materialização desse sentimento de compromisso. Os resultados obtidos com a aplicação das tarefas são evidências de que houve, por parte dos alunos, o estabelecimento do “dever de consciência” que os impulsionou a realizar o que foi solicitado, dever este paulatinamente expandido e consolidado durante as aulas. Conforme já havíamos comentado anteriormente, em um ambiente modelado pelo “sentimento de compromisso” do professor, o “dever de consciência” toma o lugar da ideia de coação, e as possibilidades de desenvolvimento do espírito científico nos alunos tornam-se mais promissoras.

Por fim, cabe salientar que os fundamentos teóricos que sustentam as tarefas do nosso instrumento de pesquisa e dos IAMs são extensos, conforme apresentamos detalhadamente nos capítulos anteriores. Mas o que procuramos aqui não é a análise exaustiva das devolutivas dos alunos para as tarefas da SD, mas sim as principais evidências da aprendizagem da Morfodinâmica. Desse modo, após a análise das respostas dos alunos A e B para as tarefas da SD, entendemos que a Atividade Investigativa, assim como as tarefas 5, 6 e 7 da aula 9, são aquelas que evidenciam mais satisfatoriamente a aprendizagem da Morfodinâmica. É a resposta dos alunos participantes da pesquisa para essas tarefas que iremos analisar a seguir. Para realizar a análise das respostas, iremos nos valer das Fichas para Avaliação do Raciocínio.⁸⁸

⁸⁸ Cabe registrar que este estudo apresenta três sínteses integradoras: o esquema estratégico para a organização das aulas que visam o ensino da Morfodinâmica; os IAMs; e, as Fichas para a Análise do Raciocínio.

8. AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DO RACIOCÍNIO: ANÁLISE DOS RESULTADOS

Antes de iniciar este capítulo, vale a pena retomar o Quadro 1, com os Indicadores de Aprendizagem da Morfodinâmica (IAMs). Esses indicadores são a resposta para a pergunta deste estudo, qual seja: *Quais são os indicadores necessários para avaliação da aprendizagem nas aulas de Geografia que visam ao ensino da Morfodinâmica?* Agora, paulatinamente iremos citar e comentar cada um desses indicadores no decorrer deste capítulo tendo em vista as devolutivas dos alunos para algumas tarefas da SD, a fim de demonstrar nossa hipótese de pesquisa, qual seja: *A avaliação da aprendizagem da Morfodinâmica é possível a partir da aplicação dos IAMs.*

Quadro 25 – Indicadores de Aprendizagem da Morfodinâmica (IAMs) – versão resumida

Indicador	Crterios para avaliaço
1. Raciocnio Analitico	Ações ou respostas dos alunos que assinalam para o desenvolvimento do Raciocnio Analitico durante o ensino da Morfodinâmica: 1.1.- Identificao de variáveis. 1.2. – Seleção de variáveis. 1.3. – Diferenciação de variáveis. 1.4. – Agrupamento de variáveis.
2. Raciocnio de Síntese	Ações ou respostas dos alunos que assinalam para o desenvolvimento do Raciocnio de Síntese durante o ensino da Morfodinâmica: 2.1. – Elaborao de unidades taxonômicas. 2.2. – Elaborao de tipologias. 2.3. – Elaborao de categorias.
3. Raciocnio por Hipótese	Ações ou respostas dos alunos que assinalam para o desenvolvimento do Raciocnio por Hipótese durante o ensino da Morfodinâmica: 3.1. – Elaborao de perguntas. 3.2. – Elaborao de hipóteses.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme comentamos nos capítulos anteriores, as variáveis ambientais fazem parte dos indicadores e necessitam ser consideradas pelo professor durante a avaliação das respostas dos alunos. Isso porque no sexto ao nono ano a construção de significados que *apontam* para a superao dos obstáculos epistemológicos ocorre quando o estudante procura uma nova

palavra para se comunicar tendo em vista as variáveis ambientais trabalhadas antes e durante a realização da atividade investigativa. Em nosso caso, são as respostas para as últimas quatro tarefas do instrumento de pesquisa (aula 9) que permitem verificar se os alunos passaram a empregar algumas noções, como altitude e permeabilidade do terreno, para se expressarem sobre as causas dos alagamentos e as possibilidades de ocorrência em determinado lugar.

O emprego dessas noções nas frases construídas pelos alunos para as tarefas 6 e 7 por si só pode caracterizar o Raciocínio Analítico ou, melhor dizendo, indícios de que esse tipo de raciocínio foi desenvolvido por eles (se eles colocarem em evidência nas suas respostas as variáveis ambientais), o que significa a aprendizagem. Além disso, a resposta da tarefa 5 da aula 9, uma questão de múltipla escolha, também caracteriza o desenvolvimento do Raciocínio Analítico, caso o estudante selecione as alternativas “c”, “d” ou “e”. Nessas alternativas, as metáforas cedem lugar às variáveis ambientais comumente empregadas nos estudos voltados para a investigação da dinâmica das vertentes.

Também é possível verificar nas tarefas 6 e 7 se o aluno avançou para o Raciocínio de Síntese, isto é, se ele procurou elaborar tipologias, por exemplo, envolvendo as variáveis ambientais. O objeto derivado de um raciocínio de síntese pode estar presente tanto na pergunta (tarefa 7) quanto na justificativa da resposta para a tarefa 6.

Além das últimas três questões do instrumento de pesquisa, merece especial atenção a tarefa 4, ou seja, a Atividade Investigativa da Sequência Didática. Isso porque entendemos que o Raciocínio de Síntese foi desenvolvido pelos alunos no momento em que eles definiram no perfil topográfico os tipos de ambientes, isto é, os setores do terreno suscetíveis ao escoamento superficial da água, a infiltração ou propensos às inundações.

Ao lançar no perfil as linhas que representam cada tipo de ambiente, os estudantes finalizaram o processo de síntese, iniciado pelo próprio professor/investigador ao elaborar o quadro para a atividade investigativa. A linha registrada pelos estudantes é a representação de um feixe de relações que, inicialmente, foi pré-determinado pelo docente. Mas a finalização da síntese esteve a cargo dos alunos. Assim, não podemos excluí-los desse processo de estabelecimento do feixe de relações e de construção da síntese,

mesmo que não tenha sido exclusivamente elaborada por eles.⁸⁹ A linha no perfil topográfico não é uma palavra, mas não deixa de ser um significante, no caso símbolo que representa os tipos de ambientes, criado com a participação dos alunos, através da sua ação. Cabe salientar que esse processo de finalização da síntese, de definição das tipologias no perfil topográfico, a partir das orientações contidas no quadro que compunha a Atividade Investigativa, foi realizada pelos alunos A e B, conforme narramos anteriormente, assim como pela maioria dos alunos participantes da pesquisa.

Desse modo, iremos avaliar as repostas dos alunos para as últimas quatro tarefas da SD e consideraremos além das palavras, das frases ou proposições, as linhas (traços) lançadas pelos alunos no perfil topográfico, cujo significado remete, no nosso entendimento, a uma síntese, ao desenvolvimento do Raciocínio de Síntese, conforme procuramos justificar anteriormente.

A palavra (significante) pode ser adotada para se expressar sobre o problema abordado na SD, assim como pode ser utilizada para a elaboração de tipologias, ou seja, para a construção de novos objetos. No primeiro caso, temos a análise; no segundo, a tentativa de síntese. E tudo depende, de um lado, do modo como as tarefas foram organizadas pelo professor e, do outro, da tentativa de criação do aluno (a qual só irá ocorrer caso a aula conceda essa possibilidade para o estudante).

Apesar da palavra *hipótese* ter sido empregada no enunciado da tarefa 5, entendemos que a devolutiva dos alunos para a tarefa 4 (Atividade Investigativa) também representa uma solução aproximativa e indicativa para um dos problemas colocados na SD, no caso, a possibilidade de ocorrência dos alagamentos na escola e arredores. Do mesmo modo, a resposta dos alunos para a tarefa 6 não superou uma opinião prévia, resposta ou devolutiva preliminar sobre o problema citado.

Todavia, no contexto dessa SD, entendemos que a construção da estrutura do Raciocínio por Hipótese foi intencionalmente provocada quando

⁸⁹ Não raramente, uma tipologia é previamente definida em uma metodologia, bastando aplicá-la para o estudo dos objetos ao qual se destina. É o caso, por exemplo, das classes de fragilidade do relevo definidas na proposta da Análise da Fragilidade do Relevo (ROSS, 1994) e da escala de vulnerabilidade à denudação das rochas mais comuns na Análise da Vulnerabilidade Natural à Erosão (CREPANI et. al., 2001), conforme discutimos no capítulo 6. Sabemos que o ideal é fazer com que a síntese seja integralmente elaborada pelo aluno, desde o seu início, tendo como referência algumas orientações básicas do professor. Não foi o caso nesta pesquisa. Mas não iremos perder de vista a possibilidade de investigar este processo.

solicitamos aos alunos elaborar perguntas tendo como referência o que foi estudado nas últimas aulas (tarefa 7). A qualidade dessas perguntas está no emprego das variáveis trabalhadas durante a realização da atividade investigativa e anteriores. Conforme sabemos, a hipótese é uma resposta preliminar para uma pergunta, um problema. Uma hipótese, portanto, é acompanhada por uma pergunta, por um questionamento, motivo pelo qual entendemos a pergunta como parte da própria hipótese. E na pergunta, que é parte de uma hipótese, existe a possibilidade de conferirmos a ocorrência do Raciocínio Analítico ou do Raciocínio de Síntese.

Abaixo, temos o quadro com as tarefas eleitas para análise das respostas dos alunos atreladas aos IAMs previstos em cada uma delas.

Quadro 26 – Tarefas selecionadas da SD e possíveis IAMs desenvolvidos

Tarefas - Aula 9	IAMs
4	Raciocínio de Síntese (*)
5	Raciocínio Analítico
6	Raciocínio Analítico – Raciocínio de Síntese
7	Raciocínio Analítico – Raciocínio de Síntese – Raciocínio por Hipótese (**)

Fonte: Elaborado pelo autor.

(*) Definição dos tipos de ambientes tendo em vista critérios preestabelecidos.

(**) Entendendo a pergunta como parte do processo de construção de uma hipótese.

Após a seleção das tarefas, o segundo passo para viabilizar a avaliação do desenvolvimento do raciocínio é verificar as principais noções que foram citadas ou abordadas na SD que sucedem o levantamento do conhecimento prévio dos alunos. Trata-se de uma seleção que visa delimitar as variáveis ambientais e os processos que se espera que os alunos empreguem ao se expressarem sobre os problemas abordados na SD, em nosso caso, a causa dos alagamentos e possibilidades de ocorrência na escola e arredores.

No âmbito do nosso instrumento de pesquisa, estas noções foram: (i) a **altitude**, diretamente abordada no perfil topográfico; (ii) a **impermeabilização da superfície**, a qual está relacionada com os processos exógenos **infiltração** e **escoamento**, por exemplo; (iii) a **infraestrutura**, relacionada com o processo exógeno **escoamento**, por exemplo; e, (vi) a ocupação das terras, em nosso caso, mais especificamente, aquilo que denominamos de “**ocupação humana**”

próxima dos rios", variável diretamente relacionada com o processo de **inundação** das várzeas, entre outros. De algum modo, de forma literal ou indireta, a expectativa era que eles fizessem alusão às noções de altitude, impermeabilização da superfície, infiltração, escoamento, ocupação e inundação em suas devolutivas. Acrescentamos também outras possíveis noções, devido ao modo como o enunciado das tarefas foram elaborados, como alagamentos, enchentes, áreas com predomínio de vegetação e edificações, áreas planas e inclinadas.

Essas foram as noções principais da SD, abordadas ou citadas em suas tarefas. Entretanto, conforme começamos a constatar nos capítulos anteriores, a noção que mais se destacou em nosso instrumento de pesquisa foi a altitude. Todavia, não podemos desconsiderar as outras variáveis e os processos citados, uma vez que estes podem ser empregados pelos alunos para o desenvolvimento do seu raciocínio, assim como também contribuir para a construção da habilidade foco da SD, qual seja, "*Analisar os impactos produzidos pela ação humana no modelado do relevo terrestre.*".

A seguir, apresentamos as Fichas para Avaliação do Desenvolvimento do Raciocínio.

8.1. Fichas para avaliação do raciocínio

Nas fichas, procuramos representar e avaliar os dados coletados com a aplicação das tarefas 4, 5, 6 e 7, conforme já comentado, tendo em vista os objetivos da SD, recapitulados a seguir:

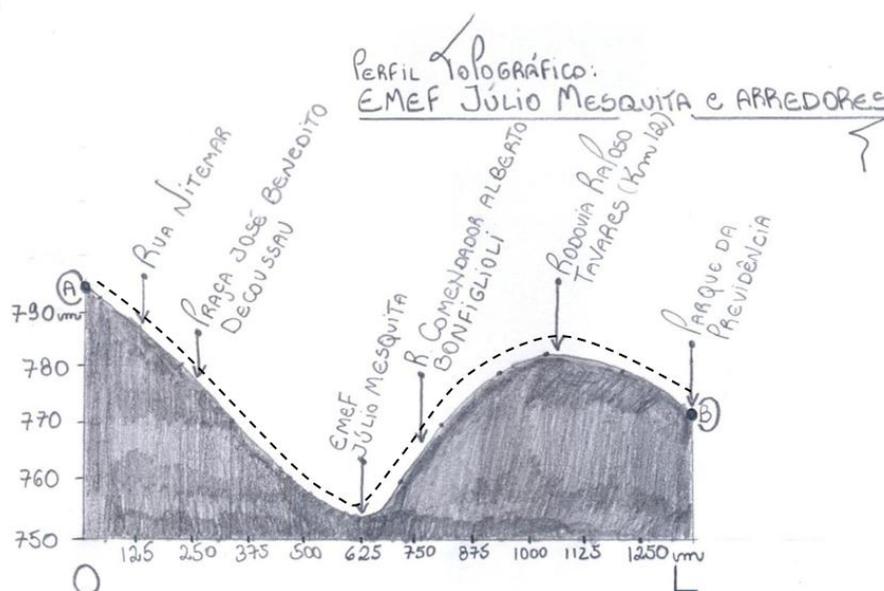
- (i) **emprego de variáveis ambientais** ao se expressar sobre a causa dos alagamentos e possibilidades de sua ocorrência em determinado lugar;
- (ii) **reconhecimento das variáveis ambientais** como a causa dos alagamentos e possibilidades de sua ocorrência em determinado lugar;
- (iii) **elaboração de sínteses** para se expressar sobre a causa dos alagamentos e possibilidades de sua ocorrência em determinado lugar;
- (iv) **elaboração de hipóteses** com base nas **variáveis ambientais e tipologias, categorias, unidades taxonômicas**, etc. (sínteses).

Uma vez alcançado os objetivos pelo aluno, estamos diante de uma SD que contribui para o desenvolvimento da habilidade “Analisar os impactos produzidos pela ação humana no modelado do relevo” e da competência expressão, que é a capacidade de se expressar em diferentes linguagens (cartográfica, em particular, e escrita, por exemplo) sobre um problema. Quando possível, também assinalamos na análise das respostas a mudança de opinião dos alunos sobre a causa do fenômeno abordado nas aulas (alagamentos) e possibilidades de ocorrência.

8.1.1. Ficha para avaliação do desenvolvimento do Raciocínio de Síntese

A tarefa 4 compunha a Atividade Investigativa. Consistia na análise de um quadro com algumas informações que auxiliavam os alunos a definir os setores no perfil topográfico, conforme podemos visualizar novamente a seguir:

Figura 54 – Detalhes da tarefa 4 (Atividade Investigativa)



o 4) Observe a tabela abaixo e destaque na linha tracejada do perfil topográfico na folha anterior:

Fator a ser destacado	Cor da linha	Características
Áreas propensas a inundações	vermelha	Geralmente estas são áreas baixas e com edificações (impermeabilizadas)
Áreas mais propensas ao escoamento superficial da água da chuva	amarela	Geralmente estas são áreas inclinadas e impermeabilizadas.
Áreas mais propensas à infiltração da água no solo	verde	Geralmente estas são áreas com vegetação, planas ou levemente inclinadas.

(se necessário, observe a imagem de satélite ampliada para ajudar na realização da tarefa)

- LEMBRE-SE: Cinza escuro indica vegetação; outros tons de cinza mais claros indicam edificações e arruamento. A água tende a infiltrar no solo nas áreas com vegetação.

No quadro temos algumas orientações ("ideias") que solicitam aos alunos traçar linhas, definir setores, no perfil. Essa ação converte as ideias contidas no quadro em parte de uma representação. A representação permite ao aluno ver o problema, "fecunda o raciocínio", como diria Humboldt. A representação, nesse caso, foi o veículo que levou o aluno a um mundo invisível que escapa da apreensão imediata dos sentidos. Desenhemos ideias. Desenhemos para ver. Desenhemos para pensar (GOMES, 2017, p. 60-66).

Também podemos desenhar para nos libertar das antigas ideias, para desenvolver o raciocínio. E, de fato, nessa tarefa, podemos verificar a mudança de opinião dos alunos em relação à possibilidade de ocorrência dos alagamentos na escola e arredores, pois grande parte deles destacou a área onde está localizada a escola como suscetível a esse evento (setor caracterizado por uma linha vermelha no perfil topográfico).

Cabe resgatar que nas atividades iniciais da SD, quando estávamos fazendo o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, a maioria deles afirmou não existir a possibilidade de ocorrer alagamentos na escola e arredores. Adiante, segue a ficha para avaliação do desenvolvimento do raciocínio para essa tarefa:

Quadro 27 – Ficha para avaliação do desenvolvimento do Raciocínio de Síntese – Tarefa 4 (Atividade Investigativa), aula 9

Indicador: Raciocínio de Síntese									
Descrição (resumo)	Ocorre quando o aluno elabora unidades taxonômicas, tipologias, categorias pelo agrupamento de objetos caracterizados por agrupamentos de variáveis.								
Fonte de dados	Respostas para a tarefa 4 da aula 9 da SD								
Unidade de medida	% (porcentagem) elaborada a partir do número total de duplas que realizaram a tarefa								
Gráfico do indicador	<p style="text-align: center;">Evidências do desenvolvimento do raciocínio de síntese – tarefa 4 (Atividade Investigativa), aula 9 (% das duplas)</p> <table border="1"> <caption>Dados do Gráfico de Barras</caption> <thead> <tr> <th>Categoria</th> <th>Porcentagem (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Duplas que segmentaram toda a linha tracejada do perfil</td> <td>72</td> </tr> <tr> <td>Duplas que segmentaram parcialmente a linha tracejada do perfil, com lacunas em branco</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>Duplas que não segmentaram a linha tracejada do perfil</td> <td>9</td> </tr> </tbody> </table>	Categoria	Porcentagem (%)	Duplas que segmentaram toda a linha tracejada do perfil	72	Duplas que segmentaram parcialmente a linha tracejada do perfil, com lacunas em branco	19	Duplas que não segmentaram a linha tracejada do perfil	9
Categoria	Porcentagem (%)								
Duplas que segmentaram toda a linha tracejada do perfil	72								
Duplas que segmentaram parcialmente a linha tracejada do perfil, com lacunas em branco	19								
Duplas que não segmentaram a linha tracejada do perfil	9								
Exemplo de respostas dos alunos	(ver Figura 50)								

(continuação)

Análise concisa do indicador (foco no objetivo)	<p>Esta foi a única tarefa cuja avaliação esteve voltada para os símbolos elaborados pelos alunos, no caso, uma linha que representa diferentes tipos de ambientes no perfil topográfico. Conforme podemos constatar no gráfico, a maioria das duplas segmentou a linha tracejada do perfil, definindo assim os tipos de ambientes. Entretanto, salientamos que 19% das duplas, apesar de terem segmentado a linha tracejada, deixaram algumas partes em branco, lacunas que podem representar a incerteza em relação ao tipo de ambiente em partes específicas do perfil. Apenas 9% das duplas não chegaram a realizar o que era solicitado na tarefa 4, ou seja, deixaram de participar da Atividade Investigativa da SD.</p> <p>Ao definirem os setores no perfil, os alunos desenvolveram a habilidade destacada na SD, pois tiveram a oportunidade de compreender como o relevo, a dinâmica das vertentes, está relacionada com a ocupação das terras pelo homem (a impermeabilização é um fator que contribui para a ocorrência dos alagamentos, por exemplo), assim como para o desenvolvimento da competência expressão, uma vez que a setorização do perfil está diretamente vinculada com a capacidade de se expressar via linguagem cartográfica.</p> <p>- Sobre a mudança de opinião: majoritariamente, as duplas identificaram a parte do perfil topográfico onde está localizada a escola como um setor propenso aos alagamentos. Essas devolutivas são indícios de que os alunos, ao definirem os tipos de ambientes no perfil, também se viram diante de uma situação que contrariou a sua opinião inicial sobre a possibilidade de ocorrer alagamentos na escola e arredores. No início da SD, quando fazíamos o levantamento dos conhecimentos prévios, a maioria dos estudantes afirmou que a área onde está localizada a escola não era suscetível aos alagamentos.</p>
--	---

8.1.2. Ficha para avaliação do desenvolvimento do Raciocínio Analítico

A tarefa 5 da aula 9, inserida logo após a Atividade Investigativa, solicitava aos alunos responder uma questão de múltipla escolha. Essa tarefa retomava o problema da causa dos alagamentos, conforme podemos verificar abaixo:

Figura 55 – Tarefa 5 da aula 9 (causas dos alagamentos)

<p>5) Hipótese é uma resposta preliminar dada à um problema ou pergunta. Desta forma, reflita: caso você fosse realizar uma pesquisa sobre as inundações na área onde está localizada a EMEF Júlio Mesquita e arredores, qual das hipóteses você gostaria de adotar para ser confirmada ou não no seu estudo? (não deixe de considerar o que foi discutido nas aulas anteriores para tomar a sua decisão)</p> <p>a) Excesso de chuvas. b) Aquecimento Global. c) Falta de investimento em infra-estrutura. d) Impermeabilização da superfície de áreas planas ou mais baixas (em relação ao seu redor). e) Ocupação humana muito próxima dos rios.</p>

Nessa tarefa, as evidências do desenvolvimento do raciocínio analítico estão nas escolhas das alternativas pelos alunos, no caso, as alternativas “c”, “d” e “e”, que são algumas das variáveis ambientais consideradas quando se pretende analisar os alagamentos em áreas urbanas. Nessa tarefa, também podemos verificar a mudança de opinião dos alunos sobre as causas dos alagamentos, pois nas tarefas iniciais da SD, quando fazíamos o levantamento dos conhecimentos prévios, grande parte dos alunos assinalaram as alternativas “a” e “b”, isto é, o excesso de chuvas e o Aquecimento Global.

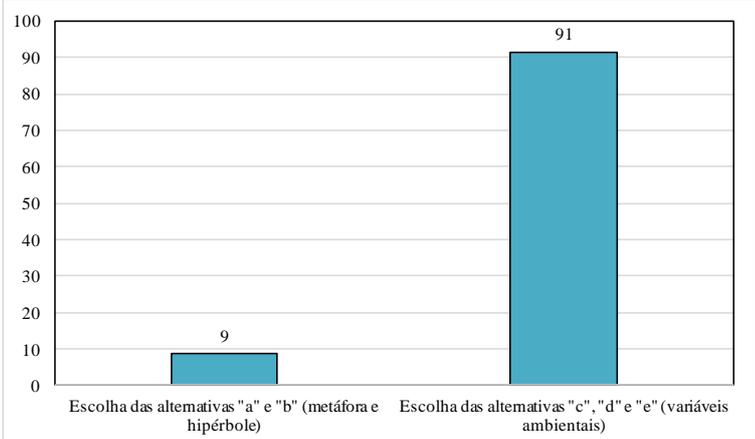
Segue a ficha para avaliação do raciocínio dessa tarefa:

Quadro 28 – Ficha para avaliação do desenvolvimento do Raciocínio Analítico

– Tarefa 5, aula 9

Indicador: Raciocínio Analítico	
Descrição (resumo)	Ocorre quando o aluno identifica, seleciona e diferencia os dados (variáveis ambientais, processos).
Fonte de dados	Respostas para a tarefa 5 da aula 9 da SD.
Unidade de medida	% (porcentagem) elaborada a partir do número total de duplas que realizaram a tarefa.

(continuação)

<p>Gráfico do indicador</p>	<p style="text-align: center;">Evidências do desenvolvimento do raciocínio analítico - tarefa 5, aula 9 (% das duplas)</p>  <table border="1" data-bbox="550 434 1305 873"> <thead> <tr> <th>Escolha das alternativas</th> <th>Porcentagem (% das duplas)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Escolha das alternativas "a" e "b" (metáfora e hipérbole)</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Escolha das alternativas "c", "d" e "e" (variáveis ambientais)</td> <td>91</td> </tr> </tbody> </table>	Escolha das alternativas	Porcentagem (% das duplas)	Escolha das alternativas "a" e "b" (metáfora e hipérbole)	9	Escolha das alternativas "c", "d" e "e" (variáveis ambientais)	91
Escolha das alternativas	Porcentagem (% das duplas)						
Escolha das alternativas "a" e "b" (metáfora e hipérbole)	9						
Escolha das alternativas "c", "d" e "e" (variáveis ambientais)	91						
<p>Exemplo de respostas dos alunos</p>	<p>(Questão de múltipla escolha)</p>						
<p>Análise concisa do indicador (foco no objetivo)</p>	<p>As alternativas assinaladas pela maioria dos estudantes se reportam a algumas variáveis ambientais reconhecidas nos estudos voltados para a dinâmica das vertentes como as possíveis causas para a ocorrência dos alagamentos ou inundações em determinado local nas áreas urbanas. No caso, estamos nos referindo às variáveis presentes nas alternativas “c”, “d” e “e”, quais sejam: (i) infraestrutura; (ii) impermeabilização da superfície; e, (iii) ocupação humana muito próxima dos rios (planície de inundação/fundo de vale).</p> <p>Ao responderem a essa questão, os alunos se depararam novamente com algumas variáveis ambientais que ajudam a explicar as causas dos alagamentos, destacando essas variáveis nas alternativas escolhidas, um indício de que a SD contribuiu para o desenvolvimento da habilidade nela destacada.</p> <p>- Sobre a mudança de opinião: A escolha das alternativas “c”, “d” e “e” também é um indício de que os alunos mudaram de opinião em relação à causa dos alagamentos. Isso porque no início da SD, quando fazíamos o levantamento dos conhecimentos prévios, a maioria assinalou as alternativas “a” e “b” – excesso de chuvas e aquecimento global respectivamente, como a causa para o problema em pauta.</p>						

8.1.3. Fichas para avaliação do desenvolvimento do Raciocínio Analítico e de Síntese

A tarefa 6 da aula 9 solicitava ao aluno opinar, por escrito, sobre a possibilidade de ocorrer ou não alagamentos na escola e arredores:

Figura 56 – Tarefa 6 da aula 9 (possibilidade de ocorrer os alagamentos na escola e arredores)

<p>6) Segundo o que foi analisado e discutido nas últimas aulas, existiria a possibilidade de ocorrer inundações na EMEF Júlio Mesquita ou em suas proximidades? Justifique sua resposta.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
--

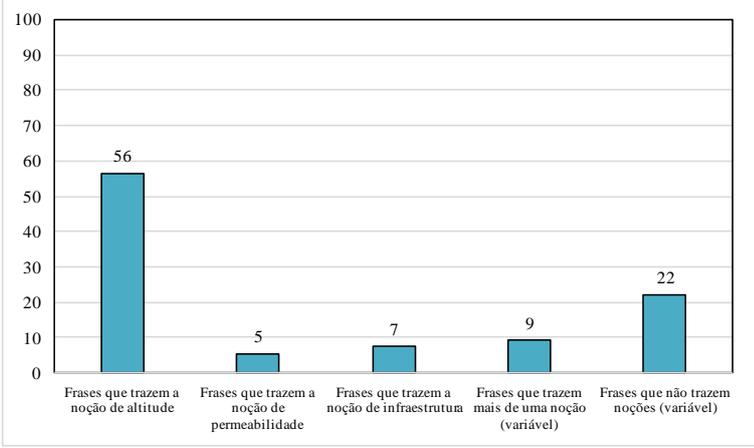
As evidências do desenvolvimento do raciocínio analítico são a presença de uma ou mais variáveis ambientais na justificativa redigida pelos alunos. Ao compararmos as respostas para essa tarefa com as respostas para as primeiras da SD, quando fazíamos o levantamento dos conhecimentos prévios, podemos verificar também a mudança de opinião dos estudantes sobre a possibilidade de ocorrer alagamentos na escola e arredores. Inicialmente, os alunos alegaram não haver tal possibilidade, não raramente apenas declarando, como justificativa, que nunca tinham visto acontecer este fenômeno naquele local.

Segue a ficha para avaliação do raciocínio dessa tarefa:

Quadro 29 – Ficha para avaliação do desenvolvimento do Raciocínio Analítico
– Tarefa 6, aula 9

Indicador: Raciocínio Analítico	
Descrição (resumo)	Ocorre quando o aluno identifica, seleciona e diferencia os dados (variáveis ambientais, processos).
Fonte de dados	Respostas para a tarefa 6 da aula 9 da SD.
Unidade de medida	% (porcentagem) elaborada a partir do número total de duplas que realizaram a tarefa.

(continuação)

<p>Gráfico do indicador</p>	<p style="text-align: center;">Evidências do desenvolvimento do raciocínio analítico – tarefa 6, aula 9 (% das duplas)</p>  <table border="1" data-bbox="564 331 1318 779"> <thead> <tr> <th>Categoria de Frases</th> <th>Porcentagem (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Frases que trazem a noção de altitude</td> <td>56</td> </tr> <tr> <td>Frases que trazem a noção de permeabilidade</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Frases que trazem a noção de infraestrutura</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Frases que trazem mais de uma noção (variável)</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Frases que não trazem noções (variável)</td> <td>22</td> </tr> </tbody> </table>	Categoria de Frases	Porcentagem (%)	Frases que trazem a noção de altitude	56	Frases que trazem a noção de permeabilidade	5	Frases que trazem a noção de infraestrutura	7	Frases que trazem mais de uma noção (variável)	9	Frases que não trazem noções (variável)	22
Categoria de Frases	Porcentagem (%)												
Frases que trazem a noção de altitude	56												
Frases que trazem a noção de permeabilidade	5												
Frases que trazem a noção de infraestrutura	7												
Frases que trazem mais de uma noção (variável)	9												
Frases que não trazem noções (variável)	22												
<p>Exemplo de respostas dos alunos</p>	<p><u>Frases que trazem a noção de altitude:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - “Sim, porque a EMEF Júlio Mesquita está localizada em uma área baixa assim como apresenta no perfil topográfico.” - “Sim, porque a escola fica numa das áreas mais baixas do bairro, aumentando os riscos de inundações no local.” - “Sim, porque estamos num nível muito baixo” - “Sim, porque segundo a ‘conclusão’ desse assunto (...) a EMEF Júlio Mesquita está localizada no ponto mais baixo da região, o mais propenso a esse tipo de acontecimento.” - “Com base no perfil topográfico podemos perceber que o Júlio Mesquita está em uma localização baixa, onde pode existir inundações.” <p><u>Frases que trazem a noção de permeabilidade:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - “Sim, pois a área é impermeabilizada” - “Não, porque bem ao lado da escola há uma praça onde a água pode ser absorvida.” (a noção de permeabilidade está implícita nesta resposta) <p><u>Frases que trazem a noção de infraestrutura:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - “Sim, porque se falta infra-estrutura.” - “Sim, porque há falta de investimento em infra-estrutura tipo mais bueiros, mais drenagem de água da chuva, etc.” 												

(continuação)

<p>Exemplo de respostas dos alunos</p>	<p><u>Frases que trazem mais de uma noção (variável):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - “Sim, porque tanto aqui no Júlio, quanto em suas proximidades estão localizadas em áreas baixas e com edificações (impermeabilizadas).” - “Sim, porque tem áreas baixas e impermeabilizadas na EMEF Júlio Mesquita e em suas proximidades.” - “Sim, porque além do lugar ser impermeabilizado ele fica muito em baixo e não tem para onde a água escorrer.” <p><u>Frases que não trazem noções (variável):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - “Sim, pela localização geográfica da escola.” - “Sim, eu já vi, na própria rua do Júlio.” - “Segundo o que foi analisado há sim possibilidade de haver inundações na escola.” - “Não, por que eu nunca vi inundação aqui na escola e nos arredores.” - “Não, aqui na escola nunca ocorreu inundação.” <p>(grifos nossos)</p>
<p>Análise concisa do indicador (foco no objetivo)</p>	<p>Nessa tarefa, a maioria dos alunos empregou as noções trabalhadas ou mencionadas na Atividade Investigativa e nas tarefas que antecederam esta atividade para formular a sua justificativa. A altitude foi a variável que predominou nas devolutivas dos alunos, a qual foi mencionada de diversas formas conforme conferimos nos exemplos de respostas dos estudantes. Ao realizarem essa tarefa, os alunos apresentaram indícios de que a SD contribuiu para o desenvolvimento da habilidade destacada na SD, pois mencionaram em suas respostas as variáveis ambientais que ajudam a refletir sobre o impacto da ação humana na dinâmica das vertentes, como a impermeabilização da superfície, e também a localização da escola em relação a altitude.</p> <p>Nessa tarefa, também temos indícios de que a SD contribuiu para o desenvolvimento da competência expressão, uma vez que as frases dos alunos permitem ao leitor compreender qual a opinião deles sobre o assunto em pauta após a realização da atividade investigativa.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sobre a mudança de opinião: Nessa tarefa, grande parte dos alunos também afirmou existir a possibilidade de alagar na escola e arredores, opinião que contraria o ponto de vista inicial da maioria dos estudantes, no momento em que fazíamos o levantamento dos seus conhecimentos prévios.

Com relação ao desenvolvimento do raciocínio de síntese, nota-se que a grande maioria dos alunos não chegaram a elaborar tipologias nesta tarefa, conforme podemos verificar na ficha adiante:

Quadro 30 – Ficha para avaliação do desenvolvimento do Raciocínio de Síntese – Tarefa 6, aula 9

Indicador: Raciocínio de Síntese							
Descrição (resumo)	Ocorre quando o aluno elabora unidades taxonômicas, tipologias, categorias pelo agrupamento de objetos caracterizados por agrupamentos de variáveis.						
Fonte de dados	Respostas para a tarefa 6 da aula 9.						
Unidade de medida	% da amostra elaborada a partir do número total de duplas que realizaram a tarefa.						
Gráfico do indicador	<p style="text-align: center;">Evidências do desenvolvimento do raciocínio de síntese – tarefa 6, aula 9 (% das duplas)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Categoria</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Frasas que apresentam indícios do Raciocínio de Síntese</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Frasas que não apresentam indícios do Raciocínio de Síntese</td> <td>97</td> </tr> </tbody> </table>	Categoria	Porcentagem	Frasas que apresentam indícios do Raciocínio de Síntese	3	Frasas que não apresentam indícios do Raciocínio de Síntese	97
Categoria	Porcentagem						
Frasas que apresentam indícios do Raciocínio de Síntese	3						
Frasas que não apresentam indícios do Raciocínio de Síntese	97						
Exemplo de respostas dos alunos	<p>“O perfil topográfico mostra o ponto crítico, que se chove a água viria toda para o Júlio Mesquita.”</p> <p>“Sim, porque o perfil topográfico mostra que a EMEF Júlio Mesquita está num ponto crítico.”</p> <p>(grifos nossos)</p>						
Análise concisa do indicador (foco no objetivo)	<p>- Objetivo: Nessa tarefa, a maioria dos alunos não conseguiu chegar a uma síntese, ou seja, elaborar tipologias para se referir ao fenômeno alagamentos. Todavia, conferimos algumas possíveis exceções, as quais foram registradas acima. A noção “ponto crítico”, citada por duas duplas, pode ser uma tentativa de síntese derivada da elaboração de um feixe de relações constituído por pelo menos duas variáveis (altitude e permeabilidade do terreno, por exemplo).</p>						

8.1.4. Fichas para avaliação do desenvolvimento do Raciocínio por Hipótese

A tarefa 7 solicitava ao aluno elaborar uma ou mais perguntas a partir do que foi estudado na SD:

Figura 57 – Tarefa 7 da aula 9 (elaboração de perguntas)

7) Tendo em vista o que foi estudado nas últimas aulas (o problema das inundações em área urbana) elabore uma ou mais perguntas para serem respondidas através de uma pesquisa.

A construção de uma pergunta, que é parte de uma hipótese, contribui para o desenvolvimento do raciocínio por hipótese. Portanto, podemos afirmar que todas as perguntas elaboradas pelos alunos constituem parte de uma hipótese. Coube-nos, portanto, analisar a qualidade da pergunta, isto é, se ela apresenta indícios do desenvolvimento do raciocínio analítico ou de síntese, ou ainda se o aluno citou *apenas* o processo objeto de investigação (o alagamento) em sua questão, desvinculado de qualquer variável ambiental. Nesse último caso, não temos indícios do desenvolvimento do raciocínio analítico, muito menos de síntese, mas somente o destaque, dado pelo aluno, do tema abordado na SD.

Adiante, tem-se a ficha de avaliação do raciocínio para essa tarefa:

Quadro 31 – Ficha para avaliação do desenvolvimento do Raciocínio por Hipótese – Tarefa 7, aula 9

Indicador: Raciocínio por Hipótese											
Descrição (resumo)	- Ocorre quando os alunos elaboram ou adotam suposições e perguntas tendo em vista as variáveis ambientais, os processos endógenos e exógenos e objetos; (questões dissertativas e de múltipla escolha).										
Fonte de dados	Respostas para a tarefa 7 da aula 9 da SD.										
Unidade de medida	% da amostra elaborada a partir do número total de duplas que realizaram a tarefa.										
Gráfico do indicador	<p style="text-align: center;">Evidências do desenvolvimento do raciocínio por hipótese – tarefa 7, aula 9 (% das duplas)</p> <table border="1"> <caption>Dados do Gráfico de Barras</caption> <thead> <tr> <th>Categoria</th> <th>Porcentagem (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Perguntas que apresentam indícios do Raciocínio Analítico</td> <td>53</td> </tr> <tr> <td>Perguntas que apresentam indícios do Raciocínio de Síntese</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Perguntas que mencionam apenas o processo</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>Perguntas que não fazem menção ao processo e às variáveis ambientais</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Categoria	Porcentagem (%)	Perguntas que apresentam indícios do Raciocínio Analítico	53	Perguntas que apresentam indícios do Raciocínio de Síntese	2	Perguntas que mencionam apenas o processo	42	Perguntas que não fazem menção ao processo e às variáveis ambientais	4
Categoria	Porcentagem (%)										
Perguntas que apresentam indícios do Raciocínio Analítico	53										
Perguntas que apresentam indícios do Raciocínio de Síntese	2										
Perguntas que mencionam apenas o processo	42										
Perguntas que não fazem menção ao processo e às variáveis ambientais	4										
Exemplo de respostas dos alunos	<p><u>Perguntas que apresentam indícios do Raciocínio Analítico:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - “Tendo em vista que as áreas mais baixas há inundações, porque há impermeabilização do solo nesses locais?” - “O que é impermeabilização?” - “Existe algum tipo de sistema de drenagem ou coisa do tipo, aqui nas proximidades?” - “Se houvesse uma inundação na EMEF Júlio Mesquita, quais causas além da área baixa?” - “Existe alguma coisa a se fazer num terreno impermeabilizado para que não ocorra alagamentos?” - “Porque o governo não investe em infra-estrutura?” - “Por que ocorre essas inundações por falta de estrutura ou por impermeabilização da superfície de áreas planas ou mais baixas?” (nesta resposta são citadas duas variáveis qualitativas e uma variável quantitativa) - “Em sua opinião, porque ocorrem alagamentos em áreas planas ou mais baixas? O que poderia ser feito para resolver o problema?” - “Qual a solução para inundações diante do problema da impermeabilidade?” 										

(continuação)

<p>Exemplo de respostas dos alunos</p>	<p><u>Pergunta que apresenta indício do Raciocínio de Síntese:</u> - “Qual seria um planejamento adequado para prevenir inundações em áreas de risco?”</p>
	<p><u>Perguntas que mencionam apenas o processo:</u> - “Porque em pleno século XXI há ainda alagamentos?” - “Qual a causa da maioria das inundações que ocorrem em São Paulo?” - “O que podemos fazer para acabar com as inundações?” - “Quais são as causas das enchentes nas áreas urbanas?” - “O que causa as enchentes em geral?”</p>
	<p><u>Perguntas que não fizeram menção ao processo e às variáveis ambientais:</u> - “Como podemos resolver esse problema?” - “Por que as pessoas não tomam nenhuma atitude para acabar com isso?”</p>
<p>Análise concisa do indicador (foco no objetivo)</p>	<p>- Objetivo: 93% das duplas chegaram a elaborar algum tipo de questão relacionada com o problema dos alagamentos/inundações. Desse modo, cabe avaliar as possíveis evidências do desenvolvimento do Raciocínio Analítico ou do Raciocínio de Síntese no âmbito destas perguntas. Conforme podemos conferir no gráfico, 53% das duplas apresentaram perguntas que assinalam para o desenvolvimento do Raciocínio Analítico, e uma quantidade considerável citou apenas o processo em pauta, deixando de relacionar o problema com as noções trabalhadas na SD. Apenas uma dupla apresentou indício do desenvolvimento do Raciocínio de Síntese, ao mencionar em sua pergunta a noção “área de risco”, relacionando as inundações com uma expressão que costuma caracterizar locais suscetíveis aos alagamentos e movimentos de massa, por exemplo.</p>

(continuação)

<p>Análise concisa do indicador (foco no objetivo)</p>	<p>Novamente, ao realizarem essa tarefa, os alunos apresentaram indícios de que a SD contribuiu para o desenvolvimento da habilidade destacada, pois mencionaram em suas perguntas as variáveis ambientais que ajudam a refletir sobre o impacto da ação humana na dinâmica das vertentes (altitude relacionada com a ocupação das terras, impermeabilização da superfície, infraestrutura). Nessa tarefa, também temos indícios de que a SD contribuiu para o desenvolvimento da competência expressão, uma vez que as questões dos alunos permitiram a eles compartilhar, de modo conciso, dúvidas que ainda existem sobre o tema ou tópicos de interesse, um pouco antes da finalização da SD.</p>
---	---

8.2. Apontamentos finais do processo de avaliação

Na tarefa 6 da aula 9, muitas duplas não registraram nenhuma variável em sua justificativa. O mesmo ocorreu na tarefa 7. Mesmo tendo destacado o processo em pauta (alagamento/inundação), podemos afirmar que os alunos que compõem essas duplas ainda podem apresentar indícios de uma percepção do objeto (vertente) mediada pelos sentidos. Notamos a partir das respostas desses estudantes que o processo foco de investigação, por si só, suspende a reflexão, a procura pelo estabelecimento de relações entre variáveis e outros processos exógenos ou mesmo endógenos.

Com isso, levantamos outro problema para a investigação do desenvolvimento do raciocínio: o ideal, talvez, é que os alunos não citem apenas o problema da SD em suas devolutivas, mas também tragam as variáveis que estão relacionadas a ele, assim como outros processos endógenos e exógenos, tudo isso caso seja pertinente e/ou necessário. Afinal, são as variáveis ambientais trabalhadas na SD e citadas pelos alunos em suas respostas que caracterizam o desenvolvimento do raciocínio analítico e de síntese. Na hipótese, devemos levar em consideração se ele fez menção às variáveis ambientais, pois é a presença dessas variáveis nas externalizações dos alunos que caracterizam a aprendizagem. Logo, há desenvolvimento do raciocínio por hipótese caso o aluno cite, em suas perguntas e soluções para um problema, essas variáveis.

Na tarefa 6 da aula 9, duas duplas empregaram o termo “ponto crítico”, para se referir à localização da escola no perfil topográfico. Na tarefa 7 da aula 9, uma dupla utilizou o termo “área de risco” ao elaborar a sua pergunta. Ao interpretarmos a devolutiva dessas duplas, entendemos as expressões que usaram como uma síntese, ou seja, uma evidência do desenvolvimento desse tipo de raciocínio.

Mas como saber se a síntese que os alunos apresentaram foi realmente um objeto, uma tipologia, elaborada a partir das variáveis ambientais trabalhadas na SD? Nesse caso, cabe ao professor indagar os alunos como eles elaboraram as expressões, de que modo chegaram a essa ideia (“*insight*”). Esse levantamento pode ser realizado de diversas formas. Por exemplo: caso diante de uma grande quantidade de alunos que chegou à síntese, elaborar uma tarefa coletiva para averiguar os fundamentos do objeto que apresentaram. Caso diante de um pequeno grupo de alunos, uma conversa exclusiva com esses estudantes já pode revelar como atingiram esse objetivo.

Cabe mencionar que nenhuma devolutiva dos alunos tanto para a tarefa 6 quanto para a tarefa 7 fez menção ao problema da ocupação humana próxima dos rios (áreas de várzea, fundos de vale), talvez porque a escola esteja localizada em uma área onde todos os possíveis cursos d’água, tanto temporários quanto intermitentes, foram alterados ou substituídos pelo sistema de drenagem urbana. Mas a escola está localizada em um fundo de vale e, *conforme informações dos antigos moradores do bairro*, em uma área alagadiça que foi drenada e aterrada para possibilitar a instalação das edificações e arruamento, incluindo a construção da própria escola, que data da década de 1950.

9. CONSIDERAÇÕES

Os Indicadores de Aprendizagem da Morfodinâmica (IAMs) representam uma tentativa de síntese integradora da pesquisa bibliográfica que realizamos sobre didática, epistemologia e a dinâmica das vertentes. Mas também são um recorte de estudo diante dos temas abordados pela Geografia na Educação Básica, em especial do sexto ao nono ano. É evidente que a raiz dos IAMs (a análise, síntese e hipótese) faz parte de qualquer pesquisa científica, e está diretamente atrelada com o estudo dos elementos do espaço, que são as populações (pessoas), as empresas e instituições, o meio ecológico e as infraestruturas.⁹⁰ Sobre a análise, por exemplo, Milton Santos salienta: “(...) a análise é uma fragmentação do todo que permite, ao seu término, a reconstituição desse todo” (2014, p. 15). Essa reconstituição do todo pode resultar no agrupamento de variáveis, assim como na criação de novas tipologias.

Assim, cabe a pergunta: *Poderíamos aplicar os IAMs para a avaliação da aprendizagem de outros temas abordados pela Geografia, tal como aqueles tratados no âmbito da Climatologia, Biogeografia, Geografia Urbana e Geografia Agrária?* Entendemos que sim, contanto que tenhamos o cuidado de aplicar os IAMs nas aulas que procuram colocar os alunos “*em busca de*”, ou seja, organizadas em torno de atividades investigativas, e que busquemos conservar somente a raiz dos IAMs, atrelando a ela as variáveis pertinentes à cada tema.

Desse modo, os IAMs são uma resposta para uma pergunta específica (*Quais são os indicadores necessários para avaliação da aprendizagem nas aulas de Geografia que visam ao ensino da Morfodinâmica?*) e tudo indica que sua resposta pode ajudar na organização das aulas, no processo de avaliação

⁹⁰ No estudo da Morfodinâmica, destacam-se o meio ecológico (ou suporte ecológico) e as infraestruturas. Em um primeiro momento, podemos entender o meio ecológico como algo próximo dos ecossistemas. Cabe destacar, porém, que o meio ecológico remete ao conceito de “segunda natureza” e de meio técnico, debate que não fez parte do escopo do presente estudo. Sobre os elementos do espaço, conferir Santos (2014).

dos alunos, seja qual for o tema tratado nas atividades propostas pelo professor de Geografia.

Essa é uma hipótese cujo teste deve ser realizado coletivamente, via grupo de estudo, por exemplo, o que remete para elaboração de um projeto coletivo, que envolve diversas frentes de pesquisa na Geografia e no ensino de Geografia. Os IAMs como uma das referências para a elaboração do que podemos denominar preliminarmente de “Indicadores de Aprendizagem da Geografia”, isto é, para a construção dos IAGs. Sob os IAGs, teríamos os campos de estudo da Geografia (Biogeografia, Geomorfologia, Geografia Urbana, Geografia Agrária, Pedologia, Climatologia, Geografia Regional, etc.), e sob cada campo, os seus respectivos temas. No âmbito de cada tema residem os problemas mais específicos de cada campo, assim como os processos, as variáveis (ambientais, culturais, econômicas, políticas), comumente consideradas na investigação destes problemas. Essa é uma proposta preliminar de organização dos IAGs, um delineamento inicial de sua estrutura, nada além disso.

Mas como desdobramento dessa reflexão inicial, para o estudo das Bacias Hidrográficas, por exemplo, tema diretamente relacionado com a Hidrografia, apresentamos a seguir as variáveis ambientais (conceitos) que podem ser consideradas tanto para a organização das aulas (fase de planejamento das tarefas de uma SD e da sua Atividade Investigativa) quanto para a avaliação do desenvolvimento do raciocínio (fase de análise da aprendizagem dos alunos desencadeada com a SD):

Quadro 32 – Hidrografia – listagem prévia das variáveis ambientais (exemplos selecionados)

Variáveis Ambientais	
Solo	Hierarquia da rede de drenagem
Rocha	Densidade de Drenagem
Cobertura das terras	Declividade do terreno
Clima	Pluviometria
Rede de canais fluviais	Vazão fluvial
Cabeceira	Escoamento superficial
Padrões de drenagem	Altimetria
Sedimentos	Extensão do curso fluvial
Jusante	Área total da bacia
Nascente	Foz

Fonte: Rodrigues e Adami (2011) - Organizado pelo autor.

Obs.: as variáveis da coluna da esquerda não estão, necessariamente, relacionadas diretamente com as variáveis da coluna da direita.

Os processos considerados quando se estuda uma bacia hidrográfica são variados, tais como armazenamento (nas copas das árvores, no nível da rocha, no solo e na serrapilheira), infiltração, precipitação e evaporação (RODRIGUES; ADAMI, 2011, p. 58). Cabe ao professor selecionar qual Processo Físico Elementar será analisado pelos alunos, tendo em vista as necessidades de aprendizagem dos estudantes, entre outros fatores conforme já comentamos no decorrer da tese.

Por fim, diante desse esboço de projeto (os IAGs), assim como dos IAMs, ainda cabem outras perguntas, suscitadas por este mesmo estudo. Isso porque na releitura desta tese, algumas questões foram paulatinamente surgindo como resultado do nosso esforço para manter atento o espírito científico. Algumas dessas questões foram: *Qual a diferença entre raciocínio, pensamento e imaginação? O que distingue um conceito de uma noção? Poderia a Geografia ser entendida em termos de análise e síntese? Como relacionar os IAMs com o debate referente ao raciocínio espacial e pensamento espacial? A Atividade Investigativa, enquanto concepção de ensino, não seria o próprio fundamento de uma SD (e não apenas parte dela)?; O raciocínio topológico poderia ser considerado nosso quarto indicador?*⁹¹; etc.

Todas essas perguntas, mesmo que primárias, construídas após exaustivas leituras do texto final que compõe esta tese, nos colocaram novamente diante da dúvida. De algum modo, fornecem as razões para a nossa razão evoluir. Certamente, algumas poderão ser refinadas e nos colocar outra vez “*em busca de*”. Mas no momento ficamos com a certeza dos IAMs, cientes de que essa convicção construída nos últimos anos poderá, em algum momento, ruir, precipitar diante de uma nova hipótese ou dúvida. E não seria este o movimento da ciência e da própria aprendizagem?

⁹¹ O Raciocínio Topológico é considerado por Gomes (2017) como sinônimo de Raciocínio Geográfico, pois se refere, segundo o autor, a “(...) a um espaço definido por um ‘desenho’ contendo ‘lugares’ (posições) e relações entre eles.” (p. 101). Ou seja, é um raciocínio que valoriza as posições dos lugares e as relações entre estes lugares.

10. BIBLIOGRAFIA

AB´SABER, A. N. **O que é ser geógrafo**: memórias profissionais de Aziz Ab´Saber (em depoimento a Cynara Menezes). Rio de Janeiro: Record, 2007.

ABBOTT, H. P. **The Cambridge introduction to narrative**. UK: Cambridge University Press, 2008.

AGUIAR, J. G.; CORREIA, P. R. M. Como fazer bons mapas conceituais? Estabelecendo parâmetros de referências e propondo atividades de treinamento. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 2, 2013. p. 141-157.

AOKI, V. (Coord.). **Projeto Araribá: Geografia**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2011, v. 4. Nono Ano.

ARGENTO, M. S. F. Mapeamento Geomorfológico. In.: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 365- 391.

ASCENÇÃO, V. de O. R.; VALADÃO, R. C. Abordagem do conteúdo “relevo” na educação básica. In.: CAVALCANTI, L. de S. (Org.). **Temas de geografia na escola básica**. São Paulo: Papirus, 2013. p. 45-64.

ASTOLFI, J. P.; DEVELAY, M. **A didática das ciências**. Campinas: Papirus, 1990.

AULETE, C. **Novíssimo Aulete**: dicionário contemporâneo da língua portuguesa [org. Paulo Geiger]. Rio de Janeiro: Lexikon, 2011.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 2008.

BACHELARD, G. **A poética do devaneio**. São Paulo. Martins Fontes, 2009.

BAKRI, M. S. (Ed.) **Projeto Buriti**: ciências – 5º ano. São Paulo: Moderna, 2016.

BARBOSA, E.; BULCÃO, M. **Bachelard**: pedagogia da razão, pedagogia da imaginação. Petrópolis: Vozes, 2004.

BECKER, F. **A epistemologia do professor**: o cotidiano da escola. Petrópolis: Vozes, 2002.

BERNARDES, M. E. M.; MOURA, M. O. de. Mediações simbólicas na atividade pedagógica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 463-478, set./dez. 2009.

BIZZO, N. **Discurso cotidiano, discurso científico e procedimento experimental**: aportes históricos e didáticos. Curso de Licenciatura em Ciências – USP/Univesp. Produção: Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada (CEPA) do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP), 2014, p. 36-59.

BOBBIO, N; VIROLI, M. **Diálogo em torno da república**: os grandes temas da política e da cidadania. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

BOUTINET, Jean-Pierre. **Antropologia do Projeto**. Porto Alegre: ARTMED, 2002.

BRESSAN, D. **Gestão Racional da Natureza**. São Paulo: Hucitec, 1996.

BRUNER, J. **A cultura da Educação**. Porto Alegre: Artmed, 2001a.

BRUNER, J. Entendendo e explicando outras mentes. In.: BRUNER, J. **A cultura da educação**. Porto Alegre: Artmed, 2001b. p. 101-113.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P. de; PRAIA, J.; VILCHES, A. (Org.). **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2011.

CALLAI, H. C. O município: uma abordagem geográfica nos primeiros anos da formação básica. In.: CAVALCANTI, L. de S. (Org.). **Temas da geografia na escola básica**. São Paulo: Papirus, 2013. p. 135-158.

CAMILLONI, A. R.W de. (Comp.). **Los obstáculos epistemológicos em la enseñanza**. Barcelona: Editorial Gedisa, 1997.

CARDOSO, C. A. A. Hiatos de diálogos pedagógicos. In: SILVA, J. B.; LIMA, L. C.; DANTAS, E. W. C. (Orgs.). **Panorama da Geografia Brasileira 2**. São Paulo: Annablume, 2006. p.215-238.

CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas (SEI). In: LONGHINI, M.D. (Org.). **O Uno e o Diverso na Educação**. Uberlândia/MG: EDUFU, 2011. p. 253-266.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências**. São Paulo: Cortez, 2001.

CARVALHO, A. M. P. **Os Estágios nos Cursos de Licenciatura**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

CARVALHO, M. C. M. de (Org.) **Construindo o saber**: metodologia científica. Campinas: Papirus, 2010.

CASTELLAR, S. M. V. Educação Geográfica: a psicogenética e o conhecimento escolar. **Cadernos CEDES**. Campinas. 66. ed., v. 25, p. 129-272, 2005.

CASTELLAR, S. M. V. A cartografia e a construção do conhecimento em contexto escolar. In.: ALMEIDA, R. D. **Novos rumos da cartografia escolar: currículo, linguagem e tecnologia**. São Paulo: Contexto, 2013. p. 121-135.

CASTELLAR, S. M. V.; MACHADO, J. C. E. O ensino de geografia física na Educação Básica: sobre a superação do obstáculo para aprendizagem. In: María Victoria Fernández Caso; Raquel Gurevich. (Org.). **Didáctica de la geografía: prácticas escolares y formación de profesores**. Buenos Aires: Biblos, 2014. p. 229-250.

CASTELLAR, S. M. V.; MACHADO, J. C. E. **Metodologias Ativas: sequências didáticas**. São Paulo: FTD, 2016.

CASTELLAR, S. M. V.; VILHENA, J. **Ensino de Geografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

CASTRO, E. de M. **Psicanálise e Linguagem**. São Paulo: Ática, 1986.

COLÂNGELO, A. C. Metodologia em Geografia Física: ciência, tecnologia e geomorfologia experimental. **Revista do Departamento de Geografia, USP**, São Paulo, n. 11, p. 47-56, 1997.

CREPANI, E. et. al. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. INPE: São José dos Campos, 2001.

DEMO, P. **Pesquisa: princípio Científico e Educativo**. São Paulo: Cortez, 1991.

DREW, D. **Processos interativos: homem e meio-ambiente**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.

ESTADO (São Paulo). **Currículo do Estado de São Paulo: Ciências Humanas e suas tecnologias**. São Paulo: SEE, 2010.

FELDMAN, D. **Ajudar a ensinar: relações entre didática e ensino**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

FERREIRA, A. E. A. **Dicionário de imagens, símbolos, mitos, termos e conceitos bachelardianos**. Londrina: EDUEL, 2008.

FILHO, A. T. **Indicadores de Gerenciamento de Projetos: monitoração contínua**. São Paulo: M.Books, 2014.

FLORENZANO, T. G. Introdução à Geomorfologia. In.: FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008a. p. 11-30.

FLORENZANO, T. G. Cartografia. In: FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008b. p. 105-128.

FROMM, E. **Análise do homem**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1970.

FUJIMOTO, N. S. V. M. Alterações ambientais na região metropolitana de Porto Alegre – RS: um estudo geográfico com ênfase na geomorfologia urbana. In.: NUNES, J. O. R. N.; ROCHA, P. C. (Org.). **Geomorfologia: aplicação e metodologia**. São Paulo: Expressão Popular/UNESP, 2009. p. 95-115.

GARDIN, D. **Planejamento: como prática educativa**. São Paulo: Edições Loyola, 2013.

GINZBURG, C. **Mitos, emblemas, sinais**. São Paulo: Companhia das Letras, 1989.

GIORDAN, M. **Modelo Topológico de Ensino**. Disciplina PLC0703: O Planejamento do Ensino – Curso de Licenciatura em Ciências (USP/Univesp). Produção: Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada (CEPA), Instituto de Física da Universidade de São Paulo, 2014a. p. 03-08.

GIORDAN, M.; **Elementos iniciais da elaboração da SD: título, público-alvo e problematização**. Curso de Licenciatura em Ciências – USP/Univesp. Produção: Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada (CEPA) do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP), 2014b, p. 56-64.

GOMES, P. C. C. **Quadros Geográficos: uma forma de ver, uma forma de pensar**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2017.

GRANELL-PEREZ, M. Del C. **Trabalhando Geografia com as Cartas Topográficas**. Ijuí: Editora Unijuí, 2009.

GROSSI, E. P. Um novo paradigma sobre aprendizagem. In.: GROSSI, E. P.; BORDIN, J. (Org.). **Paixão de aprender**. Petrópolis: Vozes, 2001. p. 131-135.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. dos S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

GUILLEBAUD, Jean-Claude. Não se vive sem crença. **A força da convicção: em que podemos crer?** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 257-284.

JAPIASSÚ, H. **Para ler: Bachelard**. Rio de Janeiro: F. Alvez, 1976.

JAPIASSÚ, H. **Introdução ao pensamento epistemológico**. Rio de Janeiro: F. Alves, 1991.

JEAN, G. **Bachelard, La infancia y la pedagogía**. México: Fondo de Cultura Económica, 1989.

KAMII, C. **A criança e o número: implicações educacionais da teoria de Piaget para a atuação com escolares de 4 a 6 anos**. Campinas: Papyrus, 2009.

KINCHIN, I. M.; LYGO-BAKER, S.; HAY, D. B. Universities as centres of non-learning. **Studies in Higher Education**, v. 33, n. 1, p. 89-103, 2008

LIBÂNIO, J. C. **Didática: velhos e novos temas**. São Paulo: Edição do Autor, 2002.

LIBÂNEO, J. C. Sistema de ensino, escola, sala de aula: onde se produz a qualidade das aprendizagens. In.: LOPES, A. C.; MACEDO, E. (Org.). **Políticas de currículo em múltiplos contextos**. São Paulo: Cortez, 2006. p. 71-125.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F. **Biologia hoje**. São Paulo: Ática, 2010.

LOPES, A. **Currículo e Epistemologia**. Ijuí: Ed. Ijuí, 2007.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 2008.

LURIA, A. R. **Pensamento e linguagem**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2001.

MACHADO, J. C. E. **Conhecimento Geomorfológico e Geográfico aplicado no estudo dos processos morfodinâmicos atuantes em área urbana e no subsídio à formulação e justificação de políticas territoriais: o caso do município de Taboão da Serra – SP**. 2004. 112 f. Monografia (Conclusão de Curso) – Universidade de São Paulo, Departamento de Geografia, São Paulo, 2004.

MACHADO, J. C. E. Ensino de Geografia e a noção de Obstáculo Epistemológico. 2012. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 3, p. 67-88, jan./jun., 2012.

MACHADO, J. C. E. **A sequência didática como estratégia para aprendizagem dos processos físicos nas aulas de geografia do ciclo II do ensino fundamental**. 2013. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MACHADO, J. C. E. A sequência didática no ensino de geografia física na educação básica: proposta de encaminhamentos para o planejamento das aulas. In: CASTELLAR, S. M. V. (Org.) **Geografia Escolar: contextualizando a sala de aula**. Curitiba: CRV, 2014, p. 175-203.

MACHADO, J. C. E. Relação significante-significado no ensino de Geografia Física na Educação Básica: sobre o significado-obstáculo. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 7, n. 13, p. 137-147, jul./dez. 2016.

MACHADO, J. C. E. O ensino por investigação nas aulas de Geografia Física: superando obstáculos para a construção de significados. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, Campinas, v. 7, n. 13, p. 471-493, jan./jun. 2017.

MACHADO, J. C. E. **Indicadores de superação dos Obstáculos Epistemológicos: contribuição para o ensino da Geografia da Natureza na Educação Básica**. 2018. Relatório de Qualificação (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

MACHADO, N. J. Sobre a ideia de competência. In.: PERRENOUD, P. (et al.) **As competências para ensinar no século XXI: a formação dos professores e o desafio da avaliação**. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 137-155.

MACHADO, N. J. **Conhecimento e valor**. São Paulo: Moderna, 2004.

MACHADO, N. J. **Educação: competência e qualidade**. São Paulo: Escrituras, 2009.

MACHADO, N. J. **Epistemologia e didática**: as concepções do conhecimento e inteligência e a prática docente. São Paulo: Cortez, 2011.

MACHADO, N. J. **O conhecimento como um valor**: ensaios sobre economia, ética e educação. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2015a.

MACHADO, N. J.; CUNHA, M. O. **Lógica e linguagem cotidiana** – verdade, coerência, comunicação, argumentação. Belo Horizonte: Autêntica, 2015b.

MARINA, J. A. **Teoria da inteligência criadora**. Rio de Janeiro: Guarda-Chuva, 2009.

MARQUES, J. S. Ciência Geomorfológica. In.: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (org.) **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 23-50.

MARTINELLI, M. **Cartografia Temática**: caderno de mapas. São Paulo: EDUSP, 2003.

MARTINELLI, M. **Mapas da geografia e cartografia temática**. São Paulo: Contexto, 2009.

MARTINELLI, M.; PEDROTTI, F. A cartografia das unidades de paisagem: questões metodológicas. **Revista do Departamento de Geografia da USP**, São Paulo, n. 14, p. 39-46, 2011.

MARTINS, P. **Análise da fragilidade ambiental relevo-solo na zona norte do município de São José dos Campos – SP**. 2016. Monografia (Conclusão de Curso) – Universidade de São Paulo, Departamento de Geografia, São Paulo, 2016.

MASSA, E. M. **Estudo comparativo entre dois modelos geomorfológicos aplicados na Serra da Cantareira: Bacia do Córrego do Bispo**. 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

MASSA, E. M.; ROSS, J. L. S. Aplicação de um modelo de fragilidade ambiental relevo-solo na Serra da Cantareira, Bacia do Córrego do Bispo, São Paulo – SP. **Revista do Departamento de Geografia da USP**, São Paulo, v. 24, p. 57-79, 2012.

MEIRIEU, P. **Aprender... sim, mas como?** Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

MONTEIRO, C. A. de F. **Geossistemas**: a história de uma procura. São Paulo: Contexto, 2001.

MORAES, A. C. R. **Ideologias Geográficas**. São Paulo: Hucitec, 2002.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2006.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e o ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, p. 20-39, 1996.

MOTA, S. **Urbanização e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: ABES, 1999.

NOGUEIRA, K.; CAMARGO, J. E; ERBETTA, G. **Guia de Ruas**: São Paulo. São Paulo: Abril, 2007.

NOVAK, J. D. Meaningful learning: the essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. **Science Education**. v. 86, n. 4, p. 548-571, 2002.

NOVAK, J. D. **Learning, creating, and using knowledge: concept maps as facilitative tools in schools and corporations**. 2. ed. Mahwah, NJ: Lawrence, 2010.

OAKESHOTT, M. Do fato de ser conservador. In.: CRESPIGNY, A.; CRONIN, J. (Org.). **Ideologias Políticas**. Brasília, UNB, 1999. p. 47-74.

PAIVA, R. de C. SOUZA. **Gaston Bachelard**: a imaginação na ciência, na poética e na sociologia. São Paulo: Annablume, 2005.

PEREIRA J. B. da S.; ALMEIDA J. R. de. Biogeografia e Geomorfologia. In.: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. p. 195-247.

PIETROCOLA, M. A matemática como linguagem estruturante do pensamento físico. In.: CARVALHO, A. M. P. de. **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. p. 79-105.

PONTUSCHKA, N. N. A geografia: pesquisa e ensino. In.: CARLOS, A. F. A. (Org.). **Novos caminhos da geografia**. São Paulo: Contexto, 2001. p. 111-142.

POPPER, K. **Conhecimento objetivo**. São Paulo: Edusp, 1975.

RICOEUR, P. **Leituras 1**: em torno ao político. São Paulo: Loyola, 1995.

RICOEUR, P. **Leituras 2**: a região dos filósofos. São Paulo: Loyola, 1996.

RODRIGUES, C.; ADAMI, S. F. Técnicas de Hidrografia. In.: VENTURI, L. A. B. (Org.) **Geografia**: práticas de campo, laboratório e sala de aula. São Paulo: Sarandi, 2011. p. 55-79.

ROMARIZ, D. de A. **Biogeografia**: temas e conceitos. São Paulo: Scortecci, 2008.

ROSENBERG, M. **A lógica da análise do levantamento de dados**. São Paulo: Cultrix/Edusp, 1976.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia da USP**, São Paulo, n. 6, p. 17-29, 1992.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.8, p. 63-75, 1994.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 2005.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para o planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

ROSS, J. L. S. Geografia e as transformações da natureza: relação sociedade-natureza. In: LEMOS, A. I. G.; GALVANI, E. (Org.). **Geografia, tradições e perspectivas: interdisciplinaridade, meio ambiente e representações**. São Paulo: Expressão Popular, 2009. p. 119-138.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT/Fapesp, 1997.

RUSSELL, B. As funções de um professor. In: POMBO, O. (Org.). **Quatro textos excêntricos**. Lisboa: Relógio D'Água, 2000. p. 71-85.

SACRISTAN, J. G. Consciência e a ação sobre a prática como libertação profissional dos professores. In: NÓVOA, A. N. (Org.). **Profissão Professor**. Portol: Porto Editora, 1991.

SALOMON, D. V. **Como fazer uma monografia: elementos de metodologia do trabalho científico**. Minas Gerais: Interlivros, 1977.

SANTOS, J. de O. **Fragilidade e riscos socioambientais em Fortaleza – CE: contribuições ao ordenamento territorial**. 2008. (Doutorado em Geografia Física) – Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SANTOS, M. **Metamorfoses do espaço habitado**. São Paulo: Hucitec, 1997.

SANTOS, M. **Espaço e Método**. São Paulo: Edusp, 2014.

SÃO PAULO (Cidade). Orientações curriculares e proposição de expectativas de aprendizagem para o Ensino Fundamental: ciclo II: Geografia / Secretaria Municipal de Educação – São Paulo: SME / DOT, 2007.

SÃO PAULO (Estado). Currículo do Estado de São Paulo: Ciências Humanas e suas tecnologias. São Paulo: SEE, 2010.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estruturação do ensino da Física. In: CARVALHO, A. M. P. et al. **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. p. 1-27.

SASSERON, L. H. **Eixos Estruturantes e Indicadores de Alfabetização Científica**. Curso de Licenciatura em Ciências – USP/Univesp. Produção: Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada (CEPA) do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP). 2014a, p. 59-66.

SASSERON, L. H. **Escola e cultura. Disciplina PLC0704: A sala de Aula.** Curso de Licenciatura em Ciências (USP/Univesp). Produção: Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada (CEPA), Instituto de Física da Universidade de São Paulo, 2014b. p. 18-26.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências.** Porto Alegre, v. 13(3), p. 333-352, 2008.

SERRES, M. **A grande narrativa do humanismo.** Lisboa: Piaget, 2006.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico.** São Paulo: Cortez, 1996.

SIMIELLI, M. E. R. Cartografia no ensino fundamental e médio. In.: CARLOS, A. F. A. (Org.). **A geografia na sala de aula.** São Paulo: Contexto, 2008. p. 92-108.

SUERTEGARAY, D. M. A. Tempos longos... tempos curtos... na análise da natureza. **Geografares,** Vitória, n. 3, p. 159-163, jun. 2002.

SUERTEGARAY, D. M. A. (Org.). **Terra: Feições Ilustradas.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2008.

TARDIF, M. LESSARD, C. **O trabalho docente:** elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas. Petrópolis: Vozes, 2005.

USBERCO, J. et. al. **Companhia de Ciências – 8º ano.** São Paulo: Saraiva, 2015.

VITTE, A. C. Os fundamentos metodológicos da geomorfologia e a sua influência no desenvolvimento das ciências da Terra. In.: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (Org.). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 23-48.

WITTER, G. P.; LOMÔNACO, J. F. B. **Psicologia da aprendizagem.** São Paulo: EPU, 1984.

WOLFF, F. O que significa “pensar”? Aventuras do pensamento entre a Antiguidade e a Modernidade. In.: NOVAES, A. (Org.). **Mutações:** a experiência do pensamento. São Paulo: Edições Sesc, 2010. p. 31-50.

ZABALA, A. **A prática educativa:** como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.