

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

Carla Juscélia de Oliveira Souza

**GEOMORFOLOGIA NO ENSINO SUPERIOR: DIFÍCIL, MAS
INTERESSANTE! POR QUÊ?**

**Uma discussão a partir dos conhecimentos e das dificuldades
entre graduandos de geografia – IGC/UFMG**

**Minas Gerais - Brasil
Março de 2009**

Carla Juscélia de Oliveira Souza

**GEOMORFOLOGIA NO ENSINO SUPERIOR: DIFÍCIL, MAS
INTERESSANTE! POR QUÊ?**

**Uma discussão a partir dos conhecimentos e das dificuldades
entre graduandos de geografia – IGC/UFMG.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
do Departamento de Geografia da Universidade
Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à
obtenção do título de Doutora em Geografia.

Área de Concentração: Análise Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Roberto Célio Valadão

**Belo Horizonte
Departamento de Geografia da UFMG
2009**

S719g
2009

Souza, Carla Juscélia de Oliveira

Geomorfologia no ensino superior [manuscrito] : difícil, mas interessante!
Por quê? Uma discussão a partir dos conhecimentos e das dificuldades entre
graduandos de geografia – IGC/UFMG / Carla Juscélia de Oliveira Souza. –
2009.

09, 268 f.: il. color., enc.

Orientador: Roberto Célio Valadão.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de
Geociências, 2009.

Área de concentração: Análise Ambiental.

Bibliografia: f. 210-233.

Inclui anexos

1. Geomorfologia – Teses. 2. Geomorfologia – Ensino – Teses. 3.
Aprendizagem – Processo – Teses. 4. Ensino Superior – Teses. I. Valadão,
Roberto Célio. II. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de
Geociências, Departamento de Geografia. III. Título.

CDU: 551.4:378

(SUBSTITUIR ESSA FOLHA PELA ATA DE ASSINATURA DOS MEMBROS DA BANCA)

Este trabalho é dedicado aos minerais raros que compõem a minha vida: meus filhos, Sávio e Israel, meu marido, Antônio Carlos e minha família, mãe e irmãs.

AGRADECIMENTOS

A elaboração e redação de uma tese de doutorado nunca é um esforço, totalmente, solitário. Para alcançar esse ponto, devo muito às pessoas que, de modos diferentes, contribuíram para o término deste trabalho, que o leitor tem em mãos. Portanto, justo é expressar meus agradecimentos:

Ao Prof. Roberto Valadão, meu orientador, por abrir-me a segunda porta, quando só existia uma, por acreditar e respeitar meu trabalho e por indicar melhores caminhos durante os diálogos estabelecidos nos últimos quatro anos;

Ao Prof. Allaoua Saadi, por mostrar-me, pela janela da Geomorfologia, a vida e o trabalho acadêmico, por meio dos projetos de pesquisa e do mestrado;

Ao Prof. Antônio Pereira Magalhães Júnior, pelo apoio e colaboração durante o meu acompanhamento da turma de Geomorfologia Climática e Estrutural, e por possibilitar a minha qualificação em dezembro de 2007;

Aos professores Ângela Imaculada L. de Freitas Dalben, Janine Le Sann e Antônio Pereira Magalhães Júnior que compuseram a banca de minha qualificação e apontaram possibilidades e riscos no percurso; bem como à prof^a Dirce Maria Antunes Suertegaray que aceitou, prontamente, participar da minha banca de defesa e contribuir com sábias reflexões e discussões.

À prof^a Rosalina Batista Braga, responsável por ajudar-me a descobrir o *gosto* e o prazer pelo campo da Educação, do ensino, os quais me levaram a escolher a docência como profissão, entre outra que já exerci - geógrafo técnico.

À Prof^a. Maria Manuela Martins Soares David, da Faculdade de Educação da UFMG, por me receber e dialogar sobre Geometria, assim como à professora Lúcia Maria Fantinel, do IGC-UFMG, que além de participar da banca de defesa, abriu espaço em sua agenda para ouvir, conhecer e acolher as dúvidas de uma doutoranda desconhecida;

Aos alunos do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais (IGC-UFMG) e do Centro Universitário de Belo Horizonte (UNIBH) por aceitarem

ser os sujeitos da pesquisa e dos pré-testes;

Ao Prof. Dante Ximenes, que com a sua leitura e indagações criteriosas ajudou-me a dialogar melhor com a pesquisa, com o texto e comigo mesma.

À FAPEMIG, pela bolsa de doutoramento concedida durante o ano de 2007;

Às *velhas* amigas, Fabiana Faria, Míriam Bueno, Janete Oliveira e Alba Melo, na alegria e na tristeza, nos estudos, nas críticas, nas leituras, no conselho, no ombro, na confiança. E à colega e amiga Maria Lúcia (Malu) por ser uma grande ouvinte, quando eu precisava e disparava a falar sobre tese.

E por último, mas não menos importantes, e que se encontram na base da minha vida, agradeço ao Antônio Carlos, Israel e Sávio que souberam me entender quando em minha *subdução acadêmica* eu os *abandonei* na superfície; às mulheres da minha vida (mãe, irmãs, cunhadas e tias) que, direta e indiretamente, sempre me apoiaram e aplaudiram e,

a Deus, por mais razões do que eu poderia enumerar.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	xi
LISTA DE TABELAS	xii
RESUMO	xv
ABSTRACT	xvi
RESUMÉ	xvii
INTRODUÇÃO	1
1 CONHECIMENTO E APRENDIZAGEM: APORTE TEÓRICO PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DE GEOMORFOLOGIA	6
1.1 Conhecimento e aprendizagem: abordagens e concepções gerais	6
1.2 Conhecimento e aprendizagem: dificuldades conceituais e epistemológicas	18
1.2.1 Natureza de possíveis dificuldades de aprendizagem	20
1.3 Habilidade e competência em Geomorfologia	22
1.4 Considerações didático-pedagógicas sobre o trabalho em campo	29
2 PENSAMENTO E RACIOCÍNIO GEOMORFOLÓGICO: APORTE TEÓRICO PARA OS CONCEITOS ESTRUTURANTES	32
2.1 Conceitos estruturantes e raciocínio em Geomorfologia	33
2.1.1 Relevo: conceitos objetivo e metafísico	44
2.1.2 Escalas temporal e espacial	49
2.1.3 Processos geomorfológicos	56
3 FUNDAMENTOS DO MODELO VAN HIELE E DA VISUALIZAÇÃO E REPRESENTAÇÃO ESPACIAL	60
3.1 Conhecimento e aprendizagem de Geometria: o modelo de Van Hiele ...	60
3.2 Representação e visualização espacial	66
3.2.1 Representação, significante e símbolo do relevo bi e tridimensional.....	67
3.2.2 Representação e visualização espacial do relevo físico.....	71
3.2.3 Representação e visualização espacial nas geociências	73
3.3 Noção de espaço e construção de sua representação à luz de Piaget e Inhelder	82

4	CONHECIMENTO E APRENDIZAGEM DA GEOMORFOLOGIA: APORTE TEÓRICO-METODOLÓGICO	86
4.1	Considerações iniciais	86
4.2	Identificação dos sujeitos da pesquisa	89
4.3	Parâmetros utilizados para avaliar os materiais obtidos nesta pesquisa	92
4.3.1	Guia de Referência de Habilidade para Competência em Geomorfologia	95
4.3.2	Parâmetros de análise qualitativa e quantitativa do material com linguagem verbal: provas, relatórios e questionários	97
4.3.2.1	Procedimento metodológico de leitura e análise dos textos	98
4.3.3	Parâmetros de análise qualitativa e quantitativa do material com linguagem imagética: croquis, blocos-diagramas e perfis e atividade com mapas	98
4.3.4	Teste de Geometria	100
4.4	Trabalho em campo	101
5	CONHECIMENTOS E DIFICULDADES EM GEOMORFOLOGIA: LEVANTAMENTO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS DE NATUREZA TEÓRICA (CONCEITOS E CONCEPÇÕES)	104
5.1	Ênfase na relação sujeitos/ciência/conteúdo: descrição e análise do questionário (Q7p-I)	104
5.1.1	Relação dos sujeitos com a disciplina Geomorfologia	105
5.1.2	Relação sujeito-concepção de Geomorfologia	118
5.1.3	Relação sujeitos/ciência/conteúdo: considerações parciais	129
5.2	Análise dos conhecimentos e concepções dos sujeitos, presentes nos relatórios de trabalho em campo (TC3p-G)	130
5.2.1	Trabalho em campo da turma do 3º período de 2005	131
5.2.2	Trabalho em campo: conhecimentos e dificuldades com os conteúdos contemplados	136
5.2.2.1	Abordagem geomorfológica regional	136
5.2.2.1.1	Dificuldades verificadas com os conteúdos de Geomorfologia no enfoque regional	141
5.2.2.2	Abordagem geomorfológica local – escala espacial da vertente	144

5.2.2.2.1	Dificuldades verificadas com os conteúdos de Geomorfologia no enfoque local	149
5.2.2.3	Abordagem geomorfológica local – escala espacial da planície fluvial .	154
5.2.3	Trabalho em campo: conhecimentos e dificuldades com os conteúdos geomorfológicos	157
5.2.3.1	Considerações parciais	157
6	CONHECIMENTOS E DIFICULDADES EM GEOMORFOLOGIA: LEVANTAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS REFERENTES À VISUALIZAÇÃO E REPRESENTAÇÃO BI E TRIDIMENSIONAL	162
6.1	Desempenho dos sujeitos com as representações geométricas	162
6.1.1	Teste de Geometria segundo modelo de Van Hiele	162
6.1.2	Análise da 2ª parte do questionário (Q7p-I): desempenho geométrico ...	172
6.1.3	Desempenho dos sujeitos com as representações geométricas e espaciais: considerações parciais	179
6.2	Desempenho dos sujeitos com as representações bidimensionais	180
6.2.1	Representação das formas de relevo da dinâmica fluvial – Avaliação Final (AF3p-I)	181
6.2.2	Representação das formas de relevo a partir da interpretação de cartas topográficas (TP4p-G)	189
6.2.3	Desempenho dos sujeitos com as representações bidimensionais: considerações parciais	195
7	CONHECIMENTOS E DIFICULDADES EM GEOMORFOLOGIA.....	199
7.1	Evidências: conhecimento e aprendizagem	199
7.2	Um caminho possível para a construção dos conceitos-chave	204
	REFERÊNCIAS	210
	REFERÊNCIAS (COMPLEMENTARES)	226
	ANEXOS	233

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Edificação do pensamento sobre relevo: conceitos, linguagem, nomenclaturas e concepções	43
Figura 2a –	Curvas de nível em planta (visão vertical) e em perfil (visão oblíqua baixa)	68
Figura 2b –	Curvas de nível em planta (visão vertical) com sombra para realçar os vales	68
Figura 3 –	Mapa de uma porção sul de Haifa (Israel)	69
Figura 4 –	Representação da interação real-sujeito-representação e visualização do real	78
Figura 5 –	Resultados das pesquisas de Kali e Orion, 1996	80
Figura 6 –	Representação do desenho teórico-metodológico	86
Figura 7 –	Procedimento metodológico e interação entre as partes que o compõem	88
Figura 8 –	Mapas mentais 1 e 2	126
Figura 9 –	Perfil das unidades geomorfológicas visitadas durante trabalho em campo	131
Figura 10 –	Exemplo de representação de unidades geomorfológicas e geológicas elaborada por alunos	161
Figura 11 –	Representações erradas do bloco-diagrama 3D	166
Figura 12 –	Representações corretas do bloco-diagrama 3D	167
Figura 13 –	Identificação correta apenas do plano de falha	167
Figura 14 –	Identificação correta do plano de falha e das faces que revelam o mergulho das camadas	168
Figuras 15 –	Identificação de formas de relevo em desenhos 3D, com problemas de escala geográfica	169
Figuras 16 –	Identificação correta de formas de relevo em desenhos 3D	170
Figura 17 –	Representação com erro conceitual de planície de inundação	171
Figura 18 –	Planificações do paralelepípedo	173
Figura 19 –	Paralelepípedo com número de faces incorreto (Psídio)	174
Figura 20 –	Paralelepípedo com tamanho de faces incorreto (Lilás e Lírio)	175
Figura 21 –	Representações corretas da pirâmide triangular	177

Figura 22 –	Representações incorretas e com proporções inadequadas da pirâmide	177
Figura 23 –	Representação de um canal fluvial	181
Figuras 24 –	Representações corretas das formas de relevo fluviais	183
Figuras 25 –	Representações imperfeitas das formas de relevo fluviais	183
Figura 26 –	Boa representação com a identificação de todas as feições, e a indicação correta dos processos de migração lateral e acresção vertical (Mirra)	185
Figura 27 –	Representação correta, com problemas gráficos (Palma)	186
Figuras 28 –	Representação incorreta, com má qualidade gráfica (Lírio e Rosa)	186
Figura 29 –	Representação do Mapa A (Girassol, Pitanga e Melissa)	191
Figura 30 –	Representação do Mapa C (Orquídea, Peônia, Narciso e Margarida) .	191
Figura 31 –	Representação do Mapa B (Mirra, Malva, Tuia, Jasmim e Sálvia)	191
Figura 32 –	Representação do Mapa E (Rosa, Alecrim e Faia)	191
Figura 33 –	Representações do Mapa D (Mirtilo, Gerânio, Tarumã e Lírio)	193
Figura 34 –	Representações do Mapa D (Mirtilo, Gerânio, Tarumã e Lírio)	193
Foto 1 –	Maquete em 3D de estrutura de camadas	82
Foto 2 –	Unidade do Planalto do Quadrilátero Ferrífero, com vista para de depressão de Ibité e de Belo Horizonte, pertencente à unidade Depressão São Franciscana	132
Foto 3 –	Contato das unidades Planalto do Espinhaço/Depressão São Franciscana	132
Foto 4 –	Depressão de Gouveia (depressão intermontana) no interior do Planalto do Espinhaço	132
Foto 5 –	Explicação e representação na margem direita do Ribeirão da Areia ..	134
Fotos 6 –	Porções de uma voçoroca localizada próxima à estrada, em direção à cidade de Datas .	135
Gráfico 1 –	Desempenho da turma nos níveis de entendimento geométrico.....	163
Gráfico 2 –	Desempenho geral dos alunos no teste de geometria	164
Gráfico 3 –	Erro acumulado nas questões com figuras em 3D	165
Gráfico 4 –	Desempenho geral dos alunos com os sólidos geométricos e a	

	planificação.....	174
Gráfico 5 –	Representação em 3D do cone.....	178
Gráfico 6 –	Representação em 3D da pirâmide.....	178
Gráfico 7 –	Planificação do paralelepípedo.....	178
Quadro 1 –	Categorias e classes de recursos imagéticos (linguagem simbólica) utilizados em Geomorfologia	26
Quadro 2 –	Guia Referencial de Habilidades para Competência em Geomorfologia	28
Quadro 3 –	Categorias de trabalho em campo	30
Quadro 4 –	Hierarquia de escalas espaciais e temporais em Geomorfologia	55
Quadro 5 –	Estrutura recursiva dos níveis de Van Hiele	64
Quadro 6 –	Tipos de visualizações e as possíveis vantagens ou desvantagens para o ensino e aprendizagem	75
Quadro 7 –	Habilidades espaciais básicas aplicadas às geociências	76
Quadro 8 –	Descrição do material produzido pelos sujeitos da pesquisa, nos anos de 2005 e 2007	94
Quadro 9 –	Síntese das habilidades necessárias à interpretação e ao raciocínio geomorfológico	96
Quadro 10 –	Elementos-chave em Geomorfologia e possíveis obstáculos para aprendizagem	97
Quadro 11 –	Parâmetros para análise das representações e visualizações imagéticas	99
Quadro 12 –	Identificação do material referente à representação e visualização espacial e parâmetros para a análise.....	99
Quadro 13 –	Aspectos dos níveis de conhecimento geométrico, segundo o Modelo de Van Hiele	100
Quadro 14 –	Síntese dos procedimentos metodológicos e suas questões	103
Quadro 15 –	Conhecimentos geomorfológicos: desempenho dos sujeitos da pesquisa	159
Quadro 16 –	Desempenho da turma com a questão 1: representação em planta, dos conceitos dados	182
Quadro 17 –	Relação dos sujeitos com as dificuldades e os erros presentes em cada categoria de respostas	185
Quadro 18 –	Desempenho com as representações bidimensionais-Carta topográfica	190

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo quantitativo do desempenho dos alunos nos conteúdos analisados na pesquisa	179
Tabela 2 – Resumo quantitativo do desempenho dos alunos nos conteúdos analisados na pesquisa e nas avaliações acadêmicas, realizadas em 2005.	198

RESUMO

A prática cotidiana do ensino de Geomorfologia, no curso superior de Geografia possibilita ao professor avaliar o processo de aprendizagem dos conteúdos e observar como os alunos compreendem tanto a disciplina, quanto a ciência Geomorfologia. Essa compreensão transita entre o difícil e o interessante e permite levantar a hipótese que a dificuldade em aprender geomorfologia decorreria de obstáculos de origem epistemológica, conceitual e de linguagem. Nesse sentido, elaborou-se uma pesquisa cuja interface permeia a Geografia Física, com foco na Geomorfologia, e a Educação, no âmbito do ensino e da aprendizagem. Objetivou-se, com a pesquisa, investigar o conhecimento e a possível origem das dificuldades de compreensão dos conteúdos da Geomorfologia apresentadas pelos 28 alunos do 3º período do curso de Geografia, do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais (IGC/UFMG). Esses objetivos compreenderam duas dimensões: a dos conteúdos e a do raciocínio construído ao longo da história de edificação da Geomorfologia e a da habilidade com a linguagem imagética. Para o desenvolvimento da pesquisa, foi necessário definir os conceitos-chave (ou estruturantes), do raciocínio geomorfológico, as habilidades para competência em geomorfologia, um modelo de avaliação dos níveis de entendimento geométrico e os possíveis obstáculos epistemológicos e conceituais que dificultam a compreensão dos conteúdos pertinentes à aprendizagem da geomorfologia. Atentou-se, assim, para o domínio conceitual, para o raciocínio empregado na interpretação geomorfológica e na habilidade de representação e de visualização espacial das formas de relevo, que apresentaram os sujeitos da pesquisa. Utilizaram-se como estratégias da pesquisa empírica, tanto a metodologia qualitativa, que envolveu observação-participante, quanto a quantitativa com aplicação de provas, testes, questionários e trabalhos práticos executados pelos alunos de geomorfologia, durante os anos de 2005 e 2007. Os resultados apresentados confirmaram a ideia que a Geomorfologia é uma disciplina interessante, mesmo para aqueles que gostam de outros ramos da Geografia e permitiram identificar dificuldades de compreensão e elaboração de conceitos, de habilidade de representação e de visualização espacial e constatar a presença de obstáculo epistemológico na concepção do relevo como elemento, também, metafísico e do tempo como escala. Entre as dificuldades verificou-se deficiência em explicar o relevo e as formas de relevo pela dinâmica dos processos, sejam geológicos, sejam geomorfológicos, na escala espacial local e regional e dificuldade em operar conceitos como agente, processos, condicionantes, depressão como unidade de relevo, empregados no campo da Geomorfologia e da Geologia. As principais dificuldades de visualização espacial referem-se à representação geomorfológica e geológica em bloco-diagrama; à dedução de figuras geométricas, a partir da descrição de seus atributos; ao deslocamento das partes da forma geométrica planificada para a posição, que permite visualizá-la em 3D, e à identificação das faces ocultas das formas geométricas e das estruturas das formas de relevo, na visão *penetrative*. Os alunos que sempre obtiveram desempenho satisfatório nas atividades de geometria, também apresentaram desempenho satisfatório na visualização espacial e nas atividades com a geomorfologia. Os resultados sugerem que esses obstáculos ocorrem em função da tradição histórica do pensamento geomorfológico, da forte presença das abordagens empírica e descritiva da Geomorfologia.

Palavras-chave: Geomorfologia, aprendizagem, obstáculos, visualização espacial.

ABSTRACT

The daily practice in the teaching of Geomorphology in the course of Geografia at the University allows the teacher to evaluate the process of content learning and to notice how the students understand Geomorphology not only as a subject, but also as a science. This understanding can be considered difficult and interesting at the same time. It allows us to raise a hypothesis that the difficulty in learning Geomorphology may be due to the obstacles from epistemological, conceptual and language origins. Therefore, a research was carried out focusing Geomorphology and Education in terms of teaching and learning. This research aims to investigate the knowledge and the possible origin of the difficulties for understanding Geomorphology content based on the information presented by 28 students from the Geography course of Geosciences Institute of the Federal University of Minas Gerais (IGC/UFMG). These aims comprehend two dimensions: one related to the content as well the reasoning built during the building of Geomorphology history and the other one related to the ability to deal with the imagetic language. In order to accomplish this research, it was necessary to define the following items: the key-concepts (or structural), the geomorphological reasoning, the ability for competence in geomorphology, a model for evaluating the geometric understanding levels and the possible epistemological and conceptual obstacles which make difficult the understanding of the content related to the learning of Geomorphology. The aspects that were also considered were: the conceptual understanding, the reasoning used for Geomorphology interpretation and the ability of representation and spatial visualization of the forms of salience. Empirical research was of qualitative methodology, involving participant-observation, as well as quantitative methods – tests, questionnaires and field work carried out by the students of Geomorphology during the years of 2005 and 2007. The presented results confirmed the idea that Geomorphology is an interesting subject, even for the ones who like other branches of Geography. Such results allowed to identify the difficulties for understanding and elaborating the concepts due to the lack of ability of representation and spatial visualization. In addition, difficulty in operating some concepts, or terms used in the fields of Geomorphology and Geology such as: agent, processes, condition agents, depression as a unit of salience were identified. The main difficulties of spatial visualization are related to: geomorphological and geological representation in block-diagrams, deduction of geometric forms through the description of their attributes; displacement of the parts of flat geometric forms to the position, allowing a 3D visualization; identification of hidden facets of the structures of geometric forms and salience forms, in a penetrative vision. The students who presented a satisfactory performance during geometry activities also presented a satisfactory performance during the Geomorphology activities and spatial visualization. The results suggest that these obstacles occur due to the historical tradition of Geomorphology thinking and to the strong presence of Geomorphology empiric and descriptive approaches.

Key-words: Geomorphology; learning; obstacles; spatial visualization.

RESUMÉ

La pratique quotidienne de l'enseignement de la Géomorphologie, inscrite dans le cours supérieur de la Géographie, rend possible au professeur évaluer le processus de l'apprentissage des contenus et observer comment les étudiants comprennent la discipline et la science Géomorphologie. Une telle compréhension se situe entre le niveau de difficulté et d'intérêt et permet de soulever l'hypothèse où la difficulté de l'apprentissage de la géomorphologie aurait plutôt comme source des obstacles d'origine épistemologique, conceptuelle et de langage. Ainsi, une recherche dont l'interface touche la Géographie Physique, concentrant son attention sur la Géomorphologie, et l'Education, au niveau de l'enseignement et de l'apprentissage, a été élaborée. Avec le concours de cette recherche, on a eu pour objet l'investigation de la connaissance et l'origine possible des difficultés de compréhension des contenus de la Géomorphologie présentées par 28 étudiants de 2ème année du cours de Géographie, de l'Instituto de Geociências de l'Universidade Federal de Minas Gerais (IGC/UFMG). De tels objectifs avaient deux dimensions: celle des contenus et celle du raisonnement construit tout au long de l'histoire de l'édification de la Géomorphologie et de l'habileté avec le langage imagétique. Pour le développement de la recherche il a fallu définir les concepts-clés (ou structurants) du raisonnement géomorphologique, les habiletés pour la compétence en géomorphologie, un modèle d'évaluation des niveaux de compréhension géométrique et les obstacles épistemologiques et conceptuelles possibles qui rendront difficile la compréhension des contenus pertinents à l'apprentissage de la géomorphologie. L'attention s'est alors dirigée vers le cadre conceptuel, vers le raisonnement employé pour l'interprétation géomorphologique et pour l'habileté de représentation et de visualisation spatiale des formes de relief, présentés par les agents de la recherche. Ils ont eu comme stratégies de la recherche empirique la méthodologie qualitative - qui a compris l'observation-participative - et la méthodologie quantitative - avec l'utilisation d'examens, de tests, de questionnaires et de travaux pratiques que les étudiants en géomorphologie ont subi pendant les années 2005 e 2007. Les résultats présentés ont confirmé l'idée où la Géomorphologie est une discipline qui intéresse aussi à ceux qui aiment d'autres branches de la Géographie. Les résultats ont également permis d'identifier de difficultés de compréhension et d'élaboration de concepts, d'habileté de représentation et de visualisation spatiale et de constater la présence d'obstacle épistemologique dans la conception du relief en tant qu'élément métaphysique aussi et du temps comme échelle. Parmi les difficultés, on a trouvé des insuffisances pour expliquer le relief et les formes de relief par la dynamique des processus, soient les processus géologiques, soient ceux géomorphologiques, sur l'échelle spaciale locale et régionale, ainsi que des problèmes d'opération de concepts tels que agent, processus, conditionnantes, dépression en tant qu'unité de relief, employés sur le champ de la Géomorphologie et de la Géologie. Les principales difficultés de visualisation spatiale regardent la représentation géomorphologique et géologique en bloc-diagramme; la déduction de figures géométriques, à partir de la description de ses attributs; le déplacement des parties de la forme géométrique planifiée vers la position, qui permet sa visualisation en 3D; et l'identification des faces cachées des formes géométriques et des structures des formes de relief, dans la vision pénétrative. Les étudiants qui ont toujours eu une performance satisfaisante dans les activités de géométrie ont présenté également une performance satisfaisante en ce qui regarde la visualisation spatiale et les activités en rapport avec la géomorphologie. Les résultats suggèrent que ces obstacles ont lieu en fonction de la tradition historique de la pensée géomorphologique, de la présence accentuée des approches empiriques et descriptifs de la Géomorphologie.

Mots-clés: Géomorphologie, apprentissage, obstacles, visualisation spatiale.

INTRODUÇÃO

Todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído.

(Gaston Bachelard, 1996)

1 Objeto de estudo como fruto da trajetória pessoal

A formação em ciência geográfica, independentemente, das modalidades de licenciatura ou bacharelado, compreende um movimento no interior dos conhecimentos do campo da Ciência Humana e da Ciência Natural. Compreende também, a princípio, a habilidade de o futuro geógrafo saber utilizar diferentes métodos, linguagens, instrumentos e conceitos comuns às duas ciências. Essa habilidade pode ser construída e/ou ampliada durante o processo de formação, que inclui o sistema educativo¹, o qual responde pelos ritmos e graus de dificuldades de aprendizagem, que os graduandos demonstram durante sua formação profissional.

Os alunos, que chegam ao curso superior são sujeitos únicos, diferentes, com história de vida própria. Portanto, apresentam vivências, oportunidades, expectativas e experiências particulares, responsáveis, em parte, por seu desenvolvimento cognitivo, seus saberes e conhecimentos, que resultam, tanto da trajetória de vida, dentro de um contexto social, científico e econômico, como de um processo cognitivo em constante interação com o mundo e seus conteúdos.

No ensino superior, a prática docente possibilita o trabalho cotidiano com os conteúdos da Geomorfologia, e permite, também, a constituição de um lugar privilegiado de observação, pelo professor, do processo de aprendizagem desses conteúdos.

Sendo assim, esse lugar privilegiado possibilitou verificar, entre muitos alunos, a **expressão** “Geomorfologia é difícil, apesar de interessante”. Diante disso, o professor

¹ O sistema educativo pode ser entendido como a complexidade estabelecida na inter-relação de três aspectos: sujeito sociohistórico-cultural, contexto educativo e processo ensino-aprendizagem. O contexto educativo apresenta variáveis condicionantes que podem favorecer ou impedir, dificultar e/ou delimitar o processo de construção do conhecimento. Os espaços e a estrutura da escola, as características dos alunos, as pressões sociais, os recursos disponíveis, a trajetória dos professores, as ajudas externas, etc., são exemplos de fatores condicionantes (ZABALA, 1998).

levanta as seguintes questões: “No meio de tantos conteúdos existem conceitos, noções e habilidades-chave que devem ser trabalhados, para que o graduando possa superar possíveis obstáculos e compreender, melhor, a Geomorfologia? E, ainda, considerando a relação sujeito/conteúdo, quais seriam a natureza e os tipos de dificuldades apresentados? Seria a combinação dos diferentes tipos de dificuldades o fator responsável por fazer da Geomorfologia uma disciplina difícil, apesar de interessante, aos olhos dos alunos? Em que medida as possíveis dificuldades resultam da própria natureza da Geomorfologia combinada à concepção, ao conhecimento, já apresentados pelos alunos?”.

No presente trabalho, o objetivo não é investigar o sujeito, em si, na dimensão etnográfica, mas sim, os seus conhecimentos e possíveis dificuldades, apesar de saber que, no processo de aprendizagem estão envolvidas dimensões pedagógicas, afetivas, emocionais, de expectativa, entre outras. Buscou-se pensar os conceitos, as noções, as habilidades, o conhecimento e as dificuldades em função da relação existente no trinômio sujeito-conteúdo-ciência.

Devido à ausência de discussões, a respeito dessas questões, foi necessário investigar, inicialmente, quais poderiam ser os conceitos-chave e as habilidades importantes para a interpretação e o raciocínio geomorfológico. Esses conceitos e habilidades constituíram alguns dos parâmetros utilizados durante o estudo dos materiais elaborados pelos sujeitos da pesquisa.

Acredita-se na idéia de que dois fundamentos são necessários para que se compreenda e se aprenda a natureza da Geomorfologia no ensino superior, que se apresenta como disciplina acadêmica nos cursos de Geografia. O primeiro refere-se ao **conceber a essência do objeto e do raciocínio geomorfológico** com os seus respectivos desdobramentos e, o segundo compreende o **ler o objeto da Geomorfologia na representação e no real**.

Desse modo, o objetivo geral que se pretende atingir com esta pesquisa é verificar o conhecimento, e a possível origem das dificuldades apresentadas por alunos dos cursos de Geografia, do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais (IGC/UFMG), na apreensão dos conteúdos da Geomorfologia. Atenta-se, assim, para o domínio conceitual, para o raciocínio empregado na interpretação geomorfológica e na habilidade de representação e de visualização das formas de relevo, que têm esses alunos.

Esse objetivo compreende duas dimensões – a dos conteúdos e do raciocínio construído ao longo da história de edificação da Geomorfologia, e a da habilidade com a linguagem imagética.

Diante disso, estabeleceram-se como objetivos específicos:

- inferir os conceitos estruturantes (conceitos-chave) do raciocínio geomorfológico;
- discutir e propor as habilidades necessárias para a interpretação geomorfológica;
- verificar o conhecimento e a operacionalização desses conceitos e dessas habilidades;
- verificar se as dificuldades, resultam da combinação da presença de deficiência nas dimensões do conteúdo, da linguagem imagética e de obstáculos epistemológicos;
- avaliar o conhecimento dos alunos sobre a noção de geometria, segundo o modelo de Van Hiele (1986) e, compará-lo com o desempenho dos conteúdos geomorfológicos;
- verificar o desempenho dos alunos, nas atividades, que demandam o entendimento da representação e da visualização espacial de imagens comuns ao ensino de Geomorfologia.

A fim de obter os resultados pretendidos, na pesquisa, este trabalho organiza-se em sete capítulos.

O Capítulo 1 compreende a revisão das referências, que possibilitam construir a noção de conhecimento e de aprendizagem, à luz da História do Conhecimento Científico, bem como à luz da Educação e da Filosofia. A intenção não é aprofundar a discussão em cada uma dessas três abordagens, mas demonstrar a dinâmica e a inter-relação desses campos de conhecimento, e seu reflexo na evolução dos conceitos.

No suporte referente ao campo do conhecimento e aprendizagem, foram privilegiados estudos que trabalharam diretamente com a teoria cognitiva de Piaget, Vygostky e Ausubel, como os textos de Garcia (2002), Moreira e Massini (1982), além dos próprios trabalhos de Piaget e Garcia *Psicogênese e História das Ciências* (1987). E, ainda, autores que consideraram temáticas que se desdobraram da referida abordagem teórica,

como as abordagens de mudança conceitual, com Aguiar Júnior (2001); de modelo mental, com Borges (1999); Johnson-Laird (1983 *apud BORGES, 1999*; MOREIRA, 2003); de obstáculos de aprendizagem, com Gagliardi (1995) e aprendizagem de um modo geral, com Pozo (2002) e Perrenoud (1999, 2000).

No Capítulo 2 apresenta-se o aporte teórico referente ao pensamento e ao raciocínio geomorfológico, elaborados, a partir do conhecimento do processo de edificação da ciência geomorfológica. Nessa perspectiva, aproveitou-se para estabelecer um diálogo, em alguns momentos, entre a formação da ciência de referência e sua extensão no ensino escolar. Ousa-se, ainda, inferir os conceitos-chave (estruturantes) e discutir as habilidades para competência em Geomorfologia, tomando-se como referência a concepção de competência, apresentada pela escola de Genebra e por seus adeptos como Perrenoud (1999, 2000), e a ideia da História das Ciências de Piaget e Garcia (1987), Gagliardi (1995) e Bachelard ([1938]1996). Além dos trabalhos desses autores, foram considerados os de Leuzinger (1948), Birot (1955), Thornbury (1965), Tricart (1965), Ab'Saber (1969), Reynaud (1971), Christofolletti (1972, 1980), Abreu (1982), Gregory (1992), e outros.

No Capítulo 3 discutem-se os fundamentos do Modelo Van Hiele (1986) e os da visualização e representação espacial. Esse modelo, oriundo do campo da matemática, possibilitou elaborar um teste de Geometria e avaliar o conhecimento de geometria que os sujeitos da pesquisa apresentam. Além disso, o modelo possibilitou um diálogo entre os níveis de entendimento geométrico, bem como discussão da habilidade de visualização e representação espacial e Geomorfologia, a partir de autores como Piaget e Inhelder (1993), Kali e Orion (1996), Libarkin e Brick (2002), Ishikawa e Kastens (2005), Oliveira (1977), Almeida (1994) e outros.

O Capítulo 4 compreende a discussão teórica dos instrumentos e dos procedimentos metodológicos, cuja definição ocorreu por meio das leituras e reflexões realizadas nos Capítulos 1, 2 e 3 e, de parte da experiência com a docência no ensino superior, com os conteúdos de Geomorfologia.

Os parâmetros teóricos de análise são: (a) o “Guia de habilidade para competência em Geomorfologia”; (b) os elementos-chave e possíveis obstáculos para a aprendizagem de Geomorfologia; (c) os parâmetros qualitativos e quantitativos para a análise dos conteúdos conceituais; (d) os parâmetros qualitativos e quantitativos para a análise da linguagem imagética; e (e) o modelo Van Hiele para avaliação do conhecimento

geométrico dos discentes.

Nos Capítulos 5 e 6, são descritos e interpretados os dados levantados, em cada uma das dimensões consideradas na pesquisa – a dos conceitos, do raciocínio e a dos obstáculos (Capítulo 5), e a da linguagem imagética (Capítulo 6), bem como discussões subsidiadas pelos autores lidos e pelas evidências estabelecidas – em função da frequência e da convergência de ideias.

Com base nas evidências levantadas e discutidas nos seis capítulos, elaboraram-se as Considerações Finais, Capítulo 7, nas quais as generalidades são apontadas e as hipóteses retomadas.

1 CONHECIMENTO E APRENDIZAGEM: APORTE TEÓRICO PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DE GEOMORFOLOGIA

É preciso alimentar o conhecimento com a reflexão; é preciso alimentar a reflexão com o conhecimento.

(Edgar Morin, 2001)

Neste capítulo, faz-se uma revisão das abordagens (a) dos conceitos de conhecimento e aprendizagem, segundo os contextos educacional, filosófico, histórico e científico de construção do pensamento; (b) da competência e habilidade em Geomorfologia e c) do Trabalho em campo, pela abordagem didático-pedagógica. Esse procedimento auxilia e fundamenta a concepção de ensino-aprendizagem, presente neste estudo, e abre espaço para a contribuição dos diversos pensadores, para a análise e a interpretação do material coletado na pesquisa.

1.1 Conhecimento e aprendizagem: abordagens e concepções gerais

A abordagem das noções de conhecimento e de aprendizagem é ampla e varia, segundo os contextos educacional e filosófico. Essa variação, também, pode ser verificada no contexto histórico de construção do pensamento – inclusive o científico – e reflete-se direta, e indiretamente, nas abordagens presentes na educação, conforme os trabalhos de Coutinho e Moreira (2000), Sacristán e Gómez (1998), Machado (2000), Aguiar Júnior (2001a), Garcia (2002), Frota (2002), Pozo (2002), Zanatta (2005), Sforzi (2004), Dutra (2000) e outros.

Houve um período, na educação, em que o conhecimento era concebido como um bem passível de acumulação, portanto, adquirido como transferência mecânica e direta de um sujeito para outro (MACHADO, 2000). Ainda, de acordo com Machado, faz algum tempo que a ideia de conhecimento não significa aquisição, mas construção de um saber, elaborado, gradativamente, a partir da interação sujeito-objeto, como postulam os estudiosos do campo da psicogênese como Piaget (1976), Vygotsky (1991), entre outros (Cf. COUTINHO e MOREIRA, 2000). Apesar da grande aceitação e divulgação do conhecimento como construto, autores como Capra *et al* (1993 *apud* MACHADO, 2000), consideram que a própria ideia de construção deveria dar lugar à de rede, uma vez que essa é desprovida de sequência e hierarquização, como demonstra a ideia de construção.

Pode-se dizer, ainda, que a ideia de conhecimento esteja ligada, também, à de significado, ou seja, conhecer é cada vez mais conhecer o significado. Segundo Dewey (1979 *apud* MACHADO, 2000, p. 35), "Compreender é aprender a significação [...] Apreender a significação de uma coisa, de um acontecimento ou situação é ver a coisa em suas relações com outras coisas".

Desse modo, de Aristóteles a Descartes; de Piaget a Capra, o conceito de conhecimento apresentou-se, ora como acúmulo de informação (MACHADO, 2000), ora como uma sequência de informação inter-relacionada, que possibilita sair do fato mais simples ao mais complexo (Descartes) ou, ainda, como atributo humano que ultrapassa o reconhecimento de informações e suas inter-relações hierarquizadas. Trata-se, pois de um movimento dinâmico de ampliação e de reestruturação contínua das inter-relações das informações, com a existência da apreensão de significados e a consequente formação de uma rede de conhecimentos (MACHADO, 2000).

Em *Metafísica*, Aristóteles mostra como ocorre o processo de "aquisição" do conhecimento:

Nos homens, a experiência deriva da memória. De fato, é possível que muitas recordações, do mesmo acontecimento, acabem por chegar a uma única experiência. A experiência parece um pouco semelhante à ciência e à técnica. Com efeito, os homens adquirem ciência e técnica por meio da experiência. [...]. A técnica se produz quando, de muitas observações da experiência, forma-se um juízo geral e único passível de ser referido a todos os [casos] semelhantes [...] (ARISTÓTELES, 2002 *apud* RODRIGUES, 2006, p. 155).

Constata-se, assim, que o conhecimento origina-se, a partir de conceitos formados na experiência diária com os fatos brutos, que são armazenados na memória e acabam por constituir uma experiência. Dessa forma, a experiência aparece como um primeiro nível de generalização e de identificação de semelhanças entre as percepções individuais que se tem do mundo exterior. Dessa maneira, a formação de um conceito ocorre por meio de um processo indutivo, que vai das recordações individuais de um acontecimento particular à fixação do conceito geral, que pode ser aplicado a outros casos semelhantes àquele de que foi extraído (RODRIGUES, 2006). Nota-se, portanto que, nessa perspectiva de conhecimento, há a existência de um processo contínuo entre percepção do mundo, memória, experiência e formação do conceito. Pode-se pensar que, nessa perspectiva, o conhecimento seria o acúmulo de conceitos apreendidos com a experiência. Na educação, alguns chamam esses conceitos de conceitos espontâneos

(SFORNI, 2004).

Diferentemente de Aristóteles, Platão (427-347 a. C) atribuía o conhecimento ao inatismo, ao espírito humano, que se apoiava no aspecto metafísico do mundo. Para esse filósofo, o conhecimento já estava contido no homem; era preciso, apenas, trazê-lo à tona, a partir da busca da essência das coisas, ou seja, a partir do pensamento metafísico, das ideias.

Galileu Galilei (1564-1642), sobre o conhecimento, especificamente, o da ciência da Terra, deu o impulso para a abordagem da natureza e propôs o método científico baseado na observação, na formulação de hipóteses, na experimentação e formulação de leis (COUTINHO e MOREIRA, 2000). A partir do método indutivo, Galileu investigou os fenômenos da natureza e procurou desvendar suas leis. Ao fazer isso, substituiu a abordagem metafísica de Platão – que buscava descobrir a essência imutável das coisas –, por uma ciência ativa, que busca explicações quantitativas e mecanicistas de causa e efeito.

A partir da obra de Galileu e Bacon, Descartes (1596-1649) instaurou a dúvida metódica do conhecimento, até então construído, seja sobre a natureza, seja sobre o homem e, ao fazê-lo, descobriu que não se pode duvidar sem pensar; logo, o pensamento é o ponto de partida para o conhecimento. O filósofo, para assegurar a consistência do conhecimento, enfatizou e propôs o método cartesiano, considerado um método analítico, em que se decompõe o todo em suas partes constituintes e se considera a organização lógica entre as mesmas (COUTINHO e MOREIRA, 2000).

Na ciência, com Descartes, o conhecimento passou a ser concebido como uma ideia em cadeia, em que os elos deveriam ser construídos, “linear e paulatinamente, ordenados por uma bem definida hierarquia que conduziria do mais simples ao mais complexo” (MACHADO, 2000, p. 30), constituindo o que se conhece por cartesianismo. Ainda, de acordo com Machado (2000), a ideia de ordenação tornou-se dominante na representação do conhecimento. Assim, poder-se-ia pensar o conhecimento como fatos correlacionados, em sentido linear, com ramificações que, juntas, estabeleceriam um conhecimento em rede previsível.

Apesar de esse pensamento ter-se edificado no século XVII, ainda hoje é possível verificar a concepção cartesiana, principalmente, no âmbito da educação. Verifica-se, também, a discussão e a valorização da abordagem de rede do conhecimento, como processo gradativo, dinâmico, complexo, como apontado por Capra (1993 *apud*

MACHADO, 2000). Para esse autor, na contemporaneidade, a ideia de rede² é retomada com outra noção, desprovida de hierarquias, isso é, a de “rede de significações em espaço de representações, uma teia de relações cuja construção não se inicia na escola, e que se agrega, possivelmente, a uma proto-rede inata” (MACHADO, 2000, p. 31). Essa abordagem é cada vez mais ampliada e discutida, principalmente, no campo das chamadas ciências cognitivas e na teoria do processamento de informação.

No século XX, essa nova abordagem da rede na psicogênese, como uma metáfora da complexidade dos processos de desenvolvimento humano, tem seus pilares nos teóricos da abordagem sociohistórica ou histórico-cultural do conhecimento (ROSSETTI-FERREIRA *et al.*, 2004). Essa abordagem sobre o desenvolvimento humano, como tantas outras, contém alguma raiz no próprio processo de evolução do conhecimento na filosofia, que se desenvolveu a partir de Descartes em dois ramos: o racionalismo e o empirismo.

Enquanto o racionalismo clássico considera o conhecimento como fruto da razão, a qual vem de dentro para fora, ou seja, antecede qualquer experiência e depende de uma programação inata, inerente à razão humana, os empiristas acreditam no conhecimento enraizado nos fatos e acontecimentos do mundo, captado pelos sentidos, por meio de estímulos externos. Desse modo, negam a intuição intelectual e consideram o conhecimento dependente do plano sensível e empírico (COUTINHO e MOREIRA, 2000).

A aprendizagem, na perspectiva racionalista clássica de Platão, tem uma função limitada, uma vez que, não se aprende nada de novo, pois o conhecimento está no interior de cada um. Para alcançá-lo, é necessário refletir, usar a razão para, então, descobrir o conhecimento inato. Na perspectiva empirista, tradicionalmente iniciada por Aristóteles - um dos alunos de Platão -, a aprendizagem ocorre mediante as leis da associação, da similitude e do contraste, possibilitada pela experiência sensorial (POZO, 2002).

Essa abordagem associativa foi reformulada, mais tarde, por filósofos empiristas do século XVII e XVIII, como Locke e Hume e, no século XX, principalmente, pelos teóricos da psicologia da aprendizagem, com ênfase no comportamentalismo, em que o aprender se dá por associação (POZO, 2002), ou seja, apreender a realidade como se, dela, se

² “Na perspectiva da Rede de Significações, [...] o desenvolvimento humano se dá dentro de processos complexos, imerso que está em uma malha de elementos de natureza semiótica. Esses elementos são concebidos como se inter-relacionando dialeticamente. Por meio dessa articulação, aspectos das pessoas em interação e dos contextos específicos constituem-se como partes inseparáveis de um processo em mútua constituição” (ROSSETTI-FERREIRA *et al.*, 2004, p. 23).

retirasse uma cópia como conhecimento. Nessa abordagem, a aprendizagem, “a instrução se baseará em apresentar da melhor maneira possível a realidade, para que seja copiada ou reproduzida pelo aprendiz” (POZO, 2002, p. 45). Essa ideia remete ao conhecimento como acúmulo de informações retiradas da realidade, porém, agora, não por experimentação, mas pela seleção estabelecida em função de modelos explicativos.

As teorias associativas desenvolvidas, principalmente, por Pavlov (1849-1936); Watson (1878-1958); Guthrie (1886-1959); Hull (1884-1952); Thorndike (1874-1949) e Skinner (1904-1990) citadas por Sacristán e Gomes (1998) concebem a aprendizagem como um processo cego e mecânico de associação de estímulos e respostas provocados e determinados pelas condições externas. Assim sendo, ignoram a intervenção das variáveis internas do sujeito e apóiam-se na explicação das contingências externas e organização dessas contingências para produzir, conseqüentemente, as condutas desejadas (SACRISTÁN e GÓMEZ, 1998). Nessa perspectiva, o ensino reduz-se a preparar e organizar contingências de reforços, que facilitam a aquisição de esquemas e tipos de conduta desejados.

De acordo com Pozo (2002), desde Kant (1724-1808), muitas contribuições, para a concepção construtivista da aprendizagem, foram abordadas em propostas como as da Gestalt (leis da percepção e do pensamento), as de Piaget (desenvolvimento cognitivo como construção individual do conhecimento), as de Vygotsky (construção social do conhecimento) e a da Psicologia da Instrução atual (construção de domínios específicos de conhecimento).

Na abordagem filosófica kantiana, alicerça-se a concepção da aprendizagem por construção e reestruturação, denominada no campo da psicogênese como construtivismo. Nessa perspectiva, a aprendizagem é sempre uma construção dinâmica e não uma réplica da realidade. Portanto, é também uma representação, um modelo que se concebe do mundo, que tenta reconstruir a estrutura da realidade, mas não é o conhecimento absoluto, pois depende sempre das metas que se estabelecem na aprendizagem (POZO, 2002).

Nesse aspecto, a aprendizagem é um processo construído na interação sujeito-objeto, que considera as dimensões cognitiva, social, científica e a visão de mundo. Segundo Sacristán e Gómez (1998)³ e outros autores, nessa maneira de abordar a aprendizagem,

³ Ainda de acordo Sacristán e Gómez (1998), as teorias cognitivas podem ser subdivididas em Teoria da Gestalt (Kofka, Köhler, Whertheimer, Maslow, Rogers), Psicologia Genético-cognitiva (Piaget, Bruner, Ausubel, Inhelder), Psicologia genético-dialética (Vygotsky, Luria, Leontiev,

enquadram-se teorias como as Mediacionais (que têm no seu interior correntes como Aprendizagem social, como a teoria de Bandura (1977), as Cognitivas e a Teoria do Processamento de Informação como a contribuição de Newell e Shaw (1958), entre outros.

Para as Teorias Mediacionais, a aprendizagem é um processo de conhecimento, de compreensão de relações, em que as condições externas atuam mediadas pelas condições internas, apóiam-se na explicação de que os esquemas internos constroem-se, condicionados pelo meio, e têm como um dos fundamentos, a supremacia da aprendizagem significativa, que supõe reorganização cognitiva e atividade interna.

Nessa abordagem, o significado é o eixo motor de toda a aprendizagem e, a motivação intrínseca da aprendizagem desejada – autoiniciativa – apóia-se no interesse por resolver um problema, por estender a clareza e o significado, cada vez mais amplo, do espaço vital, do território onde o indivíduo vive.

Para David Ausubel (1968), a ideia central da teoria cognitiva é a de que, o fator isolado mais importante, que influencia a aprendizagem é o que o aprendiz já sabe e, o conceito mais importante dessa teoria é o de aprendizagem significativa.

De acordo com Moreira e Massini (1982) a aprendizagem significativa

[...] processa-se quando o material novo, idéias e informações que apresentam uma estrutura lógica, interagem com conceitos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo por eles assimilados, contribuindo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade. Esta interação constitui, segundo Ausubel (1968), uma experiência consciente, claramente articulada e precisamente diferenciada, que emerge quando sinais, símbolos, conceitos e proposições potencialmente significativos são relacionados à estrutura cognitiva e nela incorporados (MOREIRA e MASSINI, 1982, p. 4).

Assim, segundo Moreira e Massini (1982) uma nova informação (conceito, ideia, proposição) adquire significados para o aprendiz através de uma espécie de ancoragem em aspectos relevantes da estrutura cognitiva preexistente do indivíduo.

A natureza desses esquemas de conhecimento depende do nível de desenvolvimento e dos conhecimentos prévios, que cada pessoa pôde construir. Desse modo, a aprendizagem ocorre, quando o aluno é capaz de atualizar e construir seus esquemas, bem como compará-los com o que é novo, identificar semelhanças e diferenças

Rubinstein, Wallon).

(ZABALA, 1998). Nesse caso, diz-se que a aprendizagem é significativa, pois não ocorreu uma cópia exata dos fatos, mas um processo, que envolveu relação, desequilíbrio e acomodação de novos conhecimentos, aos previamente apreendidos.

Dessa forma, Ausubel (1968) e outros teóricos do construtivismo baseiam-se na premissa de que existe uma estrutura cognitiva, na qual a organização e a integração das informações, dos conceitos processam-se e possibilitam o conhecimento. Nessa perspectiva, o significado lógico de determinado conteúdo é transformado em significado psicológico, na medida em que o aprendiz internaliza o saber, transformando-o em conteúdo idiossincrático (MOREIRA e MASSINI, 1982). Assim, o conhecimento do qual o aluno se apropria é diferenciado e estável na sua estrutura, diferentemente da aprendizagem memorística, que é volátil e, rapidamente, desaparece da estrutura cognitiva do aprendiz.

Contrastando com a ideia de aprendizagem significativa, tem-se a concepção mecânica de aprendizagem, para a qual as novas informações não são associadas às existentes, e sim às “armazenadas” de maneira arbitrária, ou seja, não se ligam aos conceitos subsunçores específicos.

Sob a ótica construtivista de Vygotsky, o objetivo de toda aprendizagem “é estabelecer um processo de inferências e transferências entre os conhecimentos que se possui e os novos problemas-situações que são propostos” (HERNANDEZ, 1998, p. 74). Portanto, é a partir da dialética do conhecimento que se tem, e dos novos problemas, que se avança e se constroem outros conhecimentos.

Com base na ideia de Vygotsky e outros estudiosos da abordagem construtivista, pode-se dizer que a trajetória escolar dos alunos, que chegam à universidade, influenciará, em grande parte, o ritmo e a dificuldade do processo de formação profissional. Na fase de educação básica, espera-se que as noções e os conhecimentos elementares no campo do raciocínio matemático, linguístico, espacial, artístico, entre outros, sejam trabalhados e desenvolvidos, satisfatoriamente, como base para outros conhecimentos. Espera-se, assim, que o desenvolvimento cognitivo tenha amadurecido, suficientemente, e preparado o indivíduo para as complexidades e subjetividades do conhecimento humano do mundo. Acredita-se que o adulto seja capaz de, então, conhecer e entender as coisas do mundo, na sua forma, posição e dinâmica, independentemente, da percepção que delas possa ter no espaço “real”, cujo acesso se dá pelo pensamento, por modelos e pela linguagem, aqui entendida, como processo de comunicação pela palavra oral ou escrita,

e pela representação simbólica.

Entende-se, assim, que na concepção cognitivista do ensino e da aprendizagem, discute-se o sujeito aprendiz a partir da dialética sujeito-objeto, com destaque para os processos cognitivos⁴.

De acordo com Saravali (2005),

Para os adultos o meio não apresenta tantas novidades como para um bebê que inicia sua interação com o ambiente, todavia no seu processo de desenvolvimento há uma transformação conceitual daquilo que ele já construiu que se refere a uma transformação da experiência vivida. Assim, suas inúmeras experiências anteriores formam sistemas ou modelos pelos quais ele vai interpretar a realidade, portanto uma nova informação irá sempre ser observada pelo filtro desses saberes já construídos anteriormente e/ou servirá para reestruturá-los mediante um processo de equilíbrio. É nesse sentido, que podemos dizer que no caso dos adultos que já atingiram o pensamento formal, importa considerar um pouco mais a aprendizagem que o desenvolvimento, pois apesar da primeira estar subordinada ao segundo, é a integração de novas informações nos conhecimentos já construídos que imporá uma reestruturação mais ou menos profunda destes conhecimentos. Piaget defendeu a articulação entre forma e conteúdo mostrando que ao longo do desenvolvimento construímos as estruturas intelectuais (forma) que nos permitem apreender a realidade e que estas estão relacionadas com a bagagem que o sujeito foi 'acumulando' (conteúdo) (p. 92).

Ainda, segundo Saravali (2005), muitas vezes o aluno do Curso universitário, apesar de apresentar os instrumentos intelectuais do período formal, não irá aplicá-los a todos os conteúdos com os quais se deparar, ou seja, sua capacidade de raciocinar formalmente não é suficiente para que aplique essa "forma" para outros conteúdos. É necessário levar em consideração a matéria-prima (conteúdos e saberes construídos no processo de desenvolvimento) e as respectivas representações que os sujeitos aprendizes têm desses conteúdos e saberes e dos novos conhecimentos, a fim de se intervir nas representações iniciais (LEGENDRE⁵, 1998, *apud* SARAVALI, 2005) durante o processo de ensino.

⁴ O cognitivismo procura descrever, em linhas gerais, o que sucede quando o ser humano se situa, organizando o seu mundo, de forma a distinguir sistematicamente o igual do diferente. Cognição é o processo através do qual o mundo de significados tem origem. À medida que o ser se situa no mundo, estabelece relações de significação, isto é, atribui significados à realidade em que se encontra. Esses significados não são entidades estáticas, mas ponto de partida para a atribuição de outros significados. Tem origem, então, a estrutura cognitiva (os primeiros significados), constituindo-se nos "pontos básicos de ancoragem", dos quais derivam outros significados (MOREIRA; MASSINI, 1982, p. 3).

⁵ LEGENDRE, M. Contribuição do modelo da equilíbrio para o estudo da aprendizagem no adulto. In: DANIS, C.; SOLAR, C. (Org.). *Aprendizagem e desenvolvimento dos adultos*. Lisboa: Horizontes Pedagógicos, 1998. p. 155-216.

Diante disso, pode-se afirmar que aprender não se reduz ao ato de adicionar informações e/ou substituir as representações, mas compreende uma transformação conceitual, que muda a organização cognitiva. Portanto, conforme as ideias expressas por Saravali,

[...] na educação superior, assim como em outros níveis de ensino, não podemos esquecer que a experiência nova será assimilada ao sistema de significação do aluno e que a aprendizagem significativa torna-se essencial quando se busca a real compreensão e não simples memorização ou reprodução (SARAVALI, 2005, p. 93).

Yenemoto (2004), também, discute a questão da aprendizagem do adulto e, citando Cavalcante (1999) e Knowles (1990), afirma que adultos aprendem de forma diferente de crianças – muito mais abertas para acolher informações –, pois o adulto está mais ligado a objetivos. Dessa forma, há modelos diferenciados de aprendizado para o adulto (andragogia) e para crianças (pedagogia).

Com base na andragogia, Knowles (1990) propôs um modelo de aprendizado para adultos, cuja premissa é:

[...] quando o indivíduo amadurece, há um aumento regulador na sua necessidade e capacidade para: ser autodirecionado; fazer uso de sua experiência no aprendizado; identificar sua prontidão para aprender e organizar o aprendizado sobre as reais experiências (KNOWLES⁶ *apud* YENEMOTO, 2004, p. 45).

Ainda, segundo Knowles (1990), enquanto a aprendizagem de adultos volta-se para a resolução de problemas e tarefas, com os quais se confrontam na sua vida cotidiana – o que desaconselha uma lógica centrada nos conteúdos –, a de crianças volta-se para o processo de conhecimento sobre um determinado tema, centrada nos conteúdos e não nos problemas. Assim, enquanto no adulto as motivações externas são, na maioria das vezes, a nota (se se tratar de adulto aprendiz), e as motivações internas são a satisfação pessoal e, ou profissional, a auto-estima e a qualidade de vida, nas crianças, a motivação resulta, fundamentalmente, de estímulos externos ao sujeito. Nesse sentido, o ensino universitário deve ser, segundo Bates (1995),

Discursivo: um ambiente deve ser criado onde os estudantes e o professor podem comunicar objetivos e conceitos entre si; • **Interativo:** o estudante deve realizar ações para demonstrar o aprendizado e o professor deve fornecer *feedback*; • **Adaptativo:** o professor deve usar a informação sobre a compreensão dos estudantes sobre os conceitos para determinar futuras atividades de aprendizado • **Reflexivo:** o professor deve encorajar os estudantes a refletir no *feedback* em relação

⁶ KNOWLES, Malcolm. *L'apprenat adulte*. Paris: Ed. d'organisation, 1990.

aos objetivos instrucionais (BATES⁷, 1995 *apud* YENEMOTO, 2004, p. 48).

Nas ideias de Knowles (1990) e de Bates (1995), verifica-se a valorização da possibilidade para a autonomia dos sujeitos em processo de formação profissional. Apesar dessa possibilidade, muitas vezes, a autonomia não é plenamente alcançada em função de vários fatores, que vão da dimensão da didática, da metodologia de ensino-aprendizado, do contexto político-social, ao da própria dificuldade de aprendizagem que o sujeito apresenta.

Sob o prisma construtivista, porém na perspectiva de processo e avaliação da aprendizagem, Borges (1999) alicerçado teoricamente em Johnson-Laird (1983), Carroll e Olson (1988) e outros, investiga a aprendizagem dos alunos, a partir do estudo de seus modelos mentais de interpretação dos fenômenos eletricidade, magnetismo e eletromagnetismo. Nesse estudo, Borges (1999) levou em consideração os modelos mentais de 56 indivíduos, estudantes e profissionais com experiências de escolarização diversas.

Borges e Gilbert consideram que

[...] a aprendizagem em ciência é descrita como resultado de uma evolução gradual de modelos, ou seja, a evolução do sentido às coisas, daquilo que as constitui, do modo como funcionam e por que se comportam de uma certa maneira (BORGES e GILBERT, 1999 *apud* AGUIAR JÚNIOR, 2001, p. 73).

A abordagem dos modelos mentais é empregada correntemente em Filosofia, Psicologia, na compreensão de textos e linguagens, e em Educação (BORGES, 1999). Segundo esse autor, os modelos mentais são pessoais e constituem mediadores entre a realidade e a mente humana. Pode-se dizer que os modelos mentais

[...] falam tanto de nós mesmos – de nosso conhecimento prévio, de nossa experiência e forma de pensar – como da realidade externa – fenômenos, objetos, processos – que está sendo modelado. [...] é uma representação simplificada do sistema representado. Nesse sentido, um modelo capta apenas alguns elementos, selecionados por quem o constrói, daquilo que ele representa e, portanto, é da natureza dos modelos serem incompletos (BORGES, 1999, p. 86).

E, ainda,

[...] é uma forma de organizar nosso conhecimento sobre um determinado objeto, processo ou fenômeno que usamos para pensar

⁷ BATES, A. W. *Technology: Open learning and distance education*. Nova York: Routledge, 1995.

sobre eles por meio de simulação mental. Esses modelos capacitam-nos a realizar ações inteiramente na imaginação. Isso permite-nos internalizar as representações que criamos para as coisas e os estados de coisas no mundo e processá-los como se fossem externos (BORGES, 1999, p. 91).

Enquanto um modelo científico supõe “a existência de uma correspondência estrutural entre sistemas distintos”, o modelo mental é individual e só existe na mente de cada sujeito (BORGES, 1999) e, ainda, apresenta características e atributos, conforme os diferentes estudiosos citados por Borges (1999), a saber:

[...] ao fazer previsões ou explicar o funcionamento de um sistema, cada pessoa simula, mentalmente, uma estrutura simbólica de componentes interligados (KLEER e BROWN, 1981; *apud* BORGES, 1999, p. 87); [...] é uma estrutura rica e elaborada que reflete a compreensão do usuário do que o sistema / objeto/ fenômeno contém, de como ele funciona e de por que ele funciona daquela forma. Ele pode ser imaginado como conhecimento sobre o sistema suficiente para permitir o usuário experimentar ações mentalmente antes de executá-las (CARROLL e OLSON, 1988 *apud* BORGES, 1999, p.91).

O modelo mental, que compreende um grau de sistematicidade e coerência (BORGES, 1999), representa diferentes tipos de informações. O modelo mental trás o que o sistema e o fenômeno contêm, como eles funcionam, como é sua estrutura e suas correlações e, por que se comportam de uma determinada maneira (BORGES, 1999). Pode-se dizer que o modelo é, também, uma forma de organizar o conhecimento sobre um determinado objeto, processo ou fenômeno que se usa para pensar, a partir de simulação mental.

Pesquisas mostram que as inferências, que uma pessoa faz sobre um determinado fato ou questão, dependem dos modelos adotados (BORGES, 1999). Na lógica dos modelos mentais, quando as pessoas são expostas a um modelo aceito pela comunidade científica, por meio de livros e discussões, cada uma delas constrói seu modelo a partir daquilo que entende, utilizando suas habilidades e competências – cognitivas, culturais, linguísticas e sociais – e os conhecimentos específicos que já têm sobre o assunto (BORGES, 1999).

De acordo com Johnson-Laird (1987), os sujeitos das ciências naturais desenvolvem modelos mentais, que apresentam aspectos comuns, e que constituem os principais suportes para compreender a realidade. Trata-se de modelos mentais causais caracterizados por três princípios, a saber: 1. No domínio determinista, todos os eventos têm causa; 2. As causas precedem os eventos; 3. A ação direta sobre um objeto é a principal causa por qualquer modificação que ocorra nele.

Nessa perspectiva, esses modelos apóiam-se, em parte, nas ideias de Descartes a respeito da visão cartesiana; na concepção linear e na previsibilidade do resultado, de acordo com as características das causas, ou seja, na compreensão dos fenômenos, considerando-se a regularidade, a estabilidade e a permanência.

Dependendo de como o professor conduz a apresentação e a abordagem dos modelos científicos, os alunos podem construir seus modelos mentais com base nos três princípios comuns aos modelos das ciências, porém atentos à existência da fenomenologia, na qual, se levam em conta, as incertezas e as irregularidades dos fenômenos, isso é, a elaboração de modelos mentais, sob uma ótica complexa, dinâmica e sistêmica de uma abordagem holística da natureza.

A concepção de modelo mental, nesta pesquisa, como um aspecto levado em consideração durante o levantamento e a análise dos textos referentes à interpretação geomorfológica dos graduandos em Geografia, deve-se à natureza dos modelos apresentados acima. Esses modelos permitem ao sujeito falar, tanto dele mesmo – no que se refere ao conhecimento prévio, à experiência e à forma de pensar –, quanto da realidade externa, ou seja, dos fenômenos, objetos e processos considerados (BORGES, 1999).

Sabe-se que os modelos mentais capacitam os sujeitos a realizarem ações na imaginação; conseqüentemente permitem internalizar as representações que se criam para as coisas e os estados de coisas no mundo (BORGES, 1999) de acordo com o desenvolvimento cognitivo. Logo, esses modelos evoluem com o desenvolvimento psicológico e com a instrução recebida, por meio de um processo conhecido como mudança conceitual.

1.2 Conhecimento e aprendizagem: dificuldades conceituais e epistemológicas

Ao se investigar, na literatura, a questão da aprendizagem, verifica-se que o assunto é muito amplo e pode ser discutido por meio de diferentes abordagens. Uma delas discute as dificuldades de aprendizagem (DA) do ponto de vista biológico, em que os aspectos médico e psicológico são considerados –, e na perspectiva social e educacional (SARAVALI, 2005); outra, a dos tipos de aprendizagem, discute a natureza, os caminhos, as estratégias e uma terceira, a das metodologias de aprendizagem (YENEMOTO, 2004). E, por fim, a abordagem que privilegia os obstáculos da aprendizagem, como nos

trabalhos de Garcia Cruz (1998).

Nesta última, diferentemente das demais, privilegiam-se os aspectos epistemológicos, conceituais e a concepção dos aprendizes, referentes ao que se propõe aprender. Nessa abordagem, a história e o ensino da ciência de origem dos conteúdos a serem aprendidos são considerados importantes e necessários. Portanto, é comum entre esses estudos a ênfase na história das ciências, com referência a Bachelard (1938), como se observa nos trabalhos de Garcia Cruz (1998) e de Gagliardi (1995).

Para Bachelard (1973) a história das ciências tem um papel mais importante do que a mera descrição dos processos evolutivos das aplicações do método científico, e permite mostrar, a partir do presente, os valores científicos do passado, caracterizando as diversas formas de influência da subjetividade na ação do cientista (PARAIZZO, 2004). Para alguns autores, conforme Pestre (1996), a abordagem histórica das ciências na aprendizagem e a superação de possíveis obstáculos epistemológicos são assumidas como uma corrente metodológica no ensino.

Nesta pesquisa, a apresentação e a análise das diversas abordagens do conhecimento e da aprendizagem permitem certificar que o conhecimento constrói-se por interações de sujeitos e objetos. Essa concepção afasta-se do empirismo – segundo o qual a origem do conhecimento está na experiência sensorial –, e do racionalismo clássico, que reúne diferentes concepções, para as quais a construção do conhecimento inicia-se na mente/razão do sujeito. Desse modo, são importantes para esta pesquisa, os princípios da aprendizagem significativa de Ausubel, como uma das abordagens no construtivismo, assim como algumas discussões da Filosofia e da História das ciências, autores e estudos que apontam os possíveis obstáculos epistemológicos e conceituais para a aprendizagem.

Essa escolha se deve a dois fatores. Primeiro, por acreditar na aprendizagem como um processo dinâmico e complexo, estabelecido, entre outras razões, em função da riqueza das estruturas conceituais do sujeito aprendiz e da natureza do conteúdo a ser aprendido. São essas estruturas que o auxiliarão no entendimento e na elaboração própria de modelos de interpretação de fenômenos sociais e naturais, ou seja, do mundo, por intermédio de linguagem e de terminologia pertinentes ao campo da Geomorfologia. Segundo, por considerar a influência que o processo de aprendizagem de um determinado ramo do conhecimento pode receber da história de construção da ciência de referência.

Não se pode, portanto esquecer que o distanciamento entre o tempo de cada revolução científica, a atualização das novas concepções e a mudança do pensamento social são muito diferentes. Dessa maneira, mesmo que no âmbito acadêmico, novas concepções ou novos meios de abordagem estejam sendo discutidas, a aceitação e/ou o entendimento de um fato, de uma teoria e de ideias podem não ocorrer, plenamente, pelos graduandos devido à existência da combinação de fatores de natureza conceitual, epistemológica e social construída por eles e neles. Segundo Bachelard (1996, p. 17),

Quando se procuram as condições psicológicas do progresso da ciência, logo se chega à convicção de que é em termos de obstáculos que o problema do conhecimento científico deve ser colocado. E não se trata de considerar obstáculos externos, como a complexidade e a fugacidade dos fenômenos, nem de incriminar a fragilidade dos sentidos e do espírito humano: é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos. É aí que mostraremos causas da estagnação e até de regressão, detectaremos causas de inércia às quais daremos o nome de obstáculos epistemológicos.

Apesar de o filósofo fazer referência ao espírito científico, o de conhecer e explicar o porquê das coisas, suas ideias podem ser estendidas ao campo da educação, como o vêm fazendo diferentes autores como Gagliardi (1986), Garcia Cruz (1998) e outros.

Na concepção bachelardiana, encontra-se a ideia da existência de elementos (conceitos, crenças, linguagem) na estrutura e no conhecimento dos sujeitos, construídos a partir da interação sujeito-objeto-mundo, que dificultam e, até, imobilizam o sujeito na construção de novos conhecimentos, fazendo-o, portanto, refém de algum obstáculo epistemológico.

1.2.1 Natureza de possíveis dificuldades de aprendizagem

De acordo com Garcia Cruz (1998), o modelo de mudança científica proposto por Bachelard, combinado às ideias de Gagliardi (1986) acerca dos conceitos estruturantes de uma ciência, permitiu verificar três categorias – obstáculos, rupturas e atos epistemológicos –, que podem influenciar, negativamente, no processo de ensino-aprendizagem das ciências da Terra. Para cada uma dessas categorias, Garcia Cruz (1998, p. 324) apresenta as seguintes definições:

Obstáculos epistemológicos – se trata de formas de pensar arraigadas, antigas estruturas, tanto conceituais como metodológicas, que puderam ter no passado um certo valor, mas que em um momento dado constituem obstáculo ao progresso do conhecimento científico. [...] uma das principais fontes desse obstáculo é o senso comum, seguida do

mecanismo intuitivo [...] **Rupturas epistemológicas** – são as formas como o conhecimento científico contradiz as idéias ou crenças que procedem de um conhecimento primário, intuitivo e de sentido comum. Toda ruptura implica na superação do correspondente obstáculo [...]. **Atos epistemológicos** – são os mecanismos pelos quais se vão superando os obstáculos epistemológicos (**Grifos nossos**).

Como exemplo, Garcia-Cruz (1998) cita aspectos da filosofia de Aristóteles como obstáculos para o desenvolvimento da ciência durante muitos séculos. Na abordagem da Geociência, o mesmo autor apresenta como exemplo de obstáculos, a questão da idade da Terra, explicada pelo livro do *Gênesis*⁸ e a idéia do fixismo antes da descoberta do mobilismo geológico, da deriva continental, da tectônica de placas. De acordo com Garcia-Cruz (1998, p. 325),

A origem primária de uma considerável parte dos obstáculos que a Geologia tem tido que superar reside nas crenças religiosas, a chamada teologia natural. O *livro do Gênesis*, ponto de partida de toda tradição judaico-cristã, tem sido por si só uma fonte quase inesgotável de obstáculos.

Segundo Bachelard (1996) todos os obstáculos epistemológicos são polimorfos e podem ser, entre outros, em função da observação primeira e do conhecimento geral. A observação primeira tem a intenção de compreender o real por meio de uma informação, um dado claro e imediato, já o conhecimento geral, que leva à generalização, é capaz de imobilizar o pensamento.

A observação ou experiência primeira – que capta o imediato, que tem a experiência situada antes e acima da crítica, que subordina a prática científica ao efeito das imagens e que aborda fenômenos complexos como se fossem fáceis – tem dificuldade de abandonar o pitoresco da observação e contém a marca de um empirismo evidente. Tal admiração opõe-se à procura do “porquê” e do “por que não” de tais fenômenos (MARTINS, 2005). O conhecimento geral é visto como algo comum e superficial, que fornece respostas vagas, confirmações fáceis e seguras, a partir de hipóteses imediatas sem a valorização dos detalhes (MARTINS, 2005).

Bachelard (1996) considera que a noção de obstáculo epistemológico pode ser estudada, tanto no desenvolvimento histórico do pensamento científico, quanto aplicado na educação, uma vez que os obstáculos constituem-se obstáculos pedagógicos para o ensino de ciências.

⁸ Para este trabalho, essas informações foram certificadas em: BÍBLIA – com ajudas adicionais. *Gênesis. Primeiro livro de Moisés*. Rio de Janeiro: Alfalit Brasil, 2003.

De acordo com as categorias do modelo bachelardiano e, sob a perspectiva da epistemologia, os obstáculos epistemológicos podem contribuir, também, para as dificuldades de aprendizagem de um determinado conhecimento, seja ele um conceito, uma ideia. Fundamentado por essa consideração, Gagliardi (1986) discutiu, à luz do modelo construtivista, a questão dos conceitos estruturantes e os possíveis obstáculos para sua compreensão.

Segundo Gagliardi (1986), conceitos estruturantes são os conceitos que vão transformar o sistema cognitivo do aluno, de tal forma, que o levarão, de maneira coerente, a adquirir novos conhecimentos, a partir da construção de novos significados, ou a modificar os anteriores. O conhecimento da história das ciências e das concepções do aluno sobre os conceitos estruturantes possibilita discutir um processo mais eficaz de ensino-aprendizagem de um conteúdo e sua possível sequência (GAGLIARDI, 1986).

Os possíveis obstáculos à aprendizagem foram estudados nos métodos da didática das ciências, desenvolvidos no Laboratório de Didática e Epistemologia de Ciências da Universidade de Genebra, tendo sido apontados, por Gagliardi, como obstáculos à aprendizagem, os obstáculos conceitual, lógico, afetivo ou emocional, e a linguagem.

O obstáculo conceitual é provocado pela carência de um conceito básico, que irá impossibilitar o conhecimento de outros conceitos mais elaborados. Para Gagliardi (1995) é impossível conhecer o metabolismo de um organismo se não se elaboram, previamente, os conceitos de átomo, molécula, reação química, energia e transformação de energia. Essa perspectiva remete à mesma ideia de conceitos subsunçores de Ausubel e às estruturas intelectuais (formas) e esquemas de Piaget.

Gagliardi (1995) afirma, ainda, que

Os obstáculos conceituais determinam as dificuldades que muitos alunos têm para transferir os conhecimentos de um tema para outro. Por exemplo, as noções sobre energia que se aprende nos cursos de física não são transferidas na aprendizagem de biologia (p. 4).

O obstáculo lógico refere-se à dificuldade de um pensamento que leve, por exemplo, à compreensão dos sistemas complexos, como os ecossistemas. Isso se deve, na maioria das vezes, à incapacidade de o aluno organizar os processos de causalidade nas redes causais (GAGLIARDI, 1995).

Por sua vez, os obstáculos emocionais ou afetivos (GAGLIARDI, 1995) referem-se à resistência dos alunos às novas concepções, devido a suas crenças religiosas, como a não aceitação da teoria evolucionista, que se contrapõe à criacionista. Nessa situação, o aluno não pode apreender os detalhes, porque a resistência o bloqueia.

Quanto à linguagem, Gagliardi (1995) faz referência ao caso do aprendiz, formado em uma língua, que se vê obrigado a aprender em outro idioma, mesmo sendo bilíngue. Muitas vezes, o conteúdo selecionado e aprendido em uma comunidade, região ou país pode diferir do, de outros lugares, quanto aos termos empregados e às concepções.

A ideia de obstáculo lógico pode chamar a atenção para as formas de raciocínio empregado pelos sujeitos. O raciocínio linear, com base em causalidades simples, com que os estudantes estão habituados a trabalhar (AGUIAR JÚNIOR, 2001a), contrasta com os modelos de causalidade complexa, presentes no pensamento científico. Quando se defrontam com um sistema de muitas variáveis, os alunos utilizam como estratégia de pensamento o raciocínio linear simples. Dessa forma, e nesse caso, as conexões temporais estabelecidas possibilitam uma redução do número de variáveis, que são consideradas, separadamente, na forma de uma narrativa (AGUIAR JÚNIOR, 2001b). O raciocínio linear simples distingue-se, essencialmente, da característica sistêmica e interativa dos modelos científicos.

1.3 Habilidade e competência em Geomorfologia

O termo competência é usual, quando se faz referência ao que se espera de alguém, na realização de alguma tarefa, seja essa de natureza intelectual, procedimental e/ou experimental. Apesar disso, a discussão de um referencial de competência é ampla e continua sendo um caminho árido (PERRENOUD, 2000) e difícil de se circunscrever (PERRENOUD, 1999; JOBERT; 2003), principalmente, no que se refere à discussão sobre competência no campo da formação profissional.

Mesmo assim, a discussão realizada por Perrenoud (1999, 2000), Machado (2000), Pozo (2002) e outros autores, contribui para uma aproximação do entendimento e abordagem desse conceito e sua aplicação, na discussão do que seria ter competência, em Geomorfologia. Entenda-se, Geomorfologia não como uma profissionalização, mas como campo de conhecimento específico e, também, disciplinar mobilizado durante o estudo e/ou o ensino da ação de interpretar o relevo.

No senso comum, pode-se dizer que a competência esteja associada a um conjunto de elementos inter-relacionados, que possibilitam a uma pessoa abordar uma questão complexa e resolvê-la satisfatoriamente (MORETTO, 2002). Granger⁹ ([1968] 1988 *apud* JOBERT, 2003) afirma que a competência expressa a capacidade de obter um desempenho em situação real de produção, ou seja, em efetiva atividade prática envolvida em seu contexto complexo, em que ocorrem as condições sociais, que lhe dão significação em um mundo efetivamente vivido.

As duas considerações acima contemplam, na noção de competência, a ideia de ser capaz de fazer algo com sucesso, levando-se em consideração o contexto social no qual a questão é posta e o contexto pessoal de o quem o faz. No contexto pessoal, fala-se da dimensão cognitiva, emocional e social do sujeito, que se põe a fazer algo.

No universo educacional, muitos autores, como Perrenoud (1999), têm discutido esse conceito, na mesma linha de pensamento apresentada acima, porém com atenção especial para os recursos cognitivos. Assim, para Perrenoud (1999, p. 7), competência é definida como “uma capacidade de agir eficazmente em um determinado tipo de situação, apoiada em conhecimentos, mas sem limitar-se a eles”.

Moretto (2002, p. 10), a partir da perspectiva de Perrenoud (1999), considera que o conceito de competência compreende e relaciona três aspectos importantes referentes ao sujeito: (a) “**ser capaz de**”; (b) “**mobilizar**” forças interiores e (c) “**utilizar os recursos cognitivos e emocionais**”. Esses aspectos inter-relacionados são operacionalizados com a finalidade de abordar e resolver situações complexas. Dessa forma, pode-se dizer que “o conceito de competência está ligado à sua finalidade”. (Grifo nosso).

Cada um dos três aspectos pode ser abordado, individualmente, a fim de se compreender sua própria dimensão e a relação desta com as demais. Na interpretação de Moretto (2003) e Perrenoud (2000), a dimensão do terceiro aspecto o “utilizar os recursos cognitivos e emocionais”, compreende, dentro de recursos, outros cinco tipos: conteúdos específicos, habilidades e procedimentos, linguagens, valores culturais e administração das emoções. Sendo assim, a abordagem, aqui, dá ênfase ao aspecto cognitivo que compõe, também, a ideia de competência.

Os conteúdos específicos referem-se ao conhecimento do conteúdo que se encontra na questão a ser resolvida, seja essa de natureza teórica e/ou prática e nas diferentes áreas

⁹ GRANGER, G. G. *Essai d'une philosophie du style*. Paris: A. Colin. [1968] 1988.

como exatas, naturais, humanas, etc. (MORETTO, 2003).

No caso da Geomorfologia, esse conteúdo, inicialmente, refere-se ao entendimento e à interpretação do relevo. Portanto, é preciso ter disponíveis os demais conhecimentos específicos ligados à natureza, à tipologia, às nomenclaturas e aos parâmetros explicativos, os quais compreendem a abordagem teórica e metodológica do relevo, enquanto a natureza do relevo refere-se à sua dimensão física e metafísica. Por sua vez, as tipologias referem-se às formas definidas, segundo seus atributos internos e externos e sua gênese, e às escalas espacial e temporal. Cada conteúdo específico desdobra-se em outros que o antecedem como numa rede conceitual. Pode-se, então, dizer que mobilizar os conteúdos específicos, como aspectos da competência, implica em mobilizar uma rede conceitual construída com a aprendizagem. Assim sendo, para o raciocínio geomorfológico, é importante que se tenha, na rede conceitual, clareza dos conceitos-chave ou estruturantes (relevo, processos geomorfológicos e escalas temporal e espacial).

As habilidades e os procedimentos, como recurso cognitivo, entendidos também como o “saber fazer” algo específico (MORETTO, 2003), estão associados a uma ação física ou mental, como identificar, relacionar, correlacionar, aplicar, analisar, avaliar, manipular, interpretar, representar, etc. Esses são verbos que, a princípio, indicam a habilidade do sujeito em campos específicos (MORETTO, 2003). Essas ações são adquiridas durante a formação formal e não-formal; portanto, não são habilidades inatas, e sim trabalhadas e construídas, nos sujeitos, para que eles sejam capazes de fazer com consciência do significado e não como mera repetição. É, ainda, nesse aspecto que Perrenoud (1999) afirma que, para se fazer uma análise de um texto, traduzir o conteúdo de uma língua para outra, construir uma hipótese, identificar, enunciar e resolver um problema científico, são necessários conhecimentos profundos. Entretanto, essas ações não são, em si, conhecimentos, apesar de os mobilizarem.

Em Geomorfologia, pode-se dizer que as habilidades, para possíveis competências¹⁰, compreendem o saber fazer: (a) a identificação das formas de relevo, no campo e nas diferentes linguagens; (b) a correlação de processos geomorfológicos/formas/escalas espacial e temporal; (c) a análise das formas, segundo um arcabouço teórico; (d) a

¹⁰ Sabe-se que não existe uma postura neutra quanto à concepção de competência (PERRENOUD, 2000), inclusive quanto à concepção de competência em Geomorfologia, uma vez que por detrás das escolhas supõem-se opções teóricas e ideológicas. Dessa forma, optou-se, neste trabalho, por apresentar e discutir competência em Geomorfologia, tomando como referencial, a trajetória de edificação desse campo do conhecimento, que contém um objeto bem definido, conceitos-chave e metodologia própria.

interpretação do relevo, à luz da visão integrada, sistêmica e dinâmica, independente das escalas espacial e temporal, (e) a representação do fenômeno geomorfológico considerado.

Em todas essas habilidades, o conteúdo específico encontra-se como o meio que possibilita a ação do saber fazer. Cada uma dessas habilidades demanda outros conteúdos específicos, por exemplo: o saber identificar implica conhecer os atributos e as nomenclaturas, que identificam um determinado objeto socialmente concebido; para o saber correlacionar é importante conhecer os diferentes objetos, alvos de observação, em seu aspecto físico (atributos), dinâmico e funcional e o nível e tipo de interação dos objetos.

Pode acontecer de o sujeito saber identificar uma forma e um processo, mas não saber analisá-los nem interpretá-los, porque ficou condicionado a reconhecer e reproduzir modelos, com base nos seus atributos visíveis, concretos e objetivos, construídos a partir da dimensão estática do relevo, da observação primeira, da generalização e da associação mecânica.

O estudo do objeto da Geomorfologia processa-se por meio de observação direta, *in loco*, durante os chamados trabalhos em campo (RHOADS e COLIN, 1996), e de observação indireta, por intermédio da carta topográfica, do mapa geomorfológico, dos blocos-diagramas, das maquetes e de outras formas imagéticas, como fotografias aéreas e imagens obtidas por satélite. Cada um desses recursos apresenta sua especificidade quanto ao tipo, finalidade e semiologia utilizada.

Na formação acadêmica em Geografia, todos os recursos acima relacionados são utilizados em várias disciplinas, mas, principalmente, na Geomorfologia, durante o desenvolvimento de seus conteúdos. Independentemente da relação e da organização dos conteúdos de geomorfologia, na estrutura curricular do curso, o uso de cartas topográficas, de mapas geomorfológicos, geológicos e de blocos-diagramas, sempre, esteve presente nas pesquisas e no ensino desse conhecimento.

Esses recursos imagéticos podem ser agrupados em duas categorias (bi e tridimensionais), que se subdividem em duas classes (representação e reprodução), conforme Quadro 1.

Quadro 1

Categorias e classes de recursos imagéticos (linguagem simbólica) utilizados em Geomorfologia

Categorias	Classes	
	Representação	Reprodução
Bidimensional	Carta topográfica	Imagem obtida por Radar
	Perfil topográfico	Imagem obtida por Satélite
	Mapa geomorfológico	Fotografia aérea
	Mapa geológico	Fotografia panorâmica
Tridimensional	Croqui	
	Bloco-diagrama	Fotografia aérea - aerofotogrametria
	Maquete	By Fly - sobrevôos
	Modelo digital do terreno	

Fonte: Dados da Pesquisa, 2009.

Cada categoria guarda sua especificidade quanto à semiótica e à habilidade necessária ao sujeito observador, que terá de decodificar os signos, ou seja, relacionar significante e significado, a fim de identificar, analisar e interpretar os elementos registrados.

Diante disso, verifica-se que conteúdos de outros campos do saber, como o da Cartografia, são fundamentais no “saber fazer” na Geomorfologia. Para o sujeito realizar a identificação das formas de relevo, em uma carta topográfica, deve antes, ser capaz de decodificar os símbolos e códigos comuns na linguagem cartográfica, bem como conhecer conceitualmente as formas representadas. Liben e Downs (1993 *apud* ISHIKAWA; KASTENS, 2005) chamam o reconhecimento do símbolo, na representação, como *Representational Correspondence*. Pode-se dizer que, além dessa habilidade de correspondência representacional, demanda-se, também, a habilidade de visualização espacial¹¹.

Os demais valores, referentes à habilidade – valores culturais e administração das emoções – têm grande influência do universo social (externo) e psíquico (interno) que, indiretamente, podem ser trabalhados concomitantemente aos demais aspectos. Isso não significa dizer que a abordagem disciplinar da Geomorfologia, presente nas matrizes curriculares dos Cursos de Geografia, objetiva trabalhar, diretamente, os aspectos culturais e emocionais, mas os professores não podem esquecer que eles existem e podem interferir na aprendizagem de seus alunos.

A capacidade de mobilizar e utilizar esses conhecimentos possibilita ao sujeito resolver algo com competência. Desse modo, considerando-se o pensamento geomorfológico, seus conceitos e as habilidades necessárias, espera-se que o aluno de Geografia, em

¹¹ Esse assunto será retomado no Capítulo 3, desta Tese.

seu processo de formação, seja capaz de mobilizar diversos recursos cognitivos para os conhecimentos geomorfológicos, a fim de enfrentar um tipo de situação: a de interpretar a gênese do relevo. Portanto, para isso, o graduando deverá demonstrar ter conhecimento dos conteúdos específicos, das habilidades e procedimentos, e da linguagem própria da Geomorfologia.

Como a competência designa a capacidade de mobilizar diversos recursos cognitivos para enfrentar uma situação (PERRENOUD, 2000) e que esses recursos compreendem a dimensão dos conteúdos específicos, das habilidades e procedimentos e da linguagem, definem-se, neste trabalho, um “Guia Referencial de Habilidades para Competência em Geomorfologia” (Quadro 2). Esse guia é uma proposta deste trabalho e resulta de leituras, reflexões e experiências pessoais. Portanto, constitui um importante instrumento para esta pesquisa e, também, uma contribuição para futuras discussões a respeito do ensino de geomorfologia, uma vez que não existe tal abordagem no campo da Geomorfologia.

Quadro 2
Guia Referencial de Habilidades para Competência em Geomorfologia

I – Habilidades referentes ao entendimento conceitual e raciocínio geomorfológico

- Identificar as tipologias de formas e conhecer as suas nomenclaturas;
- Comparar formas e diferenciar nomenclaturas;
- Diferenciar os conceitos: agente, processo, forma e condicionante;
- Identificar os diferentes processos dinâmicos;
- Entender a relação nomenclaturas-conceitos-contexto teórico-geomorfológico;
- Analisar a relação forma-escala espacial e temporal;
- Explicar a gênese do relevo, a partir da interação dos processos geomorfológicos, processos geológicos, condicionantes nas escalas espacial e temporal;
- Interpretar a forma de relevo, entendendo a sua natureza metafísica e física, que se expressa em tipologia de formas de diferentes escalas espaciais e temporais e, cuja explicação apóia-se, na concepção evolucionista (morfogênese) para a macro e a mesounidades de relevo (planaltos, planícies e depressões), e na concepção dinâmica (morfodinâmica) para a microunidade de relevo como formas de acumulação e de degradação, além das vertentes;
- Aplicar o raciocínio geomorfológico na discussão e na resolução de questões socioambientais.

II – Habilidades referentes à representação geomorfológica: linguagem imagética

- Reconhecer as diferentes tipologias de formas em carta topográfica;
- Reconhecer as diferentes tipologias de formas em desenhos e modelos tridimensionais;
- Reconhecer as diferentes tipologias de formas no espaço real, quando possível;
- Representar (gráfica ou mentalmente) as diferentes tipologias de formas de relevo, a partir da linguagem imagética, utilizando-se do croqui, perfil, bloco-diagrama e modelos;
- Visualizar as formas de relevo, a partir das representações e do real;
- Empregar o conhecimento cartográfico, a favor da visualização e representação espacial das formas;
- Representar diferentes formas de relevo, a partir da linguagem verbal.

III - Linguagem

Em cada campo do conhecimento, a comunicação faz-se por meio de linguagens específicas, que podem utilizar símbolos (numéricos, verbais, imagéticos), expressões corporais (gestos, mímica) ou a combinação de todas. Conhecer a linguagem, a fim de saber fazer uso dela, implica em conhecer, também, o conteúdo específico, uma vez que a linguagem está, diretamente, ligada ao contexto em que ela é utilizada (MORETTO, 2003). Um mesmo traço, ou palavra, ou figura pode significar coisas diferentes de acordo com o contexto.

Desde o princípio, a Geomorfologia buscou a síntese do fenômeno relevo (VITTE, 2004) e, à medida que a linguagem e a abordagem tornaram-se complexas, alcançar a síntese implicou a capacidade de lidar com um número maior de variáveis conceituais e, ainda, com a interdisciplinaridade e suas linguagens. Assim, de acordo com Moretto (2003), conhecer a linguagem específica, para resolver uma situação complexa é indicador, também, de competência.

Fonte: Dados da pesquisa, 2009.

O procedimento de levantar os aspectos, que dizem respeito às formas de relevo como características e localização, não significa pensar e fazer geomorfologia, embora seja um procedimento e uma habilidade básica e necessária, no processo de interpretação geomorfológica.

Em síntese, a competência resulta da interação de vários aspectos do saber fazer, no qual se verificam as habilidades, os conteúdos específicos e as linguagens, que podem ser construídas com o sujeito, durante seu processo de formação. O saber fazer, manifesta-se, também, durante o desenvolvimento de uma disciplina, referente a um campo do conhecimento, dentro de um contexto de aprendizagem, em educação formal.

1.4 Considerações didático-pedagógicas sobre o trabalho em campo.

As observações *in loco*, geralmente, atribuídas ao trabalho em campo ocorrem como atividade prática importante, necessária e comum à formação acadêmica e ao exercício da profissão do geógrafo. Como uma prática formativa, essa atividade possibilita operações cognitivas complexas como o uso de analogias, inferências, associações, correlações espaço-temporais e outros, favoráveis à aprendizagem dos alunos e ao próprio raciocínio geográfico (FANTINEL, 2000).

Esse fato é reforçado quando se verifica na literatura a apresentação de linha de pesquisa referente à metodologia das atividades práticas em campo, principalmente, no ensino das Ciências da Natureza com foco na relação professor-aluno (BONITO, MACEDO e SOARES PINTO, 1999).

De acordo com esses autores, outros, como Jaén e Bernal (1993) e Pedrinaci, Sequeiros e García de la Torre (1994), desenvolvem atividades em campo, partindo de uma linha construtivista da aprendizagem, por meio de ações investigativas com base na formulação, tratamento e resolução de problemas. Segundo as dimensões pedagógica e científica essa atividade pode apresentar natureza diferente. De acordo com Compiani e Carneiro (1993 *apud* FANTINEL (2000); SCORTEGAGNA e NEGRÃO, 2005), os trabalhos em campo podem ser classificados em 6 categorias, as quais apresentam papéis diferentes em função da combinação de vários aspectos – como visão de ensino, a relação de ensino/aprendizagem, os objetivos pretendidos – com adoção, ou não, do espírito científico, conforme sintetizado no Quadro 3.

Quadro 3
 Categorias de trabalho em campo

Categoria / Papel	Visão de ensino¹²	Modelos científicos existentes¹³	Relação de ensino/aprendizagem¹⁴	Lógica predominante¹⁵
Ilustrativa	Informativa	São aceitos e preservados	Professor é o centro. Ensino dirigido.	Da ciência.
Indutiva	Formativa	São aceitos e preservados	Aluno é o centro. Ensino dirigido/semidirigido	Da ciência e do aprendiz.
Motivadora	Formativa	São aceitos e preservados, em grau variável	Aluno é o centro. Ensino não-dirigido. Equilíbrio. Ensino	Do aprendiz. Da ciência e às vezes do aprendiz.
Treinadora	Formativa	São aceitos e preservados	Aluno é o centro. semidirigido.	Da ciência e do aprendiz.
Investigativa	Formativa	São aceitos, mas questionados	Aluno é o centro. Ensino não-dirigido.	Da ciência e do aprendiz.
Autônoma	Formativa	São aceitos, mas questionados	Aluno é o centro. Ensino não-dirigido.	Da ciência e do aprendiz.

Fonte: SCORTEGAGNA e NEGRÃO, 2005, p. 39 (Adaptado por SOUZA, 2009).

Cada uma dessas categorias apresenta características que as individualizam. Para Compiani e Carneiro (1993), a atividade em campo ilustrativa é a mais tradicional, pois reafirma o conhecimento como produto acabado. Geralmente, esse tipo de trabalho serve para reforçar os conteúdos já vistos em sala de aula, onde o papel do aluno é o de espectador, que anota as informações repassadas pelo professor. A atividade em campo indutiva, por outro lado, visa a “guiar sequencialmente os processos de observação e interpretação, para que os alunos resolvam um problema dado” e, ainda, nessa atividade “o processo de aprendizagem valoriza os métodos científicos e o raciocínio lógico dos alunos, sem preocupar-se com os conhecimentos geológicos prévios” (SCORTEGAGNA e NEGRÃO, 2005, p. 40).

O trabalho em campo como atividade motivadora, objetiva despertar o interesse de pessoas para um dado problema ou aspecto a ser estudado, principalmente, quando não se tem algum conhecimento sobre o assunto. Por outro lado, o campo como atividade

¹² Informativa: prioriza a aquisição e a memorização dos dados e informações. Formativa: preocupa-se com o método de produção científica historicamente contextualizada, a partir da interação sujeito/meio (SCORTEGAGNA e NEGRÃO, 2005).

¹³ Refere-se ao emprego e/ou questionamento de modelos científicos, que podem ser aceitos e preservados, ou questionados, durante as atividades de trabalho em campo, a partir dos elementos observados e das reflexões realizadas (SCORTEGAGNA e NEGRÃO, 2005).

¹⁴ Ensino dirigido: tudo se desenrola segundo as idéias do professor e, os alunos desempenham um papel orientado, no sentido de redescobrir paulatinamente os conceitos e os fatos que o professor pretendia enfatizar desde o início. Ensino não-dirigido: os alunos são estimulados a uma investigação autônoma. Neste caso, são desconhecidos, a priori, os resultados que podem ser atingidos (SCORTEGAGNA e NEGRÃO, 2005).

¹⁵ Lógica da ciência: engloba referenciais de conteúdo e esquemas de raciocínio, inclusive operações mentais complexas, que se fazem presentes no chamado método científico. A lógica do aprendiz constitui algo muito diverso, já que tem origem na postura natural do estudante frente a situações inéditas. É admitida a aplicação de uma forma de raciocínio própria, sem censurar eventuais imperfeições que a lógica científica poderia identificar (SCORTEGAGNA e NEGRÃO, 2005).

treinadora¹⁶, compreende treinar habilidades, inclusive, para o uso de instrumentos. Para isso, são fundamentais os conhecimentos prévios dos alunos, que farão anotações, medições e coletas de amostras (SCORTEGAGNA e NEGRÃO, 2005). Na atividade investigativa, o campo propicia ao aluno resolver determinados problemas no campo, uma vez que lhe cabe,

[...] elaborar hipóteses a ser pesquisadas; estruturar a sequência de observação e interpretação; decidir as estratégias para validá-las inclusive avaliando a necessidade de recorrer à literatura; discutir entre si as reflexões e conclusões (SCORTEGAGNA e NEGRÃO, 2005, p. 40).

A última categoria — em campo, como atividade autônoma – proposta pelos autores, tem como objetivo despertar no aluno o espírito científico e, assim, prepará-lo para a realidade profissional futura. Nesse tipo de atividade, o aluno pode voltar ao campo quantas vezes forem necessárias e, a relação professor-aluno e aluno-aluno é ampliada pelas discussões e troca de experiências (SCORTEGAGNA e NEGRÃO, 2005).

O trabalho em campo como atividade autônoma, é realizado pelo aluno, independentemente, da presença do professor. Para isso, o aluno deverá aproveitar seu conhecimento prévio, elaborar questões, estruturar hipóteses e criar conhecimentos, reconhecer feições e fenômenos da natureza, além de desenvolver e exercitar habilidades (SCORTEGAGNA e NEGRÃO, 2005).

De acordo com Fantinel (2000), a proposta de Compiani e Carneiro (1993), referente às categorias de trabalho em campo, possibilita estabelecer estratégias de ensino durante essas atividades, de modo a atender, melhor, aos objetivos didáticos e curriculares pretendidos, assim como auxiliar no planejamento dessas atividades e nas avaliações dos resultados alcançados pelos alunos.

Se as classificações dos tipos de trabalhos em campo podem auxiliar durante a avaliação do desempenho dos alunos, as mesmas poderão auxiliar, também, na análise das possíveis dificuldades apresentadas pelos alunos durante seus trabalhos em campo e em seus registros acadêmicos. Dependendo do tipo, a dificuldade apresentada pode ser alimentada, ou não, pela natureza do trabalho em campo. Além disso, as categorias de trabalho em campo possibilitam ao professor avaliar a sua própria prática. De acordo com Dalben (2004 *apud* BRITO e LORDELO, 2007), a reflexão sobre a avaliação possibilita ao docente criar novas possibilidades de práticas e novos conhecimentos.

¹⁶ De acordo com Scortegagna e Negrão (2005, p. 40), “Newerla (1997) concebe a saída treinadora como uma variante do trabalho de campo indutivo, ao assinalar que são raras as atividades de campo dedicadas exclusivamente ao treino e ao exercício de habilidades”.

2 PENSAMENTO E RACIOCÍNIO GEOMORFOLÓGICO: APORTE TEÓRICO PARA OS CONCEITOS ESTRUTURANTES

O campo da geomorfologia. Este é muito amplo, e isso faz da geomorfologia uma ciência atrativa, mas uma ciência difícil.

(Tricart, 1986)

Ciências, em geral, não devem ser definidas em termos das suas fronteiras, mas em termos de seu core ou núcleos – os conteúdos principais, a essência.

(Bashenina *et al.*, 1986)

Entre a literatura nacional e estrangeira existente, trabalhou-se com obras consideradas referência, cujos autores como Leuzinger (1948), Birot (1955), Thornbury (1965), Tricart (1969), Ab'Saber (1969), Reynaud (1971), Christofolletti (1974, 1980), Abreu (1982), Pitty (1982) e Gregory (1992), como os que se dedicaram a importantes trabalhos sobre a questão epistemológica e, ou teórica da Geomorfologia. Consideram-se, ainda, artigos que contemplem essa temática, como os textos de Amaral (1969), Augustin (1984, 1985), Marques (1994), Marinho (1995), Suertegaray (1997, 2001), Monteiro (2001), entre outros¹.

As leituras – e as reflexões delas resultantes – possibilitaram a discussão dos conceitos estruturantes e apontaram, ainda, as habilidades necessárias para a competência em Geomorfologia, que não existem e não são contempladas em educação e, tão pouco pelo campo específico da Geomorfologia.

De acordo com Gagliardi (1988), análises históricas e filosóficas podem possibilitar a identificação de conceitos estruturantes que permitem impulsionar mudanças em uma ciência, com a elaboração de novas teorias, a utilização de novos métodos e novos instrumentos conceituais.

Para a melhor compreensão da constituição dos conhecimentos em Geomorfologia, deu-se ênfase, durante as leituras, a quatro aspectos-chave: termos e conceitos empregados; escalas espacial e temporal consideradas em cada interpretação do relevo; métodos adotados e possível modelo mental de interpretação. O resultado das leituras e reflexões

¹ Outros autores estão relacionados nas Referências.

culminou no fluxograma da Figura 1, como uma síntese, e no texto referente aos conceitos-chave apresentados nos subitens 2.1.1; 2.1.2 e 2.1.3. Portanto, esse resultado de leituras constitui, também, contribuição para se pensar a questão do ensino de geomorfologia.

2.1 Conceitos estruturantes e raciocínio em Geomorfologia

De acordo com Vitte (2004, p. 23), “todas as ciências envolvem uma certa combinação de lógica com um objeto de estudo. A lógica, naturalmente, tem ligação com o raciocínio adequado ou correto”. Partindo dessa afirmativa, questiona-se: E para a Geomorfologia, qual seria o raciocínio mais adequado? Quais são os conteúdos presentes no seu objeto de estudo, que devem ser considerados no entendimento e no raciocínio geomorfológico?

A geomorfologia, como uma disciplina, tem história e conteúdos próprios e não compreende uma mera colagem de conteúdos de Física, Química, Biologia, Geologia, etc. (VITTE, 2004), o que significa dizer que os conteúdos desses outros campos de conhecimento são, direta ou indiretamente, considerados no raciocínio geomorfológico, mas não são eles que dão identidade à Geomorfologia.

Sendo assim, e com base na própria trajetória de edificação da Geomorfologia, do raciocínio e dos recursos empregados ao longo de sua constituição Leuzinger (1948), Birot (1955), Thornbury (1965), Tricart (1965), Ab’Saber (1969), Reynaud (1971), Christofolletti (1974, 1980), Abreu (1982), Gregory (1992) e outros, inferem-se, nesta pesquisa, conceitos, noções e habilidades que podem ser considerados, a princípio, chave em Geomorfologia ou, melhor, estruturantes², para o entendimento da ciência Geomorfologia e da disciplina Geomorfologia.

Pode parecer óbvio e banal, mas o entendimento do conceito de relevo é fundamental, principalmente, quando transposto, também, para a dimensão metafísica do objeto que o termo relevo dá significado. Esse objeto pode apresentar-se em diferentes escalas espaciais, mas sua essência não muda. O que muda são as perspectivas temporal e espacial de seu estado físico, de sua tipologia. Além desse conceito, há o de processos

² De acordo com Gagliardi (1983) (*apud* GARCIA CRUZ, 1995, p. 325), conceitos estruturantes tratam de conceitos “que vão transformar o sistema cognitivo dos alunos de tal maneira que lhes vão permitir, de uma forma coerente, adquirir novos conhecimentos, por construção de novos significados e modificação dos anteriores”. Entende-se, pois, que conceitos estruturantes são aqueles conceitos que, ao construir-se, organizam o sistema cognitivo, permitindo tratar os dados de outra maneira, adquirir novos conhecimentos, mudar conhecimentos anteriores, etc.

geomorfológicos e o de escalas espacial e temporal, conceitos mais gerais e amplos, se se considerar a perspectiva teórica de Ausubel (1968) e de Gagliardi (1986).

Vitte (2006), a partir das ideias de Kant (1989, 1990, 1995), apresenta uma reflexão interessante, sobre as formas de relevo, acerca do ato de conhecer e de tentar explicar o relevo. Sua reflexão ajuda a elucidar o porquê e o como a noção de formas de relevo, enquanto objeto físico, e faz sobressair o entendimento ontológico do relevo, a saber:

Assim, no ato de conhecer, os fenômenos da natureza são submetidos ao juízo reflexionante, o que significa dizer que com a ação deste juízo as heterogeneidades e a multiplicidade da natureza imediatamente são submetidas ao conceito geral de natureza, não havendo necessidade de nenhum princípio particular. Com isto, há uma esquematização *a priori* que se aplica a toda à síntese empírica. Como estratégia desta reflexão, Kant identificou a *forma* (Kant, 1989; 1995, 1999; Guillermit, 1986) como sendo o produto da natureza que permite a ação da razão na organização destes produtos. Estes produtos por sua vez, podem ser especificados como gêneros, espécies ou, em termos de geografia, como as formas de relevo. [...]. A forma, ou a constituição espaço-temporal dos objetos (Kant, 1992), deve ser compreendida como uma noção que não exclua o plano da estética no sentido de uma teoria do conhecimento, assim como no sentido da crítica do gosto. Assim, a análise da forma deve englobar tanto o uso teórico quanto o prático da razão. É dentro deste contexto que a geografia acabou por eleger a forma como sendo o grande eixo estruturador das análises e posteriores classificações do espaço terrestre. No entanto, faltou à geografia a reflexão teórica sobre a forma, o que acabou por empobrecer os trabalhos geográficos, que, nos dizeres de Gomes (1997), acabaram adotando a forma e a sua descrição como fundamento de uma razão classificatória, como se as formas-tipo representassem a personalidade de um determinado lugar ou região. No caso da geomorfologia, esta situação é emblemática, particularmente quando se trabalha com mapeamento geomorfológico. Para confirmar tal situação basta atentar para as mais variadas escalas de mapeamento ou, antes de tudo, para as concepções de forma de relevo que fundamentam a cognição do geógrafo que realiza o mapeamento geomorfológico (p. 43).

Com base nas considerações do filósofo Kant (1989, 1990, 1995), Vitte (2006) mostra que o homem, como ser racional, procura organizar os produtos da natureza e dar nomes a eles. A forma era, então, tomada *a priori*, também, como um produto da natureza, cuja organização permitisse a ação da razão. A combinação da necessidade de conhecer, nomear e organizar os recortes, que se fazem, a partir dos “produtos do mundo natural”, acaba por determinar ideais, parâmetros assumidos, em um determinado momento. Assim, a ideia de formas de relevo é incorporada pela geografia como um fundamento para a classificação de um determinado espaço geográfico. Esse fato pode ser percebido, quando se retoma a trajetória de edificação da Geomorfologia, que tem “início” com os não geomorfólogos, mas com homens que necessitavam conhecer, nomear e organizar coisas, fatos e formas em seu tempo, em seu contexto técnico-científico e

cultural.

Verifica-se, assim, que o conhecimento, as observações e os registros de fatos morfológicos observáveis na paisagem como as formas dos vales, dos canais fluviais e a dinâmica das águas pluviais e fluviais, constituíram, durante muito tempo³, importantes elementos factuais do ambiente, do relevo, que se inter-relacionariam, mais tarde, à luz da análise integrada do ambiente (THORNBURY, 1965; AMARAL, 1969; ABREU, 1982; GREGORY, 1992; SUMMERFIELD, 1994) e contribuíram para o pensamento geomorfológico, com ênfase na forma de relevo. Essa constatação reforça as ideias apresentadas por Kant (1989, 1990, 1995 *apud* VITTE, 2006), a respeito do relevo como forma.

Independentemente das teorias, que tentavam explicar e interpretar as formas de relevo, em todas elas o objeto era sempre o mesmo, independentemente, de seu tamanho espacial. A ideia de processos geomorfológicos, que ganharam significados diferentes ao longo da trajetória da Geomorfologia, de acordo com suas várias concepções teóricas, sempre esteve presente, como dinâmicas externas responsáveis pelo contínuo trabalho sobre as massas, segundo ritmos ditados pelas diferentes escalas temporais em proporção com a escala espacial.

O tempo e o espaço, que também tiveram diferentes interpretações ao longo da trajetória de edificação da Geomorfologia⁴, são hoje concebidos como escalas, que devem ser entendidas e consideradas no raciocínio geomorfológico, uma vez que a abordagem de um fato ou fenômeno geomorfológico implica, necessariamente, levar em consideração as dimensões temporal e espacial. Logo, conseguir transitar nessas dimensões significa

³ A sistematização do conhecimento, elaborado durante os séculos XVIII e XIX, a partir de trabalhos de engenheiros e geólogos europeus e norte-americanos, poderia ser considerada como ponto de partida para a análise do processo de edificação da geomorfologia (ABREU, 1982). A importância, de se abordar o período anterior ao século XX, recaí sobre as concepções de mundo e sobre o processo de construção do conhecimento, o qual valorizava a observação direta, o espaço vivido e percebido e partia, na maioria das vezes, das experiências e dos dogmas da época. Nesse período, verifica-se a influência das ideias de filósofos como Aristóteles, Galileu, Kepler, Descartes e outros. Ações simples, como a de observar, levavam a refletir, indagar e a incomodar-se. Isso possibilitou a construção de saberes e de conhecimentos que compõem, ainda hoje, o entendimento dos conhecimentos mais complexos. Entre os não geocientistas podem-se citar, entre outros, Leonardo da Vinci (1452-1519), Steno (1631-1687), Hutton (1726-1797), Playfair (1748-1819).

⁴ A ênfase na estrutura e forma (escola anglo-saxônica) resultou, também, na valorização da abordagem temporal da gênese do relevo pautada no tempo geológico de milhões de anos, precisamente entre 20 e 200 milhões de anos (CHRISTOFOLETTI, 1980). Nessa perspectiva temporal, o estudo detalhado dos processos exógenos não caberia e nem seria significante dentro de um contexto geral de evolução do relevo em milhões de anos. Já na abordagem integrada atém-se, principalmente, ao período do quaternário, no intervalo de tempo inferior a milhares de anos, chegando a horas, meses e anos, como uma escala temporal e não mais histórica.

perceber as formas de relevo como unidades que contêm outras menores que, por sua vez, contêm outras cada vez menores, e assim sucessivamente. Nessa perspectiva, pode-se pensar a menor forma, como a encontrada na 8ª ordem de grandeza, segundo a proposta de Cailleux e Tricart (1959), a encontrada no 6º *táxon*, conforme Ross (1992) ou, ainda, as formas identificáveis nos compartimentos topográficos propostos por Ab'Saber (1969). Retomar as propostas de Ab'Saber, Cailleux e Tricart, não significa dizer que sejam totalmente satisfatórias, mas contribuem para esclarecer a lógica de formas contidas em formas.

Há de se esclarecer que a partir desses conceitos de natureza geográfica (planalto, planície, depressão, colinas, serras, etc.) e geológica (tectônica, escudos, plataformas, orogênese, montanhas, etc.) outros se desdobram. Associadas ao conceito encontram-se as nomenclaturas, resultantes de um contexto teórico e filosófico de interpretação dos objetos do mundo. A diversidade de nomes e conceitos existentes na Geografia, referentes à identificação e/ou explicação do relevo, resulta da própria história da Geografia, da Geologia e da Geomorfologia. As nomenclaturas, as quais alcançam a sociedade pela educação formal e informal, são perpetuadas em livros, textos e artigos.

A combinação de conceitos e nomenclaturas, como maneira de expressar pensamentos articulados com as ideias de um contexto histórico do conhecimento, constitui um tipo de linguagem verbal que dá identidade ao pensamento empregado. Por meio dessa linguagem, as ideias se propagam e são, em parte, apreendidas pelas pessoas. Gradativamente, permanecem os conceitos e termos, e perdem-se os seus significados, quando esses não são construídos e/ou concebidos. De acordo com Vygotsky (1993), a linguagem tem como uma de suas funções o pensamento generalizante; logo, a linguagem é transformada em instrumento do pensamento.

Na trajetória de edificação da Geomorfologia, muitos conceitos foram construídos e modificados. Portanto, houve uma ampliação da linguagem conceitual e das possibilidades de interpretação, classificação e nomeação das formas de relevo. Esse dinamismo, presente na construção do pensamento e da linguagem geomorfológica, alcançou o ensino a partir da abordagem de algumas teorias e noções mais aceitas em cada contexto histórico, por intermédio de nomenclaturas e classificações das formas de relevo.

Entre as noções, também importantes para o raciocínio geomorfológico, muitas são do campo da física (trabalho, energia, inércia, intensidade, frequência, magnitude, processo,

sistema) e outras da matemática como declividade, mergulho, plano, superfície, e outros pertencentes à geometria. Esta última é, frequentemente, empregada quando se consideram, principalmente, a descrição e a interpretação da forma de relevo por meio da abordagem estrutural e na elaboração da noção do conceito de nível de base, conforme representado nas figuras dos Anexos A e B. A noção de alguns conceitos da física está presente no raciocínio empregado para interpretar a evolução do relevo, segundo diferentes modelos teóricos (Uniformitarismo⁵, Catastrofismo, Atualismo, Tectônica de Placas).

Enquanto a magnitude e a intensidade dos eventos, no Uniformitarismo, são consideradas baixas, porém contínuas, no Catastrofismo são altas e esporádicas. Apesar de haver diferença entre as concepções uniformitarista e catastrofística na gênese do relevo, elas introduzem no pensamento a ideia de ritmos dos processos responsáveis pelo relevo e pelas formas de relevo, assim como, também, na teoria de Davis e de W. Penck e na abordagem da Tectônica Global⁶.

A Geomorfologia, que constitui um saber científico e que se configura pela busca de interpretação do relevo, apresenta, ao longo de sua constituição, diferentes teorias, como: Ciclo Geográfico, Pediplanação e Pedimentação, Equilíbrio Dinâmico, Sistemas Morfogênicos, Probabilística, Etchplanação, entre outras (SUETERGARAY, 2005). De acordo com Suertegaray (2005, p. 39),

Estas teorias sustentadas por diferentes encaminhamentos metodológicos e concepção de tempo-espaco expressam, cada uma a sua maneira e em seu tempo, possibilidades de interpretação das formas de relevo sob diferentes escalas.

⁵ De acordo com a teoria do Uniformitarismo, proposta por Hutton em oposição ao Catastrofismo, haveria uma contínua uniformidade dos processos, a qual seria considerada a chave para compreender a história da Terra (GREGORY, 1992). A concepção de Hutton apoiava-se na ideia de que o lento, mas contínuo, trabalho dos processos observáveis no presente fornece bases suficientes para explicar a atual configuração da superfície terrestre (SUMMERFIELD, 1994). Esse autor, ainda, pregava que os processos do passado têm intensidade e ritmos semelhantes aos atuais. Em lado oposto a essas crenças, na teoria das catástrofes defendia-se a ideia de que muitas das formas de relevo existentes são resultados de eventos que ocorrem rapidamente e, portanto, ocasionam mudanças também rápidas nas formas, diferentemente da ideia proposta por Hutton e, mais tarde, desenvolvida por Lyell.

⁶ Na teoria da Tectônica Global, propõe-se abordar a ideia de que existe uma complexa interação entre as placas litosféricas e os processos de expansão, retração e desaparecimento do fundo dos oceanos, bem como a formação de relevos continentais e marinhos, sob o controle dos mecanismos internos da terra: correntes convectivas e translação das placas. Na Geomorfologia, a proposição da tectônica global resultou na ampliação dos estudos sobre a formação de superfícies de aplanamento com base nos princípios geodinâmicos, os quais constituem uma nova compreensão da Geomorfologia na escala continental e histórica, também denominada de megageomorfologia histórica, por Gardner e Scoging (1983).

Os modelos de Davis (Ciclo geográfico⁷ e Erosão Normal) e de Penck⁸ aperfeiçoam a rede conceitual, ao inserirem a noção de sistematização dos fenômenos naturais na escala continental; ao classificarem as formas, em função de seus estágios de evolução e eventos ocorrentes, e ao levarem em consideração a ideia da causalidade atuante sob as leis da física. Apesar de a concepção acíclica não ser abordada, diretamente, na proposta de Penck, fica evidente a ideia de "ritmos tectônicos", na qual há variação da intensidade e magnitude do fenômeno e o reflexo na morfologia. Verifica-se, portanto, um modelo mental que empregava mais variáveis, as quais se inter-relacionam numa lógica não tão linear, mas sistêmica. Ao considerar o aspecto do mobilismo vertical da superfície terrestre, abre-se o pensamento para uma outra variável: a da instabilidade dos níveis de base.

Para a apreensão do conceito de nível de base é necessário conceber e visualizar, espacialmente, a relação de altura, declividade, movimento, matéria e gravidade (Anexo A) e, para entender o conceito de nível de base de erosão, é necessário conceber, também, o conceito de erosão. No século XIX e início do XX, esse conceito compreendia a ideia de perda de material e a consequente modificação, especificamente, a redução e/ou rebaixamento da superfície que forneceu o material. Essa superfície, quando apresentava uma elevação em relação a outra, era reconhecida como relevo, independentemente, de se pensar em altura ou altitude (SUMMERFIELD, 1994). O conceito de erosão era empregado na Geomorfologia, como signo da ideia de perda, de degradação de massa.

⁷ A teoria do Ciclo Geográfico fundamenta-se na ideia de que o relevo surge como função da trilogia estrutura geológica, processos operantes e tempo (GREGORY, 1992). O enfoque essencial baseia-se na existência de um ciclo de erosão normal, que rebaixa a superfície, gerando paisagens distintas que podem ser classificadas de acordo com o estágio alcançado no ciclo de erosão, fosse juventude, maturidade ou senilidade. O ciclo de erosão de Davis compreende, em sua concepção, um rápido soerguimento devido à ação tectônica ou eustática, seguido de um longo período de estabilidade, no qual ocorre a atividade erosiva e o total rebaixamento da superfície, originando-se, assim, as peneplanícies (CHRISTOFOLETTI, 1980). Neste estágio, denominado senilidade, um novo soerguimento, em relação ao nível de base geral, ocasionará a instalação e a evolução de um outro ciclo. A diferença altimétrica, ocasionada pelo rápido soerguimento, favorece o encaixamento dos rios e, a partir da embocadura, a vaga erosiva remontante, que se espalha pelo canal principal e seus afluentes (CHRISTOFOLETTI, 1980).

⁸ De acordo com Hettner, Albrecht Penck (1858-1945) e Walter Penck (1880-1930), a estabilidade tectônica não ocorria, o movimento de soerguimento era lento e constante, variando apenas a intensidade e magnitude dessa velocidade. A consequência disso era o soerguimento de um domo continental, o qual apresentava uma expansão lateral paralelamente ao soerguimento (CHRISTOFOLETTI, 1980; SAADI, 1998). Nessa concepção, os movimentos tectônicos e os processos erosivos são simultâneos e os produtos são de uma erosão sintectônica, o que dificulta a "[...] definição de marcos para o estabelecimento de uma cronologia da desnudação" (SAADI, 1998, p. 57). De acordo com Penck, o levantamento lento possibilitava que a degradação ocorresse, na mesma medida do soerguimento, impossibilitando a formação de um relevo alto ou acidentado (LEUZINGER, 1948).

Para Davis (1899), a erosão normal era o principal processo de modificação, portanto, de esculturação do relevo, depois da grande massa soerguida. Desse modo, a erosão era concebida como um sistema responsável pela redução do relevo e geração de formas, marcado pela perda de material pela dinâmica fluvial, ao longo do tempo. Essa perspectiva favoreceu o equívoco de se considerar uma cicatriz de erosão como a própria erosão, ou seja, enquanto processo a erosão era concebida como forma.

Mais tarde, em meados do século XX, esse conceito foi modificado ao referir-se ao processo de retirada, transporte e deposição de material e, não mais, apenas, à redução da massa em si. Nessa perspectiva, é possível aplicar esse conceito em diferentes ambientes climáticos e em diferentes escalas espaciais e temporais, considerar outros agentes e fatores, bem como os instrumentos e as metodologias de investigação desse processo. Essa investigação pode considerar toda a dinâmica ou eleger parte da mesma, e priorizar a retirada, ou o transporte, ou o depósito do material. Cada uma dessas partes do processo compreende especificidades, que variam de acordo com o ambiente onde se encontram e com o tipo de massa considerada (litologia e estrutura).

De acordo com Chorley (1965 *apud* GREGORY, 1992, p.72-73), o sistema geomórfico de Davis “conduziu ao dogma da mudança progressiva, irreversível e sequencial, significando que a quantidade de energia para a transformação das formas de relevo era, simplesmente, uma função direta do relevo ou do ângulo da vertente”. Além disso, “a ênfase era dirigida mais à sequência histórica do que às associações funcionais, pois essas dependiam das investigações sobre processos” (GREGORY, 1992, p. 73). Verifica-se, também, na abordagem davisiana a tendência para o especialismo, que substitui a observação integrada da paisagem, investigada no século XIX pela fisiografia, praticada pelos estudiosos da porção leste europeia (GREGORY, 1992).

Na Geomorfologia Climática, outros processos são levados em consideração como parte do processo erosivo, físico e químico, como os que ocorrem com o escoamento superficial, subsuperficial, o intemperismo, o movimento de massa, e, portanto, reconhecidos como processos geomórficos. Entretanto, quando considerados dentro das zonas morfoclimáticas de Büdel (1982), como processos inter-relacionados, remetem ao conceito de sistema morfogenético.

Ao lado do termo erosão⁹, que inicialmente, com Davis, foi aplicado como um sistema

⁹ De acordo com Reynaud (1971), o termo erosão, amplamente, utilizado no vocabulário geomorfológico, reflete uma noção pré-científica e foi bastante utilizado na teoria de Davis, que a

único de esculturação verifica-se, também, o de desnudação. De acordo com Leeder (1991), a desnudação refere-se à perda de material, seja das porções superficiais e/ou subsuperficiais de uma bacia de drenagem ou de uma paisagem regional, favorecida por todos os tipos de “intemperismo físico e bioquímico”¹⁰. Por outro lado, Leeder (1991) entende a erosão, como a remoção de material intemperizado e o consequente rebaixamento da superfície, caso ela esteja livre de soerguimentos.

A abordagem da Geomorfologia Climática introduziu outros conceitos como sistema morfoclimático e domínio morfoclimático, além de reforçar a importância dos processos geomórficos e dos agentes. Além desses conceitos, a abordagem climática introduz o princípio que “processos morfogenéticos diferentes produzem formas de relevo diferentes; e que as características do modelado devem refletir até certo ponto as condições climáticas sob as quais se desenvolveu a topografia” (CHRISTOFOLLETTI, 1980, p. 31).

Nessa perspectiva, encontra-se a ideia do estudo do relevo, na qual se considera a paisagem como reveladora de evidências sobre o processo de evolução do relevo. Para essa abordagem naturalista de interpretação do relevo, formas, processos e depósitos são inseparáveis nos estudos geomorfológicos. Assim, a principal metodologia – a análise dos processos, o estudo dos materiais correlativos e o uso das técnicas de datação – permite reconstituir a evolução do relevo no lugar de imaginá-la (TRICART, 1968).

É importante observar que, sob a abordagem integrada da paisagem¹¹, retoma-se a ideia de processos exógenos como importante fenômeno de esculturação das formas, porém, agora, de elaboração de conjuntos paisagísticos, em função das condições climáticas, que vão influenciar o tipo de agente, processo, formas esculpidas ou de acumulação, de

ele acrescentou o adjetivo “normal”. Esse conceito compreendia a ideia de perda de material e a consequente modificação, especificamente, a redução e/ou rebaixamento da superfície, que forneceu o material. E, ainda, erosão era considerada como um fenômeno negativo que destrói, progressivamente, o relevo. Para Reynaud (1971), o melhor termo para fazer referência à criação das formas, pelo trabalho de esculturação, era o de processo morfogenético, sem prejudicar a natureza desse processo. O termo erosão era empregado na medicina como processo degenerativo.

¹⁰ LEEDER, M. R. Denudation, vertical crustal movements and sedimentary basin infill. *Geologische Rundschau*, Stuttgart, v. 80, n. 2; p. 441-458, 1991.

¹¹ Ainda na abordagem integrada, verificam-se os trabalhos do alemão Büdel (1948 e 1971) *apud* Abreu, 1982, cujos estudos voltavam-se para a ordenação dos conjuntos morfológicos, a partir da interação da climatologia com a fitogeografia, a petrografia e as variáveis epigenéticas. Além de Büdel, outros pesquisadores contribuíram para a abordagem climática e climatogenética da Geomorfologia. Esta abordagem tinha como pressuposto o trabalho integrado dos processos exógenos, atuando sobre o arcabouço geológico, gerando, assim, paisagens distintas em função das zonas climáticas e dos arcabouços estruturais.

acordo com a intensidade, frequência e magnitude dos processos. Por sua vez, esses processos inter-relacionados constituíram sistemas morfoclimáticos e morfogenéticos ditados pelas oscilações climáticas quaternárias; portanto, formas geradas pela dinâmica dos últimos 2 milhões de anos da era Cenozóica.

Essa abordagem, embora deixe em segundo plano a importância dos aspectos litológico e estrutural, no processo de elaboração das formas de relevo, possibilitou ampliar o número de trabalhos voltados para o entendimento dos processos superficiais e a complexidade existente entre eles, em função da intensidade, frequência e magnitude no tempo e no espaço.

Nessa concepção e raciocínio sistêmico da paisagem, retoma-se também, a ideia, da interdisciplinaridade, da importância das escalas espacial e temporal, das leis da física como princípios para interpretação do funcionamento de fatos naturais, à luz da complexidade e não da mera aplicação mecânica dessas leis. Portanto, em seu raciocínio, o sujeito precisa levar em consideração a noção de sistema e de complexidade¹², enquanto desenvolve a explicação geomorfológica de uma questão considerada.

No enfoque sistêmico, é necessário investigar a inter-relação dos vários componentes do ambiente (TRICART, 1986) que, por sua vez, participam da dinâmica interna do processo de elaboração do relevo, o qual expressa o balanço entre forças opostas atuantes durante um período de tempo (TRICART, 1986). No final do século XX, nota-se a retomada e a valorização da abordagem ambiental pela Geomorfologia, a qual ressalta, então, a visão sistêmica, a escala temporal de curto intervalo de tempo e a escala espacial, como a da vertente.

Para sintetizar parte dos fatos e reflexões realizada nos parágrafos acima, serão considerados Guerra e Marçal (2006), os quais afirmam que, nos três últimos séculos, a ciência buscou compreender os fenômenos naturais e ambientais, sendo que, no início, a compreensão dos fenômenos voltava-se para regularidade, estabilidade e permanência. Esse parâmetro reduzia o conjunto de processos naturais a um limitado número de leis imutáveis, inseridas em uma abordagem analítica ou reducionista da natureza. Em um

¹² A noção de complexidade vem do entendimento de totalidade, mas não da totalidade como soma das partes internas de um sistema, as quais poderiam ser entendidas e respondidas a partir dos princípios das leis gerais, como acreditava o paradigma Cartesiano-newtoniano. Entenda-se, totalidade como ideia da mutabilidade constante e como elemento superior ao somatório das partes internas, em que novas totalidades surgem como fruto da interconectividade complexa de seus elementos internos, ou seja, de suas variáveis (CAMARGO, 2005).

segundo momento, houve a necessidade de levar em conta as incertezas e as irregularidades dos fenômenos, considerando-os sob uma ótica mais complexa e compreendendo-os de maneira não fragmentada, mas sim como um todo complexo, dinâmico e sistêmico em uma abordagem holística da natureza. A partir do século XX, as técnicas e a tecnologia permitiram entender que os elementos da natureza, além de relacionarem entre si, formam um todo unitário complexo. Mais tarde, além da visão holística do todo complexo, percebeu-se que os sistemas complexos abarcam grande quantidade de elementos com vários graus de liberdade e de comportamento. Portanto,

[...] a possibilidade de ruptura, irreversibilidade, imprevisibilidade das mudanças e de auto-regulação dos sistemas abertos leva a entender que não há equilíbrio, mas sim, estado de relativa estabilidade, que é temporal onde a energia permanece relativamente estável (GUERRA e MARÇAL, 2006, p. 95).

As ideias contidas neste item podem ser mais bem visualizadas no esquema, composto por duas colunas (Figura 1), que remetem à dimensão do relevo estático e dinâmico e, ainda, aos principais elementos e conceitos originados da combinação das duas abordagens, que constituem a filogênese¹³ da Geomorfologia. Entre esses elementos, encontram-se as nomenclaturas, a abordagem escalar do tempo e do espaço e os modelos de interpretação.

¹³ De acordo com Abreu (1982), a filogênese da teoria geomorfológica compreende duas correntes, a anglo-americana e a alemã.

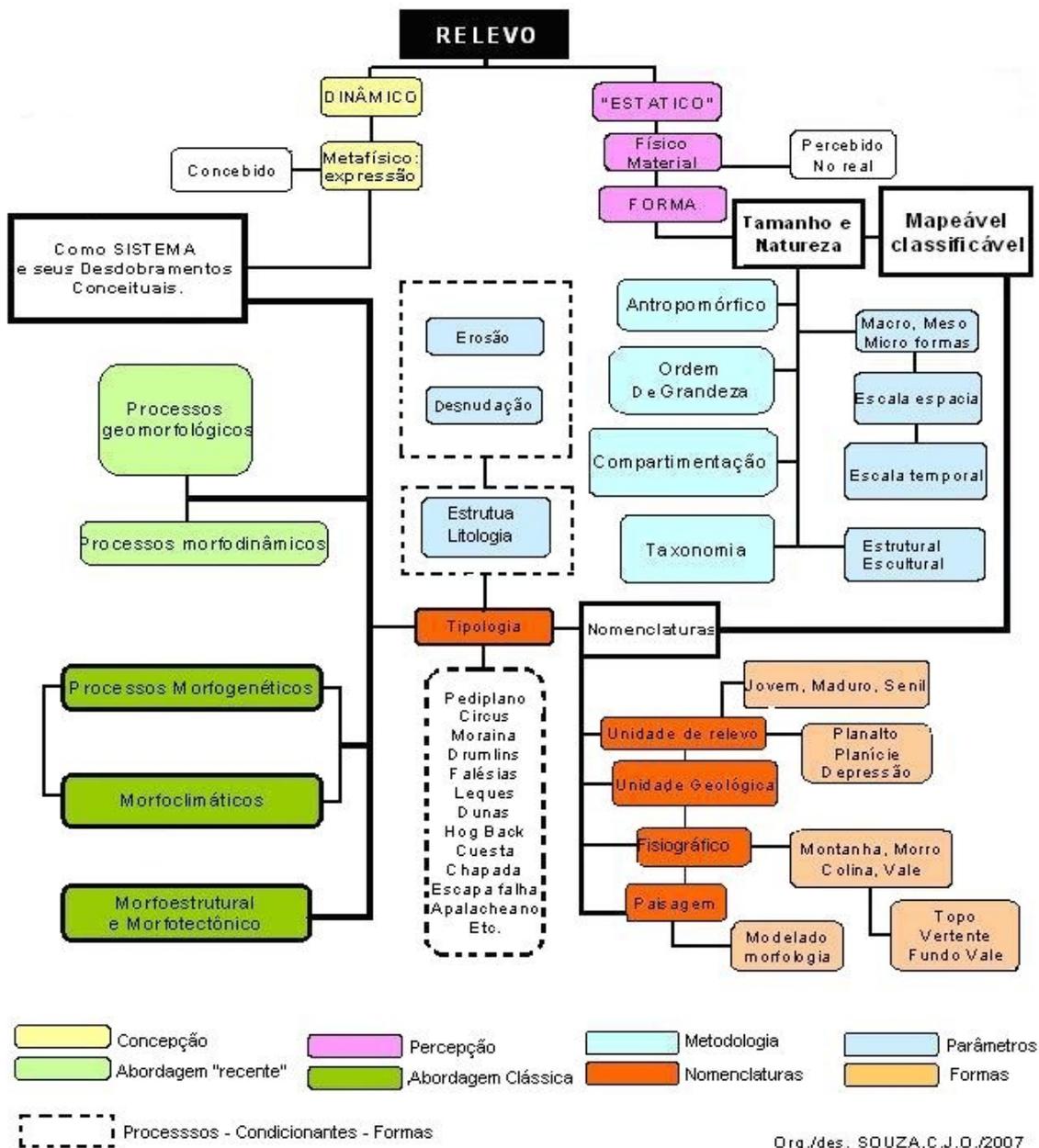


Figura 1 – Edificação do pensamento sobre relevo: conceitos, linguagem, nomenclaturas e concepções

Fonte: Dados da pesquisa, 2009.

Na coluna do relevo como forma, verificam-se os desdobramentos dessa visão, que possibilitou propor mapeamentos, unidades de relevo, tipologias de formas e consequentemente, nomenclaturas, como bem expresso por Vitte (2006) à luz das ideias de Kant (1989, 1990, 1995 *apud* VITTE, 2006). Na coluna, do relevo “metafísico”, em que a ideia recai sobre a funcionalidade dos processos, desdobram-se abordagens que, ora

ênfatizam os processos endógenos, ora os exógenos e, conseqüentemente, as escalas espacial e temporal distintas.

A coluna da direita representa, assim, a concepção de forma de relevo e seus desdobramentos, ao longo da história. Por outro lado, na coluna da esquerda, verificam-se as concepções e desdobramentos dos questionamentos a respeito, não mais da forma em si, mas sobre sua funcionalidade e dinâmica, o que leva ao conceito de morfodinâmica, principalmente, para as abordagens dos fenômenos na escala das vertentes.

2.1.1 Relevo: conceitos objetivo e metafísico

Dentre os conceitos-chave apresentados, anteriormente, retoma-se o de relevo, que pode ser concebido como uma forma física em si mesma, que apresenta tamanho e características físicas internas e externas, disponível para ser descrita e nomeada, conforme apresentado na Figura 1. Pode, ainda, constituir-se uma expressão materializada da interação de processos internos e externos no tempo e no espaço, como pontuado por Tricart (1986), Marinho (1995) e outros. Portanto, o relevo constitui a fina e dinâmica superfície de contato entre litosfera e biosfera (ROSS, 1996) em que se desenvolvem todos os tipos de vida, os quais ocorrem sobre unidades de relevo, há tempos classificadas e nomeadas.

Rhoads e Thorn (1996) consideram que a classificação da paisagem em categorias conhecidas como *landforms* – formas –, torna-se um exercício normalístico, que pode esvaziar o quadro teórico sobre o real da paisagem física. Esse exercício foi, amplamente, aplicado durante a abordagem davisiana (GREGORY, 1992), período no qual foram criados mais de 150 termos. Por outro lado, a forma-objeto torna-se passível de ser reconhecida por diferentes nomenclaturas de acordo com as diferentes culturas, o que explica, em parte, a extensão da lista de tipos de formas de relevo e a variedade de nomes para uma mesma forma¹⁴, conforme ocorre na lista apresentada pelo *Spatial Data Transfer Standard* (SDTS) dos Estados Unidos, em 1994 (MARK; SMITH, 2003).

A influência dos termos e nomenclaturas fizeram-se presentes nos livros paradidáticos e manuais didáticos¹⁵, como os elaborados por Ab'Saber (1975). Geomorfologista, sempre

¹⁴ Mark e Smith (2003) afirmam que, para o termo Mount (monte), são incluídos os seguintes tipos: “bald, bank, bery, cerrito, cerro, cinder cone, cuesta, dome, drumlim, foothill, hill, hillock, kame, monadnok, pingo, rise, sand dune” (p. 8) e tantos outros.

¹⁵ Ab'Saber publicou, em 1975, três volumes intitulados: *Formas de relevo: textos básicos* (Volume 1), *Trabalhos práticos* (Volume 2) e *Guia do professor* (Volume 3). O autor esclarece: “a utilidade de um manual de trabalhos prático dependerá sempre de sua organização interna e do

preocupado com o ensino dos conteúdos de Geomorfologia e com a escassez de material didático, Ab'Saber publicou os livros *Formas de relevo* – livro texto básico, livro prático, livro guia do professor. Nesses livros, os conteúdos privilegiados são os tipos de relevos estruturais, a compartimentação da paisagem, de acordo com ordens de grandeza, os padrões de drenagem e sua relação com a estrutura e os domínios morfoclimáticos existentes no Brasil.

Pensar o conceito de relevo é pensar, também, na dualidade que nele insere-se e na Geomorfologia (estrutural e climática). O relevo “real”, geneticamente dual, é fisicamente singular. A abordagem dual não deve confrontar-se, mas cooperar-se (BASHENINA *et al.*, 1986).

O relevo da superfície da terra tem as suas próprias leis. Sua geometria e morfologia definem as condições de absorção, transmissão, dispersão, transformação e concentração de energia - transformação e movimentos de massa das litosferas e água. Essas leis não são ainda bem estudadas e apreciadas (BASHENINA *et al.*, 1986, p. 27).

O que é relevo e por que ele existe? Pode-se dizer que existe relevo, porque existem quatro componentes básicos na Terra: energia, massa, gravidade e fluidos. O primeiro é emanado do próprio interior da Terra e do Sol; o segundo é todo o material sólido ou líquido, que tem peso e compõe a Terra; o terceiro é dado pela força de atração estabelecida entre a Terra, que tem massa (m^1), e todos os corpos que estão em sua superfície e proximidades, que têm massa (m^2 , m^3 , m^4 , m^n) e, o último corresponde aos fluidos líquidos e gasosos, que compõem a Terra.

A utilização desses quatro componentes pode ajudar a entender o porquê da existência do relevo, antes mesmo de se abordarem os processos endógenos e exógenos, usualmente, considerados nas explicações.

De acordo com as leis da física, a energia universal é imutável, ou seja, é constante. Toda a energia utilizada em qualquer sistema foi originada da transformação de uma outra forma de energia como, por exemplo, da energia química em energia mecânica, da energia elétrica em energia térmica. A partir da existência de energia, ocorre a realização de trabalho, o qual corresponde à energia transferida, pela força, para um corpo.

Existem várias formas de energia. Uma delas, a mecânica, está associada ao movimento

bom uso que deles fizeram os professores [...]. Os resultados de sua utilização dependerão sempre da insistência, do bom senso e da habilidade dos professores ao orientar os alunos” (AB'SABER, 1975, p. 8).

de um corpo (energia mecânica cinética) e à possibilidade de movimento de um corpo (energia mecânica potencial), em função da posição ocupada pelo corpo em determinado lugar. Quando um corpo desloca-se de um ponto A para B, devido à “força peso” no campo gravitacional, sua energia potencial variará durante o deslocamento, deixando de ser energia potencial, para transformar-se em energia cinética, ou seja, quando em estado de inércia, o corpo apresenta energia potencial e, enquanto se desloca, sua energia transforma-se em energia cinética, a qual está, também, associada à velocidade do deslocamento. À medida que um corpo desloca-se, ocorre transferência de energia, a qual pode gerar trabalho, que pode ser mais bem identificado, a partir da soma da energia potencial com a energia cinética do corpo em movimento, na direção de um segundo corpo, que se encontra inerte ou deslocando-se, também, em sentido oposto ao primeiro.

O resultado dessa soma pode manifestar-se na geração de um corpo deformado. A deformação é resultado de um trabalho que se deu pela transferência de energia entre corpos e no próprio corpo. Tome-se o exemplo aplicado à Tectônica Global, em que a litosfera terrestre encontra-se dividida em placas, as quais se movimentam devido às forças internas oriundas das correntes convectivas e da expansão do fundo oceânico pela emergência do magma no limite de placas com movimentos em direção oposta entre elas – energia calórica transformada em energia mecânica.

A atuação dessas forças e o contínuo processo de transferência de energia, combinados com as características física e química das massas (continental, oceânica, magmática), resultarão em deformações das massas envolvidas no processo, que se expressarão na superfície terrestre como irregularidades. Essas deformações são, em parte, responsáveis pelas irregularidades da superfície na escala global, enquanto processos externos ocorrem simultaneamente. Essas irregularidades, que constituem diferenças altimétricas em seu conjunto, contribuem para o contínuo deslocamento dos fluidos superficiais, das partículas e dos fragmentos “soltos” (matéria sólida) na superfície terrestre, que são atraídos para as partes mais baixas devido à gravidade.

O fluido, quando inerte, apresenta energia potencial; quando em movimento, adquire energia cinética. Na relação somatória dessas duas formas de energia, o fluido realiza trabalho: o de retirar, transportar e depositar materiais.

Partindo da escala global, de maneira simplificada, a energia que emana do interior da Terra, como energia calórica – energia mecânica –, promove o trabalho de deslocamento

horizontal e vertical das placas tectônicas, que recebem parte da energia emanada e a propaga para outras escalas do corpo da massa. Em uma escala de maior detalhe do que a global, verifica-se que o corpo da massa (litosfera continental e oceânica) é composto por materiais, cujas características física e química variáveis dão ao corpo maior ou menor resistência ao trabalho.

O resultado da atuação das forças com diferentes direções, sobre corpos com diferentes resistências, promoverá outras irregularidades, em outra escala diferente da global, que também contribuirá com o trabalho dos fluidos. Há que se observar que, a resistência de um corpo, depende de sua densidade, plasticidade e dureza. Nessa lógica, as leis da física repetem-se como na lógica dos fractais. Apesar disso, não se pode transferir, mecanicamente, essas leis para a interpretação da gênese do relevo. Deve-se pensar na funcionalidade dessas leis, conjuntamente aos demais processos internos e externos, que ocorrem, respeitadas as escalas espacial e temporal consideradas e a ideia de complexidade.

Nesse contexto, pode-se pensar o relevo como uma “expressão material do ‘ajuste’ dinâmico entre forças endógenas e exógenas que, direta ou indiretamente, atuam na superfície da crosta terrestre” (MARINHO, 1995, p. 15). Sendo assim, relevo não pode ser tomado, em sua essência, como algo meramente concreto, objetivo, somente forma, mas como expressão do trabalho originado da interação de forças, energia e matéria sob influência da gravidade.

A variedade dos aspectos morfológicos e funcionais dessa expressão deve-se à infinita variabilidade das condições e características da massa e dos fluidos expostos às diferentes forças no tempo e no espaço, nas permanências e nas rupturas, na causalidade e no imprevisto.

Diante disso, pode-se pensar no contínuo processo de transferência de energia entre os corpos (massa) constituintes da Terra. Enquanto ocorre a dinâmica das placas na escala global, mediante transferência contínua de energia e produção de trabalho, pode-se, em outra escala, refletir a respeito da interação dos quatro elementos inicialmente citados (energia, massa, fluido e gravidade) e dos processos geomorfológicos.

Processos não são formas, não são produtos. São movimentos de transferência contínua de energia e matéria (física e química) no espaço. Esses movimentos são dinâmicos quanto à intensidade, frequência e magnitude, e controlados pelas condições antrópicas,

bioclimáticas e geológicas. Os processos são subjetivos e não podem ser apreendidos, por meio de uma materialidade temporal, como a forma, mas a partir do *concepto* de sua existência e ocorrência no tempo e no espaço, como bem já havia W. Penck percebido, por meio da investigação das marcas e materiais depositados pelos processos.

A atuação integrada dos processos de desagregação, decomposição, retirada, transporte e acumulação, que atua sobre uma determinada base concreta (massa), com características de maior ou menor resistência aos processos erosivos (físicos e químicos) cria feições, formas de relevo e modelados como produtos concretos espacializáveis, hoje, como um recorte do tempo geomorfológico, que pode variar de alguns milhões de anos da era Cenozóica até algumas horas (SCHUMM e LYTCH, 1973).

Quando se toma o relevo como fenômeno da interface de duas forças (endógenas e exógenas), assume-se a essência do relevo como algo que, para além da física e da materialidade visual, dirige-se para a metafísica. Este pensamento liberta o sujeito cognoscente da objetividade e do positivismo linear, que o imaginário humano é estimulado, diariamente, a conceber, na medida em que faz uso de modelos. A princípio, esses modelos dão conta de explicar parte da realidade, como foi o modelo de evolução cíclica proposto por Davis, na tentativa de sistematizar os dados, as evidências e os fatos reunidos ao longo do tempo.

Isso não significa dizer que a contribuição de Davis não tenha sido valiosa. Bashenina *et al.* (1986) destacam que o ciclo de erosão davisiano não é um conceito abandonado pela ciência nem é simplificado, rígido ou mesmo um esquema prejudicial. Trata-se de um conceito fundamental, que pode ser estudado e apreciado, não em sua forma final, mas enquanto forma de pensamento, sob o enfoque sistêmico do *self-regulation*, realizado por meio de *feed-back* positivo e negativo, que muda através dos estágios do sistema de evolução.

A abordagem, com a qual se trabalha nesta pesquisa, valoriza a explicação pelas ciências naturais, com ênfase na física. Por outro lado, considerando-se as ideias de autores como Rhoads e Thorn (1996), Smith e Mark (2001), Mark e Smith (2003) e outros, que problematizam tipos de relevo, enquanto grupos naturais, ou mera classificação estabelecida por meio de categorias ou porção conhecida como relevo, remete-se a uma discussão filosófica com base na ontologia, etnofisiografia e na linguagem. Embora não se tenha o objetivo de discutir a Geomorfologia na direção da filosofia, não se pode ignorar o entendimento do relevo, também, como uma construção

humana de fenômenos naturais, principalmente, quando a discussão almeja a dimensão do ensino e da aprendizagem.

Nessa perspectiva, Mark e Smith (2003) afirmam que o relevo, ao ser concebido como um objeto no real, identificado por nomes e categorizado em tipologias, adquire uma dimensão cognitiva, que se apóia na forma, como objeto; portanto, na individualização entre os demais circundantes. Esses autores observam, ainda, que o relevo, entendido como um objeto do real, não corresponde, adequadamente, ao conceito de objeto, uma vez que, como tal, compreende um limite, ou bordas, bem definidas e tangíveis. O relevo não apresenta limites horizontais claros, o que dificulta sua individualização no próprio meio circundante.

Na representação topográfica, esse fato fica mais evidente quando, para se identificar as formas, empregam-se nomes, sem delimitá-las, ficando essa tarefa a cargo do leitor mapeador, que deverá inferir esses limites (MARK; SMITH, 2003). Portanto, o aluno tem que ter a capacidade de significar, criar modelos, associar feições, formas que são duais, física e metafísica.

2.1.2 Escalas temporal e espacial

Conforme citado anteriormente, a noção de tempo, como período de evolução das formas, era assumida, tal qual é tratada na teoria de Davis (1899), que subsidiou muitas interpretações do relevo como ciclos, períodos de ocorrência necessários para elaboração de determinados tipos de formas, como relevo jovem, maduro, senil e, na teoria de Birot (1955), que as considerava formas banais, singulares cíclicas e singulares. Em outro contexto teórico, a ideia de relação entre forma, estrutura, processo e grandeza espacial, como proposto por Cailleux e Tricart (1956), é introduzida como um instrumento de pesquisa (ABREU, 1982), na qual não se discute o tempo como período necessário para a evolução do relevo.

No final da primeira metade do século XX, verifica-se uma preocupação com os procedimentos metodológicos, com ênfase no reconhecimento e classificação para o estudo das formas de relevo. Essas classificações eram realizadas, segundo critérios que se apoiavam na concepção da gênese cíclica de evolução do relevo, como as trata Birot (1955, p. 7) em seu trabalho:

As formas banais resultantes do último ciclo de erosão sobre um material homogêneo; as formas singulares cíclicas, aplainadas e íngremes que os separam, independentes da estrutura; as formas singulares, abruptas,

rupturas de declives e superfícies planas, se explicam pela estrutura, a saber, pela distribuição das rochas duras e das rochas tenras e pela sua superfície exposta.

Essa mesma preocupação metodológica pode ser encontrada na proposta de Cailleux e Tricart (1956), no critério tamanho, combinado com a estrutura e a litologia; em Gerasimov (1946, 1968), na relação estrutura, morfologia e escalas espacial e temporal, apresentada, inicialmente, por Mescerjakov (1968) e outros, retomada por Ross, em 1992.

Para Cailleux e Tricart (1956, p. 163, *apud* ABREU, 1982, p. 60), na classificação do relevo, devem-se considerar os fundamentos do princípio dinâmico e do dimensional:

O princípio dinâmico consiste em classificar as formas segundo os mecanismos que surgem da ação predominante das forças externas, como um leito fluvial, uma praia marinha, um inselberg, ou das forças internas, como um vulcão, um *horst*, uma fossa oceânica profunda; o princípio dimensional resulta de se levar em consideração um outro aspecto da natureza: a dimensão das formas. Ele está ligado à noção eminentemente geográfica, da escala. Por essência, ele é quantitativo ao passo que o princípio dinâmico é atualmente qualitativo.

A proposta de Cailleux e Tricart (1956) auxiliou bastante as propostas de mapeamento, naquele momento, e lançou uma luz para que se começasse a pensar que, dependendo do tamanho espacial de uma forma considerada, o tempo deixa de ser *geológico* e passa a ser *histórico*, e que uma forma do tempo histórica está contida em outra de tempo geológica. De acordo com Köhler (2002), essa proposta constituiu um marco para se pensar a escala espaço-temporal nas pesquisas geomorfológicas. Outras vieram mais tarde, como a de Ross (1992)¹⁶, a partir dos trabalhos iniciais de Gerassimov (1946, 1968), Mescerjakov (1968) e Bashenina, Aristarchova, Lukasov (1972), os quais privilegiam a relação estrutura, morfologia e escalas espacial e temporal.

Com a abordagem temporal, muda-se, também o enfoque na interpretação do relevo e, adota-se a reflexão sobre os processos geomorfológicos, que ocorrem no presente, assumindo-se, em parte, a ideia do uniformitarismo. Por essa razão, há estudiosos que

¹⁶ De acordo com Ross (1992, 2000), o primeiro táxon refere-se à maior extensão em área e compreende a morfoestrutura. O segundo táxon refere-se às unidades morfoesculturais contidas no primeiro táxon. O terceiro táxon compreende as unidades Morfológicas ou Padrões de Formas Semelhantes, que se encontram contidas nas unidades do táxon anterior. Nesse táxon, as unidades são identificadas a partir da distinção dos diferentes graus de dissecação do relevo e, ainda, a partir da distinção das formas de acumulação ou desnudacionais (erosivas). O quarto táxon refere-se às formas individualizadas segundo as características de seus topos, vertentes e vales. Nessa ordem, incluem os morros e colinas. O quinto táxon compreende as partes da forma de relevo, como as vertentes. O último táxon corresponde às pequenas formas elaboradas sobre as anteriores (vertente, topos), podendo ser resultantes do processo de acumulação ou de desnudação e, geralmente, ocasionadas pela ação antrópica no presente (ROSS, 1992, 2000).

consideram a dimensão do tempo (evolução) fundamental, como os geólogos e muitos geomorfólogos (SCHUMM; LICHTY, 1973) e os que desconsideram o fator tempo nessa perspectiva, como Hack (1960) e Chorley (1965). Esses dois, de acordo com Schumm e Lichty (1973), consideravam que, muitas formas de relevo, estavam em equilíbrio e, portanto, independentes do tempo, uma vez que a interação entre a entrada e a saída de energia e de matéria no sistema (morfológica) poderia manter a forma durante um longo período de tempo. É, ainda, com essa ideia, que Hack (1960) acrescenta que a energia erosiva altera-se com o tempo; logo, as formas podem mudar (SCHUMM; LICHTY, 1973). Sendo assim, as formas alteram-se, não pelo tempo, mas pela dinâmica dos processos.

Schumm e Lichty (1973) discutem a controvérsia sobre o fator tempo e demonstram a possibilidade da coexistência de duas abordagens – tempo fundamental e tempo não relevante –, quando apresentam o tempo como um conceito escalar, associado ao conceito espacial, como escala geográfica. Esses autores elegem a ideia de ciclo, equilíbrio e estabilidade, associada à dimensão de período de tempo (longo, médio e curto) e à hierarquia de variáveis, que se encontra interdependente, ou não, em função das escalas espacial e temporal. De acordo com a discussão de Schumm e Lichty (1973), quanto menor a escala temporal, maior o número de variáveis independentes em relação à variável superior e ao próprio tempo geológico.

De acordo com Sales (2004), das considerações de Schumm e Lichty (1973), resultou a proposta da possibilidade de adoção de variadas escalas espacial e temporal, na análise sistêmica, como:

(1) dimensão tempo geológico, tomada a partir do Pleistoceno para estudos de cunho geomorfológico, ou com duração variada para cada tipo de sistema considerado. A dimensão tempo geológico presta-se ao estudo de extensas áreas, para o que as grandes variáveis do sistema, inclusive o próprio tempo, são consideradas dependentes; (2) dimensão tempo moderno, intermediária, tomada a partir dos últimos mil anos e para áreas de porte médio - por exemplo, bacias fluviais. Nessa dimensão, as variáveis selecionadas como independentes e dependentes são diferentes do primeiro caso, sendo o tempo não relevante e os grandes elementos naturais, independentes. E (3) dimensão tempo presente, definida como não superior a um ano, a ser adotada para pequenas áreas (SALES, 2004, p.129).

Para Sales (2004), essa proposta não possibilita a apreensão das inter-relações estabelecidas ao longo de toda a extensão do tempo geológico. Segundo esse autor, havendo heranças morfoestruturais, que perdurem nas paisagens por várias centenas de milhões de anos, de forma a condicionar a evolução ulterior das demais, possivelmente, essas heranças não serão consideradas, no caso dos estudos, que contemplam, apenas,

os processos contemporâneos.

Assim como Schumm e Lichty (1973), Summerfield (1994), também, aborda a ideia de equilíbrio e, destaca a existência de quatro estados: Equilíbrio Estático (EE), Equilíbrio Constante (EC), Equilíbrio Dinâmico (ED) e Equilíbrio *Decay* (Edy). O EE verifica-se, quando o tempo refere-se aos períodos de horas e, a escala é pontual, local. Durante algumas horas, por exemplo, verifica-se o contínuo transporte e depósito de materiais, que estão sendo transferidos por um curso d'água, no leito de um rio. Nota-se que há mudanças nessa carga, mas, o gradiente, a forma do canal permanece. Nas escalas espacial e temporal, nota-se uma forma estática, apesar da presença dos movimentos de retirada e transporte. O EC, por outro lado, ocorre em um período de meses e anos, durante o qual o sistema sofre com os efeitos ocasionais, com as mudanças na intensidade. Logo, pode haver mudança na forma de um canal, por exemplo, mas não há mudança na subsidência ou soerguimento da área, na qual o canal se encontra. No ED, que compreende centenas e milhares de anos, verifica-se o entalhamento do leito de um canal, até que seja atingido o perfil de equilíbrio, em função do nível de base, que precisa encontrar-se estável. Considerando-se, no entanto, esse longo período, são grandes as chances de ocorrência de efeitos ocasionais e de variação da intensidade e frequência dos efeitos.

Se, para o professor essas escalas de tempo estão claras, para os alunos podem não estar. Assim, naturalmente, o professor transita nessas escalas, ora com ênfase nos processos e na ideia de evolução, ora no processo e na dinâmica atual. Cada um desses recortes compreende um modelo, um termo, um conceito, que aos ouvidos dos alunos passam a constituir um complicado campo de conhecimento marcado por um rol de nomes e modelos que são interiorizados, mas dificilmente aplicados na resolução satisfatória de questões geomorfológicas.

Por isso, a importância dos trabalhos de Shumm e Lichty (1973) e de Summerfield (1994): o de reforçar e demonstrar o conceito de tempo, equilíbrio e estabilidade a partir da perspectiva escalar, assim como o fazem Mattos e Perez Filho (2004) no artigo "Complexidade e estabilidade em sistemas geomorfológicos: uma introdução ao tema".

Köhler (2001, p. 22) discute, também, a questão da escala na análise geomorfológica. Esse autor, assim como aqueles já citados, faz referência à relação da escala espacial com a escala temporal e afirma que,

Quanto menor a escala espacial de observação de um fenômeno geomorfológico contínuo (não catastrófico), mais lenta é sua transformação (dinâmica) e a recíproca é verdadeira. [...] quanto menor a escala espacial adotada, maior a influência dos processos endógenos, que por sua vez se referem ao tempo geológico mais antigo. Neste caso, a recíproca também é verdadeira.

Assim como é importante discutir a ideia de escala temporal, a discussão da espacial também o é. Devido à prática metodológica dos mapeamentos geomorfológicos, a discussão do fenômeno recai sobre a lógica da escala espacial, que remete à escala geográfica e cartográfica. De acordo com Castro (1995), vários autores como Lacoste (1976), Racine, Raffestin e Ruffy (1983) e outros, discutem os problemas que o termo escala apresenta em Geografia, ao ser tradicionalmente associado à relação e ao pensamento analógico entre escala cartográfica e geográfica. Ainda, segundo Castro (1995, p. 118), “o empirismo geográfico satisfiz-se, durante muito tempo, com a objetividade geométrica associando a escala geográfica à cartográfica”.

Em seu texto, Castro (1995) interessa-se por discutir, então, três aspectos referentes à escala, tais como as dificuldades, que o raciocínio analógico entre escalas cartográfica e geográfica estabeleceu na utilização do conceito, para abordar a complexidade dos fenômenos espaciais; um problema metodológico essencial para a compreensão do sentido e da visibilidade dos fenômenos e, uma estratégia de apreensão da realidade.

Dessa maneira, Castro (1995) aponta um obstáculo epistemológico entre a tradição da escala espacial geográfica com analogia à cartografia e ao conceito. Se há a presença da objetividade geométrica da forma, que por sua vez está associada à escala geográfica, não há como negar a necessidade de o estudante visualizar, também, essa forma.

Nesse texto, o autor destacou que a analogia entre o geográfico e o cartográfico limita o conceito à escala de medidas (LACOSTE, 1976 *apud* CASTRO, 1995). Essas medidas são importantes, mas elas não são, necessariamente, as do fenômeno, mas aquelas escolhidas para melhor observá-lo, dimensioná-lo e mensurá-lo (RACINE; RAFFESTIN; RUFFY, 1983). De acordo com Merleau-Ponty (1964 *apud* CASTRO, 1995), cada escala escolhida é um recorte da realidade percebida e concebida de acordo com o ponto de vista, com a escolha do nível de percepção e de concepção do indivíduo. Portanto, a escala que remete à medida, deve ser percebida, mais do que mudanças no recorte métrico, mas implica o entendimento das modificações qualitativas, que se apresentam. Le Moigne (1991 *apud* CASTRO, 1995) acrescenta que as escalas não podem ser vistas como uma progressão linear de medidas de aproximação sucessiva, mas como “modelos

espaciais de totalidades sucessivas e classificatórias”, uma vez que, para esse autor, a escala possui quatro campos fundadores: o referente, a percepção, a concepção e a representação¹⁷.

Similar a essas reflexões de Castro (1995), Rhoads e Thorn (1996) questionam se existem os tipos de relevo, enquanto grupos naturais, ou se os tipos não são mera classificação estabelecida por meio de categorias ou porção conhecidas como formas, ou seja, classificação feita a partir da percepção, concepção e representação.

Transpor essas discussões, para a Geomorfologia, permite retomar a questão da escala, especificamente, a da escala espacial. Pode-se dizer que a tradição de espacializar os fenômenos geomorfológicos, com o auxílio da cartografia, favorece, também, o entendimento da escala por meio da analogia entre as escalas geográfica e cartográfica, e ainda, a escala como uma sucessão linear na dimensão das formas (Quadro 4), excluindo daí, em um primeiro momento, a atenção para a dimensão qualitativa do fenômeno. Essa dimensão remete aos processos, aos condicionantes, aos mecanismos, aos agentes operantes e à lógica sistêmica. Conforme Abreu (1982), na questão da escala, não pode ocorrer a subordinação do princípio da gênese ao da escala, a qual lança sombra sobre a essência do fato analisado.

¹⁷ Estes campos definem, pois, uma figuração do espaço, que não é somente uma caracterização de um espaço em relação a um referencial, mas uma figuração de um espaço mais amplo do que aquele que pode ser apreendido em sua globalidade, ou seja, é a imagem que substitui o território que ela representa. Nesse sentido, a escala é a escolha de uma forma de dividir o espaço, definindo uma realidade percebida e concebida, é uma forma de dar-lhe uma figuração, uma representação, um ponto de vista que modifica a percepção mesma da natureza deste espaço, e, finalmente, um conjunto de representações coerentes e lógicas, que substituem o espaço observado. As escalas, portanto, definem modelos espaciais de totalidades sucessivas e classificatórias e não uma progressão linear de medidas de aproximação sucessivas (CASTRO, 1995, p.136).

Quadro 4
Hierarquia de escalas espaciais e temporais em Geomorfologia

Escala espacial	Dimensões		Exemplos de formas de terreno				Grandes fatores de controle		Escala de duração temporal
	Linear (Km)	Areal (km ²)	Estrutural	Fluvial	Glacial	Eólica	Endógeno	Exógeno	
Micro	< 0,5	< 0,25	Minúscula escarpa de falha	Pequenas depressões e <i>riffles</i> em pequeno canal de rio	Pequenas morainas	Ondulações em areia	Terremotos individuais e pontuais	Microclima e eventos meteorológicos	Tempo curto e anos de mudança "estável"
Meso	0,5- 10	0,25- 10 ²	Pequenos vulcões	Meandros	Pequenos vales glaciais	Dunas	Soerguimento isostático local e regional; vulcanismo e sismicidade localizados	Climas locais; breves mudanças e climáticas	Tempo curto e de mudança dinâmico
Macro	10-10 ³	10 ² - 10 ⁶	Bloco de terreno falhado	Planícies de inundação dos maiores rios	Lençóis de gelo altas montanhas	Campos de areia	Soerguimento regional e subsidência	Climas regionais; oscilações climáticas (ciclos glacial e interglacial)	Tempo cíclico
Mega	> 10 ³	> 10 ⁶	Grandes cadeias de montanhas	Maiores bacias de drenagem	Geleiras continentais	Grandes campos de areia	Grandes extensões de soerguimento e subsidência continental	Grandes zonas climáticas; extensos períodos de mudanças climáticas, era do gelo	

Fonte: SUMMERFIELD, 1994, p. 13 (Adaptado por SOUZA, 2009).

Pensar Geomorfologia, hoje, é ter clareza da importância das escalas espacial e temporal, como conceitos que ajudam a entender o aspecto "estático" e dinâmico do relevo real como "produto" e expressão da interação de processos endógenos e exógenos, responsáveis pela elaboração de formas contidas em formas. Logo, na análise geomorfológica, a escala deve ser pensada, a partir do fenômeno considerado e, não o contrário. Nessa perspectiva, a ênfase deixa de ser na escala geográfica ou na cartográfica, e sim no fenômeno, que não deixa de ter uma escala geográfica e, também temporal, e que remete a atenção para os seus aspectos qualitativos, como dinâmica, processos de interação e inter-relação, subsidiados pela visão sistêmica. Ao se pensar escala pelo fenômeno em si considerado, pode-se, então, dizer escala geomorfológica. Nessa perspectiva, leva-se em consideração a escala, não como uma abordagem puramente métrica, mas de percepção, concepção e representação dos processos e formas considerados, que se expressam no espaço.

2.1.3 Processos geomorfológicos

Com a contribuição de W. Penck (1924, 1953 *apud* ABREU, 1982), a interpretação do relevo foi subsidiada pela noção de interação entre processos endógenos e exógenos responsáveis pelo aspecto da superfície da Terra. Dessa abordagem, ampliam-se os estudos sobre os processos exógenos, que foram identificados como processos geomórficos e como processos e sistemas morfoclimáticos e morfogenéticos, à luz da abordagem, que foi intitulada Geomorfologia Climática, com diversos autores como Büdel (1948), Cholley (1950), Tricart e Cailleux (1965 *apud* Chrisfoletti, 1972). A partir da década de 60 do século XX, o termo processos geomorfológicos é empregado para se fazer referência à dinâmica dos processos superficiais, subsuperficiais, físicos ou químicos, que ocorrem, principalmente, na escala espacial de vertentes, porém sem remeter ao conceito processo geomorfológico, associado à abordagem climática.

Diante das possibilidades de conceitos que refletem, até certo ponto, a concepção teórica e o contexto histórico no qual se originaram, acredita-se que o melhor termo seja o de processos geomorfológicos, para fazer referência aos processos exógenos, indiferentemente, das escalas espacial e temporal que se esteja abordando. Esse conceito é, então, concebido nesta Tese como o de referência aos processos externos, em interação e dinâmica com as condições do ambiente (clima, vegetação, solo, litologia, estrutura, topografia, atividades humanas), co-participativos dos processos endógenos.

Na atualidade, sabe-se da variedade de agentes, fatores, mecanismos, condicionantes e processos, que participam e influenciam o aspecto do relevo. As ações de transferência de energia e matéria e os processos que contribuem para as modificações e elaboração das formas de relevo e das vertentes, na interface litosfera, biosfera, hidrosfera e atmosfera, independentemente, dos seus agentes (naturais ou antrópicos), de sua intensidade, frequência e magnitude correspondem a processos geomorfológicos.

De acordo com Casseti (1991, p. 63), entende-se por processo geomorfológico,

[...] todo e qualquer fenômeno responsável por alterações evolutivas das vertentes. São portanto os responsáveis pela esculturação das vertentes, representando a dinâmica externa, envolvendo as seguintes etapas: abrasão, transporte e acumulação.

Nessa definição, o autor destaca os processos físicos e remete à ideia inicial de atuação de processos naturais nas vertentes. Gregory (1992), por outro lado, faz referências aos estudos sobre processos geomorfológicos, destacando os impactos das atividades

humanas sobre esses processos e seus “resultados”, que podem aparecer nas vertentes, nas planícies fluviais e em toda uma bacia hidrográfica. Embora seja uma importante unidade de análise, a vertente compõe e inter-relaciona-se com outras unidades. Assim, pensar processos geomorfológicos não significa restringir-se ao estudo da vertente, mas ao estudo dela em interação com os demais ambientes que a contêm.

Conforme já apresentado anteriormente, a interpretação das formas de relevo apoiava-se no estudo da sua gênese em função dos processos endógenos e exógenos, na escala espacial regional e continental e na escala temporal de milhões e bilhões de anos; portanto, uma gênese concebida à luz de alguns parâmetros da Geologia, da morfogênese, presentes na escola anglo-americana.

Por outro lado, na escola germânica, verificava-se a interpretação das formas de relevo pautada na dinâmica externa, estabelecida na lógica dos sistemas abertos, da dinâmica externa, em que forma é assumida como “produto” dos processos geomórficos.

Com o advento da Tectônica de Placas e da Expansão dos fundos oceânicos, portanto, um pensamento sobre a dinâmica global – Tectônica Global – passou-se a conceber o relevo como expressão material da interação de forças, energias e trocas de materiais. Logo, o relevo é concebido, sob o ponto de vista metafísico, resultante da interação dos ritmos bioclimáticos, eustáticos e tectônicos (KLEIN, 1985). Esse relevo pode ser investigado à luz da morfotectônica, da morfogênese e da morfodinâmica, em ampliação à visão e à concepção apenas das formas de relevo (relevo físico), respeitadas as possibilidades de escala de apreensão do fenômeno e do relevo materializado.

Alguns autores, como Rodhe (1966, 1996 *apud* SUERTERGARAY, 1997), Peloggia (1998) consideram pertinente, também, o conceito de tecnogênico para a abordagem das formas resultantes da ação humana, quando responsável pela aceleração ou desencadeamento de processos geomorfológicos.

Ao adotar esse conceito, destaca-se o papel do homem no processo de contínua elaboração das formas, mas não se deve pensar que, somente agora, o agente humano passou a existir. O que mudou foi sua capacidade, técnica e científica, de promover modificações nos mecanismos de funcionamento do sistema responsável pelas micro e mesoformas.

De acordo com Colangelo (1997, p. 51),

[...] o conjunto de processos desencadeados a partir de intervenções humanas são equivalentes àqueles ligados à dinâmica original dos sistemas de vertente, uma vez que as leis da natureza são sempre as mesmas. Entretanto, aos processos erosivos induzidos pelos homens associa-se, na grande maioria dos casos, uma intensidade mais acentuada, razão pela qual o conjunto desses processos é chamado de erosão acelerada.

É possível verificar que Colangelo (1997) considera o tempo uma escala e não um processo evolutivo. Percebe-se, ainda, a mesma consideração de sistema complexo, no qual estabilidade e equilíbrio devem ser entendidos como na discussão de Lichty e Schumm (1972), Summerfield (1994). Esse enfoque está muito presente na Geomorfologia experimental, a qual se ocupa “do estudo da estrutura funcional dos processos erosivos atuais e, conseqüentemente, da participação destes na evolução dos sistemas de vertente” (COLANGELO, 1997, p. 51). Nessa abordagem, ressalta-se a intervenção humana sobre a dinâmica geomórfica erosiva natural.

Em função dessa abordagem sobre os processos atuais e a intervenção do homem sobre o ambiente, verifica-se, também, uma discussão sobre relevo a partir de diferentes significados: o relevo na análise geográfica, o relevo como recurso natural imaterial e o relevo como importante subsídio ao planejamento e gestão ambiental (VENTURI, 2008). Essa discussão é verificada entre outros trabalhos, como em Carvalho (1986), Carvalho (2002), Suertegaray (2000), Bertolini (2006), Oliveira e Nunes (2008) e se estende como perspectiva de abordagem para o ensino de Geomorfologia na escola básica.

Nesta Tese, faz-se também distinção entre processos morfogenéticos e morfodinâmicos. O primeiro, de acordo com Suertegaray (2005), compreende a abordagem do relevo pela sua evolução e gênese, enquanto o segundo pela dinâmica dos processos atuais.

3 FUNDAMENTOS DO MODELO VAN HIELE E DA VISUALIZAÇÃO E REPRESENTAÇÃO ESPACIAL

A representação espacial implica em lidar com as contradições inerentes à própria natureza da percepção: o único e o múltiplo; a parte e o todo; o idêntico e o diferente; o mesmo e o outro; o aqui e o alhures.

(Pino, 1996)

De acordo com Guedes ([s.d.], p. 12 *apud* ARAÚJO, 1999, p. 79) a Geometria originou-se da “relação dialética entre vida ativa e pensamento abstrato” e das necessidades dos homens. Ao observar a natureza, ao produzir seus próprios instrumentos, o homem deu seus primeiros passos em direção à abstração de imagens e de relações espaciais (VIANA, 2000).

Assim como o aprendizado de qualquer conhecimento, o de Geometria, especificamente, o de conceitos geométricos, deve ser contínuo e pode ser iniciado, ainda, quando criança, pela compreensão intuitiva do espaço para, depois, atingir elaborações mais abstratas até alcançar o entendimento das relações espaciais (PIAGET e INHELDER, 1993). Experiências que possibilitam desenvolver habilidades como a observação, a descrição, a comparação, dentre outras, são importantes e tornam possíveis aos aprendizes alcançar níveis superiores de pensamento geométrico (ARAÚJO, 1999).

As formas podem ser vistas, percebidas e apreciadas pelas pessoas, mas, assim como aconteceu na história da humanidade, não é apenas pela observação delas que se podem construir os conceitos geométricos: é necessário conhecer, também, uma rede de conceitos, geralmente apreendidos na escola, para saber geometria (VIANA, 2000).

3.1 Conhecimento e aprendizagem de Geometria: o modelo de Van Hiele

As preocupações com o baixo rendimento dos alunos do curso secundário e o objetivo de verificar o processo de desenvolvimento do pensamento geométrico levaram o casal Van Hiele, educadores holandeses, a desenvolver a Teoria Van Hiele para a construção do raciocínio geométrico, em 1957, na Universidade de Utrecht. Porém, somente a partir de 1970 é que os trabalhos dos Van Hiele chegaram à América do Norte e, mais tarde, na década de 80, foram divulgados em outras partes do mundo, inclusive no Brasil, por meio de traduções realizadas por Guedes, Fuys e Tischler, por volta de 1984 (CROWLER,

1994).

Segundo Viana (2000), e o próprio casal Van Hiele (1986), na linha de pensamento e na concepção dos trabalhos nota-se a presença de três marcantes características: uma forte base estruturalista; a influência da psicologia da Gestalt e uma preocupação com a didática da Matemática.

Para o casal holandês, as estruturas dos elementos, que compõem o espaço, estão presentes nas visões de mundo e na organização da cognição, ou seja, o arranjo desses elementos apresenta alguma estrutura, que pode ser captada; logo, existentes no mundo visível, real, que os Van Hiele chamaram de Mundo 1. Quando a estrutura é significativa, ou seja, captada e, mesmo que não descrita verbalmente, mas percebida, está no Mundo 2, da mente, da cognição e do pensamento (VAN HIELE, 1986). Essa estrutura concebida a partir da interação do Mundo 1 com o Mundo 2, por meio da percepção, possivelmente é o que Piaget e Inhelder (1993) denominam de intuição.

Segundo Van Hiele (1986 *apud* VIANA, 2000),

[...] a criação de estruturas mentais envolveria dois atos de pensamento distintos. No primeiro deles, ao se deparar com uma estrutura na forma de desenhos, por exemplo, uma pessoa poderia evocar estruturas visuais, não verdadeiramente matemáticas. Mas, ao analisar as figuras, seria possível abstrair e eliminar um certo número de qualidades, e então as figuras seriam vistas e identificadas de outras maneiras. Novas estruturas mentais seriam, portanto, formadas. Um segundo ato do pensamento seria a classificação de estruturas inter-relacionadas. Se o aluno conseguisse estabelecer vários critérios para classificação de estruturas, os próprios critérios ou princípios seriam uma nova estrutura. Esse novo processo de pensamento estaria então em um nível mais elevado (p. 38).

Nota-se que a concepção estruturalista dos Van Hiele apóia-se, também, na construtivista, principalmente na de Piaget, sobre os níveis de entendimento. Os próprios Van Hiele, em seu livro *A theory of mathemathic education* (1986), afirmam que, apesar das diferenças e das divergências em relação a alguns aspectos da teoria de Piaget, ambos têm em comum a concepção de desenvolvimento do conhecimento em níveis de entendimento. Embora no modelo Van Hiele não haja menção direta aos aspectos das relações espaciais, como em Piaget e Inhelder (1993), é possível inferir da afirmação acima, a ideia de reconhecimento de padrões e formas.

Desse modo, com base na ideia de estruturas presentes no Mundo 1 e no Mundo 2, na formação de conceitos, na interação dos níveis, os Van Hiele (1986) apresentaram cinco

níveis de compreensão, como um modelo de entendimento geométrico: (a) “visualização” (reconhecimento, ou nível básico), (b) “análise”, (c) “dedução informal” (ordenação, síntese, ou abstração), (d) “dedução” e (e) “rigor”. Esses níveis descrevem características do processo de pensamento com a geometria (CROWLER, 1994), a saber:

- **Nível 1 (visualização)**¹ – considerado como nível básico (N1), refere-se à capacidade de o sujeito identificar e representar figuras ou entes geométricos em sua totalidade. Nesse nível, o sujeito não percebe os atributos e as relações que existem em cada figura, ou seja, não sabe explicar as figuras a partir de suas propriedades. A identificação fundamenta-se na percepção e, não, na razão. As figuras geométricas, por exemplo, são reconhecidas por sua forma, pela sua aparência física e não por suas propriedades. Nesse nível, o sujeito é capaz de reconhecer o quadrado e o retângulo, mas não reconheceria que as figuras têm ângulos retos e que os lados opostos são paralelos.

Viana (2000, p. 40) apresenta um exemplo desse nível:

[...] ao apresentar a um aluno um círculo, um quadrado e um triângulo, e perguntar em que estas figuras se diferenciam, ele poderá se referir à forma redonda, às figuras mais ou menos pontudas, mas não falará do número de vértices, nem das medidas dos ângulos.

Esse nível de raciocínio é decorrente da relação direta que se faz entre objeto (figura) e nome, comum no ensino pré-escolar e no fundamental. Enfatiza-se a aparência (figura) e não suas propriedades e/ou as partes. Pode-se dizer que, na aprendizagem, ocorreria a associação entre nomes e formas.

- **Nível 2 (análise)** – inicia-se uma análise dos conceitos geométricos a partir das propriedades utilizadas para classificar as figuras, que são reconhecidas por meio das partes que as compõem. Nesse nível, o sujeito é capaz de descrever e distinguir as figuras a partir das suas propriedades, apesar de ainda não ser capaz de explicar relações entre propriedades.

¹ Alguns autores identificam o primeiro nível com o algarismo zero e outros com o algarismo 1, além de utilizarem termos, também, diferentes para identificarem os cinco níveis. Portanto, é possível verificar, na literatura, o nível básico identificado pelo 0 (zero), como no próprio trabalho do Van Hiele e no artigo de Crowler (1994). O nível 0 (zero) corresponde ao nível de visualização para os Van Hiele e Crowler, mas é identificado por Viana (2000) como nível 1 ou de reconhecimento.

O aluno, nesse nível, pode generalizar as propriedades das formas por meio da experimentação, mas não é capaz de relacionar umas propriedades com outras e não pode fazer classificações lógicas de figuras, baseando-se em suas propriedades ou elementos (VIANA, 2000). Nesse nível, a observação e a experimentação são importantes para o desenvolvimento do aluno.

- **Nível 3 (dedução informal)** – estabelecem-se as inter-relações das propriedades das figuras no interior da própria figura. Segundo Araújo (1999, p. 86), “em um triângulo, a soma dos ângulos internos é 180° , portanto em um triângulo equilátero que possui os três ângulos congruentes, cada um de seus ângulos mede 60° ”.

Nesse nível, o sujeito é capaz de deduzir as propriedades de uma figura e de reconhecer classe, portanto, a inclusão de classe é compreendida e as definições têm significado, formando assim os argumentos.

De acordo com Crowley (1994, p. 3), “os alunos acompanham e formulam argumentos informais [...], porém não compreendem o significado da dedução como um todo ou o papel dos axiomas”. Esse nível é reconhecido, também, como nível de ordenação.

Nesse nível, os alunos

Compreendem os passos sucessivos individuais de um raciocínio lógico formal, mas os vêem de forma isolada, pois não compreendem a necessidade de um encadeamento desses passos nem entendem a estrutura de uma demonstração. Podem entender uma demonstração, mas não são capazes de construí-la e não compreendem a estrutura axiomática da geometria (JAIME e GUTIÉRREZ, 1990b *apud* VIANA, 2000, p. 41).

- **Nível 4 (dedução)** – compreende o significado da dedução como uma maneira de estabelecer a teoria geométrica no contexto de um sistema axiomático. Assim, o aluno percebe a inter-relação e o papel de termos não definidos como axiomas, postulados, definições, teoremas. Nesse nível, o sujeito é capaz de “estabelecer a geometria como um sistema axiomático, demonstrar e entender a ideia em condições necessárias e suficientes de provas” (ARAÚJO, 1999, p. 87), ou seja, é capaz de entender e provar a ideia (a figura).

- **Nível 5 (rigor)** – a geometria é vista no plano abstrato. O sujeito é capaz de trabalhar com vários sistemas axiomáticos e comparar sistemas diferentes (CROWLER, 1994). Nesse nível, o aluno compreende o aspecto formal da dedução, tal como a estabelece e compara sistemas matemáticos, além de ser capaz de entender os sistemas não euclidianos.

De acordo com Crowler (1994), esse último nível é o menos abordado nos trabalhos de pesquisa e pouco explorado pelos pesquisadores, uma vez que, praticamente, somente os três primeiros níveis são abordados no nível secundário (ensino médio). Na Holanda, os níveis maiores (3º e 4º) estão sendo aplicados à economia e à química.

É importante destacar que existe a recursividade entre os níveis, ou seja, em cada nível (N) há habilidades que são empregadas de maneira implícita pelos alunos e que passam a ser explícitas no N+1. No Quadro 4, resume-se a ideia de recursividade.

Quadro 5
Estrutura recursiva dos níveis de Van Hiele

Níveis	Elementos explícitos	Elementos implícitos
Nível 1	Figura	Partes e propriedades das figuras
Nível 2	Partes e propriedades das figuras	Implicações entre as propriedades
Nível 3	Implicações entre as propriedades	Dedução formal de teoremas
Nível 4	Dedução formal de teoremas	(*)
Nível 5	(*)	(*)

Fonte: JAIME e GUTIÉRREZ (1990b *apud* Viana, 2000), adaptado por SOUZA, 2009.

(*) Os autores não apresentam essas informações.

O modelo de Van Hiele (1986) apóia-se no campo da psicologia com atenção para a aprendizagem, diferentemente do de Piaget, que se dedicou ao entendimento do desenvolvimento cognitivo. Van Hiele, além de valorizar o aspecto da estrutura, da percepção e da relação espacial, que implica em habilidade e visualização espacial, considerou essencial o papel da linguagem como aspecto importante na passagem de um nível de entendimento geométrico para outro. Conforme Van Hiele (1986), ao conhecer o nível de entendimento no qual se encontram os sujeitos (crianças) e o processo de aprendizagem e as limitações com a linguagem geométrica, pode-se pensar em simulações, que possibilitem às crianças saírem de um nível para o outro. Nessa linha de

raciocínio, Crowler (1994) acrescenta que o modelo Van Hiele possibilita orientar a formação e a organização dos conteúdos geométricos, avaliar as habilidades do aluno, além de auxiliar na elaboração de materiais e metodologias que promovam o avanço entre os níveis.

Embora haja algumas críticas ao modelo, a proposta dos Van Hiele é referenciada em vários estudos, inclusive no Brasil, entre os quais, os de Viana (2000; 2005), que faz referência a Nasser (1992)²; Nasser e Sant'Anna (1995)³, Araújo (1999).

A partir do modelo de Van Hiele (1986), outros autores, como Rezi (2001) realizaram novos estudos, nos quais, verificaram que o raciocínio espacial estava relacionado com o nível de pensamento geométrico (VIANA, 2005). De acordo com Rezi (2001), os alunos que demonstravam bom desempenho com os conceitos geométricos, também, apresentavam boa habilidade espacial.

Piaget e Inhelder (1993), ao abordarem o estudo da percepção e de representação do espaço pela criança, também, fazem referência à geometria, principalmente, ao discutirem a intuição do espaço. Esses autores não chegam a afirmar que o bom desempenho em um, implica o outro, mas deixam clara a relação entre a intuição geométrica e a espacial, pois “para o próprio matemático, a intuição já é bem mais do que um sistema de percepção ou de imagens: é a inteligência elementar do espaço, em um nível ainda não formalizado” (PIAGET e INHELDER, 1993, p. 469).

De acordo com Del Grande (1994), a compreensão das habilidades⁴ de percepção espacial torna possível pensar em programas de geometria e selecionar atividades, que possam melhorar a percepção visual dos alunos. Da mesma forma, a partir de atividades com geometria, é possível desenvolver e realçar as habilidades espaciais de crianças,

² NASSER, L. (1992). Using the Van Hiele Theory to Improve Secondary Scholl Geometry in *Brasil*. London, University of London. (Tesis for the PhD degree).

³ NASSER, L.; SANT'ANNA, N. F.P. (Coord.). *Geometria segundo a Teoria de Van Hiele*. Projeto Fundação – UFRJ, 1995.

⁴ De acordo com Del Grande (1994, p. 158), existem 7 aptidões espaciais: “1 - Coordenação visual-motora (habilidade de coordenar a visão com o movimento do corpo); 2 - Percepção de figuras em campo (ato visual de identificar uma figura específica (o foco) num quadro (o campo); 3 - Constância de percepção (habilidade de reconhecer que um objeto tem propriedades invariáveis independente das várias impressões); 4 - Percepção da posição no espaço (habilidade de determinar a relação de um objeto com outro e com o observador); 5 - Percepção de relações espaciais (habilidade que a pessoa tem de enxergar dois ou mais objetos em relação a si mesma ou em relação um ao outro); 6 - Discriminação visual (habilidade de distinguir semelhanças e diferenças entre objetos); 7 - Memória Visual (habilidade de se lembrar com precisão de um objeto que não está mais à vista e relacionar suas características com outros objetos, estejam eles à vista ou não”.

jovens e adultos.

Pohl (1994) complementa essa ideia, acrescentando que a construção de poliedros constitui um bom processo para a visualização, principalmente, do espaço tridimensional. De acordo com a autora, além de os poliedros serem um interessante recurso visual, possibilitam aos alunos a oportunidade de observar e usar muitas relações espaciais.

Apesar de a atenção desses autores voltar-se para a geometria, como conteúdo da matemática ensinado na escola básica, nota-se que essa disciplina possibilita um rico processo de ampliação da habilidade de representação e de visualização espacial, embora não seja o foco durante o ensino. Sabe-se que em diferentes campos do conhecimento, como engenharia, arquitetura, geografia, geologia, biologia, etc., as habilidades de representação e de visualização espacial são necessárias.

3.2 Representação e visualização espacial

O universo das imagens compreende dois domínios: o das imagens, como representações visuais, como desenhos, pinturas, gravuras, fotografias, etc., e o do domínio imaterial das imagens nas mentes, como visões, imaginações, esquemas e modelos, como representações mentais (SANTAELLA e NÖTH, 1999). Ambos os domínios não existem separados. Na Geografia, e em especial na Geomorfologia, essas representações visuais espaciais referem-se, principalmente, à carta topográfica, aos blocos-diagrama e aos perfis topográficos e geológicos, como os mais utilizados e presentes no ensino da Geomorfologia. Além dessas representações, existem, ainda, as fotografias aéreas, as imagens obtidas por satélite, os modelos digitais de terreno, mais empregados, em estudos e pesquisas específicas.

A carta topográfica, como representação visual, bidimensional da superfície do terreno, assim como os mapas geomorfológicos e geológicos remetem, também, ao conhecimento cartográfico, enquanto os blocos-diagrama remetem, a princípio, às formas geométricas tridimensionais. Ambos, mapas e blocos, constituem recursos da categoria estática de visualização (LIBARKIN e BRICK, 2002).

Para permitir a comunicação e o trabalho, as formas que existem no real, no espaço, são representadas por meio de imagens. Portanto, para os tipos de formas presentes no real, ou no Mundo 1, são atribuídos símbolos, quando representados no papel. Durante o uso dessas representações, esses símbolos devem ser decodificados e interpretados, para

que, então as formas possam ser visualizadas. De acordo com Almeida e Passini (1994, p.13), “O mapa funciona como um sistema de signos que lhe permite usar um recurso externo à sua memória, com alto poder de representação e sintetização”.

Nessa discussão, verificam-se, duas ideias: a da representação e a da visualização de um determinado fenômeno, as quais têm especificidades quando analisadas, separadamente, mas que se complementam, quando empregadas na resolução de alguma questão de natureza matemática, geográfica ou geomorfológica.

3.2.1 Representação, significante e símbolo do relevo bi e tridimensional

No planejamento e na execução de representações, por meio de desenho, a linha, o volume, a luz, a cor e a escala são componentes que podem ser utilizados, separadamente, ou combinados entre si (FIORI, 2005). Cada objeto do real tem suas propriedades visuais particulares, que permitem ao sujeito percebê-las por meio da forma, da linha, da textura, do espaço, etc., que dão à representação uma estrutura, como na lógica das estruturas de Van Hiele (1986), entre o Mundo 1 e o Mundo 2.

Dessa maneira, da combinação das propriedades visuais, dos significados e da relação espacial dos objetos e, desses, com outros, o sujeito percebe, analisa e representa o objeto por meio da linguagem imagética, de acordo com o seu conhecimento, sua capacidade de selecionar e operar as variáveis, e com a sua habilidade de representar. A linguagem gráfica não verbal, assim como a falada e a escrita, está indissolúvelmente associada à atividade mental e é uma exteriorização do pensamento humano (OLIVEIRA, 1977).

As linhas⁵ (símbolos), em uma carta topográfica são concebidas, conceitualmente, como curvas de nível (Figura 2a e 2b) e, referem-se às linhas imaginárias de planos geométricos sobrepostos que, em conjunto, compõem uma superfície topográfica sustentada por uma massa, que apresenta uma estrutura geológica que deve ser, muitas vezes, também, concebida.

⁵ Definições segundo os elementos do geometra Euclides: ponto (não tem pares, nem grandeza alguma); linha (tem comprimento e não tem largura) e superfície (tem comprimento e largura).

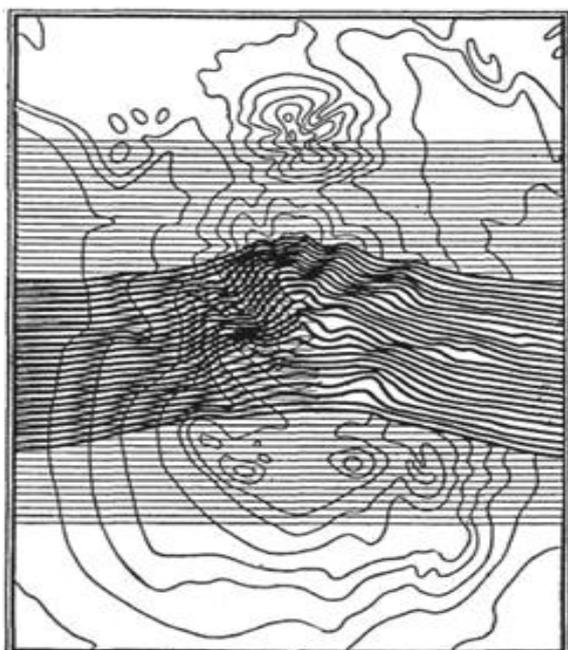


Figura 2a – Curvas de nível em planta (visão vertical) e em perfil (visão oblíqua baixa)
 Fonte: KENNELLY, 2002⁶

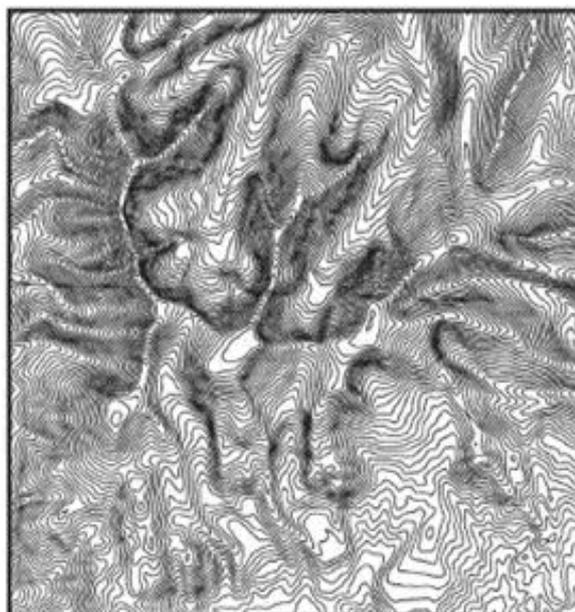


Figura 2b – Curvas de nível em planta (visão vertical) com sombra para realçar os vales
 Fonte: KENNELLY, 2002

A primeira imagem (Figura 2a), no primeiro plano, representa o relevo, em uma sucessão de perfis topográficos, a partir das curvas de nível representadas no segundo plano. A segunda imagem (Figura 2b)⁷ refere-se a uma superfície de terreno, identificado a partir da interação das curvas de nível. A presença de sombra (áreas mais escuras) dá à imagem bidimensional uma percepção tridimensional.

A partir do espaço real, é possível eleger algumas das curvas imaginárias que compõem o relevo, as quais são identificadas por um número, que se refere à altitude que a linha imaginária está em relação ao nível do mar. Logo, curvas e números, ordenados no papel, permitem ao leitor reconstituir o aspecto da superfície do terreno, em tamanho reduzido e simplificado, a partir da carta topográfica.

Essa reconstituição, quando realizada pela transposição do bidimensional (linhas), para o

⁶ KENNELLY, Patrick J. (2002) Gis applications to historical cartographic methods to improve the understanding and visualization of contours. *Journal of Geoscience Education*, v. 50, n. 4, September, 2002, p. 431.

⁷ Este mapa foi gerado a partir do GIS, utilizando-se os planos horizontais que interceptam as altas montanhas do estado de Montana (USA), a partir do Digital Elevation Model (DEM) - Modelo Digital de Elevação. O intervalo de contorno das curvas é de 20 metros e a escala aproximada é de 1:100.000.

tridimensional (sólidos), pela separação e identificação da extensão de cada curva, que se transformará em planos (Figura 3), demanda do estudante a habilidade de conceber e de visualizar os vários planos sobrepostos (significantes), por causa dos números que eles trazem e, por conseguinte, representam.



Figura 3: Mapa de uma porção sul de Haifa (Israel)*
Fonte: YOELI, 1983 (Figure 18, p. 109 *apud*
KENNELLY, 2002, p. 433).
*Mapa elaborado por computador.

Outra maneira de reconstituir o relevo, a partir das curvas de nível, é realizando-se uma série de perfis topográficos (Figura 2a), dispostos paralelamente. Nesse caso, o dado mais importante não é a extensão da curva, mas o valor altimétrico que ela representa no ponto em que foi interceptada pelo corte do perfil. Pode-se dizer que, durante a confecção do perfil topográfico, retirou-se um ponto do conjunto de pontos que compõem a linha. Esses pontos dispostos ordenadamente, segundo o seu valor numérico (altimétrico), no eixo “X” e sua posição espacial horizontal no eixo “Y”, permitem construir um gráfico de linha no plano cartesiano. Diante desse gráfico, o estudante deve saber que essa imagem, expressa em linguagem matemática (gráfico de linha), esboça o perfil topográfico (significante) de uma superfície que deve ser concebida como relevo (significado), ou seja, como a expressão materializada de uma forma, como um fenômeno geomorfológico e não como uma mera linha.

Para essas leituras e entendimento do significado, presentes no recurso carta topográfica, cabe ao leitor conhecer a linguagem própria da cartografia, seus conceitos, bem como empregar o conceito geomorfológico implícito e, ainda, a habilidade espacial necessária para visualizar a forma, na qual estão implícitas. Além da intuição geométrica, essas leituras incluem segundo Del Grande (1994, p. 158),

[...] percepção de figuras em campo, ato visual de identificar uma figura específica (o foco) num quadro (o campo); percepção da posição no espaço (habilidade de determinar a relação de um objeto com outro e com o observador); percepção de relações espaciais (habilidade que a pessoa tem de enxergar dois ou mais objetos em relação a si mesma ou em relação um ao outro); discriminação visual (habilidade de distinguir semelhanças e diferenças entre objetos); Memória Visual (habilidade de se lembrar com precisão de um objeto que não está mais à vista e relacionar suas características com outros objetos, estejam eles à vista ou não).

Segundo Ishikawa e Kastens (2005), na pesquisa elaborada por Clark *et al.* (2004) sobre estudos cognitivos do uso do mapa topográfico, o equívoco e a dificuldade frequentes apresentados pelos alunos era a associação das curvas de nível, com grandes espaçamentos entre si, às áreas mais altas do terreno. Nota-se que, a associação entre espaçamento e altura do terreno, resultou da analogia elevada altura (no real) com o grande espaço entre curvas no papel; logo, uma associação direta entre proporções. Pode-se dizer que o aluno não entendeu o significado do significante (da curva como símbolo). Assim sendo, o aluno não entendeu que essa representação é inversa ao real e, nela está implícita, também, a questão da declividade apresentada entre cada superfície bidimensional retirada do terreno.

A transposição da imagem bidimensional para a tridimensional, por meio da elaboração de planos de superfícies altimétricas (curvas de nível), possibilita superar o equívoco e as dificuldades de associação entre o espaçamento das curvas e o aspecto do relevo. Quando o observador entende o que significam o espaçamento entre as curvas e as próprias curvas presentes no mapa (texto não verbal), pode-se dizer que há leitura desses significantes e dos seus significados, e expressão verbal (oral ou escrita) do conceito desses planos de superfície.

Almeida e Passini (1994) afirmam que recursos estáticos, como os mapas, apresentam alto poder de representação. Muitos profissionais do campo da psicologia cognitiva e da educação consideram-nos recursos ainda limitados, devido ao uso de representações simbólicas, que demandam do observador a tarefa de decodificar, logo de conhecer o

código, ou seja, estabelecer a relação significativa e significado, como tarefa primeira (LIBARKIN e BRICK, 2002). Essas autoras apontam que os mapas geológicos compreendem a superposição de informações de natureza topográfica, litológica e estrutural, as quais podem aumentar o grau de dificuldade de visualização, e o próprio entendimento da representação, embora os geólogos sejam treinados para trabalhar com esse recurso. O que ocorre é que há pouco estudo, com adultos, tanto sobre as habilidades de leitura, compreensão e uso de mapas, quanto à influência do uso dessa ferramenta na aprendizagem das geociências.

3.2.2 Representação e visualização espacial do relevo físico

A representação tridimensional (3D) possibilita a visão da forma e da relação entre as partes que compõem a porção ou unidade representada (CECCHET, 1982) em modelos, geralmente, reduzidos. A apreensão dessa representação envolve, também, a habilidade de visualização espacial.

De acordo com Souza (2003, p. 161),

A transposição da imagem em planta (bidimensional) para a imagem em volume (tridimensional) demanda do observador a habilidade de perceber o posicionamento das linhas (X, Y, Z) no espaço e não mais na base plana. Para isso, é necessário ao observador criar em sua mente a geometria tridimensional da imagem. Esta fica mais difícil quando se trabalha com formas cujas superfícies e estruturas não são retilíneas como o cubo, por exemplo, e sim irregulares como a topografia de áreas dissecadas a partir da erosão diferencial. Nesse caso se tem dois obstáculos a serem superados. O primeiro o de decodificar e visualizar a posição das linhas no espaço; o segundo o de entender a sinuosidade das linhas como expressão da dissecação do modelado.

Nessa descrição, a autora faz referência à habilidade de se realizar a correspondência entre os símbolos do mapa e o significado no real, bem como a de visualizar, no imaginário ou representação mental, a disposição de cada nível altimétrico das curvas e, ainda, a habilidade de aplicar, sobre esse modelo, as formas resultantes dos processos de erosão.

Nota-se que esse exercício mental demanda do sujeito várias habilidades combinadas: a da decodificação do símbolo, como reconhecimento da linguagem gráfica não verbal; a da relação da estrutura e organização das curvas de níveis com a materialização do volume no espaço; a do conhecimento conceitual específico (erosão) e a da expressão da forma na linguagem imagética.

De acordo com Seabra e Santos (2004, p. 2),

A habilidade ou inteligência espacial envolve pensar em imagens, bem como a capacidade de perceber, transformar e recriar diferentes aspectos do mundo visual e espacial. Indivíduos com alta habilidade espacial possuem aguda sensibilidade para detalhes visuais, esboçam idéias graficamente e facilmente se orientam no espaço tridimensional.

Há uma variedade de definições para habilidade espacial (KING, 2006). Para Linn e Petersen (1985 *apud* KING, 2006), a habilidade espacial refere-se à habilidade geral em representar, transformar (significa também girar o material), gerar e lembrar a informação imagética. Eliot e Smith (1983 *apud* ISHIKAWA e KASTENS, 2005, p.184), definem habilidade espacial como “percepção e retenção das formas visuais, a manipulação e reconstrução das mesmas”.

De acordo com Choi (2001 *apud* SEABRA e SANTOS, 2004, p. 2),

[...] as habilidades espaciais compreendem três categorias distintas: rotação mental, percepção espacial e visualização espacial. **A rotação mental** é a habilidade de manipular, rotacionar, torcer ou inverter objetos tridimensionais. O indivíduo deve ser capaz de visualizar e rotacionar mentalmente os objetos em posições diferentes. **A percepção espacial** refere-se à habilidade de determinar relacionamentos espaciais a partir de informações visuais. **A visualização espacial** consiste na manipulação de problemas visuais complexos imaginando os movimentos relativos das partes internas de uma imagem (Grifo nosso).

Ainda, segundo Choi (2001), a habilidade espacial compreende, também, as relações e orientações espaciais, que consistem nas relações que podem ser estabelecidas por meio de elementos dispostos no ambiente, sendo possível utilizar pontos de referência (relação espacial). Por outro lado, a **orientação espacial** consiste na habilidade de orientar-se no espaço, na medida em que os objetos ou eventos são apresentados (SEABRA e SANTOS, 2004).

Nota-se, portanto, que a representação e a visualização compreendem a interação de diversas habilidades e conhecimentos, que se interagem a partir da dimensão externa e interna inerente aos seres humanos. Portanto, por mais simples que a representação seja, expressa a compreensão e a leitura “das coisas” do mundo pela percepção (codificação e decodificação), a visualização e o pensamento humano.

Na literatura, especificamente, nos artigos científicos, há trabalhos que dão ênfase à questão da habilidade de uso e entendimento dos recursos estáticos no ensino de geologia, enquanto outros mais ligados ao campo da psicologia atentam-se para o

processo cognitivo com a habilidade espacial e de visualização, embora, ainda, sem respostas para muitas questões.

3.2.3 Representação e visualização espacial nas geociências

As pesquisas no campo da visualização espacial não são novas, ocorreram nos últimos 100 anos, atentas à habilidade espacial (ISHIKAWA, T., 2002, *apud* ISHIKAWA e KASTENS, 2005), abrangendo estudos no campo da psicologia cognitiva, com a busca do entendimento dos processos cognitivos, passando pela potencialidade das representações e o seu papel no processo de construção de conhecimentos. A partir da década de 90, essas pesquisas voltaram-se para a relação tecnologia, informática e recursos imagéticos computacionais no ensino e na aprendizagem de conteúdos, principalmente na geociência, como os trabalhos de Kali e Orion (1996 *apud* ISHIKAWA e KASTENS, 2005), Libarkin e Brick (2002) e vários outros realizados entre os anos de 1990 e 2000.

Entre os trabalhos, especificamente, voltados para a geociência, podem-se citar aqueles que discutem a importância da habilidade espacial e os tipos de visualização nesse campo do conhecimento, como o trabalho de Libarkin e Brick (2002), intitulado *Research Methodologies in Science Education: Visualization and the Geoscience*; o de Ishikawa e Kastens (2005) intitulado *Why Some Students Have Trouble with Maps and Other Spatial Representations?*. Esse último apresenta o resultado de estudos no campo da psicologia cognitiva aplicados, também, à dimensão dos conteúdos das geociências entre universitários. Há, ainda, o trabalho de Black (2005), intitulado *Spatial Ability and Earth Science Conceptual Understanding*, o qual apresenta a questão da relação entre a habilidade espacial e a compreensão dos conceitos nas ciências da Terra.

A escolha dessas obras, para a elaboração desta Tese, deve-se à sua contemporaneidade, à bagagem de conhecimentos que resgatam e trazem para apresentar e discutir uma questão importante nas geociências – a representação e a visualização espacial – e por constituírem referências de muitos outros trabalhos, assim como por fazerem referência ao trabalho de Piaget e Inhelder (1993) sobre a “representação do espaço na criança”, publicado, originalmente, em 1948, sob o título *The Child's Conception of Space* (*apud* OLIVEIRA, 1997).

Esses trabalhos e as referências que apresentam possibilitam discutir a temática em questão por meio de quatro abordagens: (a) a da categoria das representações, considerando suas características; (b) a do uso e a da habilidade espacial com

representações bidimensionais, como mapas e carta topográfica; (c) a do uso e habilidade com representações tridimensionais estáticas, como blocos e maquetes e, ainda, (d) a do uso e tipos de modelos animados e interativos, viáveis por meio do uso de computadores.

Na presente revisão, a atenção volta-se para as três primeiras abordagens, uma vez que são facilmente verificadas no cotidiano da formação acadêmica no Brasil, bem como, encontram-se presentes entre o material levantado nesta pesquisa.

No trabalho intitulado *Research Methodologies in Science Education: Visualization and the Geosciences*, Libarkin e Brick (2002) discutem, entre outras questões, tipos de visualizações e de benefícios, possíveis ou inconvenientes, ao ensino e à aprendizagem (Quadro 6); apresentam e discutem atividades de visualização nas geociências, considerando os materiais estáticos, os de animações e os interativos. Por último, esses autores avaliam as ferramentas utilizadas, discutem o encaminhamento metodológico da pesquisa realizada com as ferramentas utilizadas e destacam a importância de outras pesquisas, considerando o estudo específico de um tópico das geociências a fim de avaliar as intervenções das ferramentas.

Segundo Libarkin e Brick (2002), para a visualização de processos existentes na Terra requer-se um conjunto de habilidades referentes aos aspectos espaciais e temporais. Porém, entre as ferramentas utilizadas para avaliar as habilidades, esses aspectos ou projeções não são verificadas no estudo específico dos fenômenos da Terra. Sendo assim, as autoras sugerem o estudo de instrumentos projetados, especificamente, para a aprendizagem do sistema Terra.

Quadro 6

Tipos de visualizações e as possíveis vantagens ou desvantagens para o ensino e aprendizagem

Tipos de visualização	Ensino		Aprendizagem	
	A favor	“Contra”	A favor	“Contra”
Estática	Fácil de fazer e custo baixo;	A instrução encontra-se limitada ao que é imediatamente visível;	Carga cognitiva baixa. Pode ser mais fácil de avaliar pontos importantes;	Aprender é tipicamente passivo. A incorporação da aprendizagem ativa depende da motivação do estudante.
Animação	As dificuldades de descrições verbais podem ser traduzidas em imagens visuais, facilmente acessíveis;	Necessita de um tempo para ocorrer;	Ilustração dos fenômenos que ocorrem sobre a escala não observável;	Aprender é tipicamente passivo. A incorporação da aprendizagem ativa depende da motivação do estudante.
Interativa	A maioria do tempo em classe é gasta observando-se a aprendizagem, melhor que conduzindo;	Necessita de um tempo para ser realizado. O exame de controle é feito fora das mãos dos instrutores, que podem conduzir a atividade de fora da tarefa. O professor deve permanecer envolvido na atividade, todo o tempo;	Engajamento ativo em uma simulação de fenômenos do mundo real; o estudante controla a direção do modelo e idealmente “descobre” princípios básicos;	Demanda uma conexão entre a aprendizagem tecnológica e a das ciências e, uma situação que envolve a perda da qualidade, ou um aspecto de algo em troca, para a obtenção de qualidade ou outro aspecto. Pode ser difícil extrair pontos importantes do cenário, em função da complexidade envolvida.

Fonte: LIBARKIN e BRICK, 2002 (Adaptado por SOUZA, 2009).

De acordo com Libarkin e Brick (2002), os materiais estáticos compreendem materiais tradicionais como mapas, modelos físicos (blocos de falha; modelos de madeira, de cristal, etc.). Os de animações requerem, sempre, computadores e incluem estações digitais dos modelos representados, antes da forma estática, que possibilitem aos estudantes manipularem uma visão em três dimensões (3D) e/ou as representações da seqüência de tempo dos processos geológicos, como o processo da tectônica de placas (LIBARKIN; BRICK, 2002). Os modelos interativos permitem que os estudantes os manipulem com as interações a partir de entradas de dados e respostas.

Embora o uso dos mapas se faça presente, e os estudantes são exercitados a alcançarem, satisfatoriamente, esses níveis de informação, ainda existem poucos estudos sobre a introdução da habilidade geológica de leitura do mapa, especialmente entre os adultos. Sabe-se que existem adultos, entre os graduandos, que apresentam dificuldades na interpretação de mapas. Portanto, uma pesquisa com essa abordagem é necessária, assim como a discussão das animações e dos modelos interativos em geociências, apesar de existirem muitos materiais didáticos de diferentes tipos⁸ de visualização e representação espacial (LIBARKIN e BRICK, 2002).

Libarkin e Brick (2002) deixam claro que, apesar da riqueza histórica do estudo de

⁸ (Digital Library for Earth System Education). Disponível em: <http://www.dlese.org/library/index.jsp>, importante site, que contém Biblioteca Digital para a instrução da ciência da Terra disponível para a exploração de atividades.

habilidade espacial no campo da ciência cognitiva, ainda assim, faltam estudos específicos no campo das geociências sobre a relação entre demanda de habilidade de visualização espacial e habilidade geológica de visualização. As autoras abordam as seguintes questões, como alvo de pesquisas futuras:

1) Qual é a relação entre habilidade espacial e a perícia na visualização geológica, e como podemos começar a testar estas habilidades geológicas específicas? 2) Como a familiaridade com o fenômeno geológico influencia a habilidade espacial? e 3) Como é o uso de ferramentas de visualização baseada em tecnologia sobre a melhora da aprendizagem alcançada por meio de ensino de metodologias mais tradicionais? (p. 453, tradução nossa)⁹.

Se por um lado, certos autores discutem a presença de alguns estudos e a ausência de outros, Ishikawa e Kastens (2005) discutem as possíveis causas das dificuldades apresentadas, quando os alunos utilizam mapas. Essas dificuldades referem-se a habilidades necessárias que o sujeito deve empregar para o entendimento da relação entre real e representação. As autoras traçam um paralelo entre a habilidade apresentada e a demandada, durante tarefas específicas e no campo da psicologia – realizadas por estudiosos do campo cognitivo, como Piaget – e a correspondência dessas habilidades nas tarefas com os conteúdos de geologia. Desse modo, Ishikawa e Kastens (2005) apresentam as habilidades espaciais básicas aplicadas às geociências. A abordagem feita por esses autores não foi encontrada na literatura consultada, pertinente à Geomorfologia, o que possibilitou, nesta Tese, considerações pertinentes ao campo específico da Geomorfologia (Quadro 7).

⁹ 1) What is the relationship between spatial ability and geologic visualization skills, and how can we begin to test these geology-specific skills?; 2) How does familiarity with geological phenomena influence spatial ability?; and 3) How is the use of technology-based visualization tools improving upon learning achieved by more traditional teaching methodologies?

Quadro 7
Habilidades espaciais básicas aplicadas às geociências

Habilidades espaciais básicas ¹⁰	Habilidade geométrica trabalhada nos testes da Psicologia Cognitiva	Habilidade aplicada às Geociências Habilidade Geoespacial	Aspectos do pensamento espacial aplicado à Geomorfologia ¹¹
1) Reconhecimento de padrões e formas.	É necessário reconhecer uma figura simples encaixada, ou dentro, em outra complexa.	O geocientista exercita uma habilidade similar, ao procurar formas ou testes padrões significativos em um mapa geológico complexo ou em dados da imagem, como identificar o anticlinal e o sinclinal.	Ao procurar formas, unidades geomorfológicas e ou compartimentos, no mapa topográfico, acredita-se que a habilidade espacial seja a mesma apontada nos testes cognitivos e no exercício da geologia. É importante o observador conhecer os atributos externos da forma e como esses atributos apresentam-se na representação bidimensional, ou seja, como são os seus significantes e como se comportam e se individualizam entre outros.
2) Relembrar objetos previamente observados (memória da posição dos objetos).	Para avaliar essa habilidade, Silverman e Eals (1992) apresentaram objetos aos participantes da tarefa, em seguida retiraram e modificaram a posição de alguns. Depois, solicitaram aos participantes que identificassem as alterações.	Durante os mapeamentos e a síntese geológica, em escala regional, o “lembrar” os dados, a posição espacial e a ocorrência no tempo e espaço desses dados, é fundamental e compreende a habilidade de relembrar.	A mesma lógica aplica-se à geomorfologia, durante os mapeamentos geomorfológicos, e na reconstituição interpretativa do relevo, com base nas evidências identificadas em campo e resgatadas durante a interpretação. Vale ressaltar que essas evidências são de natureza pontual (como no caso dos materiais constituintes das coberturas superficiais), local (processos superficiais atuantes, relíquias) e até regional, como os compartimentos morfológicos, os controles estruturais e litológicos e os controles tectônicos. Dependendo da escala de abordagem do fenômeno ou fato geomorfológico considerado, a habilidade para lembrar-se dos dados constitui um aspecto importante.
3) Entender as estruturas horizontais e verticais de referência.	A partir do entendimento de horizontal e vertical, empregado principalmente no conceito espacial euclidiano. O entendimento de eixo ortogonal fixado no espaço é necessário. Piaget e Inhelder (1967) realizaram esse teste a partir do nível de água em uma garrafa e do uso de um pêndulo em objeto em movimento em superfície de aclave e declive.	Os geólogos gravam a orientação de uma superfície planar inclinada, medindo o mergulho da superfície, relativo a um plano horizontal imaginário e dentro de um plano vertical imaginário. Para tanto, utilizam a bússola na identificação do mergulho e direção das camadas rochosas no campo e no mapa geológico.	Na Geomorfologia, emprega-se o mesmo recurso e técnica para se verificar mergulho, direção das camadas, principalmente no campo. Apesar de utilizarem pouco, a bússola, no estudo dos mapas geológicos, os geógrafos devem ser capazes de perceber os planos horizontais e verticais das camadas, das falhas, representadas nos mapas geológicos, a fim de identificarem a tipologia das formas estruturais, principalmente, quando se discute sua evolução estrutural e tectônica.
4) Aprendizagem a partir de estudo em campo: sintetizar as observações separadamente, a partir de um todo integrado.	Ishikawa (2002) conduziu participantes do teste por meio de orientações verbais, que deveriam ser verificadas em carta topográfica, onde rotas, desconhecidas, deveriam ser traçadas. Depois, a partir das mesmas orientações, os participantes deveriam deslocar-se no espaço real, atentos principalmente aos elementos que passaram despercebidos no teste psicológico.	O geólogo deve ser capaz de deslocar-se no espaço real; orientar-se e reconhecer a posição dos dados no real, selecionados a partir de um todo complexo, elaborar uma síntese, dos elementos observados, a partir de uma imagem mental desses elementos, coerente com o terreno, a estratigrafia e a estrutura da área considerada.	Na Geomorfologia, essa habilidade também se faz necessária. Para isso, os geógrafos devem ser capazes de identificar no campo elementos-chave para a geomorfologia, como as características morfológicas (altitude, altura, tipologias de vertentes, topos e vales), os processos geomorfológicos atuantes (retirada, transporte de deposição) e a relação tempo- espaço dos elementos separados e integrados na interpretação. Para tanto, devem também saber percebê-los na posição e na distribuição espacial, bem como utilizar informações de diferentes natureza e ordem de grandeza espacial e temporal, como cicatrizes de cisalhamento em planos de falha, que revelem possível movimento regional, assim como ausência ou presença de minerais em depósitos de solos, que revelem a dinâmica da vertente.
5) Girar, mentalmente, um objeto e visualizar cenas de diferentes pontos de vista.	Piaget e Inhelder (1967) realizaram esse teste com criança, utilizando para isso a representação (maquete) de três montanhas, as quais eram observadas de diferentes pontos de vistas. Os aspectos observados eram registrados, de acordo com cada ponto de vista.	A habilidade de girar um modelo faz-se presente em várias situações, especialmente, quando o geólogo precisa visualizar as estruturas de um ponto de vista diferente do que é observável em campo ou no mapa geológico e, ainda, na simulação imaginária do processo de formação de uma superfície plana inicial, que passa a apresentar dobras e falhas.	As mesmas habilidades aplicadas à geologia, também, se aplicam à Geomorfologia, principalmente, quando o enfoque é a Geomorfologia estrutural.

Fonte : ISHIKAWA e KASTENS (2005), elaborado e ampliado por SOUZA, 2009.

¹⁰ De acordo com Ishikawa e Kastens (2005).

¹¹ Elaborado por Carla J. O Souza, 2007, a partir das leituras.

Apesar da proposta de habilidades espaciais básicas, não se pode dizer que todas as pessoas, inclusive os adultos, as tenham com a mesma acuidade. No teste de rotação mental, com 233 universitários, Hegarty *et al.* (2004 *apud* ISHIKAWA e KASTENS, 2005) verificaram que nas contagens individuais, os resultados variaram, extremamente, de pessoa para pessoa, sendo que o resultado variou de próximo de zero a próximo do aperfeiçoamento, considerando-se que os participantes tinham idade e nível educacional, razoavelmente, homogêneos. Ishikawa (2002) observou que, em um grupo de 23 estudantes universitários, alguns apresentaram habilidade para apreender o *layout* do espaço de grande escala, no mapa, enquanto um outro apresentou muitos problemas, principalmente, no que diz respeito ao sentido da rota a ser traçada, no mapa, a partir da percepção e da visualização do espaço real.

De acordo com os autores, o professor deve esperar dos alunos os mais variados resultados sobre a habilidade espacial, seja em campo ou no laboratório, bem como estar ciente de que a habilidade espacial não é correlata à verbal. Há pessoas que apresentam vocabulário ótimo, complexo, porém demonstram grandes dificuldades com as atividades, que demandam a habilidade espacial (ISHIKAWA e KASTENS, 2005).

Essa mesma observação é verificada em Viana (2000), ao estudar a relação do conhecimento geométrico com a resolução de problemas matemáticos. Nesse estudo, Viana (2000; 2005) afirma que o nível de entendimento geométrico pode influenciar na habilidade espacial. Em seus estudos, a autora constata que alunos, com melhores níveis de entendimento geométrico, saíram-se melhores na resolução de problemas que demandavam a habilidade espacial.

Sobre o uso e o entendimento do mapa, com alunos universitários, Ishikawa e Kastens (2005), descrevem duas experiências de Liben *et al.* (2002 *apud* Ishikawa e Kastens, 2005). Em uma delas, os estudantes deveriam saber localizar-se e identificar elementos do espaço real, onde se encontravam, na representação (Figura 4); na outra experiência, a tarefa dos alunos era explorar o mapa, independentemente, de os sujeitos encontrarem-se nesse espaço representado, e sem a consulta do espaço real.

De acordo com os autores, o professor deve esperar dos alunos os mais variados resultados sobre a habilidade espacial, seja em campo ou no laboratório, bem como estar ciente de que a habilidade espacial não é correlata à verbal. Há pessoas que apresentam vocabulário ótimo, complexo, porém demonstram grandes dificuldades com as atividades, que demandam a habilidade espacial (ISHIKAWA e KASTENS, 2005).

Essa mesma observação é verificada em Viana (2000), ao estudar a relação do conhecimento geométrico com a resolução de problemas matemáticos. Nesse estudo, Viana (2000; 2005) afirma que o nível de entendimento geométrico pode influenciar na habilidade espacial. Em seus estudos, a autora constata que alunos, com melhores níveis de entendimento geométrico, saíram-se melhores na resolução de problemas que demandavam a habilidade espacial.

Sobre o uso e o entendimento do mapa, com alunos universitários, Ishikawa e Kastens (2005), descrevem duas experiências de Liben *et al.* (2002 *apud* Ishikawa e Kastens, 2005). Em uma delas, os estudantes deveriam saber localizar-se e identificar elementos do espaço real, onde se encontravam, na representação (Figura 4); na outra experiência, a tarefa dos alunos era explorar o mapa, independentemente, de os sujeitos encontrarem-se nesse espaço representado, e sem a consulta do espaço real.

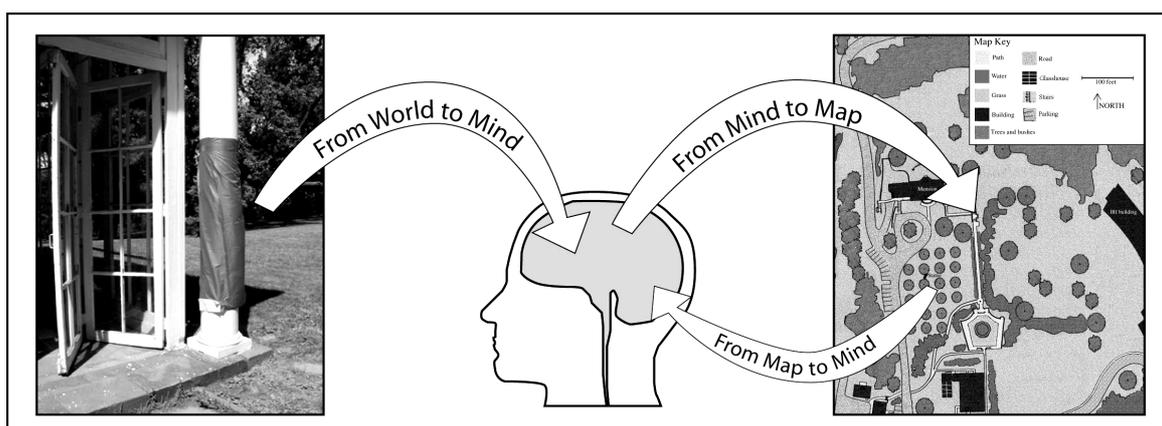


Figura 4 – Representação da interação real-sujeito-representação e visualização do real
 Fonte: Kasten, Kim. Spatial thinking in geosciences. Spatial Seminar, 05/05/05.

De acordo com Ishikawa e Kastens (2005), Liben *et al.* (2002 *apud* Ishikawa e Kastens, 2005) verificaram entre os adultos, aqueles que consideraram a tarefa de localizar-se no mapa do campus universitário (local de realização da atividade), muito difícil e, portanto, apresentaram erros dramáticos, embora os autores não tenham especificado tais erros, apenas comentado.

Nesses estudos (Liben *et al.* 2002 *apud* Ishikawa e Kastens, 2005), sobre a relação entre o uso dos mapas e o entendimento dos usuários (alunos da escola básica e do ensino superior), os autores apresentaram resultados de quatro atividades referentes à interação sujeito e mapa, considerando a compreensão sobre onde o sujeito está, em relação ao mapa, a saber: (a) Correspondência Representacional entre os símbolos do mapa e o

espaço representado (significante e significado); (b) Correspondência Configuracional, ou seja, o domínio da articulação dos símbolos no mapa e a configuração e a organização desses símbolos no espaço real e (c) Correspondência Direcional, orientação do mapa de acordo com o espaço real representado.

Na atividade sobre Correspondência Representacional, os autores notaram que as crianças cometeram muito mais erros que os jovens. Apesar disso, muitos jovens também cometeram erros semelhantes, o que reforça a necessidade de se trabalhar essa habilidade ainda na infância (ISHIKAWA e KASTENS, 2005). Quanto à Correspondência Configuracional, os autores perceberam que muitos jovens que apresentaram bom desempenho na Correspondência Representacional, de elementos pontuais, não apresentaram o mesmo desempenho na configuracional, bem como na Correspondência Direcional, quando o mapa era girado 180°, em relação à posição do mapa orientado.

Na apresentação dessas atividades, os autores não discutem a dimensão dos processos cognitivos realizados pelos alunos, apenas detectam acertos e erros, em cada uma das atividades e citam, brevemente, suas implicações educacionais¹².

Embora Liben *et al.* (2002 *apud* Ishikawa e Kastens, 2005) empreguem os termos Correspondência Representacional, Correspondência Configuracional, Correspondência Direcional e Perspectiva, pode-se pensar que os mesmos equivalem, em grande parte, ao que Piaget e Inhelder (1993) chamam de relações espaciais topológicas, projetivas e euclidianas, para a correspondência configuracional, direcional e perspectiva.

A Conferência Representacional refere-se, em parte, à analogia entre o objeto real e sua representação no mapa, enquanto a Configuracional refere-se ao entendimento que extrapola o objeto em si, e envolve perceber também o contexto, o espaço. Portanto, a noção de localização é fundamental.

De acordo com LeSann (1989), essa noção compreende dois aspectos distintos, sendo um referente à localização precisa e, outro, à localização em função de um contexto. Esse último compreende, mais a noção de espaço, em que a localização será, apenas, um aspecto particular, ou seja, para se alcançar a localização de um determinado lugar é necessário entender vários aspectos do contexto, como as características topográficas e a posição desse lugar no contexto regional. Logo, a noção de localização ampara-se em noções matemáticas (quando se trata de uma precisão) e em noção geográfica (para a

¹² Maiores informações sobre cognitivismo, podem ser obtidas em trabalhos como os de Montello (2005) e Ishikawa e Montello (2006), relacionados nas REFERÊNCIAS desta Tese.

localização relativa) (LESANN, 1989).

Quanto à abordagem da representação e da visualização em outras dimensões (ISHIKAWA e KASTENS 2005), os alunos apresentaram dificuldades relativas, principalmente, à visualização interna das estruturas em 3D e 2D. Esse fato, também, foi apontado por Souza (2003), ao trabalhar com oficinas de maquetes de formas estruturais, com alunos universitários.

Em testes feitos por Kali e Orion (1996), alunos iniciantes no curso de Geologia demonstraram muita dificuldade para perceber as estruturas internas, representadas em bloco-diagrama e, os tipos de erros apresentados foram chamados de “*non-penetrative e penetrative*”. O *non-penetrative* refere-se às respostas baseadas, inteiramente, na informação exposta na superfície visível do bloco, enquanto a *penetrative* compreende respostas, mesmo que erradas, que buscavam inferir a estrutura geológica interna (ISHIKAWA e KASTENS, 2005) (Figura 5).

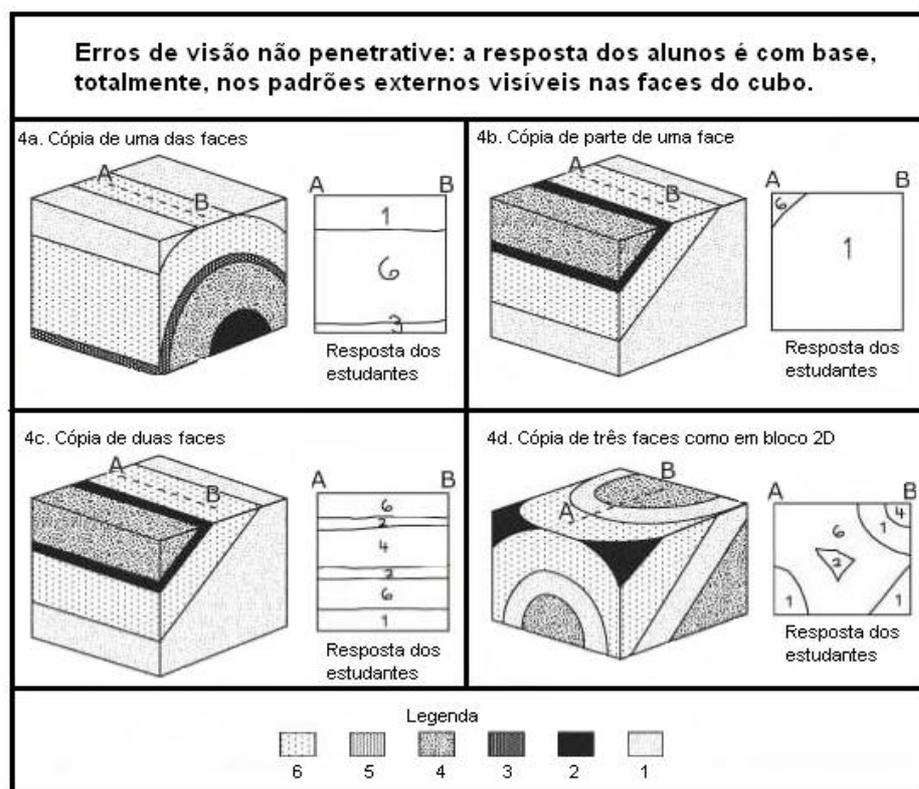


Figura 5 – Resultados das pesquisas de Kali e Orion, 1996
Fonte: KASTENS, 2004¹³.

¹³ KASTENS, Kim. Lamont-Doherty Earth Observatory of Columbia University – Presented at workshop on *Use of Visualization in Geosciences*. Carleton College, febr. 27, 2004.

Souza (2003) verificou, também, esse mesmo tipo de problema (*Non-penetrative*) ao trabalhar em oficinas com maquetes, que representavam estruturas geológicas e relevos estruturais. Porém, a autora não utilizou esse termo, apenas, descreveu a dificuldade ou a facilidade de alguns estudantes universitários perceberem o comportamento estrutural das camadas dobradas e, ou falhadas, e de imaginá-las e representá-las, a partir das faces do bloco.

Esse tipo de problema não ocorre, quando as camadas encontram-se na posição horizontal, uma vez que existem exemplos análogos no cotidiano das pessoas, como a sobreposição de qualquer objeto plano, como livros, toalhas e papéis.

Em um de seus trabalhos de oficinas com alunos do 4º período do curso de graduação em Geografia, Souza (2003, p. 162) fez a seguinte observação sobre o trabalho de um grupo:

A maioria dos blocos-diagrama apresenta apenas três faces do modelo (face superior, face frontal e uma face lateral), as demais devem ser analisadas e representadas a partir do arranjo das três primeiras. Essa atividade exigiu dos alunos analisarem o comportamento espacial das falhas a partir de diferentes ângulos de observação (visão vertical, horizontal e oblíqua) como se fosse uma vista aérea. Durante esse exercício, alguns alunos do grupo passaram a entender porque as camadas dobradas, quando observadas pelas laterais, apresentam-se como horizontais em outra face.

Nessa descrição, a autora emprega a ideia da relação entre o objeto e sua estrutura, entendida segundo uma referência vertical e horizontal, bem como visualização em 3D de um objeto, a partir de diferentes pontos de vista, como discutido anteriormente por Ishikawa e Kastens (2005). A Foto 1 ilustra a representação e a visualização espacial, possíveis de ser alcançadas com os modelos 3D.

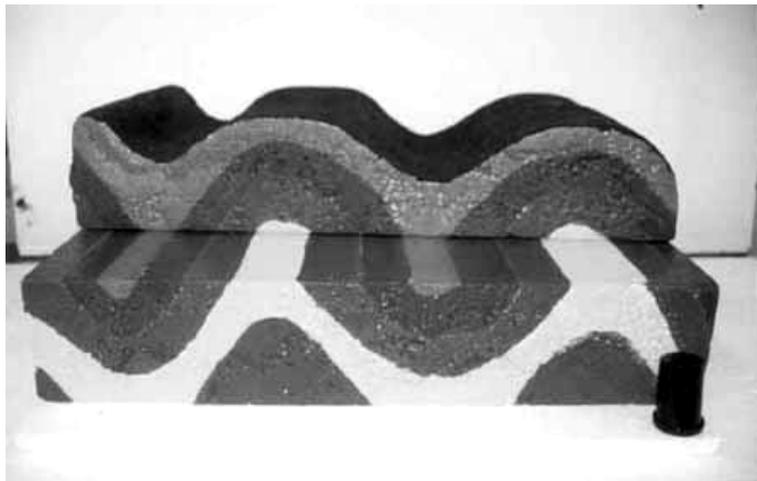


Foto 1 – Maquete em 3D de estrutura de camadas
Fonte: Souza, 2003 (arquivo pessoal).

É possível perceber que apesar de as questões sobre representação e visualização espacial apresentadas constituírem habilidades importantes no campo das geociências, as dificuldades e a acuidade distintas entre as pessoas são comuns, também, entre alunos de geologia e geografia. Portanto, conhecer e entender essas dificuldades possibilita pensar em atividades, que possam ajudar a superá-las.

3.3 Noção de espaço e construção de sua representação à luz de Piaget e Inhelder

De acordo com a psicologia cognitiva, a noção de espaço e sua apreensão ocorrem, gradativamente, em níveis (vivido, percebido e concebido), em função do amadurecimento cognitivo da criança (ALMEIDA e PASSINI, 1994). No nível do vivido e do percebido, a relação espacial, que a criança estabelece com o espaço, compreende inicialmente o aspecto topológico elementar, seguida do aspecto projetivo e euclidiano, quando se compreende um sistema complexo de coordenadas.

Segundo Piaget e Inhelder (1993, p.15),

Antes de qualquer organização projetiva e, mesmo, euclidiana do espaço, a criança começa por construir e utilizar certas relações elementares, como a vizinhança e a separação, a ordem, o envolvimento e o contínuo, correspondendo às noções que os geômetras chamam de 'topológicas', e que consideram, igualmente, como elementares do ponto de vista da reconstrução do espaço.

No nível topológico, ocorre a identificação dos elementos no espaço, segundo vizinhança

e continuidade. Essa representação, no nível topológico, corresponde ao da Percepção da Posição no espaço (habilidade de determinar a relação que um objeto mantém com outro e com o observador) conforme Crowler (1994). Nesse nível, ocorre a descentralização do ponto de referência, de observação, da mesma maneira que ocorre entre o próprio corpo e o objeto externo ao sujeito.

Quando a criança percebe que os objetos têm um eixo, a partir do qual ela pode identificar a lateralidade (direita e esquerda), a profundidade (em cima e embaixo) e a antecendência (frente e trás) e, que os objetos têm uma posição em relação a outros objetos que, juntos, apresentam uma continuidade, que compreende o espaço considerado como um todo, independente da posição dela com ponto de referência, pode-se dizer que houve descentralização (ALMEIDA, 1994).

No nível das Relações Espaciais Projetivas, a criança conserva a posição dos objetos e é capaz de alterar o ponto de vista (ALMEIDA, 1994), ou Percepção de Relações Espaciais – habilidade que a pessoa tem de enxergar dois ou mais objetos, em relação a si mesma, ou em relação um ao outro – apontada por Crowler (1994), como uma das aptidões espaciais. Simultaneamente, surge a noção de coordenadas que “situam os objetos uns em relação aos outros e englobam o lugar do objeto e seu deslocamento em uma mesma estrutura. Isso corresponde às relações Espaciais Euclidianas” (ALMEIDA, 1994, p. 11).

Segundo Piaget e Inhelder (1993, p.167),

[...] o espaço topológico inicial é interior a cada figura, da qual ele exprime as propriedades intrínsecas em oposição às relações espaciais que as situam em relação às outras figuras. Não há, pois, ainda um espaço total que engloba todas as figuras, e o único relacionamento de uma figura com a outra que as operações topológicas fundamentais conhecem é a correspondência biunívoca e bicontínua, fonte das 'homeomorfias' ou analogias de estruturas entre as figuras, isto é, novamente de uma análise que se coloca do ponto de vista de cada objeto figural considerado em si mesmo e não de um sistema de conjunto que as organizaria em um único todo estruturado segundo uma mesma coordenação espacial. Com o espaço projetivo e o espaço euclidiano, o problema é, ao contrário, situar os objetos e suas configurações uns em relação aos outros, segundo sistemas de conjunto que consistem, seja em projeções ou perspectivas, seja em 'coordenadas' que dependem de certos eixos, e é por isso que as estruturas projetivas e euclidianas são mais complexas e de elaboração mais tardia.

Assim, quando a criança é capaz de conservar a posição do objeto em relação aos demais, enquanto altera o seu ponto de vista, diz-se que ele utiliza as relações projetivas. Por outro lado, quando a criança é capaz de situar um objeto em relação a outro e

reconhecer-lhe o lugar dentro de uma estrutura (ALMEIDA; PASSINI, 1994), conservando-lhe a posição, enquanto altera o ponto de vista, diz-se que ele utiliza a relação euclidiana.

Quando se verifica em uma representação em planta (visão vertical), a presença de diversos pontos de vista (visão vertical, horizontal e oblíqua) expressos nos elementos que compõem o arranjo espacial, esse fato pode indicar a dificuldade de o sujeito conceber a projeção do lugar ou da paisagem observada, como a de uma cidade por exemplo, a partir de um único ponto de vista, ou seja, o de conservar a posição dos elementos da cidade, e alterar, apenas, a perspectiva desses elementos a serem representados (ALMEIDA, 1994).

Oliveira (1977), com base nos estudos realizados por Piaget, em Genebra, sobre relações espaciais, afirma que

Do ponto de vista psicológico, a noção de espaço projetivo aparece quando o objeto ou o seu desenho já não é considerado isolado, mas sim quando é relacionado a um determinado ponto de vista, quer em relação ao próprio sujeito ou a um interlocutor, quer em relação a objetos (p. 111).

A opinião de Oliveira (1977) é complementada por Almeida (1994), que também se apóia nos estudos de Piaget sobre a representação do espaço pela criança.

De acordo com Piaget (1969)¹⁴ *apud* Oliveira, 1977), o tipo de representação pode revelar o “estágio” de desenvolvimento mental dos sujeitos, com referência à construção do espaço. Esses estágios podem ser denominados pré-operatório, operatório e operatório formal.

No primeiro estágio, o sujeito não é capaz de estabelecer relações espaciais cognitivas, por estar ainda preso aos aspectos figurativos da realidade e, por relacionar-se com o espaço em termos perceptivos e organizá-lo em bases intuitivas. No estágio operatório, o sujeito ainda encontra-se preso ao objeto no real, mas já começa a estabelecer relações com o espaço em termos cognitivos, apesar de essas relações cognitivas não serem “formais” – operatório formal. Nesses dois estágios a construção mental do espaço apóia-se na sua concepção absoluta, enquanto no operatório formal reflete-se a concepção relativa do espaço. Neste último estágio, o sujeito relaciona-se com o espaço, não só em

¹⁴ PIAGET, J. *The Child's conception of the word*. New Jersey: Littlefield, Adam and Co., 1969.

termos perceptivos, mas principalmente, em termos, cognitivos (OLIVEIRA, 1977), ou seja, conceituais.

Ainda de acordo com Oliveira (1977), no dia-a-dia as pessoas estão acostumadas a ver, do nível do solo, as irregularidades da superfície terrestre. Quando essas irregularidades (relevo, vegetação, hidrografia, campos cultivados etc.) são representadas, elas são observadas do ponto de vista vertical, como se observadas de uma vista aérea.

Ainda, segundo a autora, as montanhas são difíceis de ser representadas na visão vertical, pois é preciso conhecer suas dimensões para poder desenhá-las, seja por linhas ou áreas. Além desse aspecto, referente ao modo de implantação do objeto, deve-se manter a correspondência de sua localização, em termos de direção e distância entre o real e o representado, ou seja, a Correspondência Referencial e Configuracional, discutidas por Ishikawa e Kastens (2005).

Apesar de se verificar a possibilidade de construção de conceitos básicos, ainda nos ensinamentos fundamental e médio, muitos jovens e adultos chegam ao ensino superior sem a devida construção desses conceitos (ALMEIDA, 1994) e sem o Nível 2 de conhecimento geométrico, também já discutido por Viana (2000). Tal fato pode dificultar a elaboração e a representação imagética das formas de relevo, bem como a interpretação cartográfica, em campo ou no laboratório.

A percepção do espaço, independentemente, da ordem de grandeza considerada é resultado da interação dialética entre os processos neurais de cada sujeito com a experiência de movimento corpóreo no meio de objetos organizados, na dimensão real ou simbólica. Sendo assim, tomando-se o processo neurológico como processo natural, que acompanha o desenvolvimento cognitivo do animal cultural homem e mulher, considera-se que o adulto seja capaz de aprender conceitos abstratos, que serão tão mais fáceis de ser assimilados, quanto maior for a experiência de movimento corpóreo nas dimensões reais e simbólicas (MERLEAU-PONTY, 1945 *apud* PINO, 1996).

Ao se discutir a temática da representação, visualização e habilidade espacial por meio de diferentes autores e abordagens nota-se que cada um desses conhecimentos complementam-se e não se excluem e, ainda, no campo da cognição referente à relação espacial e representação tem-se como pilar teórico a contribuição de Piaget e Inhelder (1968), principalmente, quando se investiga a representação do espaço pela criança.

4 CONHECIMENTO E APRENDIZAGEM DA GEOMORFOLOGIA: APORTE TEÓRICO-METODOLÓGICO

Metodologias não garantem o 'encontro', o arranjo, a combinação e a interpretação. São apenas caminhos. A liberdade do jogo é exatamente o que faz do encontro – da interpretação, da leitura – o resultado de uma busca lúdica e criativa.

(Hissa, 2002)

4.1 Considerações iniciais

Neste trabalho, a questão central é verificar o conhecimento, e a possível origem das dificuldades de compreensão dos conteúdos da Geomorfologia apresentadas por alunos de Geografia do IGC-UFMG. Desse modo, atentando-se para o domínio conceitual-chave, para o raciocínio empregado na interpretação geomorfológica e para as habilidades de representação e de visualização das formas de relevo, julgou-se necessário abordar, por um lado, a dimensão da Geomorfologia como ciência e disciplina e, por outro, a aprendizagem e o conhecimento como campo da cognição, conforme representado na Figura 6.

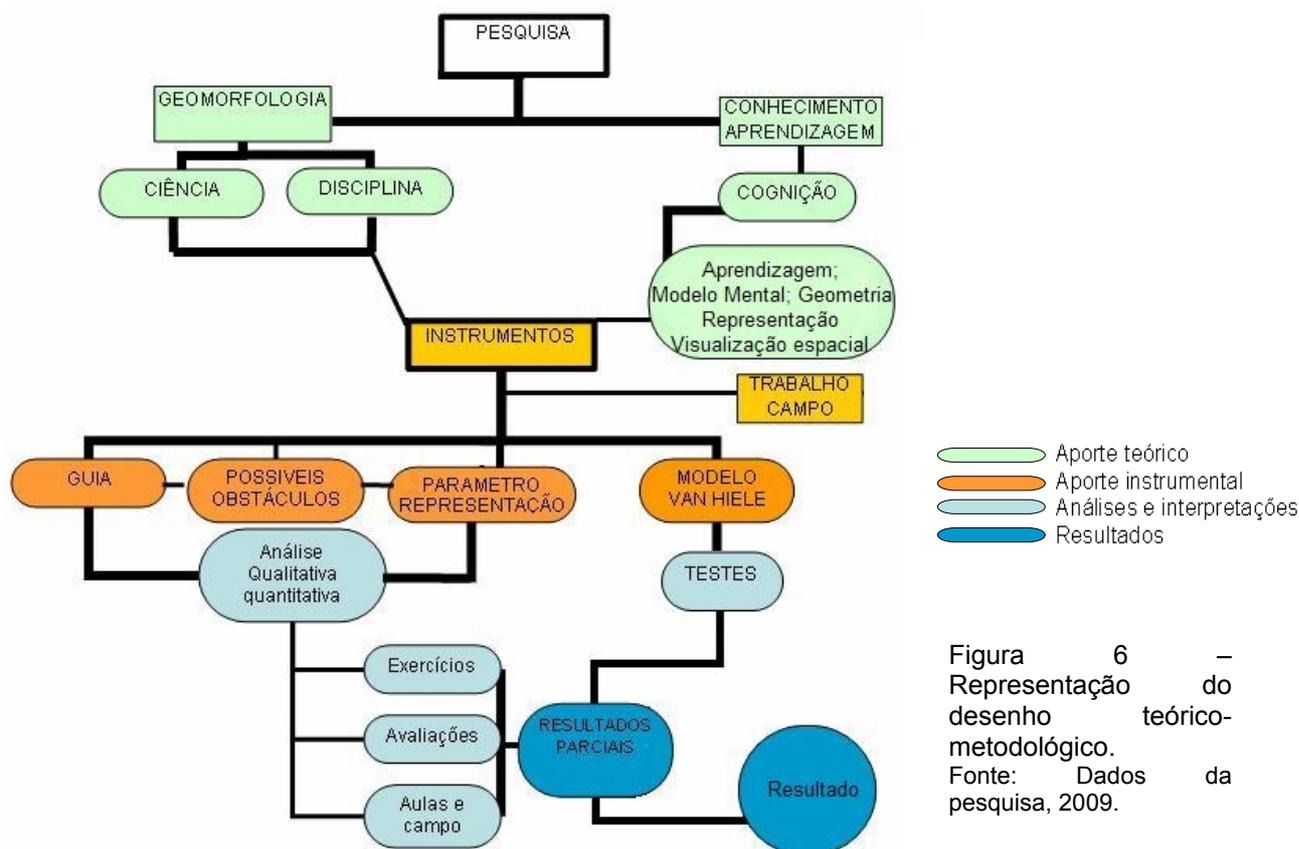


Figura 6 – Representação do desenho teórico-metodológico. Fonte: Dados da pesquisa, 2009.

Desse modo, a necessidade de conhecer, melhor, esse campo do conhecimento, encaminhou as seguintes indagações: Que ciência é essa? Qual a sua história, seu objeto, seus métodos, sua essência? Acredita-se que, conhecendo-a, melhor, seja possível perceber como se deu seu processo de construção, como um conhecimento, que apresenta conceitos, noções, habilidades e raciocínio-chave, para considerá-la no âmbito do entendimento e da aprendizagem.

Portanto, na abordagem da Geomorfologia como ciência e disciplina, consideraram-se o aspecto histórico de sua edificação – compreendendo a interpretação de seu objeto e de seus conteúdos (conceitos, habilidades e linguagens), como caminho de identificação dos conceitos estruturantes, ou chaves – e as habilidades importantes, que acompanham esse campo do conhecimento.

Ainda, nessa abordagem, porém voltada para o aspecto disciplinar, discutiram-se as habilidades necessárias aos processos de representação e visualização das formas de relevo, ou seja, as habilidades que se esperam do aluno com as imagens.

Do ponto de vista do ensino da Geomorfologia, consideraram-se as noções de conhecimento e de aprendizagem à luz da teoria construtivista, com destaque para a ideia de aprendizagem significativa e de modelo mental¹⁵. Nessa perspectiva, também, foram consideradas as ideias de Gagliard (1995) e Garcia Cruz (1998), sobre a possibilidade de existência de obstáculos conceituais e/ou epistemológicos (BACHELARD, 1996) no processo de aprendizagem.

Partindo-se do princípio de que o conhecimento é uma contínua reestruturação cognitiva e conceitual e que, cada sujeito elabora seu próprio modelo mental de interpretação dos fenômenos do mundo, a partir dos referenciais científicos e históricos, das percepções e concepções, acredita-se que, nos registros pessoais e coletivos, seja possível identificar evidências e respostas para as questões postas nesta pesquisa.

Embora sejam utilizados esquemas e tabelas para quantificar e qualificar a ocorrência de determinadas respostas, esta pesquisa tem um caráter qualitativo que, a princípio, compreende um procedimento que não busca generalizar os resultados alcançados no

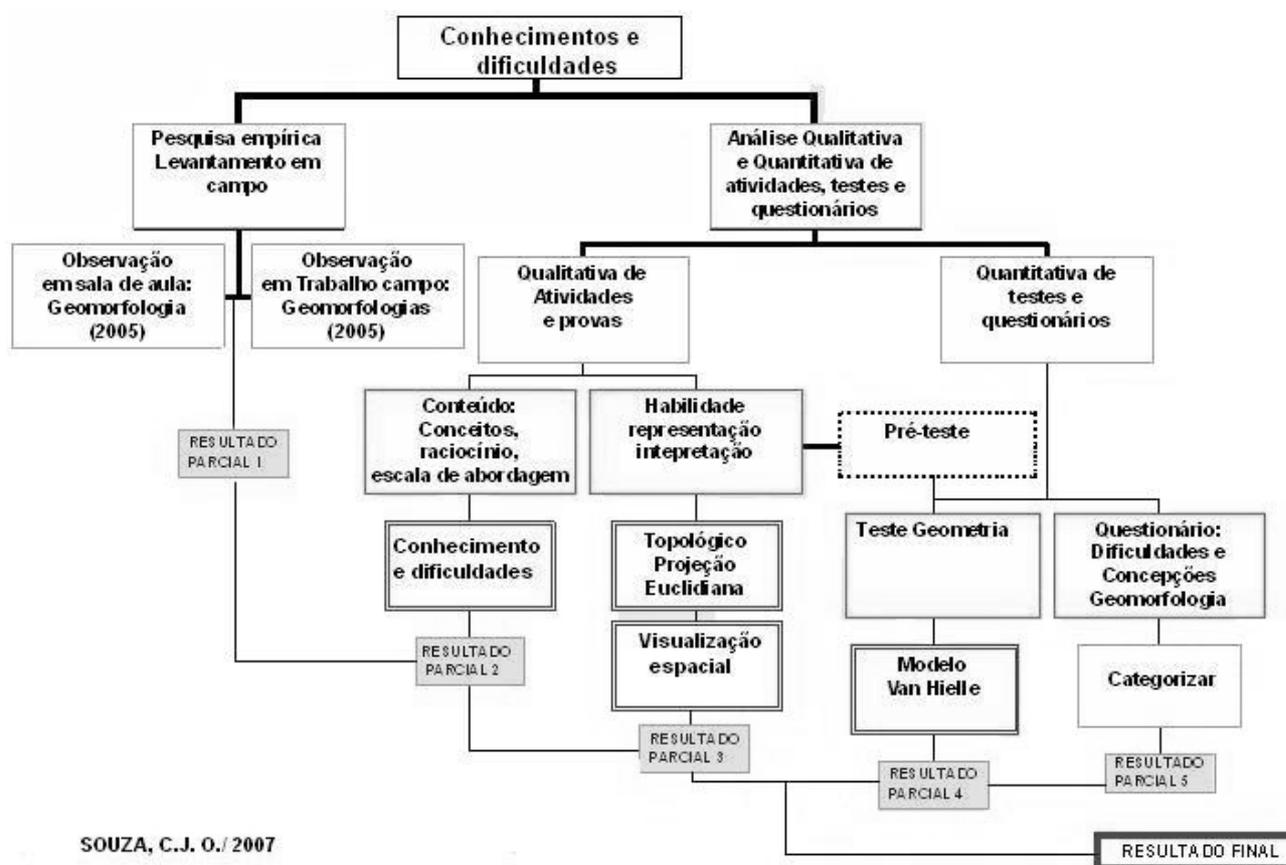
¹⁵ Apesar das referências, os sujeitos da pesquisa não serão levados a elaborar mapas conceituais sobre determinados conteúdos, nem a expressar, sistematicamente, seus modelos mentais, uma vez que esses procedimentos não constituem um objetivo específico, nem o foco da pesquisa.

estudo, a fim de criar modelos universais, mas obter generalidades, ideias predominantes e tendências que aparecem, mas definidas entre os sujeitos da pesquisa (TRIVIÑOS, 1987).

Desse modo, por meio de descrições sistemáticas do material produzido pelos alunos (provas, relatório de trabalho em campo, trabalhos práticos), espera-se interpretar mensagens e identificar elementos, que auxiliem na compreensão mais profunda dessas mensagens, quanto ao conhecimento e o emprego dos conceitos-chave, ao tipo de raciocínio (linear ou sistêmico) presente no pensamento geomorfológico dos sujeitos e às habilidades de visualização e representação espacial.

O procedimento metodológico, seja da pesquisa empírica, seja dos estudos qualitativos dos materiais e a interação das partes que o compõem encontra-se representado na Figura 7.

Figura 7 – Procedimento metodológico e interação entre as partes que o compõem



4.2 Identificação dos sujeitos da pesquisa

Sabe-se que na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) o vestibular de maior concorrência, por vaga, para o Curso de Geografia é o da Universidade Federal de Minas Gerais. Sendo assim, parte-se do princípio de que esses alunos tiveram um bom aproveitamento dos conteúdos ministrados nas diferentes disciplinas escolares do Ensino Médio. Logo, é preciso que, muitos dos conteúdos básicos de cada campo da ciência – Física, Química, Biologia, Geografia, História, Matemática e outras – tenham sido apreendidos satisfatoriamente, para que os candidatos fossem aprovados. Essa bagagem escolar, aliada a outros aspectos do processo de formação e de educação, possivelmente, poderá facilitar a aprendizagem e o pensamento complexo na vida e no nível de formação universitária.

É preciso registrar ainda que, cada vez mais, alunos com dificuldades básicas têm chegado ao curso universitário devido à ampliação das ofertas de curso e do número de vagas, entre vários outros fatores. Sendo assim, para que essas dificuldades de nível básico não complexificassem a pesquisa, optou-se por investigar um público cujas dificuldades pessoais, em relação ao conhecimento geral, fossem, a princípio, as menores possíveis.

Por esses motivos, estabeleceram-se como sujeitos, desta pesquisa, os 38 graduandos (15, do sexo feminino, 23 do masculino) da turma do 3º período diurno, do Curso de Geografia (IGC/UFMG), regularmente matriculados e frequentes no primeiro semestre do ano de 2005.

Nessa classe, havia dez alunos que não acompanharam a turma no semestre seguinte, durante a disciplina Geomorfologia Climática e Estrutural I, de modo que, o material que eles produziram, não foi considerado, bem como o material produzido pelos novos alunos, que passaram a integrar essa turma, no segundo semestre de 2005.

Sendo assim, o número de sujeitos da presente pesquisa variou de 23 a 28 alunos, uma vez que não foi possível garantir o material completo de todos, ou seja, houve alunos que não realizaram todas as atividades (prova individual, questionário, teste de geometria, trabalho em grupo) recolhidas para a pesquisa.

A escolha desses alunos deveu-se ao perfil (alunos selecionados pelo vestibular da UFMG e com um ano de graduação em curso) e ao período no qual se abordam, com maior especificidade, os conteúdos de Geomorfologia.

De acordo com a estrutura curricular (2001) dessa turma, o curso é integralizado em 4 anos, organizado em 8 semestres. No segundo, os alunos têm contato inicial com a linguagem cartográfica (Cartografia I), a qual se estende ao 3º semestre (Cartografia II) e depois Cartografia Temática (5º período – somente para a modalidade Bacharelado). A disciplina Fundamentos de Geologia é ministrada, também, no segundo semestre e não é ofertada mais em outros semestres, enquanto a Geomorfologia e a Geomorfologia Climática e Estrutural I são ofertadas nos 3º e 4º períodos. A disciplina Geomorfologia Climática e Estrutural II é destinada, apenas, aos alunos que desejam seguir a modalidade bacharelado. Sendo assim, bases consideradas importantes no entendimento e aprendizagem de geomorfologia encontram-se concentradas na primeira metade do Curso de Geografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais.

Vale destacar que ao investigar as ementas das referidas disciplinas, junto à secretaria de graduação do curso de Geografia do IGC/UFMG, deparou-se com diferentes ementas para uma mesma disciplina, referentes à estrutura curricular de 2001, conforme especificado em nota de roda pé.

De acordo com as ementas das disciplinas referentes à Cartografia (IGC/UFMG, Currículo, 2001)¹⁶ e Geomorfologia (IGC/UFMG, Currículo, 2001)¹⁷, verifica-se que, a partir dos conteúdos da Cartografia I, os alunos iniciam a construção da habilidade para

¹⁶ **Cartografia I (Ementa)** – “A disciplina apresenta os fundamentos da Cartografia, destacando sua relevância para a ciência geográfica. Por meio de conceitos da Cartografia de Base (escala, orientação, sistemas de projeção, coordenadas, fontes, convenções cartográficas, medidas em carta, fusos horários), pretende-se introduzir o aluno na construção, leitura e interpretação de documentos cartográficos como o mapa topográfico, perfil topográfico e croquis, capazes de armazenar e possibilitar a análise e a comunicação da informação geográfica. **Cartografia I (Ementa)** - Objetiva introduzir a noção de espaço geográfico e sua representação cartográfica. Fornece conceitos e as técnicas para o uso e elaboração do documento cartográfico. **Cartografia II (Ementa)** - Serão apresentados nessa disciplina, os princípios do tratamento gráfico da informação relacionados à coleta, registro, tratamento, análise e interpretação de dados, além das regras de utilização dos meios do Sistema Gráfico (variáveis visuais) necessárias à construção de documentos gráficos como os mapas temáticos e os diagramas. Estes fundamentos servirão de subsídio para que o aluno seja capaz não só de construir, analisar e interpretar um documento gráfico, mas também de realizar uma avaliação crítica do mesmo. **Cartografia II (Ementa)** - Objetiva a análise e a interpretação de documentos cartográficos, dando ênfase à interação entre os fatos físicos e humanos”.

¹⁷ **Geomorfologia (Ementa)** – “A disciplina visa a desenvolver nos alunos competências voltadas para o reconhecimento, a compreensão e a explicação da gênese e da dinâmica das formas do relevo terrestre e de sua organização espacial, envolvendo o conhecimento dos agentes e processos morfogenéticos exógenos e endógenos, incluindo o papel do homem como agente transformador do modelado. Nesse contexto, a aquisição de conceituações e terminologias específicas da Geomorfologia e o estabelecimento de relações com o relevo brasileiro são fundamentais. **Geomorfologia Climática e Estrutural I (Ementa)** - Estudo dos fenômenos geomorfológicos no que concerne à descrição, gênese e evolução das formas de relevo sob condicionamentos climáticos e estruturais”.

leitura, interpretação e construção de documentos cartográficos. Para isso, espera-se que conheçam e saibam aplicar conceitos como escala, orientação, coordenadas, projeções e fusos horários, bem como entendam a lógica e o processo de codificação e de decodificação das informações que serão, ou encontram-se espacializadas. Essas noções constituem habilidades espaciais e geométricas importantes para a percepção e visualização espacial dos elementos mapeados. Na Cartografia II, espera-se que o aluno seja capaz de compreender e realizar os procedimentos de coleta e tratamento da informação a fim de aplicá-los na construção de documentos como diagramas e mapas temáticos, bem como conhecer e saber aplicar as convenções referentes aos elementos internos e externos presentes nos mapas.

Quanto à Geomorfologia, verifica-se, a partir das ementas, o interesse por construir nos discentes a capacidade de reconhecer, compreender e explicar a gênese e a dinâmica das formas do relevo terrestre e de sua organização espacial. Os conteúdos e as habilidades presentes na disciplina de Geomorfologia Climática e Estrutural I, demandam conhecimentos prévios construídos durante a disciplina Fundamentos de Geologia¹⁸, ministrada no 2º período. Essa disciplina prevê a construção de habilidades e conhecimentos geológicos, tais como compreender os registros geológicos e a explicação científica para as feições e os fenômenos que ocorrem no planeta Terra.

Quanto aos sujeitos desta pesquisa, alunos do curso de Geografia, cada aluno recebeu um pseudônimo, inspirado em nome de plantas e flores, como Romã, Sálvia, Mirra, Margarida, Tarumã, Resedá, etc. (Anexo C). A distribuição desses codinomes foi aleatória, independentemente, de associação dos alunos com as características da planta ou da flor, do sexo, raça ou cor dos sujeitos da pesquisa.

De acordo com as observações e os diálogos estabelecidos durante o convívio, no ano de 2005, pode-se dizer que a turma apresenta regularidade de faixa etária, que variava entre 19 a 24 anos de idade, podendo, portanto, ser considerada uma turma jovem. A maioria não trabalhava, dedicando-se, somente aos estudos. Alguns se dedicavam a

¹⁸ **Fundamentos de Geologia (Ementa)** – “A disciplina visa a capacitar os alunos a compreender o significado dos registros geológicos e a natureza da explicação científica das feições e fenômenos terrestres que constituíram e modificaram o planeta Terra ao longo do tempo geológico. Aborda os métodos de estudo e a caracterização dos processos e registros com base na composição, forma, arranjo espacial, origem e evolução de diferentes compartimentos litosféricos, visando ao entendimento das propriedades e dinâmica terrestres. Objetiva habilitar os alunos a reconhecer os materiais e feições geológicas a partir da identificação, descrição e classificação macroscópica, no campo e em laboratório, dos principais tipos de rochas e estruturas, e a interpretar essas feições com relação aos processos que lhes deram origem” (Currículo, 2001 – IGC/UFMG).

atividades acadêmicas extracurriculares, como monitoria, pesquisa, diretório acadêmico (DA), etc.

Social e economicamente, a maioria pode ser considerada de classe média e, de média baixa, residindo no mesmo domicílio, com os pais. Dentre os que exerciam atividade profissional, havia profissionais ligados ao magistério, como professores em cursos Supletivo, Pré-vestibular e na Educação infantil e, ao setor de serviços, como transporte aéreo. Nessa turma, havia ainda três alunos, que cursavam, paralelamente, outro curso de nível superior, como Design Gráfico e Engenharia Ambiental, em instituições privadas.

Em linhas gerais, os níveis social, econômico e cultural favoreciam o bom desempenho e a construção do perfil acadêmico desses alunos, considerando-se as respostas às demandas de leitura, de pesquisa, de atividades em grupo e de disponibilidade de tempo para a participação nos trabalhos em campo e na vida acadêmica.

Desse modo, esses dados constituem material imprescindível para a descrição e a análise desenvolvidas nesta pesquisa, pois investigando esse público, muito das constatações, que estão por vir, ajudará a pensar, também, a situação dos demais graduandos de outras instituições de ensino.

Por fim, como não há interesse em comparar as dificuldades dos alunos do Curso de Geografia da UFMG com as de graduandos de outras universidades, mas identificar aquelas oriundas das hipóteses estabelecidas, considera-se suficiente a amostragem selecionada para esta pesquisa.

4.3 Parâmetros utilizados para avaliar os materiais obtidos nesta pesquisa

Os parâmetros utilizados, nesta pesquisa, foram: o “Guia de Referência de Habilidade para Competência em Geomorfologia”; os “Parâmetros de Análise Qualitativa e Quantitativa do Material dos Alunos”; a “Pesquisa Empírica”; o “Teste de Geometria” (Anexo D), de acordo com o modelo de Van Hiele (1986) e o “Questionário de sondagem” (Anexo E) aplicado aos sujeitos da pesquisa, em julho de 2007.

O “Guia de Referência de Habilidade para Competência em Geomorfologia” constitui um parâmetro e é uma proposta desta pesquisa, que resultou das leituras e reflexões estabelecidas durante a elaboração do Capítulo 1, que trata da edificação da geomorfologia, do aspecto histórico, e da natureza do conhecimento geomorfológico e

das habilidades frequentes no fazer e pensar geomorfologia.

Os “Parâmetros de Análise Qualitativa e Quantitativa do Material dos Alunos” resultaram do estudo e do estabelecimento de critérios para duas dimensões distintas: a dos possíveis obstáculos epistemológicos e conceituais e a da dimensão da visualização e representação espacial.

Os materiais, que constituem os instrumentos para análises e discussão, a respeito do conhecimento e das dificuldades de aprendizagem, dos sujeitos desta pesquisa, encontram-se relacionados e comentados no Quadro 8.

Quadro 8

Descrição do material produzido pelos sujeitos da pesquisa, nos anos de 2005 e 2007

Materiais dos alunos	Características do material	Quantidade do material ¹⁹	Conteúdo contemplado	Observações	Habilidades – conceitual e de representação geomorfológica
<p>Questionário - Individual 7º período. 1º sem./2007.</p> <p>(Código: Q7p - I)</p>	<p>Questionário com 11 questões, sendo 5 abertas e 6 fechadas.</p>	<p>23</p>	<p>Parte I: - Noção e dificuldades em Geomorfologia; - Interesse pela geomorfologia; - Noção de relevo; - Conceito de planalto, planície e depressão; - Noções de escala espacial e temporal.</p> <p>Parte II: Sólidos geométricos e planificação</p>	<p>Nessa pesquisa consideraram-se, como material para análise e discussão, apenas as questões de número 1, 2, 3, 5, 6 e 7 da parte 1 e toda a parte 2 do referido questionário.</p> <p>(Vide Anexo E)</p>	<p>Parte I: Não tem.</p> <p>Parte II: visualização e representação espacial.</p>
<p>Questões referentes ao Trabalho em Campo - Grupo 3º período. 1º sem./2005.</p> <p>(Código: TC3p - G)</p>	<p>Roteiro com três questões abertas sobre as observações e conteúdos abordados durante o trabalho em campo.</p>	<p>11 grupos</p>	<p>- Geomorfologia Estrutural (ênfase na relação unidades geológicas e geomorfológicas); - Processo erosivo complexo (voçoroca); - Processo fluvial (ênfase na formação aluvial – estudo de caso).</p>	<p>1ª Questão: abordagem em escala regional: destaque para 3 unidades geológicas: Cadeias dobradas (orogêneses proterozoicas) e bacia marinha de sedimentação (sedimentação Neoproterozoica) e as respectivas unidades e subunidades geomorfológicas. 2ª questão: abordagem local, processos erosivos simples e complexos na escala da vertente. 3ª questão: processo fluvial e estratigrafia da planície fluvial, escala pontual.</p>	<p>- Identificar em mapa temático as unidades estudadas; - Representar em croqui a gênese e evolução da voçoroca; - Desenhar em perfil e em planta as formas agradacionais e degradacionais na planície e no leito fluvial.</p>
<p>Teste de Geometria – Individual – 4ºp 2º sem./2005 (Código: TG4p – I)</p> <p>Atividades Práticas com cartas topográficas: dom. glacial em Grupo 4º p. - 2ºsem/2005 (Código: AP4p-G)</p> <p>1 Avaliação Final de Geomorfologia – Individual 3º período 1º sem./2005 (Código²⁰: AF3p-I)</p>	<p>Questionário, com 10 questões.</p> <p>Atividade em grupo de identificação, caracterização e representação de formas de relevo.</p> <p>Prova individual, com 08 questões fechadas sobre vários conteúdos e 01 aberta, referente à representação imagética de conceitos e formas fluviais. Apenas a questão nº 1 foi utilizada nesta tese.</p>	<p>25</p> <p>- Glacial e periglacial: 6 grupos.</p> <p>33</p>	<p>Geometria básica: - Paralelas, ângulo reto, retas, planos, figuras geométricas planas e sólidas e blocos diagramas geológicos.</p> <p>Geomorfologia Climática: - Formas e processos dos domínios glacial e periglacial,</p> <p>- Dinâmica fluvial; - Termos e conceitos; geológicos (Ex: litosfera, astenosfera, cráton, plataforma, escudo, etc.); - Tectônica Global; - Unidades geológicas; - Grandes unidades de relevo: Planalto, Planície e Depressão.</p>	<p>Vide Anexo D</p> <p>Atividade livre, na biblioteca, a ser realizada em grupo. Cada grupo deveria, a partir da apostila fornecida pelo professor e de outras fontes de consulta, aplicar os conhecimentos teóricos na identificação, classificação e representação das formas em cartas topográficas de diferentes ambientes climáticos.</p> <p>1ª Questão: sobre dinâmica fluvial, implicou em demonstrar a habilidade com a representação em planta e em perfil, além de entendimento dos conceitos: talwegues, leito maior, leito menor, barra de meandro.</p> <p>As demais questões avaliaram entendimento e aplicação: de conceitos geológicos e geomorfológicos; da Teoria da Tectônica Global; da espacialidade dos efeitos geológicos e geomorfológicos da Tectônica Global.</p>	<p>- Reconhecer a forma na figura geométrica sólida; - Perceber as superfícies na figura geométrica sólida.</p> <p>-Identificar formas na carta topográfica; -Representar as formas em croqui; - Descrever e classificar as formas; - Explicar os processos exógenos auxiliares na elaboração das formas.</p> <p>-Desenhar em perfil as formas presentes em planícies fluviais; - Representar em croqui (planta) as referidas formas; - Correlacionar formas, processos e área de ocorrência em escala global; - Compreender as diferentes escalas e a interação entre elas.</p>

Fonte: Dados da pesquisa, 2009.

¹⁹ Este número refere-se ao número de alunos ou grupos, que realizaram essa atividade.

²⁰ A fim de facilitar as futuras citações e tabulação desses conteúdos, estabeleceu-se um código para cada material.

4.3.1 Guia de Referência de Habilidade para Competência em Geomorfologia

Esse guia de habilidade resultou das leituras referentes à trajetória de edificação da Geomorfologia, durante as quais se atentou para as permanências conceituais, metodológicas e dos recursos de linguagem empregados no fazer geomorfológico. A fim de facilitar a visualização dessas habilidades, elaborou-se um quadro síntese (Quadro 9).

O Quadro 9 foi organizado, segundo a lógica das habilidades do mais simples ao complexo, de modo geral, parte-se de procedimentos básicos (identificar, apontar, descrever, etc.), passando-se para os operacionais (correlacionar, comparar, analisar, etc.) até os globais e/ou complexos (interpretar, sintetizar, etc.), o que não significa uma sequência linear a ser seguida no ensino de Geomorfologia. Na formação, a princípio, pode-se demandar dos universitários o nível mais complexo, mas é fundamental que esses aprendizes tenham clareza do significado e do papel das habilidades e dos conteúdos contidos nos outros níveis, dos quais precisarão, também, para o raciocínio no nível complexo. Essa organização contribui para o processo de avaliação do conhecimento dos alunos, demonstrado em suas atividades escritas.

Por essa razão, objetivam-se com o Quadro 9 sintetizar as habilidades importantes e inerentes, também, ao raciocínio geomorfológico, e orientar o pesquisador em suas observações.

Quadro 9

Síntese das habilidades necessárias à interpretação e ao raciocínio geomorfológico

Ordem na lógica da espiral	Habilidades	Observações	Dimensões consideradas
A	Identificar as tipologias de formas e conhecer suas nomenclaturas científicas.	Implica em reconhecer os atributos internos e externos da forma, bem como a sua “natureza” estrutural, tectônica e/ou climática. Envolve percepção e representação, a partir das qualidades externas do objeto, obtidas sensorialmente (Davydov, 1982; <i>apud</i> Sforzi, 2004) ²¹ e ampliadas pelas classificações.	Dimensão prática e percepção física do relevo, que é percebido como um fato.
B	Comparar formas e nomenclaturas.	Requer conhecimento das formas, a partir de seus atributos concretos e abstratos e dos princípios teóricos que as diferenciam e, do princípio da equifinalidade. Isso significa associar o termo a um determinado pensamento geomorfológico.	Dimensão prática e percepção física do relevo, que é percebido como um fato.
C	Diferenciar os conceitos: agente, processo, forma e condicionante.	Implica em conhecer o significado do significante, ou seja, conhecer a natureza do “objeto” significado ²² , dentro da discussão geomorfológica.	Dimensão e clareza dos conceitos-chave.
D	Identificar os diferentes processos dinâmicos.	Requer conhecer os agentes, os processos, o contexto ambiental e temporal, no qual ocorrem e como funcionam.	Dimensão e clareza dos conceitos-chave.
E	Aplicar conceitos coerentes ao contexto teórico geomorfológico	Implica reconhecer, na história da Geomorfologia, a introdução dos termos e os seus significados no contexto.	Dimensão histórica da ciência geomorfológica.
F	Analisar a relação forma, escala espacial e temporal.	Compreende pensar a forma, dentro do princípio das escalas espacial e temporal geomorfológicas. Significa analisar essa relação, a partir da lógica da influência estrutural, tectônica ou dos processos geomorfológicos ou morfodinâmicos.	Dimensão teórica da Geomorfologia. Entendimento do fato e do fenômeno geomorfológicos.
G	Explicar a gênese do relevo, a partir da interação com processos geomorfológicos, processos geológicos, condicionantes nas escalas espacial e temporal.	Compreende um pensamento complexo auxiliado pela rede conceitual, pelas abordagens teóricas geomorfológicas e pela teoria sistêmica. A partir desses conhecimentos, ser capaz de operar os conceitos e elaborar uma síntese geomorfológica.	Dimensão teórica da Geomorfologia. Entendimento do fato e do fenômeno geomorfológicos.
H	Interpretar a forma de relevo, entendendo a sua natureza metafísica e física, que se expressa em tipologia de formas de diferentes escalas espaciais e temporais.	Pensar o relevo, também, como expressão materializada, significa abrir o pensamento para abstrações que serão estimuladas por meio de conceitos e teorias, que tentam objetivar ideias complexas. Significa apropriar-se das observações dos aspectos físicos como elementos do real, que expressam a materialidade da atuação de energias e, ainda, apropriar-se das nomenclaturas e das classificações como recursos conceituais, que auxiliam no raciocínio geomorfológico e, não, a geomorfologia, em si.	Dimensão teórica da Geomorfologia. Entendimento do fato e do fenômeno geomorfológicos.
I	Aplicar o conhecimento e o raciocínio geomorfológicos na discussão e na resolução de questões socioambientais.	Implica saber fazer, do raciocínio geomorfológico, instrumento teórico para se discutir questões sobre problemas socioambientais.	Dimensão aplicada do conhecimento geomorfológico.

Fonte: Dados da pesquisa, 2009.

As habilidades contidas nas linhas A e B privilegiam a dimensão física do relevo, pensado como um fato, enquanto as habilidades presentes nas linhas C e D contemplam os conceitos-chave em Geomorfologia, ao passo que as habilidades presentes na linha E

²¹ DAVYDOV, V. V. *Tipos de generalization em la enseñanza*. Habana: Editorial Pueblo Y Educación, 1982.

²² “O conceito permite um pensamento que reflete os traços substanciais dos objetos e fenômenos da realidade. Ou seja, apesar de um objeto poder pertencer a várias categorias, conforme o atributo específico de classificação (essenciais ou não-essenciais), sua identificação dentro de uma categoria fundamental corre com base em seus atributos essenciais” (SFORZI, 2004, p. 61).

compreendem a dimensão histórica da ciência geomorfológica. Nas linhas F, G e H, verificam-se habilidades que privilegiam a dimensão teórica da Geomorfologia, compreendendo o relevo físico (fato) e o metafísico (fenômeno). Pode-se dizer que a habilidade presente na última linha (I) seja a de saber aplicar os conhecimentos, em especial nas questões de natureza socioambiental.

4.3.2 Parâmetros de análise qualitativa e quantitativa do material com linguagem verbal: provas, relatórios e questionários

Os parâmetros de análise qualitativa apoiam-se na ideia dos possíveis obstáculos de natureza epistemológica e conceitual, expressos nos textos dos alunos, relacionados no Quadro 10.

Quadro 10
Elementos-chave em Geomorfologia e possíveis obstáculos para aprendizagem

Conceitos-chave em Geomorfologia	Aspectos (possíveis obstáculos)
Natureza do relevo	→ ênfase no aspecto físico → ênfase no aspecto metafísico
Processos geomorfológicos	→ ênfase na erosão (visão davisiana) → ênfase nos sistemas (visão penckiana, morfoclimática)
Escala espacial	→ princípio Geográfico (local, regional, global) – formas como fato
- linear	→ princípio Cartográfico (espaço métrico – matemático)
- areal	→ princípio Geomorfológico (fenômeno - Mega, Macro, meso, micro unidades)
- 3D	
Escala temporal	→ princípio Evolutivo – tempo linear - geológico → princípio Relativo contextual – geomorfológico – formas como fenômenos
Raciocínio geomorfológico	→ interpretação a partir de descrição linear, mecânica de natureza causa e efeito, visão cartesiana (forma – fato) → interpretação a partir de descrição sistêmica, interação de mecanismos e contemplando a noção de frequência, magnitude e intensidade (forma-fenômeno)

Fonte: Dados da pesquisa, 2009.

As linguagens verbal e não verbal (desenhos, fotos, blocos-diagrama, etc.) contêm os conceitos e as nomenclaturas, que refletem o pensamento geomorfológico. Segundo Moreira e Massini (1982, p. 32) “a linguagem ajuda a assegurar certa uniformidade cultural no conteúdo genérico dos conceitos, facilitando, assim, a comunicação cognitiva interpessoal”. Desse modo, espera-se conhecer melhor os conhecimentos e dificuldades de graduandos de Geografia com a Geomorfologia, a partir de seus pensamentos.

4.3.2.1 Procedimento metodológico de leitura e análise dos textos

Foram necessárias várias leituras dos textos produzidos pelos alunos, como resposta a uma questão proposta pelo professor. Em cada leitura, buscou-se verificar a presença e a natureza dos possíveis obstáculos, o conhecimento e o uso de conceitos, as noções e os modelos teóricos empregados no raciocínio geomorfológico e, ainda, que tipo de visão – se linear ou sistêmica, quando presente –, tinham os alunos sobre os fenômenos. Esses parâmetros constituíram as principais categorias (temáticas) da primeira leitura, as quais foram subdivididas, de acordo com os elementos encontrados, como a riqueza de vocábulos e de conceitos, ao longo do processo de leitura. Além disso, foi feita uma leitura comparativa dos textos produzidos por cada um dos alunos, de modo a verificar os níveis – microscópico e macroscópico – das abordagens apresentadas. Essa comparação possibilitou a identificação de grupos de alunos que permaneciam sempre no mesmo nível em diferentes situações de análise dos textos.

4.3.3 Parâmetros de análise qualitativa e quantitativa do material com linguagem imagética: croquis, blocos-diagramas e perfis e atividade com mapas

Além do aspecto conceitual e epistemológico, acredita-se que a dificuldade resulta, também, de o aluno apresentar problemas na habilidade de visualizar e de representar o relevo como um fato, como dimensão física.

Com base nas discussões de Oliveira (1977), Piaget e Inhelder (1993) e Almeida (1994) sobre o desenho e as constatações desses autores sobre a construção da noção de espaço, e nos trabalhos de Kali e Orion (1996) e Ishikawa e Kasten (2005), apresentados no Capítulo 4, estabeleceram-se os aspectos a serem considerados nas representações e visualizações dos sujeitos da pesquisa (Quadro 11).

Quadro 11

Parâmetros para análise das representações e visualizações imagéticas

Aspectos considerados	Especificidades	Elementos considerados
Relações espaciais (RE)	Projetivas	- Conservação da posição dos objetos. (Lembrar a posição das formas em relação a outros elementos) - Conservação do ponto de vista dos elementos em plano vertical - Síntese a partir da observação do campo
	Euclidianas	- Proporção dos elementos uns em relação aos outros. - Proporção dos elementos em relação ao plano de base - Forma correta dos elementos - Localização e orientação das formas
Representação e linguagem (R e L)	Topográfica	- Formas de relevo – (Correspondência Configuracional) - Correspondência representacional
Visualização espacial 3D (V3D)	Habilidade espacial	- Identificação de formas e padrões em um todo complexo - Relação entre objeto e estrutura vertical e horizontal de referência - Visualização do objeto 3D a partir de diferentes pontos de vista - Visualização interna e externa da forma.

Fonte: Dados da pesquisa, 2009.

Durante a representação imagética, seja ela bi, ou tridimensional, é necessário empregar as noções topológica, projetiva e euclidiana (ou coordenada). Porém, como os sujeitos desta pesquisa são adultos, a ênfase, durante a avaliação de suas representações, foram elementos como conservação do ponto de referência, proporção e simbolização consideradas nas relações espaciais projetivas e euclidianas e, ainda, elementos referentes à representação da topografia e os elementos externos do mapa (título, escala, orientação, área, fonte).

O Quadro 12 contém a identificação dos tipos de questões referentes à representação e visualização espacial, bem como, em qual atividade encontram-se e os parâmetros utilizados para as análises dessas representações.

Quadro 12

Identificação do material referente à representação e visualização espacial e parâmetros para a análise

Questões de representação e visualização espacial	Localização da questão nas atividades	Tipo de imagem	Parâmetros utilizados na análise
Representação – planta e perfil	(Código AF3p- I) Geomorfologia Fluvial (Anexo F)	Bidimensional	Relações Espaciais (R. E) → topológicas, projetivas e euclidianas Conceito/forma/ localização.
Habilidade espacial	(Código: TG4p – I) Questões 3 e 11 (Anexo D)	Bi e tridimensional	Visualização Espacial 3D (V.3D).
Habilidade espacial	(Código: Q7p – I) (Anexo E)	Bi e tridimensional	Visualização Espacial 3D (V.3D).
Representação em planta	(Código: AP4p-G)	Bidimensional	Representação e Linguagem (R e L). R → características dos traços, relações espaciais, memória dos objetos. L → termos e conceitos empregados.

Fonte: Dados da pesquisa, 2009.

4.3.4 Teste de Geometria

Acredita-se que o conhecimento de geometria básica, que se faz presente nas representações, contribua para a visualização das formas e, conseqüentemente, para o melhor entendimento do conteúdo de geomorfologia abordado, nesta pesquisa. Muitas vezes, os alunos não conseguem perceber as formas e seus elementos, porque não conseguem visualizá-los no espaço “real”, nem criar uma imagem desses elementos, na medida em que é necessária a articulação entre a representação – como desenho ou modelo-síntese da forma ou do processo considerado – e o entendimento do conceito ou da teoria, que subsidia a representação.

Tomando-se como base, os níveis de entendimento geométrico propostos por Van Hiele (1986), elaborou-se um teste, que foi aplicado aos sujeitos desta pesquisa, com o objetivo de verificar o próprio desempenho, e o da classe, quanto ao conhecimento geométrico, a partir dos parâmetros estabelecidos pelo modelo (Quadro 13).

Quadro 13
Aspectos dos níveis de conhecimento geométrico, segundo o Modelo de Van Hiele

Níveis	Categorias	Habilidades: capaz de	Observações
Básico ou Nível 1	Visualização	- identificar a figura geométrica, a partir de sua forma e não de seus atributos; - reproduzir a figura;	Nesse nível, o sujeito não percebe os atributos e as relações que existem em cada figura, ou seja, não sabe explicar as figuras a partir de suas propriedades. A identificação fundamenta-se na percepção e não na razão.
Nível 2	Análise	- iniciar uma análise de conceitos geométricos a partir de observação e da experimentação; - discernir as características (propriedades) das figuras, pois percebem que as figuras têm partes e as figuras são reconhecidas por suas partes; - utilizar as propriedades descobertas para conceituar classes de configurações e reconhecer que as figuras têm partes: ângulos, lados opostos, paralelas, etc.	O sujeito é capaz de descrever e distinguir as figuras a partir de suas propriedades. A observação e a experimentação são importantes para o desenvolvimento desse nível.
Nível 3	Dedução informal	- estabelecer relações de propriedades dentro de figuras; - deduzir propriedades de uma figura e reconhecer classes de figuras; - entender as definições;	A partir das propriedades das figuras, estabelecem-se inter-relações das figuras e no interior da própria figura. Os alunos acompanham e formulam argumentos informais, porém não compreendem o significado da dedução como um todo ou o papel dos axiomas.
Nível 4	Dedução	- construir demonstrações e não apenas memorizá-las; - enxergar a possibilidade de desenvolver uma demonstração de mais de uma maneira; - fazer distinções entre uma afirmação e sua recíproca;	O sujeito percebe o papel dos termos com axiomas, postulados, definições, teoremas e demonstrações. Nesse nível, o sujeito é capaz de estabelecer a geometria como um sistema axiomático, demonstrar e entender a ideia em condições necessárias e suficientes de provas.
Nível 5	Rigor	- estudar geometria no plano abstrato, a partir sistemas axiomáticos.	Nesse nível, o aluno compreende o aspecto formal da dedução, além de ser capaz de entender os sistemas não euclidianos.

Fonte: VAN HIELE (1986) e CROWLEY, (1994), adaptado e organizado por SOUZA, 2009.

O teste (Anexo D) contém 11 questões abertas, cujo grau de complexidade varia do nível 1 ao 3, do modelo de Van Hiele. Embora essas questões tenham sido elaboradas, atentando-se para as habilidades e características de cada nível, é possível que uma questão possa ser classificada em um nível sucessor ou antecessor, dependendo dos aspectos solicitados. Apesar disso, a questão não se inviabiliza, nem compromete os resultados. Sabe-se que esses níveis não são rígidos em sua construção, pois não são concebidos como pré-requisitos rígidos, embora importantes (CROWLEY, 1994; VIANA, 2000). Nesta pesquisa, o objetivo não é realizar um estudo profundo sobre o conhecimento geométrico demonstrado, mas avaliar o desempenho dos alunos, a partir de um critério válido na matemática, em relação às noções básicas de geometria, presentes nas representações utilizadas em geomorfologia.

O procedimento para avaliar o resultado do questionário constituiu-se da tabulação dos dados, considerando o número de acertos, em cada questão, apresentados pelos sujeitos da pesquisa. As questões do questionário são classificadas como de nível 1, 2 e 3, de acordo com o modelo de Van Hiele. Dessa forma, trabalhou-se com a lógica de 0 ou 1, atribuindo-se 0 (zero) às respostas insatisfatórias, e 1 (um) para as respostas satisfatórias. A partir dessa lógica, foi possível quantificar as respostas em cada nível de aprendizagem geométrica, de cada aluno e da turma. Esses dados foram representados em gráfico de coluna, a fim de se conhecer o nível geral da turma nos três primeiros níveis do modelo de Van Hiele.

4.4 Trabalho em campo

Uma possibilidade para começar a investigar as questões postas para a pesquisa foi o trabalho em campo, que constituiu, também, um estudo exploratório, durante o qual se pôde olhar e ver os sujeitos em uma de suas rotinas com o conteúdo de geomorfologia – a sala de aula e o próprio trabalho em campo de geomorfologia.

De acordo com Triviños (1987), o acompanhamento e o registro diário de aulas, ao longo de um período, possibilitam ao observador registrar atos, significados, atividades e a participação do grupo observado, no espaço da sala de aula como fenômenos sociais, que revelam bastante dos sujeitos observados. Diante dessa possibilidade, pode-se pensar que os elementos registrados podem dar respostas para algumas das questões apresentadas anteriormente: quem são esses sujeitos e como eles se portam diante do estudo dos conteúdos de Geomorfologia? Interessam-se? Envolvem-se? Quais suas principais dificuldades? e outras questões que aparecem no decorrer do trabalho.

Considerando as afirmações de Trivinos (1987), acredita-se que durante os atos e os significados, presentes na sala de aula, pode ser identificada, nos diálogos entre professor-aluno e aluno-aluno, a natureza das questões levantadas, ou das respostas dadas pelos alunos, sobre o conteúdo a ser tratado.

Outro aspecto importante do trabalho em campo é a possibilidade de se descartar, entre as possíveis causas das dificuldades de compreensão dos conteúdos de Geomorfologia, a falta de interesse e de motivação dos alunos. Quando é verificada a presença de alunos com falta de interesse pelos conteúdos e atividades, podem-se esperar resultados insatisfatórios por parte desses alunos. Por outro, se há alunos que também apresentam resultados insatisfatórios, mas demonstram interesse pelos conteúdos e atividades a causa do desinteresse será descartada. De acordo com Knowles (1990 *apud* YENEMOTO, 2004), Zabala (1998) e outros educadores, o aspecto motivação deve ser levado em consideração, quando se discute a aprendizagem, a qual depende de um sistema educativo, que compreende a inter-relação de três aspectos: sujeito sociohistórico-cultural, contexto educativo e processo ensino-aprendizagem (ZABALA, 1998). Nesse aspecto – sujeito sociohistórico-cultural – encontra-se, entre outros, o condicionante motivação.

À medida que se estreita a relação de proximidade entre sujeitos e pesquisador, promove-se um “desarmamento” do observado em relação ao observador. Os diálogos passam a ser mais livres e espontâneos, sem a possível censura daquele que investiga, possibilitando que os alunos fiquem mais “soltos” quanto à postura frente aos conteúdos de Geomorfologia. A partir desse momento, é possível ampliar, confirmar, ou não, as impressões registradas, no início das observações.

O trabalho em campo, ou pesquisa exploratória, realizada durante o ano de 2005 com os alunos do 3º período do curso de Geografia do IGC-UFMG foi, durante o primeiro semestre, conduzido sob observação livre, sem a preocupação de identificar elementos específicos, mas de estabelecer um contato mais próximo dos possíveis sujeitos da pesquisa. Dessa forma, as anotações foram, também, livres, referindo-se ora ao conteúdo abordado pelo professor, ora às dúvidas apresentadas pelos alunos e, principalmente, às ideias, questões e *insights*, que vinham à mente do observador.

No segundo semestre, porém, adotou-se a prática de registrar o conteúdo diário ministrado pelo professor de Geomorfologia e, paralelamente, as observações – como

indagações, e alguns diálogos dos alunos com o professor sobre conteúdo tratado em sala de aula –, durante as observações.

A fim de favorecer a leitura integral do procedimento metodológico adotado nesta pesquisa, foi elaborado o Quadro 14.

Quadro 14
Síntese dos procedimentos metodológicos e suas questões

Tipologia de estudo	Procedimentos e instrumentos	Questionamentos
1. Teórico-prático – arcabouço teórico	Leituras e discussão sobre a edificação da Geomorfologia; sobre conhecimento e aprendizagem, na perspectiva da educação em interação com a filosofia; e estudo referente ao Modelo Van Hiele, à representação e à visualização espacial.	- Quais são os conceitos-chave, e as habilidades importantes para a interpretação e o raciocínio geomorfológico?
2. Prático-teórico I – trabalho exploratório <i>in loco</i> ou em campo	Acompanhamento, por um ano, de uma turma de Geografia durante as aulas e atividades práticas durante as disciplinas intituladas Geomorfologia Geral e Geomorfologia Climática e Estrutural I.	Quem são esses sujeitos e como eles se portam diante do estudo dos conteúdos de Geomorfologia? Interessam-se? Envolvem-se? Ou simplesmente cumprem a disciplina como uma obrigatoriedade da estrutura curricular? Quais são as principais dificuldades e facilidades demonstradas por parte daqueles que se interessam e se envolvem com esse conteúdo?
3. Prático-teórico II – coleta de dados	Aplicação de teste sobre o conhecimento geométrico; Aplicação de questionário referente à relação aluno/conteúdos/ e geomorfologia;	Qual o desempenho dos alunos nos 3 primeiros níveis do modelo Van Hiele? Qual a expectativa do aluno quanto aos conteúdos de geomorfologia? Qual a concepção que os discentes têm sobre o conhecimento geomorfológico e suas próprias dificuldades?
4. Prático-teórico III – tratamento dos dados	Descrição e interpretação dos materiais produzidos pelos alunos (segundo similaridades e diferenças estabelecidas pelos instrumentos de avaliação). Análise e interpretação do teste de geometria de acordo com o modelo de Van Hiele; Análise das representações gráficas dos alunos (a partir do referencial sobre projeções coordenadas e projetivas); Análise e interpretação do questionário referente à concepção e conhecimentos específicos de Geomorfologia dos alunos.	Há um conhecimento específico em comum entre os alunos que demonstram facilidade com os conteúdos de Geomorfologia? Esse conhecimento específico não é verificado naqueles que demonstram dificuldades? Qual o nível de conhecimento geométrico os alunos demonstram ter? Existe uma relação entre os resultados no teste de geometria e o rendimento demonstrado nas provas de geomorfologia? Como está a representação espacial (bi e tridimensional) dos alunos do ensino superior? Eles conseguem representar os elementos em suas posições corretas (topológica, projetiva, euclidiana)? Eles entendem a representação bidimensional? A dificuldade é com a representação gráfica, com o conteúdo a ser representado, ou, ainda, com os dois juntos?
5. Teórico-prático-teórico: generalidades	Interação e inter-relação entre os resultados alcançados em cada abordagem; Discussão das possíveis generalidades	As hipóteses se aplicam?

Fonte: Dados da pesquisa, 2009.

5 CONHECIMENTOS E DIFICULDADES EM GEOMORFOLOGIA: LEVANTAMENTO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS DE NATUREZA TEÓRICA (CONCEITOS E CONCEPÇÕES)

É impossível anular, de um só golpe, todos os conhecimentos habituais. Diante do real, aquilo que cremos saber com clareza ofusca o que deveríamos saber.

(Bachelard, 1996)

Sinceramente, acreditava que se restringia às formas. Anteriormente, eu não havia parado para pensar nos porquês, ou seja, nos processos. No início eu achava que iríamos estudar apenas o relevo, mais ou menos como no segundo grau.

(Resedá, 2007)

5.1 Ênfase na relação sujeitos/ciência/conteúdo: descrição e análise do questionário (Q7p-I)

Os questionários foram aplicados em julho de 2007, a 23 pessoas¹ do total de 28 pessoas que compõem o grupo de sujeitos desta pesquisa. Esse material, composto por 13 itens (Anexo E), aborda 3 aspectos distintos: a relação do aluno com a Geomorfologia e a concepção desses alunos sobre Geomorfologia e relevo; o conhecimento de um conteúdo específico de Geomorfologia e, por último, mas não menos importante, a visualização espacial de três figuras geométricas. Este último assunto será discutido no item referente à descrição e análise da representação espacial demonstrada pelos alunos, no Capítulo 6 deste trabalho.

Durante as análises das respostas apresentadas pelos sujeitos da pesquisa, foram acrescentadas observações registradas durante a pesquisa em campo, realizada durante

¹ O questionário foi aplicado depois da prova da disciplina obrigatória Regional Sudeste. Porém, antes da prova a professora Marly Nogueira abriu espaço para que o pesquisador pudesse conversar com a turma, explicar a importância do questionário e solicitar a participação de todos. Porém, alguns alunos não compareceram para fazer a prova e outros não compareceram, na sala ao lado, para responder ao questionário e, outros, ainda levaram o questionário, mas não o devolveram. Como se tratava do último dia de aula, não foi possível abordar novamente esses alunos.

o ano de 2005, com o intuito de complementar as discussões.

5.1.1 Relação dos sujeitos com a disciplina Geomorfologia

O aspecto relação dos sujeitos com a Geomorfologia é tratado no questionário, nos itens 1, 3, 6 e 7 e compreendeu os seguintes focos: a) Expectativas dos alunos quanto à Geomorfologia no início do curso; b) Principais dificuldades referentes ao entendimento e à aprendizagem; c) Disposição para as aulas e d) Procedimento de estudos dos conteúdos.

Entre as expectativas dos alunos, verificaram-se abordagens variadas, desde haver, apenas, interesse pelo assunto, até abordagens específicas, como interessar-se, porque poderia compreender os processos de formação do relevo. Diante disso, as respostas foram organizadas de acordo com os assuntos apresentados e classificadas em 4 grupos, após leitura e fichamento de cada uma, a saber:

- Aspecto relação dos sujeitos com a Geomorfologia, item 1: “Qual era a sua expectativa em relação à Geomorfologia no início da disciplina”?
 - a) Entender a formação, a evolução e a dinâmica do relevo;
 - b) Estudar o relevo do Brasil;
 - c) Interesse pelo conteúdo;
 - d) Outros (incluem respostas pontuais como disciplina complexa e difícil, introdução à geografia física e nenhuma expectativa).

A fim de exemplificar essas classificações, selecionaram-se algumas citações dos sujeitos desta pesquisa:

Esperava compreender melhor o relevo, sabendo explicar ou entender a sua origem (Sálvia, 2007).

Minha expectativa era compreender o relevo, suas formas e processos e saber identificá-las em campo (Lilás, 2007).

Aprimorar os meus conceitos com relação à gênese, formação e evolução dinâmica das formas de relevo, bem como as suas possíveis relações com aspectos geológicos e estruturais (Psídio, 2007).

Compreender os mecanismos que levam ao modelado e evolução do relevo, bem como os meios de controlar e tratar as áreas degradadas (Linho, 2007).

Aprender mais detalhes do mapa do Jurandir Ross, escala nacional e não escala local, regional (Malva, 2007).

Nenhuma, eu não fazia idéia do que a geomorfologia estudava antes de fazer a matéria (Palma, 2007).

No grupo de entrevistados, a expectativa de 14 pessoas era conhecer a formação, a evolução e a dinâmica do relevo; de 03 pessoas, era, apenas ter grande interesse pela área, sem especificar o porquê; de outras 02, conhecer o relevo do Brasil, inclusive a classificação do professor Jurandir Ross (1992). As respostas de 04 entrevistados foram incluídas no grupo “outros”.

Nota-se que, nesses textos, a ênfase no entendimento do relevo incide na concepção da morfogênese, a qual remete ao entendimento do relevo a partir do estudo de sua evolução ao longo do tempo geológico e, pouquíssimos, quanto à morfodinâmica, embora muitos alunos utilizassem o termo dinâmica do relevo, porém como morfogênese. Apenas um aluno (Linho) apresentou termos que apontam para a morfodinâmica, ou seja, concebe o relevo na escala espacial local e no tempo curto (SUETEGARAY, 2002). Linho (2007) foi o único a fazer referência, ainda que indireta, à Geomorfologia Ambiental e Aplicada.

Vale salientar que o grupo com maior número de pessoas, cuja expectativa é “Entender a formação, a evolução e a dinâmica do relevo”, é o mesmo que definiu Geomorfologia como ciência que estuda a formação e a evolução do relevo. Essas respostas podem refletir a concepção que os alunos têm, hoje, da Geomorfologia e, não necessariamente, a expectativa que tinham quando se iniciaram na disciplina. Talvez seja essa a razão por que se nota a forte presença da concepção do estudo do relevo sob o aspecto da morfogênese.

Apesar de 02 alunos comporem o grupo, cuja expectativa fosse “Estudar o relevo brasileiro” (Grupo b) ou apontar a importância da disciplina na geografia física (Grupo d), acredita-se que esses sujeitos conseguiram resgatar lembranças de três anos (2004), que se referem ao pensamento que se tem com base no conhecimento prévio, construído na educação básica e à expectativa com os novos conhecimentos.

Sabe-se que na educação básica, a ênfase nos conteúdos de geomorfologia encontra-se nos fatos, classificações e nomenclaturas, principalmente nas formas de relevo em escala regional (CARVALHO, 1999; 2002). Portanto, pode-se pensar que esses alunos esperavam, na formação de nível superior, entendê-las melhor em sua dimensão física. Confira-se, por exemplo, o que escreveu Resedá, sobre sua expectativa em relação à

Geomorfologia:

Sinceramente, acreditava que se restringia às formas. Anteriormente, eu não havia parado para pensar nos porquês, ou seja, nos processos. No início eu achava que iríamos estudar apenas o relevo, mais ou menos como no segundo grau (Resedá, 2007).

Esse aluno tem, hoje, clareza do relevo em sua dimensão metafísica e física e que durante as disciplinas de Geomorfologia compreendeu essas duas dimensões, o que se esperava de todos os outros alunos, em processo de formação acadêmica.

Se por um lado, Resedá conseguiu compreender o pensamento e o raciocínio geomorfológicos e seu objeto de estudo, por outro lado, muitos alunos ainda não o compreendem. Verifica-se que algumas expectativas apontadas pelos alunos referem-se ao que ainda não foi superado, uma vez que o estudo do relevo do Brasil, de acordo com a proposta de Ross (1990, 1999), não foi contemplado nas disciplinas de Geomorfologia. Logo, manifesta-se ainda, um pensamento referente à geomorfologia descritiva e classificatória.

Ainda quanto à questão da “Relação dos sujeitos com a Geomorfologia”, item 6 do questionário, consta a afirmativa a seguir, para qual solicitou-se que o aluno marcasse a resposta que mais lhe conviesse e a justificasse:

“Durante as aulas expositivas e os trabalhos práticos de Geomorfologia, você considera que (.....) apresentava disposição para fazê-las e assim relacionar o novo conteúdo ao que já sabia”. (Marque uma resposta). Justifique.

a) () Sempre b) () Maioria das vezes c) () Às vezes d) () Raramente

Com base nas respostas, quanto à disposição para as aulas e as atividades com os conteúdos, os alunos, de modo geral, disseram que sempre (50,5% dos alunos), ou na maioria das vezes (49,0%), tinham disposição e interesse devido:

- a) ao grande interesse pessoal e por ser uma área interessante (11 pessoas);
- b) à sua importância para a formação (01 pessoa);
- c) ao caráter de seu conteúdo que demanda outros conhecimentos e estudos (07 pessoas);
- d) à boa qualidade das aulas (02 pessoas);
- e) questão não justificada (02 pessoas).

Entre os argumentos apresentados, encontram-se, também, elogios aos professores de Geomorfologia. Os alunos Mirra e Romã, sempre apresentavam disposição em participar

das aulas. O primeiro, “Devido à boa qualidade das aulas, dedicação dos professores, interesse pela área, continuidade e complementaridade entre as disciplinas de geomorfologia” (2007); o segundo, porque “a disciplina foi muito interessante, agradável e motivadora” (2007).

Apesar de apenas dois alunos registrarem essa observação no questionário, durante a pesquisa em campo, essa consideração era frequente entre os alunos, que demonstravam grande interesse pela Geomorfologia, como Palma, Resedá, Girassol, Sálvia, Faia e Pitanga. Entre os alunos que preferiam outros ramos da Geografia, havia aqueles que consideravam a geomorfologia (Geografia física) interessante, apesar de não se manifestarem sobre as aulas, mas apenas justificar a própria disposição, conforme registrado por Tarumã (2007) ao dizer que “é uma disciplina interessante, mas nem sempre havia um incentivo próprio para aprendê-la. Me interesse por outras ‘vertentes’ da Geografia”.

Questionados sobre os procedimentos que adotavam durante a preparação das atividades avaliativas ou dos trabalhos práticos, os alunos puderam manifestar-se, a partir de três alternativas presentes no questionário, item 7: (a) Memorizavam o assunto a fim de acertar na avaliação ou atividade; (b) Estudavam o assunto, sozinhos ou com o colega, até compreendê-lo e (c) Liam o assunto como possibilidade de acertar na avaliação ou atividade.

Entre os alunos que manifestavam grande interesse pela Geomorfologia, 11 (Resedá, Mirra, Linho, Psídio, Malva, Tuia, Romã, Palma, Violeta, Alecrim, Sálvia) entre os 23 disseram estudar o assunto até compreendê-lo (letra b). Entre os que consideram a Geomorfologia interessante e importante (Tarumã e Peônia), mas gostavam mais de outra área, também disseram estudar o assunto. Outros 06 (Narciso, Jasmim, Faia, Rosa, Dália, Gerânio) disseram ler o assunto como possibilidade de acertar na avaliação. Apenas 02 disseram memorizar os conteúdos a fim de acertar na avaliação (Mirtílio e Lilás). Nota-se que 47,82% dos entrevistados interessam-se em estudar e compreender os conteúdos geomorfológicos, em vez de buscar uma aprendizagem por intermédio da memorização (8,69%) .

No convívio com os alunos, alguns disseram que, quando se preparavam para as avaliações precisavam decorar alguns termos, por que não havia tempo suficiente para entender a lógica de todos eles. Sendo assim, memorizá-los e associá-los a algum outro aspecto já conhecido ajudaria na hora da avaliação.

Pode-se dizer que, no geral, as respostas apresentadas nos questionários, “interesse e expectativa” com os conteúdos de Geomorfologia, não divergem das observações realizadas durante a pesquisa em campo (em 2005). Apesar disso, nessa modalidade de pesquisa, pôde-se verificar a existência de um pequeno grupo que se mostrava pouco envolvido com os conteúdos de geomorfologia durante as aulas e as atividades.

Na época, durante a pesquisa em campo (2005), foi possível conhecer a turma e identificar nela três grupos, por meio de suas ideias, de suas posturas perante o professor, por sua localização geográfica na sala de aula e pelo comportamento durante as atividades de trabalho em campo e em sala. Esses grupos correspondem a alunos que:

- a) demonstravam interesse explícito pelos conteúdos;
- b) reconheciam a importância dos conteúdos de Geomorfologia, embora se interessassem por outras áreas da Geografia;
- c) realizavam as atividades sem manifestar, claramente, suas preferências e apresentavam, geralmente, rendimento regular.

Essa classificação não implica dizer que no grupo “a”, todos os alunos apresentam o rendimento esperado, nem que todos os alunos dos grupos “b” ou “c” estejam abaixo do esperado. Em todos os grupos verificam-se alunos com rendimentos esperados e com alguma dificuldade com a Geomorfologia. No grupo “c” havia um aluno (Rosa) que se mostrava, na maioria das vezes, disperso na sala de aula, assim como nas atividades de trabalho em campo. Esse mesmo aluno revelou ter muita dificuldade com as nomenclaturas, classificações e considerava que teve uma base fraca em geografia física. Além dele, Tarumã, Melissa, Peônia e Narciso apresentavam, também, o mesmo comportamento. Entre esses alunos, encontra-se um, cuja atividade profissional está ligada ao transporte aéreo, e outro que cursava, também, Design Gráfico. Para esses dois alunos, a Geomorfologia não atende, diretamente, aos seus interesses escolares e perspectivas profissionais. Sendo assim, pode-se dizer que esses dois alunos estavam apenas cumprindo a estrutura curricular, sem preocupação e dedicação à disciplina.

Considerando-se o princípio da Andragogia (YENEMOTO, 2004; KNOWLES, 1990)², percebe-se que Rosa e Tarumã não apresentavam motivação que favorecesse a aprendizagem dentro dos parâmetros, que se estabeleceram como satisfatórios, no

² A aprendizagem do adulto se pauta, principalmente, na resolução de problemas e de tarefas, com que se confronta na vida cotidiana e, em objetivos. O adulto apresenta como motivação externa, na maioria das vezes, a nota, e como motivações internas a satisfação pessoal, profissional, a auto-estima e a qualidade de vida.

universo acadêmico. Enquanto a criança está mais aberta ao acolhimento de informações, o adulto está mais interessado em objetivos que justificam os conteúdos estudados (KNOWLES, 1990). Diante desse fato, considerando-se os objetivos e os tipos de conteúdos abordados nas disciplinas de Geomorfologia, muitas vezes, aparentemente desconexos de uma aplicação direta e objetiva na interpretação de um problema, o aluno se vê desmotivado pela falta de objetivos desses conteúdos em sua vida prática cotidiana.

Entre os alunos que realizavam as atividades e participavam das aulas sem manifestarem, claramente, suas preferências e apresentarem, de modo geral, rendimento regular, estão Lilás e Magnólia que, por timidez não expunham suas dúvidas, durante as aulas. Informalmente, Magnólia disse ter grandes dificuldades com os modelos teóricos e, principalmente, com a visualização das formas estudadas em campo e nas representações em sala. Apesar disso, procurava acompanhar, entender e aprender geomorfologia. Essas dificuldades são demonstradas por outros alunos. Além dessas dificuldades, outras foram apontadas e organizadas em blocos.

- Aspecto relação dos sujeitos com a Geomorfologia, item 3: “Durante as disciplinas de Geomorfologia, quais foram as suas principais dificuldades referentes ao entendimento e aprendizagem desse campo do conhecimento”?

Em resposta a essa questão, os alunos afirmaram ter dificuldades,

- a) em abstrair os modelos teóricos e a quantidade de conceitos e nomenclaturas específicos (05);
- b) com os conhecimentos geológicos e a interação com a geomorfologia, além da quantidade de termos peculiares à geomorfologia (08 pessoas);
- c) em identificar e visualizar as formas de relevo, os processos e os modelos teóricos no trabalho em campo (08);
- d) com a redação, em função do número de variáveis e de idéias que se devem considerar (02).

Apesar dessa categorização, é possível verificar no interior de cada uma, elementos que indicam a presença das dificuldades pertencentes a outras categorias, tais como a dificuldade com a nomenclatura utilizada, expressa, também, em algumas respostas dos blocos a e b.

Pode-se dizer que, entre as respostas apresentadas pelos alunos, verificam-se aquelas

que apontam para a dificuldade: (a) com as teorias e sua aplicação em uma interpretação; (b) com nomes de formas e sua identificação, e (c) com conceitos e com o reconhecimento das formas no campo, conforme se nota nas citações abaixo.

Minha principal dificuldade não foi tanto compreender a teoria em si, mas visualizá-la e, sobretudo identificar as formas e processos no campo. Talvez pela falta de prática e experiência (Lilás, 2007).

Grande variedade de conceitos específicos à matéria e capacidade de abstração para compreender o passado (Narciso, 2007).

Campo extremamente amplo, dificuldade de abstração para perceber o passado geológico e memorizar tantos diferentes fatores e suas características (Rosa, 2007).

Conceitos, abstrações dos processos vistos no campo e dificuldade em descobrir os processos apenas com a observação da paisagem (Gerânio, 2007)

A falta de uma classificação que me permite nomear corretamente as feições que observo em campo ou no dia-a-dia (Tuia, 2007).

Sem dúvida alguma a minha deficiência em abstrair aspectos como empurrões, evoluções do tipo ciclo Brasileiro e afins. De fato, tais processos foram complexos de se entender (Psídio, 2007).

Relacionar formas de relevo com estruturas litológicas e geológicas, bem como memorizar a tabela de tempo geológico e compreender vários termos geológicos (Faia, 2007).

Conceitos – minúcias que os diferenciam. Diferenciação: agente – processo – causa-forma (Resedá, 2007).

A escassa bibliografia em português. Nas provas a dificuldade de me expressar de forma clara, principalmente em questões nas quais era necessário discorrer sobre assuntos que envolviam um grande número de variáveis (Alecrim, 2007).

Pode-se dizer que o entendimento dos modelos implica a capacidade de se ter clareza dos conceitos e concepções empregados nas teorias, das escalas espacial e temporal concebidas em cada modelo e de perceber a dinâmica e interações dos processos envolvidos nos modelos, além da capacidade de visualizar e de objetivar o fenômeno nas dimensões do tempo e do espaço. Embora os sujeitos apontem para um ou outro dos aspectos acima, como principal dificuldade com os conteúdos de Geomorfologia, pode-se dizer que o entendimento de modelos envolve a aplicação de conceitos, de raciocínio lógico e dedutivo e de visualizações espacial e temporal do fenômeno abordado.

O entendimento dos modelos de Davis, W. Penck, King e outros implicam, por um lado, compreender os conceitos próprios da Geomorfologia e da Geologia e as concepções das escalas espacial e temporal, concebidas em cada modelo e empregadas nas teorias

e, por outro, perceber a dinâmica e as interações dos processos envolvidos nesses modelos.

Pode-se dizer, também, que o entendimento de modelos explicativos sobre a formação do relevo compreende a articulação de conceitos, muitas vezes, geológicos e de outras áreas de conhecimento como o da física e da matemática. Os modelos de Davis (1889) *apud* Coltrinari (1991) e Saadi (1998) e W. Penck (1924) *apud* Abreu (1982), por exemplo, embora com raciocínio e parâmetros que os diferenciem, compreendem a sistematização de fenômenos naturais nas escalas continental e regional. Nesses modelos, é considerada a ideia da causalidade, atuante sob as leis da física; da variação da intensidade, frequência e magnitude dos movimentos tectônicos verticais; da mudança do nível de base e da atuação dos processos erosivos.

Por sua vez, para conceber o conceito de nível de base é necessário visualizar, espacialmente, a relação de altura, declividade, movimento, matéria e gravidade (Anexo D) e, ainda, aplicar um conceito de erosão, tal como se entendeu e se entende o fenômeno ao longo da edificação da geomorfologia. No século XIX e início do XX, o conceito de erosão compreendia a ideia de perda de material e a consequente modificação, especificamente, a redução e/ou rebaixamento da superfície que forneceu o material. Em meados do século XX, esse conceito foi modificado ao se referir ao processo de retirada, transporte e deposição de material físico e químico e, não mais, apenas à redução da massa em si.

Em uma aula de Geomorfologia Climática e Estrutural I, realizada em 16 de agosto de 2005, o conteúdo abordado pelo professor da disciplina foram os marcos históricos na evolução da geomorfologia, destacando-se a contribuição de Davis, W. Penck, King e Klein. Nessa aula, foram apresentadas aos alunos as características de cada teoria sobre visão cíclica (Davis, King) ou acíclica (W. Penck, Klein); as críticas recebidas por cada uma, as formas de relevo resultantes e os processos responsáveis pelas mesmas. Os alunos ouviam, atentamente, de maneira passiva (embora o professor abrisse espaço para questionamentos), enquanto no quadro, eram representados perfis topográficos bidimensionais. Notou-se que os alunos não conheciam a teoria de Davis (1889), embora manifestassem ter ouvido o nome do referido teórico.

Embora os alunos não expressassem dúvidas durante a exposição do professor, também não expressaram compreensão das teorias por meio dos modelos apresentados, o que se torna claro, quando se analisa o item 3 do questionário (Cf. p. 116, desta Seção).

É importante ressaltar que a abordagem de um modelo de explicação da gênese das formas de relevo, demanda dos alunos interação de conhecimentos de natureza conceitual e de habilidade de visualização espacial, bem como clareza das concepções de mundo e de conceitos presentes em cada teoria, a fim de se fazer a diferenciação das concepções existentes atualmente.

Nas ciências, que adotam modelos de interpretação dos fenômenos naturais, Johnson-Laird (1983 *apud* BORGES, 1999) afirma que a aprendizagem resulta de uma evolução de modelos, ou seja, evolução do sentido às coisas, daquilo que as constitui, do modo como funcionam e por que se comportam daquela maneira. Com base na ideia de modelos mentais e, considerando que em geomorfologia utilizam-se modelos explicativos da gênese do relevo, os alunos tanto têm de construir seus modelos mentais, a partir dos apresentados pela comunidade científica, quanto desconstruir os modelos pré-concebidos na escola básica.

Na explicação, além da concepção de um modelo, para diferenciar as teorias, o professor empregou terminologia geológica (tectônica, orogênese, epirogênese, subsidência, bacia, cadeias dobradas, isostasia e outros), geomorfológica (superfícies de aplainamento, nível de base, erosão, pediplano, peneplano e outros) e fez referências às formas regionais, reconhecidas cientificamente como “Superfícies Gondwana, Pós-gondwana, Sul-americana, Velhas e Paraguaçu”, no Brasil. Isso implica que o graduando seja capaz de formular um modelo articulado com conceitos de diferentes campos do conhecimento e de entender as classificações postas pela comunidade científica.

Apesar de o professor abordar os modelos teóricos e disponibilizar material (apostilas) e bibliografias específicas, a da complexidade, esse conteúdo foi trabalhado em apenas uma aula específica, a qual foi mais tarde retomada com a aplicação dos modelos de interpretações geomorfológicas, no trabalho em campo e na abordagem dos domínios tropical úmido e semi-árido.

Se por um lado, o aspecto externo ao sujeito – conteúdo-ensino-metodologia – pode ou não dificultar o processo de aprendizagem, por outro, o interno, que compreende o conhecimento prévio e as concepções adotadas, podem constituir um obstáculo conceitual ou epistemológico (BACHELARD, 1996).

O emprego de modelos teóricos compreende uma ampla base de conhecimento prévio,

que Piaget (*apud* SARAVALI, 2005) denomina de “conteúdo” em estruturas intelectuais (forma). Essas estruturas construídas não garantem o entendimento dos modelos, pois é importante considerar a matéria-prima (conteúdos e saberes construídos no processo de desenvolvimento) e as respectivas representações que os sujeitos aprendizes têm dos conhecimentos adquiridos e os novos, a fim de intervir nas representações iniciais (SARAVALI, 2005) durante o processo de ensino.

Isso significa dizer que, muitas vezes, o conhecimento trazido para o universo acadêmico, com abordagens equivocadas ou simplificadas, pode dificultar, ou até mesmo impedir, uma reestruturação das associações, se não identificada à concepção e aos modelos apresentados pelos professores. A relação conteúdo e formas, discutida por Piaget, pode ser pensada na discussão ensino-aprendizagem como obstáculos, sejam conceituais ou epistemológicos, quando se tratar de crenças e concepções arraigadas em velhos modelos (GARCIA CRUZ, 1998; BACHELARD, [1938] 1996).

Considerando-se a abordagem da relação conteúdo e forma, inerente e interna ao ser humano, se o aluno se apropria da forma de relevo, apenas como um fato existente na atualidade, por seus atributos externos e visíveis, portanto empírico e descritivo, pode apresentar grandes dificuldades para superar esse aspecto estático do relevo ao tentar compreender e visualizar os modelos explicativos. Esses modelos mostram, sempre, relevos dinâmicos, em escala temporal de milhões de anos, incomparáveis com a escala de vida humana. Esse aspecto estático foi “enrijecido”, no pensamento humano, pelo processo de ensino do relevo na escola básica e pelo cotidiano.

A ideia do relevo, apenas físico – como forma –, é forte entre os alunos, evidenciando-se mais claramente, quando se observam algumas citações dos alunos, sobre suas principais dificuldades com os conteúdos de geomorfologia:

A falta de uma classificação que me permite nomear corretamente as feições que observo em campo ou no dia-a-dia (Tuia, 2007).

Minha principal dificuldade não foi tanto compreender a teoria em si, mas visualizá-la e, sobretudo identificar as formas e processos no campo. Talvez pela falta de prática e experiência (Lilás, 2007).

Relacionar formas de relevo com estruturas litológicas e geológicas, bem como memorizar a tabela de tempo geológico e compreender vários termos geológicos (Faia, 2007).

Nota-se que a abordagem empírica e estática do relevo está presente e é significativa na

concepção dos alunos sobre o aprender geomorfologia. Em Geomorfologia, a abordagem estrutural pode contribuir para esse enrijecimento, uma vez que, num primeiro momento, valoriza-se a relação forma e estrutura ou morfoestrutura, na qual a gênese da forma, os elementos geológicos (estrutura e litologia) sobrepõem aos processos geomorfológicos.

No modelo teórico de Davis (1899 *apud* COLTRINARI, 1991), a relação dos aspectos estrutura, forma e tempo geológico são fundamentais, além de fáceis de ser concebidos, por causa da concepção linear de causa-efeito e do determinismo presentes nos fenômenos naturais.

Diante disso, verifica-se a necessidade de se deixar claro para os sujeitos aprendizes a importância do entendimento dos processos, que deixaram suas ações expressas nas formas que podem ser classificadas pelas abordagens morfoestrutural, morfotectônica e morfoescultural, em função da ênfase de um processo sobre os demais. É necessário, ainda, que o aluno compreenda que essas formas compõem um todo sistêmico, que em escala espacial regional fazem parte de formas maiores como as superfícies de aplainamento ou de erosão. Logo, a abordagem da escala espacial dos fatos e dos fenômenos geomorfológicos deve ser discutida como um dos conceitos-chave para se pensar e fazer Geomorfologia, e que os modelos teóricos são estruturas de pensamento elaboradas com conceitos específicos, que possibilitam explicar determinadas questões. Não se trata, pois de verdades absolutas e definitivas, mas de modelos que instrumentalizam, teoricamente, o pensamento durante a interpretação de um problema, de um objeto.

Nota-se, também, na fala e nos registros de alguns alunos a referência ao tempo geológico, o qual se sabe, é tomado como pensamento histórico de evolução das macroformas, unidades e processos geológicos, que ocorrem em grande escala temporal. Muitos alunos acreditam que necessitam decorar a escala geológica, e não percebem que precisam entender a concepção temporal, a organização e o papel dessa escala no pensamento geomorfológico.

A dificuldade em abstrair a relação que existe entre os elementos observados e as explicações e os eventos geológicos responsáveis pelas macroestruturas e a dinâmica vertical e horizontal da litosfera, em campo, é atribuída, a princípio ao desconhecimento do tempo geológico e sua escala. Tal fato fica claro em algumas respostas ao questionário e nas reflexões orais, feitas pelos alunos, durante as aulas e no trabalho em campo.

Durante a explicação do professor, em campo, sobre o ambiente geológico de formação das atuais rochas, que compõem o arcabouço geológico do Planalto do Espinhaço Meridional, alguns alunos demonstraram que não projetavam a inter-relação: posição dos continentes atuais em outra posição geográfica e em outro tempo geológico, quando ocorriam eventos geológicos responsáveis pela formação de bacias de sedimentação e de dobramentos. Os alunos, também, não compreendiam que os depósitos marinhos, responsáveis em parte por algumas formações do Super Grupo Espinhaço, originaram-se de outros oceanos, que não o Atlântico. Por mais que o professor explicasse a não existência do atual oceano Atlântico e a posição do continente diferentemente da atual, os alunos Rosa, Magnólia, Lilás e Mirtilo apresentavam grande dificuldade para correlacionar e espacializar a posição de continente e de oceanos, alheios à configuração atual. O fato de não darem conta de projetar essa espacialização, possibilitou verificar que os alunos não estavam operando o conhecimento que tinham de Deriva Continental, Expansão do Fundo Oceânico e Tectônica de Placas³, embora já conhecessem cada uma dessas teorias. Por outro lado, não elaboravam modelos dinâmicos de interpretação, subsidiados pelas teorias e pela visualização espacial das formas geológicas (bacias sedimentares, cadeias orogênicas).

É possível afirmar que as considerações feitas pelos alunos refletem a ideia de Geomorfologia como um campo de conhecimento constituído por uma extensa nomenclatura a ser memorizada e aplicada, de forma mecânica, no dia-a-dia. Entre esse rol, verificam-se nomes pertinentes à Geologia, à Geografia e à própria Geomorfologia.

Vale destacar que, há nomes que utilizados em outros contextos, adquirem outros significados. Porém, quando se prende ao termo e não ao significado, dentro de um contexto, o aluno (ou qualquer outra pessoa) não o compreende.

Segundo os estudos de Bell e Freyberg (1987 *apud* BONITO (1995), p. 5), “a aprendizagem do significado da linguagem especializada é um aspecto essencial da aprendizagem na aula de Ciências Naturais”. Essa ideia é reforçada pela discussão e pelos exemplos apresentados por Bonito (1995), segundo o qual, há nomes populares que apresentam outro significado, quando inseridos no contexto científico⁴, como solo,

³ Vale ressaltar que essa turma manifestou, durante o ano de 2005, forte descontentamento com as aulas de Introdução à Geologia, ministradas no período anterior. De acordo com a turma, a abordagem dos conteúdos deixou muito a desejar, em função dos vários imprevistos ocorridos no decorrer daquele semestre.

⁴ Embora não seja objetivo da autora desta Tese fazer uma análise da linguagem utilizada pela ciência geomorfológica, é preciso ressaltar que a linguagem (oral ou escrita) tem de ser

manto, cinzas, diques, etc. Por outro lado, há também, termos científicos, amplamente, introduzidos na linguagem popular como, ambiente, artesiano, granito, talco, argila, etc., que sofrem alteração de sentido.

A possibilidade de existirem termos comuns, nos universos popular e científico, abre espaço para que a aprendizagem – já com algumas dificuldades, referentes aos obstáculos epistemológicos e conceituais combinados às dificuldades de visualização espacial – apresente outros dificultadores. Analise-se o seguinte exemplo: quando alguém tenta “guardar” todas as nomenclaturas e classificações, aplica o método da associação, cuja base são a observação e os atributos externos do objeto considerado. Desse modo, o que o indivíduo faz é aplicar um raciocínio linear do tipo causa-efeito, em que o número de variáveis é restrito e possibilita associações existentes nos elementos percebidos e, prender-se à criação de um “banco de memória” de fatos referentes aos tipos de formas, aos tipos de processos, aos tipos de gênese das formas, entre outros. Esse procedimento de aprendizagem reflete a concepção de aprendizagem por associação (memorização), que parte do recorte de fatos do real (POZO, 2002).

Além disso, na aprendizagem memorística, o conteúdo é considerado uma informação. Se o aluno adota essa estratégia, não desenvolve o espírito científico pertinente à Geomorfologia e ao tipo de raciocínio, que lhe é próprio, mas alimenta o engano (ou a crença) que no estudo da ciência Geomorfologia, classificam-se ou nomeiam-se, apenas, as formas de relevo. É, por essa razão que, para aqueles que se interessam por outras áreas de conhecimento, inseridas na Geografia, os conteúdos de Geomorfologia constituem, sem dúvida, algo desinteressante. Assim sendo, a aprendizagem de conceitos importantes subjaz à preocupação do saber, principalmente, de nomes e formas. De acordo com Bonito (1995, p. 5),

[...] ainda que utilizemos objetividade do regime discursivo científico, a aprendizagem de conceitos far-se-á quando o aluno compreende verdadeiramente o significado das palavras e pense na representação mental do que está associado. Trata-se de precisar, ou seja, de particularizar novos termos.

Bonito (1995, p. 5) mostra, pois, que centrar o ensino na aquisição de nomenclaturas é “criar cabeças cheias de nomes, sem terem consciência da sua origem e significado” e, embora faça referência à aprendizagem da Geologia, a mesma ideia pode ser aplicada à Geomorfologia, uma vez que esta se destaca, também, pelo rol de termos e

considerada nos estudos, que pretendem discutir as dificuldades de aprendizagem de uma dada ciência.

nomenclaturas.

Parece, a princípio que, o raciocínio de muitos alunos sobre geomorfologia, assenta-se, principalmente, no identificar as formas e os processos geológicos. Essa maneira de entender o “fazer Geomorfologia” recai, apenas, sobre o objeto relevo, em sua dimensão física, portanto descritiva e explicativa, e parte de elementos concretos, a princípio mais facilmente apreensíveis, se comparados à compreensão e à visualização dos processos. O entendimento, das formas pelas formas, é mais fácil, enquanto o entendimento e a visualização dos processos, não. Essa observação foi feita, também, por um dos professores de Geomorfologia, cujo trabalho foi acompanhado durante o segundo semestre de 2005.

5.1.2 Relação sujeito-concepção de Geomorfologia

Esse assunto foi tratado, diretamente, no item 2 e, indiretamente, no item 5. O item 2 refere-se ao entendimento que os alunos têm de Geomorfologia. Dos 23 alunos que responderam ao questionário, 6 afirmaram que a Geomorfologia estuda as formas de relevo; 14 enfatizaram o estudo das formas, dos processos, da evolução e da gênese do relevo e, 3 consideraram a Geomorfologia como o estudo dos processos responsáveis pelas formas.

- Aspecto “Concepção dos alunos sobre Geomorfologia e relevo”, item 2: “Para você, o que é Geomorfologia”? Para essa questão foram obtidas as seguintes respostas:

Estudo das formas de relevo (Malva, Tarumã, Dália).

Geomorfologia é o estudo da forma e gênese do relevo terrestre, além de seus materiais correlatos (Tuia).

Constitui o estudo das formas e processos associados à elaboração das formas de relevo, além da dinâmica interna e externa associada a sua elaboração, assim como os fatores (Sálvia).

A Geomorfologia, no meu entender, diz respeito ao estudo das formas de relevo, em relação a sua gênese, formação e evolução, levando em consideração aspectos estruturais - geologia; climáticos - variações climáticas num dado tempo geológico; biológicos - presença ou não de cobertura vegetal e antrópicas (Psídio).

É a ciência, parte do conhecimento geográfico, que estuda as formas de relevo. Conhecendo os processos de formação, sua evolução ao longo

do tempo. Estudando quais são os fatores que irão influenciar na dinâmica dessa forma, tanto na construção do relevo quanto na 'desconstrução' (Romã).

Geomorfologia é a ciência que estuda e analisa as diversas formas que a superfície terrestre possui, decorrentes de **agentes**⁵ internos que as criaram e agentes externos que modelam e são enfatizados para tal disciplina. Para tal enfoque, conta com o auxílio de outras ciências, tais como a climatologia e a geologia (Lírio).

A ciência que estuda os processos, os agentes e as formas que podem modelar ou caracterizar o relevo (Linho).

É a ciência que estuda os processos envolvidos na formação do relevo. Processos químicos e mecânicos, em diferentes escalas (Palma).

Processos de formação do relevo, responsável pela paisagem (Rosa).

Notam-se, nesses exemplos, definições semelhantes às apresentadas pelos diferentes autores dos textos a seguir:

Etimologicamente, a Geomorfologia é a ciência que se ocupa das formas da Terra. [...] procura entender a forma da Terra e elucidar os processos que operam na sua superfície (PENTEADO, 1978);

Estruturas, materiais, processos e a história das mudanças das formas do terreno (landforms) são quatro componentes essenciais do estudo da natureza e origem da moderna superfície do terreno (SELBY, 1985 *apud* RHOADS; THORN, 1996, p.118);

[...] é voltada para a explicação do relevo da superfície da Terra e para o entendimento dos processos que criam e modificam as landforms (BRIDGES, 1990 *apud* RHOADS; THORN, 1996, p.118).

[...] é o estudo das formas do terreno (landforms) e em particular sua natureza, origem, processos de desenvolvimento e composição material (COOKE e DOORKAMP, 1990 *apud* RHOADS; THORN, 1996, p.118).

Procura compreender as formas de relevo, em diferentes escalas espaciais e temporais, explicando não só a sua gênese, mas também como evoluem no tempo e no espaço [...]. As formas de relevo e os processos associados têm sua origem na combinação dos processos que ocorrem no interior do planeta (forças endógenas) e aqueles externos (forças exógenas), vindo da atmosfera (GUERRA e MARÇAL, 2006).

Embora esteja implícita, na maioria das definições apresentadas por diferentes autores, a ideia de relevo como formas dinâmicas e em contínua modificação, as definições possibilitam, num primeiro momento, ao leitor visualizá-lo (imaginar) e apreendê-lo como objeto sólido, estável e permanente, principalmente, as que concebem as formas como objeto em si mesmo, uno, conforme a seguinte definição:

⁵ Grifo nosso, para destacar erro conceitual. Nesse caso, o ideal seria o termo processo.

Classicamente, geomorfologistas têm estudado as formas do terreno (*landforms*), as quais são formas que têm sido categorizadas e nomeadas pelos geomorfologistas e outros cientistas da Terra (MAYER, 1990 *apud* RHOADS; THORN, 1996, p.118).

Essa percepção foi construída no processo inicial de descrição e interpretação das formas de relevo, nos primórdios dos estudos da Geografia, e continua sendo reforçada nos contextos acadêmico e escolar, dependendo da abordagem teórica e metodológica adotada pelo professor.

De acordo com Suertergaray (1997), ao se analisar a trajetória da Geomorfologia, verifica-se que foram inúmeras as interpretações do relevo, as quais estão expressas no uso de diferentes conceitos, na concepção de tempo e de espaço, e na própria abordagem feita em cada uma delas. Segundo a autora, as formas de relevo foram concebidas de duas maneiras: uma, como um objeto único de análise e outra, como elemento resultante da interação entre massa, processos e energia na estruturação diferenciada da superfície terrestre. Davis (1899 *apud* ABREU, 1982) foi o precursor da primeira concepção, que se estendeu pela Geomorfologia anglo-americana por meio de teorias probabilísticas e de análise morfométrica (ABREU, 1982, 1983); a segunda perspectiva teve em W. Penck (1952) sistematização clássica (SUERTERGARAY, 1997). A dupla possibilidade de interpretação do relevo transparece na definição corrente de Geomorfologia, seja entre autores, seja entre alunos. Ainda que não esteja errada, essa abordagem é limitada, pois não considera, também, que as formas físicas são expressões materializadas na interface de vários elementos e processos, como foi abordada nas primeiras aulas de Geomorfologia, pelo professor Roberto Valadão, especificamente, no dia 09 de março de 2005.

Nessa aula, o professor explorou a ideia de Extrato Geográfico, discutida, também, no texto de Ross (1996) e esboçou uma possibilidade de definição de Geomorfologia, que considerasse as transferências de matéria e energia, a maior ou menor frequência e magnitude dos processos, etc. Dessas discussões a aluna Margarida (2005) registrou, no caderno, a seguinte definição:

Geomorfologia é um campo específico do conhecimento que integra o conjunto das chamadas **ciências ambientais** e na qual objetiva-se **conhecer, explicar e prever a geração das formas** do relevo da superfície terrestre e sua evolução no tempo. Para alcançar esta meta, torna-se fundamental direcionar investigações científicas que conduzam à explicação causal dos processos que governam as transformações do relevo em **diferentes escalas espaço-temporais** (Grifo nosso).

Nota-se que, embora se tenha falado da existência das formas do relevo da superfície terrestre e de sua evolução no tempo, abordaram-se, também, outros elementos que ampliam o entendimento do relevo para além de ser um fato, isso é, como um fenômeno. Como fenômeno, a questão das escalas espacial e temporal adquire significado mais amplo que o das escalas geográfica ou cartográfica ou do tempo como história, mas de escala geomorfológica⁶. Não há dúvida que as macroformas foram elaboradas no intervalo de tempo da escala geológica, e que não ultrapassam o período Terciário do Cenozóico, como o consideram estudiosos como Ollier (1981), entre outros. Portanto, as macroformas podem ser entendidas como fatos resultantes de fenômenos, de acordo com a ideia que Lalande⁷ (1980) apresenta para os termos fatos e fenômenos.

Nessa abordagem, ainda que indiretamente, está presente o conhecimento da Física, na relação causa-efeito dos fenômenos naturais, uma vez que em Geomorfologia, os mecanismos e processos respondem, em parte, pelo funcionamento e pela dinâmica das formas. Essa ideia remete ao que já dizia Johnson-Laird (1983 *apud* BORGES 1999) a respeito dos modelos de interpretação em ciências. Segundo esse autor,

[...] a aprendizagem em ciência é descrita como resultado de uma evolução gradual de modelos, ou seja, a evolução do sentido às coisas, daquilo que as constitui, do modo como funcionam e por que se comportam de uma certa maneira (BORGES; GILBERT, 1998, *apud* AGUIAR JÚNIOR, 2001a, p. 73).

Na prática escolar, é comum tratarem-se esses mecanismos e processos de maneira linear, cartesiana, a fim de, em um primeiro momento, facilitar o entendimento da existência e da presença dos fenômenos naturais, que ocorrem em diferentes escalas espaciais. Esse procedimento, no entanto, deve ser utilizado, quando se deseja construir o entendimento de um determinado processo que compõe um sistema maior, como o próprio ambiente. Portanto, cabe ao professor ser cuidadoso e capaz de, ao discutir a natureza e o objeto da Geomorfologia, especificar cada uma das dimensões (a do relevo; a do conhecimento da noção de intensidade, frequência e magnitude dos processos e fenômenos; a do raciocínio linear e complexo) presentes na definição escolhida.

⁶ Escala geomorfológica. Nesta perspectiva, leva-se em consideração a escala não como uma abordagem puramente métrica, mas de percepção, concepção e representação dos processos e formas considerados, pelo pensamento complexo.

⁷ Os termos fatos e fenômenos não são sinônimos. Apesar disso, os mesmos são utilizados no mesmo sentido na escola alemã e na francesa para fazer referência a fatos ou fenômenos geológicos (Trindade e Bonito, 2006). De acordo com Lalande (1980 *apud* TRINDADE e BONITO, 2006), um fato é “[...] ce qui est ou ce qui arrive, tant qu’on le tient pour une donnée réelle de l’expérience, sur laquelle la pensée peut faire fond”. Ele tem um sentido mais descritivo e concreto do que o fenômeno. Este “est un produit toujours conceptuel de l’activité mentale; il est inséparable de l’abstraction. [...] Le monde de la réalité immedieate (des faits ou de l’expérience) et le monde des phénomènes (ou de l’experience rationalisée) sont différents”.

Cailleux e Tricart (1956) atentaram para o risco de se apoiarem os estudos na descrição e na classificação das formas de relevo como metodologia de estudo, como um instrumento de pesquisa cômodo. Esses autores afirmaram que essa opção metodológica ocasionou a supervalorização da forma em si em detrimento de seu fundamento; não ignoravam que as classificações são importantes para as análises, mas consideravam fundamental pensar nos fundamentos das formas de relevo.

A preocupação desses autores pode ser constatada em algumas citações dos alunos, que estão preocupados com as tipologias e seu reconhecimento em campo.

Muitos autores esforçam-se para incorporar, nas análises geomorfológicas, a ideia das formas como fenômeno ou registro das interfaces das forças antagônicas, portanto, a dialética da natureza, anteriormente proposta por F. Engels (1991). Apesar disso, o que se verifica em trabalhos posteriores, de outros autores, é que houve pouca ou nenhuma incorporação dessa ideia (ABREU, 1982). Pode-se dizer que esse fato contribuiu para o fortalecimento, principalmente no Brasil, da interpretação do relevo como objeto físico, a ser identificado no espaço e explicado pela estrutura, pela litologia (campo da Geologia) e, por último, pelos processos geomorfológicos.

Além da concepção de Geomorfologia (item 2), solicitou-se dos alunos o conceito de relevo (item 5: “Defina o conceito de relevo”).

Entre as respostas, prevaleceram as seguintes ideias:

- a) Relevo como formas existentes na superfície terrestre, foi a resposta de 15 alunos. Nesse grupo, podem-se identificar quatro subgrupos. Um, que entende o conceito de relevo como referente à forma e à gênese, em função dos processos endógenos e exógenos (05) pessoas, (Tarumã, Gerânio, Malva, Sálvia e Lilás); outro, que fez referência à forma presente na paisagem (03) Alecrim, Jasmim e Mirra); um terceiro, que fez referência, simplesmente, à presença das formas na superfície, seja na escala do planeta, seja na local ((04) Mirtillio, Dália, Narciso e Rosa), e um quarto subgrupo definiu relevo como formas da superfície terrestre esculpidas e/ou resultantes de processos e intemperismo ((03) Violeta, Resedá e Psídio).
- b) Relevo como resultado, como cicatriz, resultante da interação de processos (08) (Faia, Tuia, Palma, Linho, Romã, Lírio, Melissa e Pitanga). Nesse grupo, mesmo

que as repostas tenham abordado a forma em si, enquanto fato, a discussão passou, primeiro, pela ideia de processos, em interação, que levam a gerar formas em escala local ou global.

Esses grupos de respostas podem ser mais bem exemplificados pelas citações seguintes.

- Grupo A:

As formas na superfície da Terra, geradas pelos processos internos (geológicos) e externos – exógenos (clima, ação humana) (Gerânio, 2007).

Forma da superfície terrestre que tem sua gênese nos **agentes**⁸ endógenos e exógenos (Malva, 2007).

Associa-se às formas existentes na superfície terrestre, configuradas por meio de processos endógenos e exógenos (Sálvia, 2007).

Camada superficial da Terra sofre influência de fatores exógenos e endógenos (Lilás).

Relevo: conjunto de formas esculpidas por processos endógenos e exógenos característicos de uma paisagem (Mirra, 2007).

É a atual forma da superfície terrestre (Narciso, 2007).

Forma que definiu a topografia local (Rosa, 2007)

- Grupo B:

É a forma/morfologia que a superfície terrestre - crosta - assume decorrente da interação entre agentes internos, tectônicos e agentes externos, de atuação derivada de agentes climáticos (Lirio, 2007).

Relevo é a cicatriz deixada no espaço através da evolução de diferentes processos (endógenos e exógenos) ao longo do tempo (Palma, 2007).

Relevo é a forma que as rochas e o manto de alteração adquirem quando submetidos aos fatores bioclimáticos e geológicos do planeta (Faia, 2007)

Relevo é uma feição da superfície produzida pela interação dos processos endógenos e exógenos. O princípio do processo ocorre com a exumação das rochas e sua adaptação ao novo ambiente (processo desnudacionais) (Tuia, 2007)

Na conceituação de relevo, alguns alunos consideraram a forma da topografia local, ou a forma apresentada na paisagem. Na maioria dos casos, o relevo é concebido como uma forma em si, estabelecida pela relação dos processos endógenos e exógenos e a

⁸ Grifo nosso, para destacar erro conceitual. Nesse caso, o ideal é o termo processo.

consequente geração de diferenças altimétricas. Dessa maneira, vem à mente a imagem do relevo como uma superfície elevada em relação a outra rebaixada. Essa concepção é frequente na educação básica, quando se enfatizam os aspectos contrastantes e morfológicos das paisagens.

Apesar da ênfase dada à forma, é possível verificar que alguns alunos (Faia, Palma, Lírio e Tuia) apresentaram uma ideia de relevo como algo mais do que a forma pela forma, mas como “resultado”, portanto, dinâmico, temporário que se expressa no espaço como uma forma, um fenômeno.

Ainda, em relação aos conhecimentos e conteúdos de Geomorfologia, porém referentes a conceitos específicos (Depressão São Franciscana e Bacia do São Francisco), propôs-se a seguinte questão:

- Aspecto conhecimento e conteúdos de Geomorfologia, item 8: “Quando você lê os termos – Depressão São Franciscana e Bacia do São Francisco – o que vem à sua mente”?

A organização dos 4 grupos, a seguir, foi obtida das respostas dos alunos que,

- a) têm clareza dos conceitos, ou seja, reconhecem o termo depressão como uma unidade geomorfológica e/ou geológica e o de bacia como bacia hidrográfica (07 alunos);
- b) conceberam bacia, como bacia sedimentar, portanto sob abordagem geológica (03 alunos);
- c) reconheceram os termos como conceitos diferentes, mas não os conceituaram (05 pessoas);
- d) não diferenciaram os dois conceitos (08 alunos).

Esse fato chama a atenção pelo pequeno número de pessoas ((7) Dália, Resedá, Psídio, Mirra, Pitanga, Faia e Linho) e percentual (30,43%), que demonstraram ter clareza do conceito de depressão e do de bacia hidrográfica e o percentual (69,57%), relativamente, alto do restante que apresentou algum tipo de dificuldade. Desse total, podem-se identificar três subgrupos de respostas: (a) Os conceitos não foram diferenciados (34,78%); (b) Os conceitos foram diferenciados, mas seus significados no contexto geomorfológico não (13,04%); (c) Conceito de depressão correto, mas o de bacia do São Francisco não, ou conceito de bacia hidrográfica correto, mas não o de depressão (21,75%). Algumas citações exemplificam esse fato:

- Subgrupo a:

“Planície de inundação” (Rosa, 2007), “Uma mesma região” (Mirtilo, 2007), “Me vem à mente o mapa da região” (Jasmim, 2007), “As formas são as mesmas, mas a maneira de análise é diferente” (Malva), “Belo Horizonte” (Tarumã, 2007), “Grande porção da superfície terrestre brasileira receptora de sedimentos” (Lilás, 2007), “Processos tectônicos antigos” (Lírio, 2007).

- Subgrupo b:

“A depressão como uma região mais restrita e a bacia como o todo. A depressão se encontra dentro da bacia” (Romã, 2007); “Depressão São Franciscana à geologia e Bacia do São Francisco à hidrografia” (Palma, 2007).

- Subgrupo c:

“Me vem à mente conceitos totalmente diferentes, pois a Depressão São Franciscana se relaciona aos aspectos geomorfológicos, enquanto a Bacia do São Francisco se relaciona ao aspecto geológico e sua formação tectônica” (Tuia, 2007); “Grande formação geológica e geomorfológica que se estende em direção sul com grande estabilidade tectônica – cráton. Rede hidrográfica que compõe toda a área de influencia do Rio São Francisco” (Narciso, 2007).

Entre os 07 alunos que conceberam a depressão como unidade geomorfológica, apenas um mostrou reconhecer-lhe a gênese, a partir da atuação geológica, como Psídio (2007), que conceituou Depressão São Franciscana como “associação direta com condicionantes estruturais, que na evolução do relevo tornaram tal área mais deprimida em relação ao entorno imediato”. Os demais (06 alunos) conceituaram a depressão pela atuação dos processos erosivos causados pelo rio São Francisco e seus afluentes:

Depressão São Franciscana: forma de relevo escavada pelo rio São Francisco, rebaixada em relação aos planaltos que a circundam (Violeta, 2007).

Extensa região topograficamente rebaixada por agentes da erosão diferencial (Linho, 2007).

Os conceitos expressos pelos alunos, sobre Depressão São Franciscana, permitiram a elaboração de mapas mentais (Figura 8).

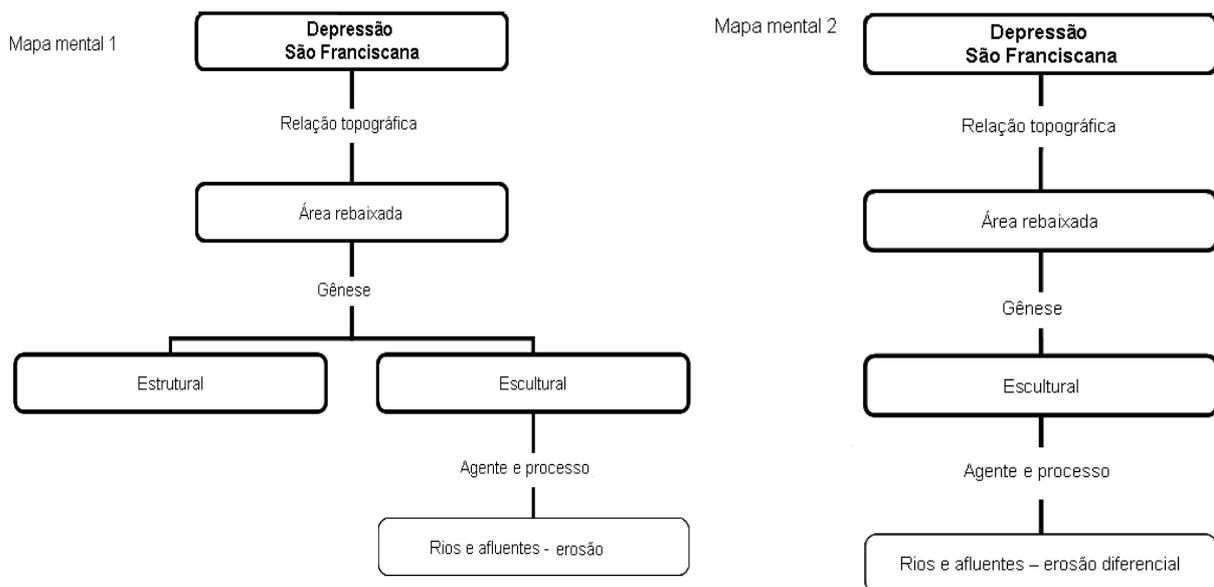


Figura 8 – Mapas mentais 1 e 2.
Fonte: Dados da pesquisa, 2009.

Nesses esquemas, elaborados a partir dos termos e das ideias empregados pelos alunos, é possível perceber os conceitos empregados e utilizados para desenvolverem seu raciocínio, o qual pode ter um caráter de raciocínio linear, de causa e efeito, ou de linear sistêmico, quando se empregam mais variáveis que se inter-relacionam.

No primeiro caso, verifica-se a combinação das variáveis estrutural e escultural, que remetem à ideia de W. Penck (1924) sobre a interação dos processos endógenos e exógenos.

No segundo modelo, a relação é direta entre a área rebaixada e a atuação da drenagem, a qual, por meio da erosão diferencial ocasiona o desgaste e, portanto, o rebaixamento da área. Essa ideia remete à abordagem teórica de Davis (Erosão normal) e da Geomorfologia climática, em que a atuação dos agentes, combinados com os condicionantes, possibilita elaborar formas ou domínios, principalmente, pelas condições climáticas.

Indiretamente, nota-se a presença de duas concepções: Interação dos processos endógenos/exógenos (W. PENCK, 1924), e Erosão Normal (DAVIS, 1899) de evolução do relevo, no modelo de interpretação dos alunos, além de concepções arraigadas na relação direta da erosão normal de Davis.

Verificam-se, também, dificuldades na elaboração de determinados conceitos. Alguns alunos consideram a Depressão São Franciscana e a Bacia do São Francisco como bacia de sedimentação: “Grandes porções da superfície terrestre brasileira receptora de sedimentos” (Lilás, 2007); outros fazem referência à morfologia do interior da depressão, como “À paisagem típica da Depressão São Franciscana, as colinas, a baixa densidade de drenagem margeadas por serras” (Tuia, 2007).

Nesse último exemplo, o aluno valeu-se das observações e abordagens do trabalho em campo para responder à questão. A princípio, isso não significa que esse aluno não saiba o significado do termo depressão, mas indica que, ao ler o termo, veio-lhe à mente a imagem da morfologia observada (vívda e percebida) durante o trabalho em campo e guardada na lembrança. Esse fato remete à ideia de habilidades espaciais aplicadas às geociências, como lembrar objetos previamente observados – memória da posição dos objetos – discutidas por Ishikawa e Kastens (2005).

De um modo geral, verifica-se que a noção dos alunos, de Bacia do São Francisco é, principalmente, a de bacia geológica e de área baixa, receptora de sedimentos e, não de bacia hidrográfica. Trata-se de uma ideia simplista, elementar e, até certo ponto, ligada ao senso comum, de relacionar bacia hidrográfica a planície. Nesses termos, desconsideram-se os demais compartimentos existentes em uma bacia hidrográfica.

Pode-se dizer que o conhecimento do significado de cada conceito é baixo, entre os 23 alunos que responderam ao questionário. É preciso considerar que a turma realizou um trabalho em campo, percorreu várias unidades geomorfológicas e geológicas, na região central de Minas Gerais (Planalto do Quadrilátero Ferrífero, Depressão São Franciscana e Planalto do Espinhaço Meridional), subsidiada por aulas teóricas em sala de aula e em campo, e consulta a mapas geológicos e geomorfológicos.

Entre os alunos que tiveram dificuldades com esse conteúdo, encontram-se Lírio, Jasmim, Rosa, Tarumã, Mirtilo, Malva. Com exceção dos dois últimos, os demais compõem o grupo dos alunos que realizaram as tarefas da disciplina Geomorfologia sem manifestar, claramente, suas preferências e, em geral, apresentaram rendimento regular. Esse fato é reforçado, quando se consideram as demais questões (9, 10, 11 e 12) do questionário. Em um total de 6 possíveis acertos, os mesmos alunos obtiveram no máximo, 3 acertos, sendo comum o total de 1 e 2 acertos entre Lírio e Lilás.

Apesar de os dados reforçarem a ideia de que o pouco interesse compromete a

aprendizagem de um determinado conteúdo, no caso de alguns alunos (Tarumã e Rosa), verifica-se que, entre os que se interessam (Violeta, Malva, Melissa, Lilás) há demonstração das mesmas dificuldades (reconhecimento dos conceitos como diferentes, mas não os conceituaram ou não diferenciaram os dois conceitos). Essas dificuldades são reforçadas ao considerarem os argumentos utilizados para responder o item 9, diretamente, relacionado ao item 8 do questionário.

Item 9: Sobre os dois termos grifados na questão 8, você considera que:

- a) Têm o mesmo significado, porém com termos diferentes.
- b) Têm significado e escala espacial diferente.
- c) Nenhuma das respostas acima.

Justifique a sua escolha.

A princípio, os termos depressão e bacia remetem à imagem de superfície rebaixada com bordas mais elevadas, mas no caso da Depressão São Franciscana e da Bacia do São Francisco fala-se de dois conceitos bem específicos, referentes a objetos distintos e com gênese diferente, portanto significativos em Geomorfologia. Embora sejam objetos distintos, nesse caso, um contém o outro. Para diferenciá-los, o aluno deve ser capaz de apresentar clareza conceitual, bem como visualização espacial, que inclui, principalmente, a habilidade de diferenciação de padrões e formas contidas em um todo complexo (ISHIKAWA e KASTENS, 2005).

Bonito (1995), ao abordar a questão da linguagem, afirma que muitas palavras comuns no vocabulário diário podem ser polissêmicas e isso pode ocasionar problemas de aprendizagem, como acontece com as palavras falha, manto, crosta, elástico, plástico, etc. Desse modo,

[...] a linguagem específica de uma dada disciplina acadêmica pode ter uma função intelectual e assume certas minuciosidades que interferem diretamente com a compreensão de conceitos, leis ou teorias científicas [...]. Não se pode desenvolver a Ciência sem se desenvolver a linguagem. E sem conhecer a linguagem científica – microlíngua (Borsese, 1994) – ou seja, o seu vocabulário específico, o processo de construção do pensamento e modos de discurso particular, não é possível compreender uma ciência (BONITO, 1995, p.1).

A palavra depressão, na linguagem comum, é utilizada como sinônimo de baixa de terreno, achatamento ou cavidade superficial, distúrbio mental, etc. Em Geomorfologia, no entanto, pode ser entendida como uma unidade geomorfológica, quando se refere a uma área rebaixada em relação a outra, como área rebaixada entre planaltos, por

exemplo, ou apenas uma forma côncava, como as dolinas ou uvalas em regiões cársticas, dependendo da escala espacial.

A possibilidade de significados polissêmicos reforça a necessidade de os alunos compreenderem o verdadeiro significado das palavras e de pensarem na representação mental do que está sendo associado (BONITO, 1995). Caso contrário, corre-se o risco de se fixar, em vez de apreender o significado das nomenclaturas, de uma determinada ciência.

5.1.3 Relação sujeitos/ciência/conteúdo: considerações parciais

Pode-se afirmar que as respostas presentes no questionário possibilitaram reforçar a ideia de que a Geomorfologia, entre os sujeitos da pesquisa, é considerada uma disciplina interessante, mesmo para aqueles que gostam de outros ramos da Geografia. Isso fica claro quando se observam as considerações feitas pelos sujeitos nos itens 6 e 7 do questionário. Além disso, verificou-se entre os sujeitos a concepção de relevo como tipos de formas que apresentam gênese e evolução, com destaque para a abordagem da morfogênese em relação à abordagem da morfodinâmica.

As principais dificuldades com a Geomorfologia, citadas pelos sujeitos da pesquisa, compreendem os conhecimentos geológicos e a interação com a geomorfologia, a quantidade de termos peculiares à geomorfologia, e a dificuldade para identificar e visualizar as formas de relevo, os processos e os modelos teóricos no trabalho em campo. Esses dois tipos de dificuldades foram citados por 16 pessoas entre as 23 que responderam ao questionário.

Embora não exista uma relação direta entre o item 3 do questionário, sobre as dificuldades dos sujeitos, com a abordagem presente no item 8, sobre os conceitos Depressão São Franciscana e Bacia do São Francisco, as manifestações dos alunos no item 8 podem exemplificar essa dificuldade com os conteúdos geológicos. Observou-se que 24,79% dos alunos apresentaram algum tipo de equívoco quanto aos conceitos citados acima e 34,78% nem souberam diferenciá-los. Entre os equívocos está o conceber a bacia do São Francisco como bacia sedimentar (abordagem geológica).

Se se considerar que o *rol* de nomenclaturas e conceitos é citado, em sua grande maioria, durante as aulas e nos trabalhos em campo, como termos já conhecidos pelos

alunos, porém sem a preocupação de o professor construir o significado conceitual dos mesmos com os alunos, no contexto geomorfológico, a chance de o aluno não (re)significar os termos e conceitos é grande. Logo, o entendimento do conteúdo apresentado pelo professor poderá não ser compreendido pelo aluno, de acordo com a expectativa do docente.

As respostas individuais possibilitaram, também, estabelecer pelo menos 3 grupos de alunos de acordo com o conhecimento demonstrado nas respostas ao questionário: (a) aqueles que apresentam conhecimento sempre satisfatório (Faia, Romã, Sálvia, Mirra), ou seja conhecem, diferenciam e sabem aplicar conceitos, tanto do campo da Geologia, como no da Geomorfologia; (b) os que oscilam entre respostas satisfatórias e insatisfatórias (a maioria) e (c) os que apresentam quase sempre respostas insatisfatórias (Rosa, Tarumã, Melissa, Lilás).

O estudante, quando alcança o nível superior de ensino, chega com uma bagagem de termos empregados pela Geografia e pela Geologia. Esses termos misturam-se e geram dificuldades durante o processo de aprendizagem de alguns conceitos, teorias e noções-chave em Geomorfologia, como por exemplo, os conceitos de planalto, planície, depressão, as teorias de Davis, de W. Penck, a ideia de sistemas complexos e as noções de escalas temporal e espacial, entre outros.

Desse modo, a ausência de uma reflexão sobre ciência e seus conceitos-chave e a tradição acadêmica do ensino pautado na lista de conteúdos, presentes no programa, contribuem para a permanência de equívocos, que chegam a constituir obstáculos durante a aprendizagem dos alunos.

5.2 Análise dos conhecimentos e concepções dos sujeitos, presentes nos relatórios de trabalho em campo (TC3p-G)

Foram analisados 11 relatórios, correspondentes aos 11 grupos formados pelos 28 alunos participantes da pesquisa. Os critérios adotados para a análise do material produzido foram: habilidade para conceituação e para representação das formas de relevo; habilidade para aplicação das escalas espacial e temporal; o tipo de raciocínio (linear ou sistêmico) apresentado durante suas explicações geomorfológicas, bem como a sistematização das ideias no texto escrito (redação).

5.2.1 Trabalho em campo da turma 3º período de 2005

A atividade em campo, realizada pelos alunos do 3º período, em maio de 2005, apresenta aspectos que a enquadra nas categorias ilustrativa, indutiva e investigativa. Verifica-se cada uma dessas categorias no tipo de orientação e de objetivos estabelecidos em cada escala geográfica e geomorfológica de abordagem (regional, local e pontual).

No “recorte” regional, o professor responsável pela disciplina adotou procedimentos, nos quais estão implícitos seus objetivos pedagógicos, uma vez que:

- Visitou pontos significativos de cada unidade geomorfológica e geológica (Fotos 2, 3, 4);
- Solicitou dos alunos a observação e a descrição de cada ponto, considerando a análise da paisagem;
- Correlacionou elementos da paisagem com o mapa geológico;
- Sondou o conhecimento prévio dos alunos e explicou o processo de formação de cada unidade geomorfológica, utilizando-se dos conceitos e teorias trabalhados em sala e das evidências presentes no real;
- Representou, em perfil, as três unidades geomorfológicas como elemento didático-síntese das observações realizadas ao longo do dia (Figura 9).

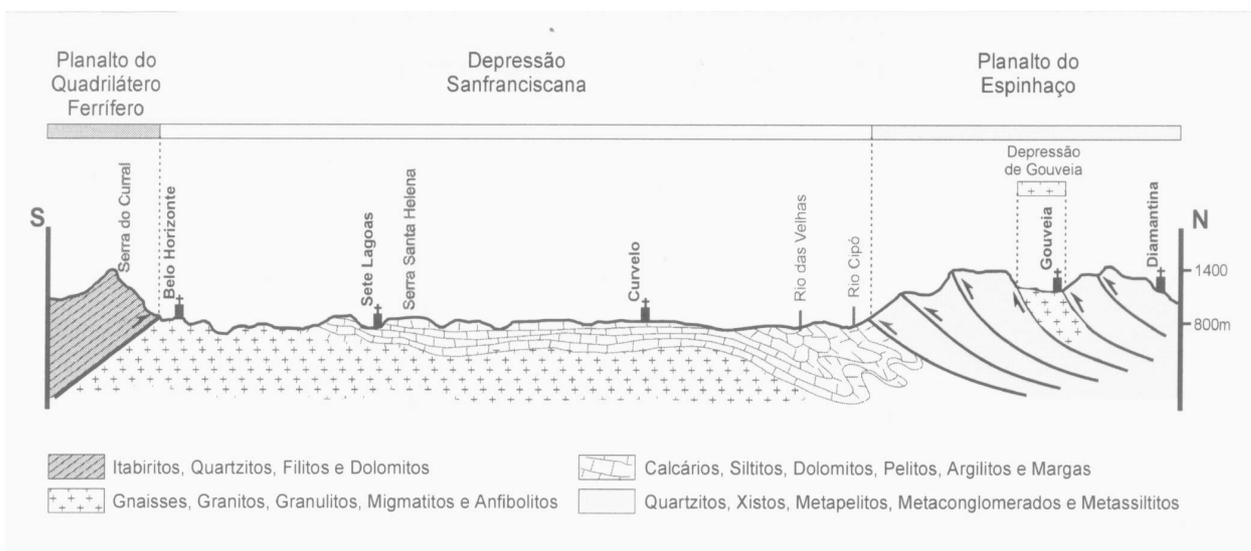


Figura 9 – Perfil das unidades geomorfológicas visitadas durante trabalho em campo

Fonte: Relatórios de Campo.



Foto 2 – Unidade do Planalto do Quadrilátero Ferrífero, com vista para de depressão de Ibité e de Belo Horizonte, pertencente à unidade Depressão São Franciscana.

Fonte: SOUZA, 2005 (Acervo pessoal).



Planalto do Espinhaço

Depressão São Franciscana

Foto 3 – Contato das unidades Planalto do Espinhaço/Depressão São Franciscana
Fonte: SOUZA, 2005 (Acervo pessoal).



Depressão Gouvêia

Foto 4 – Depressão de Gouveia (depressão intermontana) no interior do Planalto do Espinhaço
Fonte: SOUZA, 2005 (Acervo pessoal).

Os objetivos do professor dessa turma, com esses procedimentos, foram os de apresentar, *in loco*, porções dessas unidades; mostrar suas principais características geomorfológicas e geológicas e, discutir e exemplificar a relação morfologia e estrutura nas macroformas, em escalas geográfica e geomorfológica regionais. Essa afirmação apóia-se, também, na questão de número 1, referente ao questionário sobre os conteúdos abordados no trabalho em campo (Anexo F). A questão e a proposta do professor eram: “No trajeto Belo Horizonte-Diamantina ocorreram unidades geológicas

sobre as quais foram modeladas unidades geomorfológicas de expressão regional. Identifique e caracterize cada uma dessas unidades”.

Os procedimentos descritos e a questão solicitada pelo professor permitem afirmar que, para esse recorte espacial de estudo geomorfológico, o trabalho em campo apresentou-se como uma atividade indutiva e ilustrativa. Nesse sentido, exigia, portanto, o conhecimento prévio das nomenclaturas, dos conceitos e dos modelos teóricos, e o raciocínio lógico, para que se compreendesse a sucessão de eventos geológicos e geomorfológicos responsáveis pela diferenciação das unidades geomorfológicas.

O objetivo desse percurso, como trabalho em campo, não foi o de, apenas, conhecer a relação da paisagem regional com os aspectos geológicos e geomorfológicos, que respondem por seus aspectos físicos, mas de reconhecer cada uma das três unidades, em função das particularidades geológicas e geomorfológicas dessa paisagem.

Esses mesmos aspectos procedimentais (observar, descrever, correlacionar, representar), em sua maioria, repetiram-se durante a atividade em campo, em outros locais e em outras escalas geográfica e geomorfológica de estudo.

Na Depressão de Gouveia, região de Diamantina, focalizou-se a temática geomorfologia fluvial, com o estudo de caso de um ponto do Ribeirão Areia⁹ (Foto 5). Nesse ponto, o professor solicitou que os alunos observassem os elementos morfológicos e sedimentológicos, que compõem a planície fluvial e os respectivos leitos (maior, menor e de vazante) do Ribeirão da Areia. Em seguida, pediu aos alunos que descrevessem aquele ambiente fluvial. Nesse procedimento era esperado que os alunos aplicassem os conceitos e os processos da dinâmica fluvial, anteriormente, discutidos em sala. Em seguida, o professor representou em desenho e em perfil, parte das ideias apresentadas, em campo, pelo próprio professor (Foto 5).

⁹ Vale ressaltar que nesse ponto, depois de um tempo de observação e discussão, o grupo foi surpreendido e expulso pelo proprietário do terreno. Por isso, parte dos objetivos do professor foi abandonada, pois todos tiveram de abandonar o local, sob fortes ameaças e perseguição a cavalo.



Foto 5 – Explicação e representação na margem direita do Ribeirão da Areia
Fonte: SOUZA, 2005 (Acervo pessoal).

A averiguação da aprendizagem dos conhecimentos conceituais referentes à geomorfologia fluvial deu-se por meio da questão número 3, que solicitava: “Explique o processo de formação dos aluviões reconhecidos e caracterizados no Ribeirão da Areia (Depressão de Gouveia – MG)”.

Em outra área de estudo, cujo destaque foram a unidade vertente e a cicatriz de processos complexos – voçoroca (Fotos 6) –, as escalas geográfica e geomorfológica de observação e a análise foram locais. Nesse estudo geomorfológico, os procedimentos adotados pelo professor e os objetivos pretendidos foram diferentes dos anteriores. Conseqüentemente, a atividade apresentou-se como outra categoria de trabalho em campo: atividade investigativa.



Fotos 6 – Porções de uma voçoroca localizada próxima à estrada, em direção à cidade de Datas
Fonte: SOUZA, 2005 (Acervo pessoal).

O trabalho em campo, de natureza investigativa, compreendeu um longo tempo de observação individual e livre. Os alunos organizaram-se em pequenos grupos com o objetivo de explorar a voçoroca, enquanto o professor realizava outras incursões na mesma vertente. Depois de um longo período de observações e exploração da forma deixada pelos processos erosivos complexos, o professor reuniu o grupo e solicitou que os alunos descrevessem e explicassem a gênese, e a possível evolução daquela voçoroca, a partir dos elementos e evidências observados no local. Feito isso, o professor percorreu toda a voçoroca, da cabeceira até a foz, e com os alunos identificou os elementos e aspectos considerados na argumentação. Para explicar a participação dos condicionantes geológicos locais e regionais, na dinâmica dos processos geomorfológicos e a atuação desses processos (escoamento subsuperficial, *piping*, movimento de massa), na vertente e na voçoroca, o professor valeu-se de sua habilidade para a representação em bloco-diagrama. O professor-orientador pôde representar, com o bloco-diagrama, o contato entre duas litologias distintas (Quartzito e Quartzito xisto), que favoreceu o poder de infiltração e deslocamento do escoamento subsuperficial no solo originário a partir dessas litologias.

O entendimento dessa investigação foi avaliado por meio da Questão 2, do questionário sobre os conteúdos abordados no trabalho em campo: “A formação de voçorocas ocorre mediante interação espaço-temporal de processos complexos – superficiais e subsuperficiais. Identifique e explique os processos responsáveis pela gênese e evolução da voçoroca localizada na região de Datas, analisada em campo”.

As atividades de trabalho em campo, realizadas durante 3 dias, contemplaram estudos da Geomorfologia Estrutural, Climática e Ambiental. Conseqüentemente, abordaram-se

diferentes escalas geográficas e geomorfológicas de estudo, as noções de escalas espacial e temporal dos fenômenos considerados em cada um dos estudos, bem como, diferentes instrumentos, recortes conceituais e teóricos adequados a cada nível de abordagem. Apesar dessas diferenças, em todas as abordagens, empregava-se o pensamento pautado na interação ascendente e descendente da relação observação, hipótese, explicação, generalização – generalização, explicação, hipótese e observação.

5.2.2 Trabalho em campo: conhecimentos e dificuldades com os conteúdos contemplados

5.2.2.1 Abordagem geomorfológica regional

Depois de considerar o nível de conhecimento das abordagens conceitual, teórica, raciocínio e linguagem, presentes no material (TC3p-G), foi possível classificar os conhecimentos dos alunos em 3 tipos:

- **Conhecimento básico e insuficiente:** o conhecimento do aluno atende ao enunciado da questão, porém não utiliza os conceitos, teorias, eventos geológicos e geomorfológicos, apresentados pelo professor durante as aulas em campo, de maneira consistente na explicação apresentada. Os alunos apóiam-se, principalmente, na descrição apresentada pelo professor e nos elementos observados na paisagem. Portanto, apresentam uma lista de fatos, com ênfase no aspecto geológico (litologia e estrutura) retirado do mapa geológico, como os termos Grupos e Formações e pouca referência aos aspectos geomorfológicos. Nesse caso, a lista de aspectos geológicos sobressai à geomorfológica, apesar do pouco argumento referente aos eventos geológicos responsáveis pela evolução da morfologia. Pode-se dizer que, esse tipo de produção seja mais fácil e relativamente simples, uma vez que o aluno dispõe de mapas geológicos dos quais pode retirar essas informações e associá-las aos locais visitados. Além disso, os alunos repetem a fala do professor como meras informações e explicações pontuais sem, a partir delas, desenvolver suas próprias análises. Ao expor seus conhecimentos sobre geomorfologia, o professor mobiliza várias habilidades cognitivas, e utiliza-se dos conhecimentos teóricos e científicos que lhe permitem perceber, imaginar e visualizar, no espaço e no tempo, os processos atuantes e responsáveis pelas formas e arranjos atuais. Os alunos podem não elaborar esse exercício intelectual, da mesma maneira, com o mesmo ritmo de nível de compreensão, em função de vários motivos, tais como grau de interesse e motivação, conhecimento prévio, visualização espacial, etc.

Exemplos de textos que contêm conhecimentos classificados como básicos e insuficientes:

A primeira unidade litológica corresponde ao Quadrilátero Ferrífero, formado por itabirito, quartzito e filitos correspondentes ao Arqueano Superior e do Proterozóico Médio, o local corresponde ao Parque da Serra do Rola Moça. Ocorre na região a formação de canga laterítica a partir da alteração superficial do itabirito com enriquecimento de ferro [...]. Na extremidade oeste do parque localiza-se o Grupo Itabira (itabiritos, dolomitos e filitos) que correspondem ao Proterozóico Superior. (Alecrim, Magnólia e Rosa).

A formação Sete Lagoas é a próxima unidade geológica dentro da Depressão São Franciscana. É formada por dolomitos, pelitos, Calcários datados do Proterozóico Superior. A Formação Sete Lagoas é seguida, mais ao norte, pelo subgrupo Paraopeba. Essa porção da Depressão posterior ao Embasamento possui relevo mais suave em relação à região de Belo Horizonte, devido ao fato de possuir menor densidade hidrográfica que a mesma (Margarida, Violeta e Jasmim).

Grupos	Componentes
1	Margarida, Violeta e Jasmim
2	Alecrim, Magnólia e Rosa

- **Conhecimento básico suficiente:** o conhecimento do aluno atende ao enunciado da questão e compreende alguns conceitos, teorias, eventos geológicos e geomorfológicos já apresentados aos alunos. Além disso, os alunos apóiam-se na descrição do professor, nos mapas e na paisagem observada, bem como em textos específicos. Na descrição, os alunos consideram os aspectos geomorfológicos como o tipo de morfologia, de vertentes, altitudes, tipos de vales, o trabalho do rio, as subunidades morfológicas, apesar de considerarem ainda o aspecto geológico, em detrimento do geomorfológico.

Exemplo:

Ao longo do trajeto Belo Horizonte – Diamantina ocorrem variações das unidades Geológicas e Geomorfológicas [...]. A primeira unidade geomorfológica do percurso é o Planalto do Quadrilátero. Esse planalto é composto por um conjunto de serras e assim classificado por ser uma área submetida aos processos desnudacionais, além de ser topograficamente mais elevada. [...]. Esse Planalto é modelado em rochas metassedimentares do Grupo Nova Lima (RVNL), com seqüência metavulcano-sedimentar. O Grupo Itabira (MIT) e o Grupo Piracicaba (MIP) também são unidades geológicas do Planalto do Quadrilátero. [...]. Essas rochas são do Arqueano Superior e do Proterozóico Inferior [...]. Essa unidade geomorfológica era uma antiga bacia sedimentar, onde havia o predomínio da deposição. A ação tectônica de um choque entre placas promoveu, no passado geológico, o que se chama de inversão de bacia, transformando o Quadrilátero em uma região topograficamente mais elevada, com predomínio da desnudação [...]. Outras observações no local permitem averiguar a presença de ravinas nas vertentes do

Planalto do Quadrilátero [...] (Lilás, Tuia e Sálvia).

A primeira unidade que passamos foi a do Planalto do Quadrilátero Ferrífero. Essa unidade é modelada sobre o Grupo Nova Lima (RVNL), o grupo Itabira (MIT) e o Grupo Piracicaba (CETEC-83), estruturado em rochas como itabiritos, quartzitos e filitos, que são rochas metassedimentares, o que implica que o quadrilátero ferrífero que hoje é um planalto [...] já foi uma bacia sedimentar, área predominantemente deposicional, topograficamente reprimida e cercada por altimetrias elevadas. O quadrilátero sofre, então, inversão de bacia por ação tectônica. O choque entre as placas, em um limite convergente, fez uma região deprimida soerguer (Quadrilátero Ferrífero) sobre outra, ocorrendo falhas de empurrão e metamorfismo por temperatura e pressão das rochas, transformando-as em metassedimentares. [...] Depois passamos pela Depressão São Franciscana (CETEC – 82). Essa depressão é formada pela ação do rio São Francisco e seus afluentes, responsáveis em grande parte pelos processos desnudacionais da região. Podemos dividi-la em duas sub-regiões. A primeira seria no trecho de Belo Horizonte até Sete Lagoas, modelada pelo Complexo de Belo Horizonte [...] com a presença de vertentes mais alongadas e menos altas comparando-as com o Quadrilátero Ferrífero. A segunda sub-região estende-se entre Sete Lagoas e a escarpa da Serra do Espinhaço [...] (Narciso e Melissa).

[...] Em uma escala regional, passamos por três unidades geomorfológicas: O Quadrilátero Ferrífero (planalto), a Depressão São Franciscana, e o Planalto do Espinhaço. O Quadrilátero Ferrífero contém rochas do Proterozóico inferior e do Arqueano superior [...] Geneticamente Quadrilátero está associado a um choque de placas com rochas do proterozóico. Durante o esforço convergente, aquele material foi sendo submetido a um aumento de temperatura e pressão. [...] Morfológicamente podemos considerar o Quadrilátero como uma área relativamente elevada. Suas serras formam um planalto, pois se trata de uma área submetida predominantemente por processos desnudacionais e por ser topograficamente mais elevada que as áreas do entorno. [...] A segunda unidade geomorfológica do trajeto é a Depressão São Franciscana [...] Trata-se de uma depressão por estar em uma região relativamente rebaixada topograficamente e rodeada por planaltos.[...] A Depressão São Franciscana [...] pode ser dividida em duas partes: o complexo de Belo Horizonte e a Depressão Alto Médio São Francisco. [...] Geomorfologicamente o Complexo Belo Horizonte é formado por um conjunto de morros, conhecidos como “mar de morros”, mas que na verdade variados tipos de vertentes. [...] (Dália e Malva).

Ao fazer uma análise do trajeto Belo Horizonte – Diamantina podemos observar três grandes unidades geomorfológicas: O Planalto do Quadrilátero Ferrífero, a depressão São Franciscana e o Planalto do Espinhaço. Unidades essas que estão modeladas em 4 unidades geológicas que são: Super Grupo Minas (Quadrilátero Ferrífero), Complexo Belo Horizonte, Grupo Bambuí (Formação Sete Lagoas e Formação Paraopeba), Super Grupo do Espinhaço, Complexo Gouveia e Grupo Diamantina. A primeira unidade geomorfológica observada foi o planalto do Quadrilátero Ferrífero [...] caracterizada pela presença de itabiritos, quartzitos e filitos. [...] A formação do planalto do quadrilátero está relacionada a um choque de placas durante o Cenozóico [...].Passamos a observar a depressão São Franciscana, onde se encontram as cidades de Belo Horizonte, Sete Lagoas e Curvelo, estando a depressão, compreendida entre o Quadrilátero Ferrífero e a Serra do Espinhaço. Essa depressão formada por rochas do proterozóico superior, tem sua origem por processos desnudacionais,

associados a ação do Rio São Francisco e seus afluentes, como exemplo o Rio das Velhas, que teve grande importância nesse processo. [...] (Gerânio, Mirtilo e Tarumã)

Grupos	Componentes
3	Lilás, Tuia e Sálvia
4	Narciso e Melissa
5	Dália e Malva
6	Gerânio, Mirtilo e Tarumã

- **Conhecimento bem elaborado:** o conhecimento do aluno atende ao enunciado da questão e apresenta clareza quanto ao fenômeno relevo, à noção de formas de relevo contidas em outras formas, à relação geomorfologia/geologia de maneira explícita. Em suas descrição e explicação os alunos partem dos aspectos geomorfológicos para abordar os geológicos, ou seja, reconhecem os atributos do modelado e buscam explicá-los por meio dos aspectos litológicos, estruturais elaborados pelos eventos geológicos, simultaneamente, aos geomorfológicos. Os alunos, ao se referirem aos aspectos do relevo estrutural, como vales, serras, escarpas apresentam a orientação espacial dos mesmos, explicada pelo comportamento da estrutura e pela direção dos movimentos tectônicos ocorridos. Além disso, abordam alguns dos processos dinâmicos, geomorfológicos que ocorrem no presente.

Exemplos:

No trajeto realizado no trabalho de campo, que foi do Parque do Rola Moça até Diamantina, foram identificadas três unidades geomorfológicas: O Planalto do Quadrilátero Ferrífero, a Depressão do São Francisco e relevos residuais associados e o Planalto do Espinhaço. Tais unidades geomorfológicas foram modeladas sobre várias unidades geológicas, e as diferenças entre estas podem explicar as variações geomorfológicas entre as unidades de relevo e dentro dessas próprias. A primeira unidade geomorfológica identificada foi o Planalto do Quadrilátero (planalto são feições de relevo em escala regional, nas quais predominam processos desnudacionais) [...]. O Planalto do Quadrilátero engloba um conjunto de serras, com a Serra da Moeda e a Serra Rola Moça de altitude superior à da Depressão São Franciscana, sendo que as vertentes modeladas dessa unidade possuem uma declividade relativamente alta e são mais escarpadas do que onduladas. O Planalto do Quadrilátero foi modelado sobre duas unidades geológicas: O MIT – Grupo Itabira [...] e o MIP – Grupo Piracicaba [...]. O Planalto do Quadrilátero antes do evento orogênico ocorrido durante o Proterozóico Inferior consistia em uma bacia sedimentar, deprimida em relação às áreas do entorno, onde predominava portanto processos de sedimentação e formação de rochas sedimentares. Entretanto, com o início de um processo de orogênese [...]

ocorreu, portanto no local um processo de inversão de bacia (por razões tectônicas uma área que antes formava uma bacia é soerguida), com a formação do Quadrilátero Ferrífero (Mirra e Faia).

A deformação tectônica, que permite ser detectada a partir do forte mergulho para leste das rochas que compõem o Espinhaço, é fruto da presença de falhas de empurrão que acompanham as *nappes* de cavalgamento, proporcionando o metamorfismo de alto grau. Segundo Ladeira, uma *nappe* é uma unidade tectônica ou lençol de rochas de grande dimensão (10 km ou mais) que se deslocou de sua posição original [...] sobre formações sotopostas e situadas a sua frente, recobrando-as. Em função dos mergulhos para leste, a Serra do Espinhaço apresenta vertentes mais íngremes voltadas para oeste (a frente do mergulho) e vertentes menos íngremes voltadas para leste (nas costas do mergulho) (Girassol e Pitanga).

Grupos	Componentes
7	Girassol e Pitanga
8	Palma e Resedá
9	Mirra, Faia
10	Orquídea e Peônia
11	Linho, Psídio e Romã

Os materiais que se incluem nesse último grupo apresentam elementos que demonstram que os alunos têm habilidades para o entendimento conceitual e conhecimento de geomorfologia e, também, habilidade de representação de eventos geomorfológicos, que revelam a capacidade dos alunos de:

2. Identificar as tipologias de formas e conhecer-lhes as nomenclaturas;
3. Comparar formas e diferenciar nomenclaturas;
4. Diferenciar os conceitos: agente, processo, forma e condicionante;
5. Explicar a gênese do relevo, a partir da interação dos processos geomorfológicos, processos geológicos, condicionantes nas escalas espacial e temporal regionais;
6. Interpretar a forma de relevo, entendendo-lhe a natureza metafísica e física, que se expressa em tipologia de formas de diferentes escalas espaciais e temporais e cuja explicação apóia-se na concepção evolucionista para as macrounidades de relevo, como planalto, planícies e depressões;
7. Reconhecer as diferentes tipologias de formas no espaço real, quando possível;
8. Representar as diferentes formas, utilizando-se de linguagem verbal.

Nos demais grupos, principalmente, nos que se incluem no conhecimento básico e insuficiente, verifica-se o conhecimento da existência de aspectos geológicos e geomorfológicos, que respondem pela morfologia regional, como um conhecimento “banal” e calcado no senso comum, inadequados a alunos do curso de Geografia do 3º período. Quanto às habilidades, apresentadas acima, não se pode dizer que elas se

aplicam, plenamente, aos demais grupos de alunos.

5.2.2.1.1 Dificuldades verificadas com os conteúdos de Geomorfologia no enfoque regional

Embora a questão proposta pelo professor fosse, apenas, identificar e caracterizar as unidades geomorfológicas visitadas durante o trabalho em campo, todos os grupos procuraram explicar, também, a origem de determinadas formas e características geológicas e geomorfológicas. Nesse processo de explicação, os alunos apresentaram seus conhecimentos, seus equívocos e algumas dificuldades relativas à natureza do conteúdo, dos conceitos e de redação. Nessa atividade, ocorreram dificuldades relativas:

- a) Ao uso dos termos como unidades, formações, grupos, orogênese e outros, talvez por não saberem que alguns deles conceituam unidades do contexto geológico e, outros, do geomorfológico;
- b) À elaboração de um modelo explicativo ou de uma descrição que contivesse sequência lógica e termos adequados. Isso pode ocorrer devido à combinação de alguns fatores, como deficiência no vocabulário básico da Geomorfologia e rigidez do pensamento referente ao relevo enquanto forma e fato;
- c) Ao inter-relacionamento de processos geomorfológicos e geológicos, no tempo e no espaço, à luz de um modelo teórico;
- d) À elaboração verbal da visualização espacial da relação existente entre estrutura e formas de relevo e de vertentes.

Exemplos:

A partir da crista onde estávamos localizados foi possível avistar uma grande mancha urbana. Esta correspondia a cidade de Belo Horizonte (Grupo BHZ) situada sobre o embasamento cristalino, sendo a mesma a base de toda a litologia. O embasamento (gnaisses, migmatitos e granitos) corresponde ao Arqueano Médio e Superior¹⁰. [...]. Os grupos Itabira e Paraopeba recobrem o embasamento em suas respectivas áreas de abrangência. O Quadrilátero Ferrífero corresponde a uma área mais elevada em relação ao embasamento. A razão deste contraste topográfico e de cunho principalmente relacionado com a tectônica global. As rochas do Quadrilátero que são metassedimentares eram um antigo local de deposição de sedimentos constituindo uma área de depressão. Durante o esforço tectônico a medida que ocorreu um contato de placas de colisão, o material antes depositado na bacia sedimentar foi sendo submetido em profundidade a um aumento de pressão e temperatura. Gradativamente a rocha foi sendo submetida a um processo de recristalização. Morfologicamente surge o Quadrilátero Ferrífero como uma área elevada chamada popularmente de serras (Alecrim, Magnólia e Rosa).

¹⁰ Grifo nosso, para destacar os principais equívocos.

A segunda grande unidade de relevo, compreende os relevos residuais e a Depressão São Franciscana, sendo esta formada a partir da ação do Rio São Francisco. [...]. A cidade se situa em uma depressão modelada em rochas calcárias, com declividade bem menos acentuadas que as de Belo Horizonte (Alecrim, Magnólia e Rosa).

Nesse novo cenário (Planalto Espinhaço), mais precisamente no belo nome de Serra dos Cristais verifica-se que há muitos afloramentos de quartzitos resultantes da napes de cavalgamento que a grosso modo tem orientação norte-sul (Alecrim, Magnólia e Rosa).

Geneticamente o Quadrilátero está associado a um choque de placas com rochas do Proterozóico [...]. O Quadrilátero era uma bacia sedimentar e com a colisão de placas produziu gradativamente a inversão colisional através das faixas de dobramento orogénético. Além disso, é notória a presença de falhas (Dália e Malva).

Sua gênese (Planalto do Espinhaço) é a partir de empurrões de Proterozóico Superior ao Paleozóico inferior. Até o Paleozóico inferior predominava a orogênese. A partir da estabilização passa a predominar a desnudação (Dália e Malva).

As vertentes voltadas para oeste são mais íngremes que as voltadas para leste (Alecrim, Magnólia e Rosa).

Os termos grifados denotam confusões referentes à litologia e ao tempo geológico: por exemplo, o embasamento não corresponde ao Arqueano Médio e Superior, mas, sim à data de formação desse período. Outra mistura de “categorias” pode ser notada na comparação entre a altura do Quadrilátero Ferrífero, enquanto área, unidade Geomorfológica e a posição do embasamento, que constitui uma litologia. Para essa comparação, o ideal seria fazer relação à Depressão São Franciscana, ou seja, relação entre 2 unidades e áreas geomorfológicas. Outro emprego inadequado dos termos encontra-se em “As rochas do Quadrilátero eram um antigo local de deposição de sedimentos”, em que rochas são consideradas lugares em vez de produtos de processos, que ocorrem em determinados lugares.

Esse tipo de problema pode ser resultado de falta de atenção durante o processo de redação, combinado com a falta de domínio de conceitos básicos como agente, processo, forma, “produto” e condicionantes.

Ao analisar a produção geral dos alunos sobre geomorfologia regional, no presente caso, verificou-se que, para todos os grupos, ficou clara a relação entre unidades geológicas e geomorfológicas, assim como a percepção de que cada unidade apresenta uma combinação de elementos morfológicos particulares que ajudam a diferenciá-la de outras unidades. Apesar disso, esses elementos foram pouco explorados pela maioria dos grupos, com exceção daqueles que apresentaram um texto bem elaborado. Esse aspecto

poderia ter sido bastante explorado, uma vez que a questão 01 solicitava a caracterização dessas unidades.

Vale destacar que, apesar de os grupos reconhecerem as características geológicas que ajudam a explicar as unidades geomorfológicas, muitos enfatizaram vários aspectos litológicos e estruturais sem utilizarem, satisfatoriamente, essa informação para argumentar sobre os aspectos geomorfológicos da unidade de relevo estudada.

Considerando que o professor expôs o assunto durante a aula em campo (de natureza ilustrativa e indutiva, para o estudo regional das unidades de relevo) e que muitos anotaram suas explicações, acreditava-se que os grupos que apresentaram um desempenho inferior tivessem aproveitado as anotações, acrescidas dos conhecimentos prévios e dos construídos, durante as atividades em campo. Nessa perspectiva, a princípio, prevalece a concepção que o aluno já tem do assunto, portanto, aquela já concebida sobre relevo e formas de relevo.

Nesse caso prevaleceu, a princípio, a concepção que o aluno tem de relevo, ou aquela ensinada pelo professor. A crença no relevo como apenas forma física, dificulta a compreensão da discussão a respeito dos processos geológicos e geomorfológicos, responsáveis pelo relevo e pelas formas de relevo presentes em escala espacial regional.

Nessa atividade, que privilegia a escala regional de abordagem geomorfológica, a participação dos processos geológicos é determinante das grandes unidades. Apesar disso, o olhar deve ser geomorfológico, ou seja, devem ser buscados nesses processos, eventos e tempo geológico, elementos que ajudem a entender a morfologia atual, bem como parte dos processos geomorfológicos condicionados por essas heranças. Por outro lado, é preciso perceber que o modelado não constitui rochas e as estruturas em si, mas as formas expressas por meio delas.

Assim como é necessário buscar os elementos herdados para reconstruir o processo de evolução geológica e geomorfológica, é necessário, também, visualizar antigas formas, antigos processos, conceber a dinâmica e as mutações com base em teorias como a tectônica de placas atuante no tempo e no espaço. Isso implica, tanto a habilidade de reconhecer, em campo, formas, estruturas e depósitos específicos, que ajudam a compor os modelos de interpretação, como a de visualização espacial para elaborar os próprios modelos ou para entender os modelos apresentados. Para essa última situação, a clareza dos termos empregados é fundamental, pois os termos orogênese, grupo,

formação, bacia de sedimentação, colisão entre placas, remetem a conceitos específicos e importantes, tanto na geomorfologia, como na geologia.

Essas observações não desqualificam o tipo de trabalho realizado em campo, uma vez que cada atividade tem seus objetivos e suas limitações, em função de fatores como tempo, espaço, infraestrutura, conteúdo, etc. Por isso, é importante uma diversidade de experiências e atividades, que se complementem, e possibilitem a cada sujeito, oportunidades compatíveis com seu ritmo, interesse, motivação e habilidades para com a complexidade geomorfológica.

5.2.2.2 Abordagem geomorfológica local – escala espacial da vertente

A abordagem local demanda a capacidade de: (a) identificar evidências de agentes, processos e condicionantes; (b) associar forma, processos e condicionantes; (c) reconhecer formas resultantes de processos específicos; (d) conceber os processos que atuam simultaneamente, portanto integrados, sistêmicos e com ritmo e velocidade diferentes, de acordo com os condicionantes locais e/ou regionais, (e) utilizar elementos visíveis (feições do relevo, depósitos, cicatrizes erosivas, características dos sedimentos, organização espacial dos elementos observados, etc.) como referência para elaborar hipóteses e argumentos, que ajudem a explicar os processos geomorfológicos (erosão, deposição, transportes) responsáveis pelas cicatrizes erosivas e feições do relevo local (vertente).

Com base nessas habilidades, acrescidas dos aspectos riqueza de conceitos, tipo de raciocínio e redação, foram analisados os textos produzidos pelos sujeitos da pesquisa e estabelecidos 4 grupos, segundo os níveis de abordagem: (a) microscópica e visão sistêmica; (b) microscópica e visão linear; (c) macroscópica suficiente e (d) macroscópica deficiente.

Retomando-se a ideia de educação pela abordagem cognitiva, com ênfase na aprendizagem significativa e no modelo mental e, aplicando-a ao conhecimento e à aprendizagem geomorfológica, sabe-se que, a princípio, interpretações são elaboradas com o auxílio da rede conceitual e noções que antecedem os apresentados no discurso explicativo. Dessa maneira, as pessoas concebem as teorias ou um conceito, a partir do que lhes é apresentado e que interage com o conhecimento (conteúdo) prévio construído. Em cada indivíduo, essa interação possibilita a elaboração de modelos mentais de explicação de um fenômeno que, dependendo dos conceitos e vocábulos apresentados e

da interpretação dada, podem ser, classificados como modelos simples (ou interpretações macroscópicas), como modelos mais elaborados, chegando a modelos bem estruturados (interpretação microscópica), segundo parâmetros estabelecidos e esperados para alunos universitários, nas disciplinas de Geomorfologia. Esses parâmetros são flexíveis e podem variar de aluno para aluno, segundo suas metas e propostas de ensino-aprendizagem.

A fim de facilitar a identificação de cada parâmetro qualitativo, utilizou-se uma cor para identificar a presença e o emprego de diferentes conceitos como formas (vermelho); processos (amarelo); condicionantes (azul escuro); processo antrópico (verde); raciocínio com visão sistêmica (azul claro); erros conceituais e equívocos (rosa). O uso da cor, além de favorecer a diferenciação interna em cada texto, possibilitou a comparação imagética entre os textos.

1 Abordagem microscópica – Os alunos apresentam conhecimento e domínio dos conceitos utilizados, visão sistêmica, vocabulário rico, conhecimento científico dos processos apresentados e, portanto, uma abordagem microscópica do assunto. Neste agrupamento há um grupo que apresenta, também, conhecimento científico aplicado à questão ambiental.

Grupos	Componentes
8	Palma e Resedá
9	Mirra e Faia
5	Dália e Malva

Exemplos de textos:

No caso da **voçoroca**¹¹ analisada no município de Datas, a voçoroca tem origem a partir da **construção de uma estrada** que desequilibrou os **processos da encosta**. Inicialmente a **vertente** formava uma rampa de **transporte e deposição do colúvio**. Este colúvio observado está depositado sobre o elúvio, perceptível ao observar as paredes da voçoroca. Com a construção da estrada e posteriormente a **implementação de um cano** para o escoamento da água, concentrou-se o **escoamento da superfície**. (...) a partir do momento que houve o sulcamento, a maior concentração de águas despejada pelo cano atua na aceleração dos **processos desnudacionais** que provocam a evolução da voçoroca. Além disso, **o solo estava exposto**, pois houve um **desmatamento** anterior para fins de pastagem. Outro fator condicionante na formação da voçoroca é a **litologia**. A vertente é modelada no quartzito. Ou seja, o solo é resultante da alteração dessa rocha se transformando em um solo arenoso extremamente permeável e poroso. Essa **característica do solo** favoreceu a **infiltração e a elevação do nível freático**. Como também favoreceu um **forte gradiente** de **escoamento**

¹¹ **Vermelho** = forma; **Amarelo**= processos; **Azul**= condicionantes; **Azul claro** = visão sistêmica; **Rosa** = erros conceituais e equívocos; **Verde claro**= abordagem antrópica.

subsuperficial formando-se assim os dutos. A diferença de permeabilidade entre o elúvio e o colúvio, sendo o último mais permeável também favoreceu a formação desses dutos. Isso acontece porque o elúvio, por ser mais impermeável, funciona como uma barreira para a água continuar a percolar verticalmente e passa a se movimentar lateralmente exatamente no contato do elúvio com o colúvio, promovendo a dissolução e o transporte de material em subsuperfície, abrindo os canais que são visíveis nas bordas da voçoroca. Os dutos por serem canais internos no subsolo geram constantemente colapso na superfície e favorecem as erosões regressivas, intensificando também ainda mais o processo de voçorocamento. [...] A conexão da voçoroca com o nível freático também é um fator que favorece a evolução da própria. Isso porque uma vez que o canal foi formado, a partir da conexão, ele também transporta sedimentos de dentro dela (Dália e Malva).

A voçoroca visitada em Datas possui uma gênese clássica, sobretudo no contexto brasileiro. A montante da vertente [...] foi construída uma estrada de asfalto. O escoamento superficial pluvial concentrado (ESPC), ao descer a vertente, por ter grande energia, danificaria a estrada causando prejuízos financeiros sazonalmente. [...] Construiu-se uma canaleta, no sopé do talude, sob a estrada [...] para dar vazão a essa água. Se a água que vertia pelo ESPC já possuía alta energia, com esse duto, mais água foi concentrada em uma área menor, o que aumentou imensamente a energia do escoamento. A água que sai do cano possui força e sulca imediatamente o solo que a recebe. [...] havia pouca vegetação protegendo o solo da ação da água. Dessa maneira, o ESPC começou a remover o manto de intemperismo formando uma concavidade na vertente. A velocidade com que o material era retirado do solo era maior que a da recuperação da vegetação e a de formação do solo, ou seja, taxa de erosão maior que a taxa de pedogênese. [...] A cada chuva a água (agente do processo) intensificava o recuo lateral e sobretudo a incisão vertical na concavidade [...] até atingir o lençol freático, alcançando dessa forma o nível de base, diminuindo a incisão vertical e dando lugar ao recuo lateral das bordas da vertente. Com a exfiltração água da zona saturada, as bordas da voçoroca perderam estabilidade devido à diminuição da força de sustentação do manto de intemperismo (que agrega as partículas) promovida pela perda de água. Com menos forças de resistência, a gravidade atua mais intensamente, gerando movimento de massa (sobretudo rotacional e translacionais). [...] Associado a esse processo, há também a erosão remontante [...] e o escoamento subsuperficial. [...] Dessa maneira, outro processo começa a ocorrer, relacionado com a diferença de permeabilidade dos materiais do manto de intemperismo: o chamado piping. [...] dutos começam a se formar a partir da borda da voçoroca e com o aumento desses, sua força de sustentação pode ficar menor que a pressão atmosférica e gerar colapso do teto do duto, intensificando o processo de voçorocamento [...] (Palma e Resedá).

2 Abordagem microscópica/visão linear – Os alunos apresentam, também, conhecimento e domínio dos conceitos utilizados, vocabulário rico, conhecimento científico sobre os processos apresentados e uma abordagem microscópica do assunto. Porém, diferentemente do anterior, esse grupo apresenta uma forte visão linear dos

processos que atuam simultaneamente, ou seja, conhece e trata todos os processos geomorfológicos presentes na dinâmica do voçorocamento, porém não deixa claro o aspecto sistêmico, mas o somatório de ações.

7	Girassol e Pitanga
11	Linho, Psídio e Romã
1	Margarida, Violeta e Jasmim
2	Alecrim, Magnólia e Rosa
3	Lilás, Tuia e Sálvia
6	Gerânio, Mirtilo e Tarumã

Exemplo:

É clara identificação do fator causador inicial, que promoveu todo o desencadeamento dos processos erosivos que originaram a voçoroca localizada na região de Datas. Foi construído um vertedouro, que concentra grande vazão de água que escoam na estrada e nas vertentes acima dela. [...] quando há grandes eventos de chuva, concentram água com força capaz de desagregar e carregar o material superficial logo na desembocadura. [...] o tubulão promove um escoamento superficial pluvial concentrado (ESPc), que começa a sulcar o terreno à jusante. A medida que o ESPc continua ocorrendo, agravado pela presença de sulcos, a profundidade e a largura destes aumenta (incisão vertical e recuo lateral) ao longo do tempo, surgindo as primeiras ravinas. Neste estágio de desenvolvimento dos processos erosivos, no que mais tarde se transformará na voçoroca, constam sulcos e ravinas, em crescente incisão vertical e recuo lateral. O crescimento das ravinas foi tão grande que o nível freático foi atingido, na porção média da vertente. Inicia-se então outro estágio no desenvolvimento da voçoroca, quando a água começa a exfiltrar no piso e nas bordas do que já se pode ser chamado de voçoroca. A água que escoam devido ao ESPc conecta-se com a água do lençol que é exfiltrada e a partir desse ponto em diante sempre haverá fluxo de água dentro da voçoroca [...]. Resumindo, a voçoroca é o conjunto de sulcos, ravinas e conexão com o nível freático, onde ocorre erosão acelerada. A evolução da voçoroca é acelerada, contando com o solapamento basal das bordas provocado pela água exfiltrada no piso e nas bordas e, ainda com os processos de piping. [...] Movimentos de massa rápidos, do tipo slump, provocados pelo piping ou por simples solapamento basal (Girassol).

Nesse exemplo, foram grifados os termos que enfatizam a visão linear da ocorrência dos processos. Sabe-se que alguns processos ocorrem primeiro, e contribuem para o surgimento de outros. Porém, a ocorrência dos demais, não significa que os primeiros desaparecem como em um estágio, o que pode modificar sua intensidade e magnitude. Sendo assim, apesar de excelente ilustração dos processos e das várias formas que as cicatrizes de erosão apresentam, nota-se a forte presença do pensamento linear, pautado na relação causa-efeito, que se desenrola ao longo do tempo, também, em uma visão linear.

3 Abordagem macroscópica suficiente – Os alunos mostraram conhecimento e aplicação de alguns conceitos na explicação da gênese da voçoroca, e uma visão sistêmica dos processos. Porém, as ideias contidas no texto não apresentam riqueza vocabular (como nos grupos anteriores), nem visão microscópica do assunto. A abordagem é superficial, embora as ideias apresentadas e o emprego da maioria dos conceitos estejam corretos, apesar de alguns equívocos.

10	Orquídea e Peônia
----	-------------------

Exemplo:

O chamado processo de **voçorocamento** é um processo erosivo acelerado desencadeado pela **concentração** do **escoamento superficial pluvial** concentrado que começa a **sulcar o solo carregando parte do mesmo**, criando uma incisão vertical. **A medida que o sulco** vai aumentando verticalmente, através da incisão vertical, **vai havendo um alargamento lateral**, chamado de recuo lateral e produzidos **por efeitos gravitacionais**, os chamados **movimento de massa**. Esse sulco inicial tende a aumentar ao longo do tempo podendo atingir proporções enormes, como foi observado em campo. **A medida que o sulco aumenta**, ele se aproxima do nível freático e quando atinge passa-se a minar água do lençol freático a partir do talvegue da erosão (**esfiltração**). A partir desse momento **a erosão acelerada passa a ser chamada voçoroca**. A esfiltração contribuirá para o **recuo lateral da voçoroca** assim como para a **erosão regressiva** [...]. A erosão regressiva **também será favorecida pela ação** de **dutos** de **escoamento subsuperficial** que acaba por fragilizar o terreno e contribuir para que ocorram movimentos de massa [...]. Na voçoroca que nós analisamos [...] percebemos um agravante antrópico que influenciou fortemente a sua gênese. A voçoroca está localizada abaixo de **uma estrada**. Tal estrada possui uma **canaleta** a sua margem para qual converge toda a água pluvial [...] A água do escoamento superficial captado pela canaleta **é concentrada e escoada** [...] e deságua justo aonde se começa a formar a **voçoroca** [...].

Vale lembrar que esse grupo interessa-se por outras abordagens da Geografia, apesar de reconhecerem a importância dos conteúdos da Geomorfologia. Portanto, na maior parte do tempo, os alunos mostravam-se interessados, pela disciplina.

4 Abordagem macroscópica deficiente – Os alunos apresentam conhecimento científico superficial do assunto em questão, empregam incorretamente alguns conceitos, equivocam-se na interpretação de alguns processos geomorfológicos, apesar de, em alguns momentos, apresentarem raciocínio sistêmico sobre a abordagem dos processos.

4	Narciso e Melissa
---	-------------------

Exemplo:

A voçoroca observada na região de Data tem sua gênese explicada pelo processo de canalização de águas pluviais escoadas da rodovia pavimentada próxima ao local e jogadas na encosta de maneira concentrada, através de um grande cano. Com o escoamento superficial concentrado do fluxo de água, formou-se um sulco por ação da erosão linear e com prosseguimento ele se ampliou, ainda pela erosão superficial, e deu-se o ravinamento. [...] a área onde a água caía já estava desprovida de vegetação, o que acelera os processos erosivos, e pelo descuido humano, de não tomar providências preventivas e posteriormente corretivas. Quando a ravina deixou de evoluir pela erosão fluvial e atingiu o nível freático do local, iniciou-se a voçoroca. A partir daí o agente erosivo predominante passa a ser a exfiltração da água subterrânea nas paredes da voçoroca, iniciando-se na base da vertente e dando início ao processo regressivo da erosão. O processo de erosão por afloramento da água subterrânea tende a escavar a base das paredes, formando vazios no interior dos solos (dutos), que posteriormente ocasionam colapso das paredes das voçorocas. Esse recuo lateral das paredes, proporcionado pelos colapsos e por outros tipos de movimento de massa na voçoroca, formam novos canais de erosão e, quando não se estabiliza, o processo continua formando novos “braços” de erosão. A voçoroca observada se apresentava um tanto quanto estagnada em alguns pontos, pois se percebia a presença de vegetação nas paredes laterais da erosão, fato que indica que o processo de afastamento lateral destas paredes se está ocorrendo, é de forma bem lenta. Porém, em outros locais da erosão, foi fácil notar a ocorrência de vários processos erosivos posteriores resultantes do processo de voçorocamento, como por exemplo slides, escorregamentos, grande quantidades de dutos devido a alta porosidade/permeabilidade do solo, além de outros fatores exógenos, todos eles grandes favorecedores para a evolução do processo (Narciso e Melissa).

5.2.2.2.1 Dificuldades verificadas com os conteúdos de Geomorfologia no enfoque local

O professor almejou verificar o conhecimento dos alunos relativo à identificação e ao entendimento dos processos superficiais e subsuperficiais na gênese e na evolução da voçoroca, atentando-se para os aspectos dos processos complexos na dimensão do tempo e do espaço. Essa afirmativa pauta-se no enunciando da segunda questão proposta pelo professor, a saber: “A formação de voçorocas ocorre mediante interação espaço-temporal de processos complexos – superficiais e subsuperficiais. Identifique e explique os processos responsáveis pela gênese e evolução da voçoroca localizada na região de Datas, analisada em campo”.

A partir dessa orientação e dos textos produzidos é possível dizer que todos os grupos fizeram referências a algum tipo de processo. Porém, a natureza dos processos (naturais e antrópicos), os tipos desses processos (escoamento superficial, subsuperficial, exfiltração, desnudação, *piping*, movimentos de massa – *slide*, *slump*, queda – erosão regressiva) e o nível de conhecimento sobre eles variam entre os trabalhos classificados

nos 4 níveis de abordagem.

Os alunos abordaram, também, algum tipo de condicionante (natural e/ou antrópico) e fator que podem favorecer o processo de voçorocamento. Apesar disso, muitos confundiram as noções de condicionantes e processos, condicionantes e agente, agente e processo e, ainda, não fizeram relação entre processos e formas resultantes e nem souberam identificar e explicar muitos dos processos que participam, diretamente, da gênese e da evolução de uma voçoroca.

No texto da abordagem Macroscópica Deficiente, a frase “A partir daí o agente erosivo predominante passa a ser a exfiltração da água subterrânea nas paredes da voçoroca [...]”, o aluno confunde os conceitos de processo e de agente. O processo de exfiltração é oposto ao da infiltração da água, ou seja, é o mecanismo e a chegada da água à superfície. No caso, o agente é a água, que mediante os vários processos que desenvolve como escoamento superficial, subsuperficial, infiltração, exfiltração e outros, em interação, realiza o trabalho de retirar, transportar, depositar, dissolver e/ou alterar nutrientes, sais minerais e partículas do solo. A consequência desses processos é a modificação das formas.

Além desse exemplo, outro revela a confusão entre condicionante e agente, expressa no seguinte fragmento de frase “o tipo de solo presente na área que ocorreu a voçoroca, resultante de degradação é um agente motivador da gênese e evolução da voçoroca”. Sabe-se que o tipo de solo pode favorecer ou dificultar os processos erosivos, que podem complexificar-se e gerar formas como as voçorocas. Portanto, o solo é concebido nesse contexto, como um condicionante que pode contribuir, ou não, para o desenvolvimento de uma voçoroca.

Além do aspecto, diretamente, ligado aos conteúdos conceituais e específicos dos processos geomorfológicos e à dinâmica das vertentes – como um conhecimento científico específico sobre a dinâmica natural de processos da natureza, em uma vertente – a questão proposta pelo professor possibilitava abordar a ação humana no ambiente e os resultados positivos ou negativos no próprio ambiente, a partir da intervenção direta ou indireta nos processos naturais. Porém, a maneira como os alunos abordaram essa questão é que revelou alguns problemas sobre o conhecimento e sobre processo de discussão da relação sociedade-natureza em Geomorfologia.

Da interação do conhecimento geomorfológico com o conhecimento do processo de

apropriação (tecnológica, social e econômica) de uma parcela do espaço é que se pode pensar e discutir essa relação, bem como propor medidas mitigadoras e corretivas favoráveis ao ambiente (sociedade e natureza). Nota-se no texto abaixo, de um grupo¹² que não foi considerado com os demais, a ausência de identificação e de explicação dos processos dinâmicos, que ocorrem na vertente, como apresentada pelos demais trabalhos presentes nas abordagens microscópicas:

Os processos responsáveis pela gênese e evolução da voçoroca, visitada no campo, localizada no município de Datas, são: supressão e modificação da cobertura vegetal; degradação do solo e tipo de solo; concentração das drenagens na estrada e declividade do terreno. Na área visitada, a superfície do terreno teve sua vegetação nativa quase que totalmente suprimida (...). Esta perda vegetacional, provoca a instabilidade mecânica do solo, pois sem mais contar com o apoio que as raízes das plantas forneciam, facilita os processos erosivos provocados pelos escoamentos fluviais de superfície e conseqüentemente carreamento, em terrenos inclinados, de suas partículas desagregadas. (...) O processo de degradação dos solos é provocado pelo manejo inadequado do mesmo (eg. Queimadas, supressão vegetacional, uso agrícola intenso, pisoteamento pelo gado). (...) O solo: textura mais arenosa no solo exposto (perdas das argilas pelo escoamento superficial da água sem a proteção da vegetação); estrutura granulosa no solo exposto em comparação com a estrutura de blocos angulares do solo na capoeira; consistência (a seco) de solta à macia no solo exposto e ligeiramente dura no solo na capoeira, consistência (úmida) friável no solo exposto e firme no solo na capoeira. (...) Logo, o tipo de solo presente na área que ocorreu a voçoroca, resultante de degradação é um agente motivador da gênese e evolução da voçoroca, por não suportar mais a pressão erosiva no qual foi submetida. O controle de drenagem realizado na estrada foi elaborado de forma a direcionar o fluxo da água (...) para apenas um dos lados (o da esquerda no sentido para Diamantina). (...) o trecho da estrada em questão possui uma topografia de alta declividade com um alto runoff (provavelmente perto dos 80% devido às rochas expostas e tipo de vegetação). Esses fatores possibilitam um aumento do fluxo de drenagem que deveria ter sido acompanhado com a instalação de um número maior de esgotamentos do sistema. (...) Este aumento de energia por sua vez, aumenta o potencial erosivo deste escoamento superficial. Como se pode notar, os processos são intimamente interligados e dificilmente é possível, neste caso, estabelecer, dentre eles, um mais relevante em detrimento dos outros. Mas, me permito arriscar mesmo assim, com grandes margens de acerto, que: o processo de ocupação humana é o que mais contribuiu com a gênese e evolução da voçoroca visitada.

O grupo, apenas, cita a existência do processo de escoamento superficial e detalha as condições relativas à cobertura vegetal, ao tipo de solo e à declividade do terreno como processos responsáveis pela gênese e evolução da voçoroca. Nesse detalhamento, verifica-se que o grupo tem algum conhecimento da mecânica e característica textural e estrutural do solo e de como essas características podem contribuir para o processo de

¹² O material desse grupo não foi considerado com os demais porque os seus componentes não fizeram Geomorfologia Climática e Estrutural no semestre seguinte. Mas, o texto produzido por esses alunos ilustra a discussão da relação existente entre sociedade-natureza e geomorfologia. Vale destacar que os componentes desse grupo, também, se interessam por outras vertentes da geografia.

voçorocamento combinadas com os demais aspectos do ambiente. Porém, não apresenta conhecimento da dinâmica subsuperficial da água como um agente; conseqüentemente, não apresenta o conhecimento de outros conceitos específicos dessa abordagem. Ao priorizar a questão, do ponto de vista ambiental, tecido na concepção relação sociedade-natureza, o grupo deixou de lado o conhecimento científico específico, fundamental nessa concepção, para que o entendimento dessa relação não seja parcial e superficial, como vem ocorrendo nos estudos ambientais.

Se de um lado, há alunos que priorizaram a ênfase na consequência geral da ação antrópica, há os que priorizaram o aspecto específico da dinâmica das vertentes. Talvez esse fato possa ser explicado pelo próprio enunciado da questão. Apesar disso, todos os grupos poderiam trabalhar, também, a questão ambiental, uma vez que todos se encontram no curso de Geografia e a abordagem escalar do fenômeno analisado foi o da vertente, o do vivido e percebido, cujos processos dinâmicos são mais fáceis de ser observados.

Em muitos textos sobre a abordagem dos processos erosivos, é possível perceber a presença do raciocínio linear sistematizado. Isso não significa dizer que em alguns momentos ele não seja necessário para tentar explicar uma ideia de maneira objetiva e sintética. Considerando-se, no entanto, que se almeja, também, verificar como os alunos conduzem as interpretações de uma questão geomorfológica – levando-se em consideração a própria tradição de edificação e ensino de geomorfologia, aliada à discussão da abordagem sistêmica do ambiente e do pensamento complexo – percebem-se traços dessas influências.

Além do texto da abordagem macroscópica – visão linear, que ilustra bem a ideia do raciocínio linear sobre os processos que se somam e, gradativamente, vão estabelecendo estágios ao longo do tempo, como se não ocorressem em um tempo contínuo, porém com intensidade, frequência e magnitudes diferentes das observadas *in loco* –, outros textos ajudam a exemplificar essa discussão, por exemplo:

A voçoroca é um termo que designa uma forma nas vertentes, resultado de um processo que envolve a soma da erosão hídrica mais movimentos de massa. Ela pode ter origem natural ou antrópica. (...) Em um primeiro momento, o fluxo canalizado e concentrado que saía do cano nas épocas de chuva foi capaz de promover uma incisão vertical na vertente, formando um sulco e marcando o talvegue. O aumento do fluxo de água no sulco intensifica a incisão vertical, promovendo assim a formação de uma ravina. Nessa fase a taxa de erosão é menor¹³ do que a de

¹³

Grifos nossos, possivelmente a ideia era de se escrever a palavra maior e não menor.

recomposição vegetal. Esse fato marca o segundo momento do processo. (...) Ao longo do tempo, a incisão vertical promovida no relevo passa a ser tão profunda que promove a conexão¹⁴ do nível freático com o talvegue. Com isso, inicia-se o processo de exfiltração, que representa o retorno da água subsuperficial à superfície. [...]. A exfiltração não ocorre apenas nesse ponto, mas a partir dele ao longo da vertente. Esses fatores caracterizam o terceiro estágio do processo, que é a formação da voçoroca propriamente dita. Em associação a essa conexão com o nível freático, passa a ocorrer a chamada migração lateral das bordas. Entre outros fenômenos envolvidos nesse processo, destaca-se a ação dos movimentos de massa, bastante presentes no local (Lilás, Tuia Sálvia).

Diferentemente da atividade realizada na escala regional, na local, os alunos puderam observar evidências de vários processos que ocorriam, simultaneamente, bem como percorrer toda a forma resultante da interação dos processos (naturais, antrópicos) combinados com os condicionantes. Para explicarem a lógica do processo de gênese e evolução da voçoroca, lançaram mão dos conhecimentos científicos e das evidências presentes no campo para alimentarem os argumentos. Porém, os alunos ficaram presos aos elementos visíveis, contextualizados no tempo presente e no espaço local. Esses elementos são importantes para o raciocínio geomorfológico, mas não podem constituir obstáculos para a percepção de outra lógica, presente no ambiente: a da visão sistêmica entre os processos naturais, logo clareza da relação frequência, intensidade e magnitude dos fenômenos, respeitadas as escalas espacial e temporal.

Bachelard (1996) chama a atenção para o risco do empirismo, que pode trazer a cegueira dos elementos “invisíveis” e a limitação da criatividade. Segundo Bachelard (1996), é preciso romper com as primeiras tabelas da lei empírica, que se forma a partir da observação natural e cria uma espécie de registro automático com base nos dados provenientes dos sentidos.

Apesar dessa consideração de Bachelard, a atividade empírica sempre foi privilegiada nos estudos geomorfológicos, constituindo, portanto uma praxe importante nesse campo. A consideração desse autor é importante, porque desperta a necessidade de se tomarem cuidados para que essa prática não passe a constituir um possível obstáculo ao ensino.

A prática empírica, há muito, está presente no ensino escolar, o que reforça uma determinada maneira de ver e pensar a realidade (SFORNI, 2004). Portanto, uma prática de pensamento e de concepção da realidade construída na escola básica e, muitas vezes, reforçada na academia, é apreendida como processo comum e natural a ser

¹⁴ Erro ortográfico presente no texto original.

empregado nas interpretações dos fenômenos do mundo. Considerando-se que a tradição geomorfológica é marcada, também, em alguns momentos, por uma concepção de mundo mecanicista, pela visão de evolução das formas por estágios ou ciclos, entende-se a possível origem dos modelos mentais de interpretação expostos pelos alunos.

Essa maneira de abordar e tratar uma questão geomorfológica pode constituir um fator que reforça a barreira epistemológica, quando, em muitos momentos, o aluno é solicitado a pensar sobre uma questão que exija abstrações, cujo significado dos conceitos envolvidos não possa ser visualizado, mas apenas inferido, por meio de modelos mentais e, ainda, quando o raciocínio empregue inúmeras variáveis que atuam simultaneamente.

5.2.2.3 Abordagem geomorfológica local – escala espacial da planície fluvial

Além das capacidades de (a) identificar evidências de agentes, processos e condicionantes; b) associar forma, processos e condicionantes; c) reconhecer formas resultantes de processos específicos e (d) conceber os processos que atuam, simultaneamente, logo integrados, sistêmicos e com ritmo e velocidade diferentes, de acordo com os condicionantes locais e/ou regionais, a abordagem local demanda dos sujeitos, mais uma capacidade: (e) a de observar elementos visíveis (feições do relevo, depósitos, cicatrizes erosivas, características dos sedimentos, organização espacial dos elementos observados, etc.) como referência para elaborar hipóteses e argumentos, que ajudem a explicar as formas e as feições do relevo local (a planície e o canal fluvial).

A partir dessas capacidades, tomadas como parâmetro de análise, os conhecimentos apresentados pelos sujeitos da pesquisa foram organizados em três abordagens: conhecimento microscópico; conhecimento macroscópico e conhecimento macroscópico deficiente, a partir, principalmente, das capacidades citadas acima, nas letras “d” e “e”.

O conhecimento presente nas respostas dos grupos 1, 7, 8, 9 foi considerado microscópico, portanto, satisfatório quanto a todos os itens especificados como capacidades que os alunos devem apresentar. Além disso, os grupos apresentaram desempenho satisfatório, também, na redação, considerando o emprego adequado dos conceitos, das nomenclaturas, da ortografia, da organização das idéias, do raciocínio geomorfológico pautado na interação tempo-espço e forma, conforme exemplificado, a partir do texto dos grupos 7 e 8. As respostas desses grupos são consideradas representativas do conhecimento microscópico e da visão sistêmica:

O Ribeirão da Areia pode ser caracterizado como um sistema fluvial meandrante em transição, tornando-se cada vez menos sinuoso ao longo do tempo. Esta afirmação é possível ao levar em conta as dimensões da planície de inundação e a ocorrência de meandros abandonados nas partes periféricas da planície. Predomina neste rio a carga de material em suspensão, nas épocas de chuva mais intensa (não observada em campo), e carga de leito, com cascalho e areia, transportados através do piso do canal. A formação dos aluviões reconhecidos no Ribeirão da Areia pode ser explicada através da construção de uma seção estratigráfica e um corte transversal de toda a planície aluvial (Grupo 7, Girassol e Pitanga, 2005).

Ao primeiro olhar, são claramente visíveis as barras arenosas nas margens convexas do ribeirão. Nas côncavas, nota-se uma suave elevação superior a das margens convexas, indicando ali se a margem erosiva, os diques marginais. [...]. Os aluviões está distribuídos de maneira particular, de acordo com a área do canal de drenagem. Quanto mais distante do talvegue, menor a energia do fluxo e menor a granulometria dos sedimentos depositados. [...] Ao verificar um perfil estratigráfico, percebe-se o ocorrência de todas as classes granulométricas nas mais variadas porções do Ribeirão da Areia. [...] A análise da seção estratigráfica nos permite compreender a dinâmica desse canal fluvial tanto no presente quanto no passado (Grupo 8, Palma e Resedá, 2005).

É importante destacar que os alunos detalham cada forma e sua gênese, como as do dique e as das barras de meandro, além de explicar as características e a causa da distribuição espacial dos materiais aluvionares, encontrados nos leitos vazantes, menor e maior.

Na abordagem conhecimento macroscópico, e sem expressar a visão sistêmica sobre os processos fluviais, encontram-se as respostas dos alunos dos grupos 2, 5, 6. As respostas desses grupos, com exceção do grupo 2, revelam deficiência na concepção dos processos que atuam, simultaneamente, portanto integrados, sistêmicos e com ritmo e velocidade diferentes, de acordo com os condicionantes locais e/ou regionais.

As respostas do grupo 2 mostraram que os alunos não utilizaram os elementos visíveis (feições do relevo, depósitos, cicatrizes erosivas, características dos sedimentos, organização espacial dos elementos observados, etc.) como referência para elaborar hipóteses e argumentos que ajudem a explicar a gênese das formas e das feições da planície e do canal fluvial local observado. Nessas respostas explicam-se a dinâmica fluvial e da planície, mas não há referência ao estudo de caso específico, mas a um caso qualquer:

Dentro de um canal fluvial há a presença das seguintes características:
leito vazante — escoo o fluxo nos períodos normais; leito menor — o rio

inunda as margens e as barras de areia, no caso das mesmas existirem; leito maior — ocupado quando há extravasamento do canal fluvial além das margens, inundando parcial ou totalmente a planície de inundação. [...] No ribeirão da Areia ocorre deposição de sedimentos finos (silte e argila) no leito maior devido a perda de energia e de velocidade. Isto ocorre devido ao fato de que o leito maior no Ribeirão da Areia, está numa área de maior elevação. Quando a água extravasa o leito menor, o rio consegue penetrar a planície de inundação [...] haverá provavelmente uma diminuição e seguindo-se de perda total de energia [...]. [...] logo após o fim da chuva, a água volta para o leito vazante depositando nas barras arenosas cascalho, podendo haver por este mesmo processo a deposição de silte e argila sobre as barras arenosas (Grupo 2, Alecrim, Magnólia e Rosa, 2005).

A abordagem macroscópica deficiente está presente no grupo 4, que apresenta, inicialmente, um parágrafo desnecessário ao contexto da questão proposta; além disso, apresenta uma visão fragmentada dos fatos, ou seja, apresenta descrição de formas e de fatos pontuais, desconectados dos demais que ajudam a explicar a dinâmica fluvial local. Verificam-se, também, equívocos conceituais e de interpretação. Esse grupo não apresenta uma visão integrada da dinâmica fluvial do Ribeirão da Areia, nem no tempo nem no espaço visitado:

A depressão de Gouveia, localizada no Complexo de Gouveia, que possui essa designação graças à presença de um grupo heterogêneo de rochas compostas por granitos e migmatitos, é formada principalmente devido ao cavalgamento de blocos de Terrenos de Formação Granito-Gnaise (...). No ribeirão observado, considerado um sistema fluvial meandrante e com tendência a amenizar estas curvas devido a se localizar em uma grande planície, a formação dos aluviões pode ser explicada pelo processo de intemperismo nas vertentes de baixa altimetria e grande comprimento presentes na região.(...) O leito menor foi mais facilmente observado, pois é a calha do rio, composto pelos bancos de areia ou barras de pontal, originado da retirada de sedimentos das paredes do rio nos meandros côncavos pela água em movimento helicoidal e deposição nos meandros convexos em direção a jusante. (...) O leito maior é bem definido entre os interflúvios que o delimitam, contém também os outros leitos (vazante e menor) e apresenta na planície de inundação os sedimentos de granulometria mais fina, como a lama (Grupo 4, Narciso e Melissa).

5.2.3 Trabalho em campo: conhecimentos e dificuldades com os conteúdos geomorfológicos

5.2.3.1 Considerações parciais

Repetem-se, nos textos dos grupos, algumas evidências já pontuadas anteriormente, como a maior facilidade com a abordagem empírica e descritiva (SFORINI, 2004) sobre a formação escolar, que pode estender-se à acadêmica. Além disso, a própria tradição descritiva da geografia e da geomorfologia, como procedimento para se conhecer determinado fato, ainda constitui elemento marcante na prática dos alunos. Esse elemento pode dificultar a ruptura do obstáculo epistemológico referente à concepção e explicação do relevo como objeto de estudo metafísico, para o qual a percepção e a visualização dos processos geomorfológicos e geológicos são necessários.

Esse fato pode ser constatado quando se consideram os conhecimentos de alguns alunos (Rosa, Narciso, Lilás, Mirtilo, Psídio) nas diferentes abordagens geomorfológicas do relevo, seja na escala espacial regional ou na local. Em ambas as escalas, o aspecto descritivo sobressai ao interpretativo, que compreende o entendimento dos processos geológicos e/ou geomorfológicos.

No entendimento do relevo, que passa também pelo entendimento das formas de relevo, encontra-se o da noção de escala temporal em geomorfologia, que compreende, mas não se limita ao tempo geológico. Outro problema de escala, que merece ser discutido é o da escala geomorfológica (ênfase no fenômeno relevo) percebida, inicialmente, como escala geográfica e cartográfica da forma. Em Geomorfologia não deve ser negado o entendimento da noção de escala geográfica e cartográfica durante o estudo da espacialidade e a representação gráfica das formas de relevo. Apesar disso, é importante conceber, também, a escala geomorfológica durante a apreensão do relevo. Quando esses entendimentos não estão claros para os estudantes, é possível dizer que há mais um obstáculo epistemológico referente à noção de escala espacial e temporal.

Esse fato foi verificado, indiretamente, nas respostas às questões 1, 2 e 3, sobre o relevo regional e a dinâmica de processos geomorfológicos (estudados durante o trabalho em campo), que ocorrem na unidade vertente e nas planícies fluviais. Os grupos de alunos utilizaram a noção de tempo geológico (“tempo transcorrido”) para explicar as formas de relevo em escala regional, a evolução da voçoroca e a dinâmica da linha do talvegue. Além disso, a escala espacial de estudo faz referência à dimensão real, sem

necessariamente atribuir, diretamente, medidas métricas, mas analogias como regional, local, pontual, continental, etc.

Esse problema, comum entre os alunos, deve-se à própria tradição dos estudos e ensino de Geomorfologia, durante a condução de um raciocínio geomorfológico que se utiliza de um modelo mental. Em Geomorfologia, o modelo mental compreende elementos concretos (formas, depósitos, cicatrizes, matéria) e elementos abstratos (trabalho, processos, energia, frequência, intensidade e magnitude) que adquirem um “corpo”. O “corpo” ocupa um espaço na superfície terrestre (espaço geográfico) e na imaginação, e se revela na representação gráfica e cartográfica como meio para a síntese, a localização geográfica, a geometria do relevo. Esse aspecto reforça, somente, a dimensão física do relevo. Ao trabalhar com os modelos sobre o fenômeno relevo, é importante, mais do que apresentá-los, questionar: o que o sistema tem? Como funciona? Por que se comporta de uma determinada maneira? Quais as possíveis consequências no tempo e no espaço?

A questão da escala geomorfológica merece ser retomada em pesquisas futuras. Em outra oportunidade de pesquisa, merece ser retomada com base nas discussões que Castro (1995) e outros autores fazem sobre o próprio conceito de escala (Cf. Capítulo 2, item 2.1.2).

O Quadro 15, que apresenta a síntese quantitativa do desempenho dos sujeitos desta pesquisa, sobre os conhecimentos e as dificuldades geomorfológicas verificados no trabalho em campo, evidencia os grupos de alunos que se destacaram pela frequência e pelo tipo de desempenho nas atividades. Cada nível de resposta às atividades propostas recebeu um valor que varia de 1 (um), para respostas insuficientes, a 3 (três) e 4 (quatro) para respostas satisfatórias. A soma de respostas satisfatórias permite a nota máxima de 10 pontos, que foi concebida, aqui, como também 100% de desempenho. Sendo assim, o melhor desempenho quantitativo chegou a 10 pontos em um total de 10, ou seja, 100%, enquanto o menor desempenho obteve 4 pontos ou 40%, conforme mostrado no Quadro 15. Neste quadro, encontram-se a relação dos grupos (1 a 11), as classificações do conhecimento dos grupos por abordagem geomorfológica, realizada no trabalho em campo, e a pontuação obtida na soma dos resultados por grupo.

Quadro15
Conhecimentos geomorfológicos: desempenho dos sujeitos da pesquisa

Grupos de sujeitos	Abordagem Geomorfológica e Conhecimento										Total
	REGIONAL - Conhecimento			LOCAL (vertente) - Conhecimento				LOCAL (planície fluvial) - Conhecimento			
	Bem Elaborado (3)	Básico e suficiente (2)	Básico e insuficiente (1)	Microscópico (4)	Microscópico e visão linear (3)	Macroscópico suficiente (2)	Macroscópico deficiente (1)	Microscópico (3)	Macroscópico (2)	Macroscópico deficiente (1)	100% ou (10)
1. Margarida Violeta Jasmim			X		X			X			7 ou 70%
2. Alecrim Magnólia Rosa			X		X				X		6 60%
3. Lilas, Tuia Sálvia		X			X			X			8 80%
4. Narciso Melissa		X					X			X	4 40%
5. Dália Malva		X		X					X		8 80%
6. Gerânio Mirtílio Tarumã		X			X				X		7 70%
7. Girassol Pitanga	X				X			X			9 90%
8. Palma Resedá	X			X				X			10 100%
9. Mirra Faia	X			X				X			10 100%
10. Orquídea Peônia	X					X			x		7 70%
11. Linho Psidio Romã	X				X				x		8 80%

Fonte: Dados da pesquisa, 2009.

Os Grupos 8 e 9 apresentaram desempenho satisfatório e total (100%) em todas as abordagens geomorfológicas (Regional e Local), enquanto o Grupo 7 apresentou desempenho, predominantemente, satisfatório (90%). Os Grupos 1, 3, 5, 6, 10 e 11, por outro lado, oscilaram entre desempenho satisfatório e suficiente (entre 80 e 70%). Os Grupos 2 e 4, no entanto, apresentaram desempenho variável, entre suficiente e insuficiente (60% e 40%).

As principais dificuldades entre os grupos 2 e 4 são a deficiência em explicar o relevo e as formas de relevo pela dinâmica dos processos geológicos ou geomorfológicos, e pela escala espacial local ou regional. Alia-se a essa deficiência a dificuldade em operar conceitos diversos (depressão como uma unidade de relevo, agente, processos, condicionantes e outros), empregados no campo da Geomorfologia ou da Geologia, o que remete à ideia de obstáculo conceitual.

Os grupos com pontuação entre 70 e 80% apresentaram dificuldades, não com processos geomorfológicos e geológicos para explicar a gênese do relevo, mas de nível de conhecimento desses processos (microscópico e macroscópico). Tanto esses grupos, quanto os que obtiveram notas 9 e 10 apresentaram habilidade em conciliar observação em campo, orientações, explicações e arcabouço teórico nas suas argumentações e interpretações geomorfológicas.

Entre os alunos que compõem os grupos com nota 90% (Girassol e Pitanga) e 100% (Palma, Resedá, Mirra e Faia) verificam os que apresentaram também conhecimento satisfatório da concepção de Geomorfologia e de relevo (Resedá, Palma, Mirra e Faiá). Os demais não responderam o questionário (Q7p-I), portanto não foi possível verificar suas concepções sobre Geomorfologia e relevo. Apesar disso, acredita-se que os mesmos apresentariam desempenho satisfatório, em virtude de seus desempenhos sempre satisfatórios em outras atividades (provas individuais) as quais não foram consideradas nessa pesquisa.

Além dos desempenhos apresentados acima, vale destacar que para a questão 1, que contempla o estudo do relevo na escala regional, 9 entre os 11 grupos ilustraram, por meio de um mapa temático, as unidades geomorfológicas, geológicas e o percurso do trabalho em campo, entre Belo Horizonte e Diamantina. Desses 9 grupos, apenas 01 apresentou, em seu mapa, a maioria dos elementos externos, como coordenadas geográficas (orientação), título, escala e legenda (Grupo 8). Os demais xerocaram parte dos mapas (Grupos 1, 3, 5 e 9), ou compilaram os mapas e acrescentaram alguns

elementos externos (Grupos 2 e 4) ou, simplesmente, adaptaram algumas informações espaciais (elemento interno) dos mapas originais (Grupos 6 e 7). A Figura 10 é um exemplo dos “mapas” elaborados por 4 grupos.

Além das questões referentes às normas para representação cartográfica, apenas os alunos do Grupo 3 (Lilás, Tuia e Sálvia) fizeram, no corpo dos seus textos, chamada para o mapa e seu conteúdo. Os demais alunos, dos outros 8 grupos, apenas anexaram o mapa como uma ilustração, sem comentários e *link* com o texto elaborado. Esse aspecto revela a falta de aproveitamento dos mapas no processo de análise geomorfológica da região visitada e, mostra, ainda, descaso ou desconhecimento das normas técnicas para a representação cartográfica. Esse assunto é retomado no Capítulo 6.

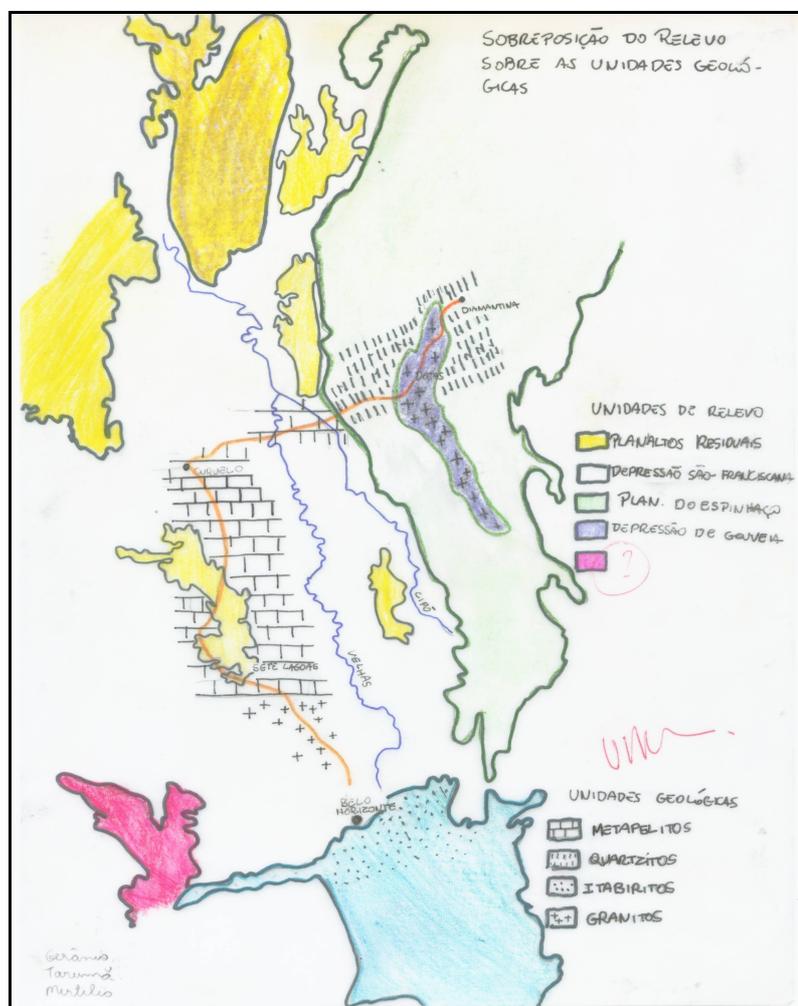


Figura10 – Exemplo de representação das unidades geomorfológicas e geológicas elaborada por alunos.
Fonte: Relatórios de trabalho em campo (2005).

6 CONHECIMENTOS E DIFICULDADES EM GEOMORFOLOGIA: LEVANTAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS REFERENTES À VISUALIZAÇÃO E REPRESENTAÇÃO BI E TRIDIMENSIONAL

A linguagem gráfica, assim como a falada e a escrita, está indissoluvelmente associada à atividade mental e é uma exteriorização do pensamento humano.

(Lívia de Oliveira, 1977)

Todo pensamento humano é uma representação, isto é, passa por articulações simbólicas.

(Gilberto Durant, 1998)

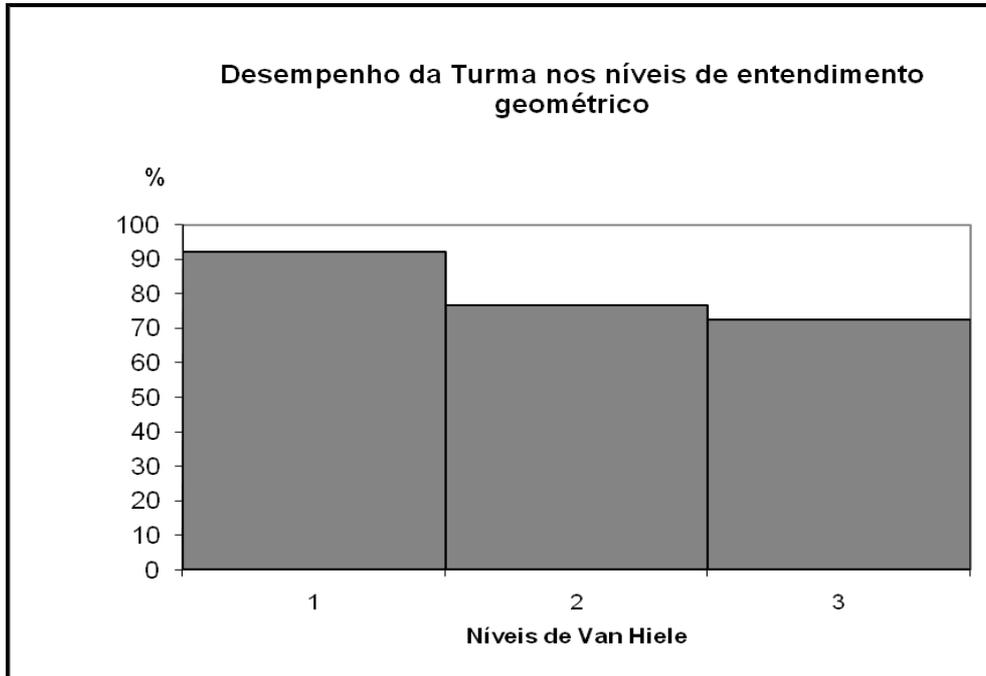
6.1 Desempenho dos sujeitos com as representações geométricas

Neste item foram considerados os instrumentos: o Teste de Geometria TG4p-I (2005) e o Questionário Q7p-I (2ª parte, 2007), ambos realizados pelos sujeitos da pesquisa.

6.1.1 Teste de Geometria segundo modelo de Van Hiele

O teste (Anexo D), elaborado com base nos níveis de conhecimento estabelecidos pelo Modelo Van Hiele (1986) foi realizado por 25, dos 28 sujeitos desta pesquisa. A resposta de cada questão do teste foi avaliada com um (1) para as respostas satisfatórias ou zero (0), para respostas insatisfatórias. A quantificação das respostas, de acordo com cada nível de entendimento geométrico (VAN HIELE, 1986), permitiu elaborar o Gráfico 1, no qual são apresentados os índices de acerto da turma nos três primeiros níveis de entendimento geométrico de Van Hiele (1986).

Gráfico 1 Desempenho da turma nos níveis de entendimento geométrico



Fonte: Teste de Geometria, 2005.

No nível 1 (básico ou visualização) incluem-se as questões de número 1 e 8b do questionário, enquanto no nível 2 (análise) encontram-se as questões 2, 3, 4, 6, 8a e 10. Já no nível 3 (dedução informal) apresentam-se as questões 5, 7, 8c e 11.

A análise desse gráfico permite concluir que, no nível básico (1) ou de visualização, o índice de acerto é maior e, à medida que se caminha para o nível da dedução informal (3) verifica-se um menor índice de acertos no total da classe. Esse decréscimo é esperado, uma vez que ocorre o aumento do grau de dificuldade a cada nível, conforme discutido no Capítulo 4, item 4.1.

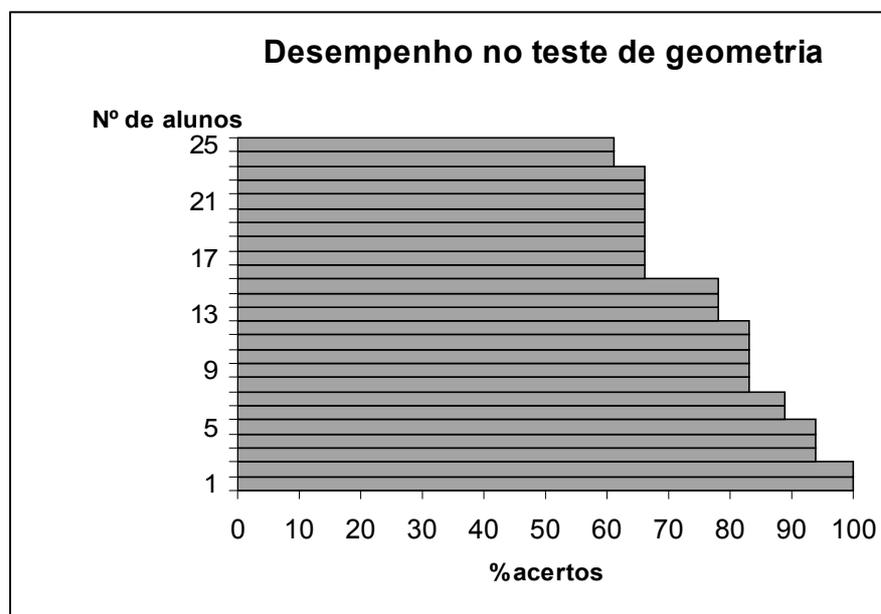
Os índices alcançados em cada nível são considerados satisfatórios para alunos que há tempos não trabalham, diretamente, com esse tipo de conteúdo, conforme exposto pela professora Dr^a. Maria Manuela Martins Soares David, da Faculdade de Educação da UFMG, durante diálogo, em março de 2007, sobre o teste aplicado aos sujeitos desta pesquisa.

Para o nível 1 (básico ou visualização) os alunos tiveram, apenas, que reconhecer as figuras de acordo com suas nomenclaturas, independentemente, de explicarem seus

atributos. O nível 2 exigiu dos alunos análise das figuras a partir de seus atributos, enquanto no nível 3 os alunos, além, de analisarem as figuras tiveram que reconhecê-las por meio de suas classes e de representá-las orientados por argumentos e não por imagens.

No Gráfico 2, é possível observar o desempenho geral de cada sujeito no teste geométrico. Nota-se que mais da metade da turma obteve acertos iguais e acima de 13 (superiores a 70%), sendo que apenas 8 alunos Lilás, Narciso, Mirtilo, Margarida, Lírio, Alecrim, Orquídea e Jasmim tiveram rendimento entre 61% e 66% de acertos, menos de 13 no total de 18 (100%).

Gráfico 2 – Desempenho geral dos alunos no teste de geometria



Fonte: Teste de Geometria, 2005

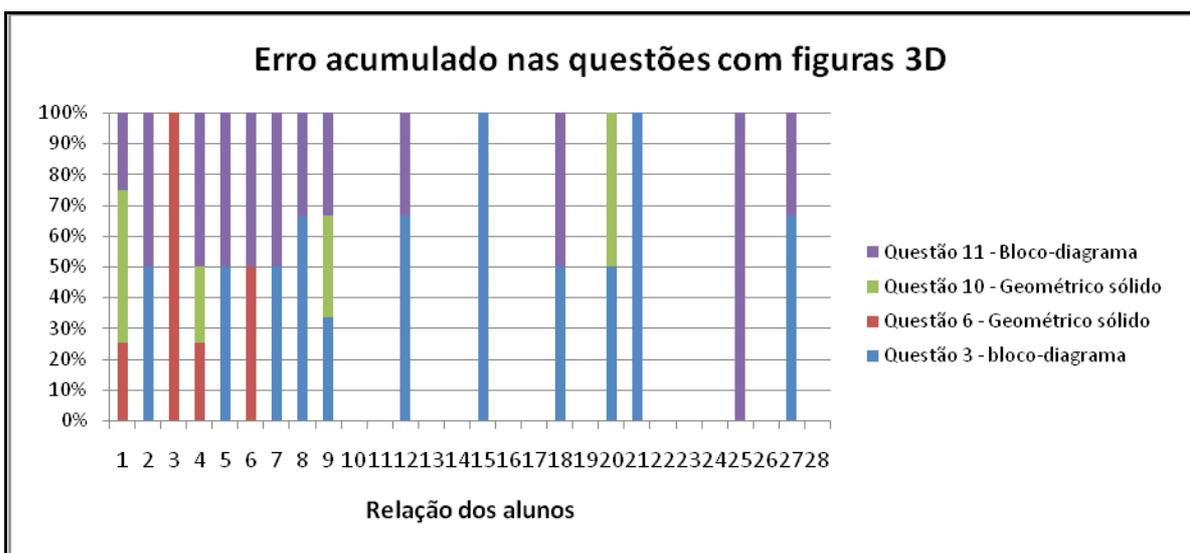
Verifica-se, ainda, que 2 alunos, Girassol e Resedá, acertaram todo o teste, enquanto 3 (Pitanga, Faia e Tarumã) apresentaram 94,4% acertos; outros 2 (Mirra e Romã) 88,8% de acertos; outros 5 (Linho, Tuia, Peônia, Gerânio e Magnólia) alcançaram 83,3% de acertos. Entre os alunos que ficaram na média dos 70% encontram-se os alunos Rosa, Dália, Palma, Orquídea e Sálvia.

Apesar do desempenho geométrico satisfatório, para a maior parte da turma, verificou-se que entre os alunos com índice de acerto acima de 70% no teste de geometria (Gráfico 2), ocorre um erro comum, nas questões com figuras sólidas (questões 3, 6, 10 e 11, Anexo D e Gráfico 3). Para a resolução dessas questões (principalmente as de número 3

e 11), além do entendimento geométrico de nível 3 (dedução informal), era necessária e importante a habilidade de visualização espacial, destacando-se a de rotação do bloco, para a visão *penetrative* (KALI e ORION, 1996) e para a habilidade gráfica.

Quando se observa o Gráfico 3, referente ao erro acumulado¹ com as 4 questões com bloco-diagrama e sólidos geométricos, nota-se que há alunos que apresentam dois erros, em quatro, como os alunos Linho (2), Palma (6), Mirtilo (7), Peônia e Sálvia, até os que não cometeram nenhum erro, como Girassol (11), Mirra (13), Malva (14), Tuia (16), Melissa (17), Pitanga (19), Resedá (23), Magnólia (24), Romã (26) e Tarumã (28). Os que apresentaram erros em 3 questões são os alunos Rosa (1) e Lilás (4), com desempenho inferior a 14 acertos (70%) no teste geral de geometria, representado no Gráfico 2. Vale ressaltar que os alunos de número 10 e 22 não realizaram o teste. Por isso seus números não apresentam uma coluna. Os demais sem coluna referem-se aos alunos que não cometeram nenhum erro.

Gráfico 3 – Erro acumulado nas questões com figuras 3D



Fonte: Teste de Geometria, 2005.

No Gráfico 3, nota-se que entre essas quatro questões, que envolvem figuras em 3D, as que compreendem a ideia de bloco-diagrama com representações geomorfológicas (questões 3 e 11) foram as que mais apresentaram erros (58% dos alunos). Entre os 16 alunos (61,5% dos alunos) que apresentaram algum tipo de erro com as figuras 3D, Linho (2), Narciso (5), Mirtilo (7), Margarida (8), Alecrim (12), Jasmim (18) e Sálvia (27) -

¹ De acordo com a prof^a Dr^a Janine Le Sann, o ideal para representar essas informações seria uma coleção de 4 gráficos de barras, para mostrar o desempenho dos sujeitos nas 4 questões em discussão. Porém, considerando o interesse em mostrar de maneira simultânea o acúmulo de erros cometidos por cada sujeito, nas quatro questões, optou-se por manter o gráfico 3, ciente de que o mesmo possibilita questionamentos se consideradas as orientações e as normas da semiologia gráfica.

erraram, somente, as questões com bloco-diagrama. Desses 16 alunos, apenas 1 (Dália (3) não apresentou erro com o bloco-diagrama, mas com o sólido geométrico.

Entre os erros encontra-se falta de complementação ou complementação equivocada do bloco-diagrama com a continuidade do arranjo expresso na face frontal. Nove alunos ignoraram a projeção desse arranjo para as faces superior e lateral do bloco, enquanto outros dois (Margarida e Mirtilo) deixaram a questão em branco (Figura 11).

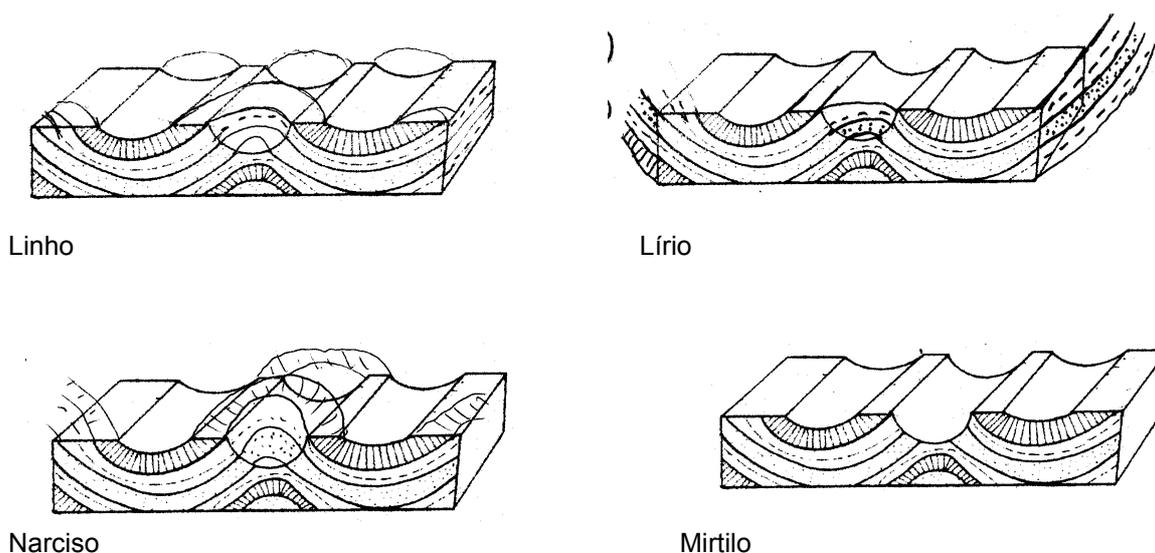


Figura 11 – Representações erradas do bloco-diagrama 3D

Fonte: Teste de Geometria, 2005.

Entre os 25 alunos que realizaram o teste, 56% responderam, corretamente, à questão 3, enquanto 44% erraram ou não a responderam (Linho, Narciso, Mirtilo, Margarida, Lírío, Alecrim, Orquídea, Jasmim, Peônia, Gerânio e Sálvia). Essa questão solicitava que os alunos completassem, na superfície e na lateral do desenho, as litologias que estavam representadas na superfície frontal do bloco, ou seja, existiam duas faces do bloco em branco, onde os alunos deveriam esboçar a representação. Para isso, era necessário observar a face frontal e verificar o comportamento das camadas (arranjo de suas estruturas externas), em seguida, visualizar o prolongamento das mesmas para o interior do bloco e mostrar, nos demais cortes (superior e lateral), o comportamento das camadas projetadas, como nas representações corretas de Mirra, Romã e Girassol (Figura12).

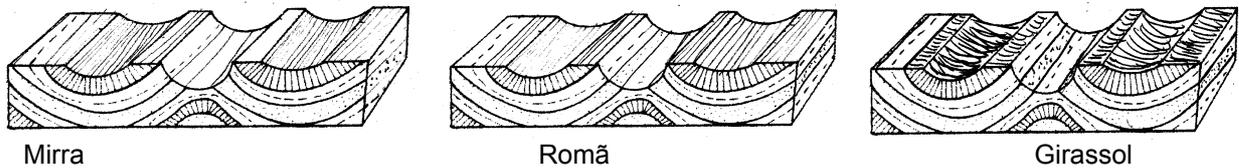
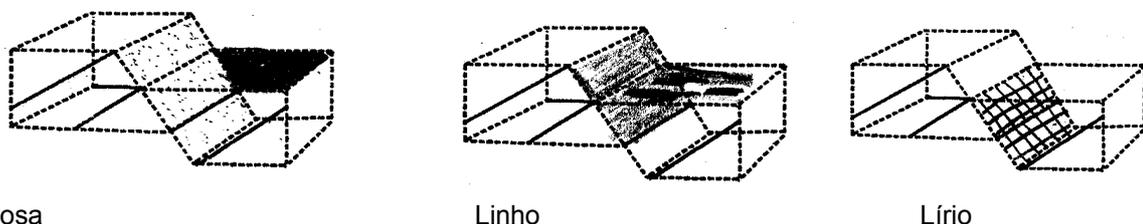


Figura 12 – Representações corretas do bloco-diagrama 3D

Fonte: Teste de Geometria, 2005.

Na questão 11, pintar o plano de falha do bloco e fazer hachuras na face que releva o mergulho das camadas no interior do bloco, 48% de pessoas, em 25, apresentaram algum tipo de erro. Os principais erros cometidos foram de associação do conceito de mergulho e de plano de falha com a identificação da representação no bloco-diagrama. Para realizar essa atividade, os alunos devem conhecer cada conceito e reconhecer-lhes a representação em figuras, a fim de indicá-los. Portanto, os alunos deveriam identificar os atributos planos e linhas de falhas, mergulho e sobreposição de camadas e visualizar a projeção 3D das camadas. Dessa forma, poderiam resolver a questão, levando em consideração a combinação do conteúdo geológico (falhas) com sua representação na figura geométrica sólida.

A maioria dos alunos (72%) identificou o plano de falha, como Rosa, Linho e Lírio (Figura 13) e, apenas 14 (Dália, Girassol, Mirra, Malva, Orquídea, Tuia, Melissa, Pitanga, Peônia, Gerânio, Resedá, Magnólia, Romã e Sálvia) identificaram o plano de falha e as faces, que revelavam o mergulho das camadas (Figura 14).



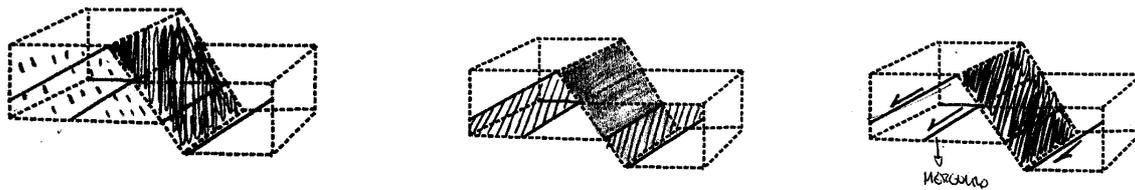
Rosa

Linho

Lírio

Figura 13 – Identificação correta apenas do plano de falha

Fonte: Teste de Geometria, 2005.



Mirra

Romã

Girassol

Figura 14 – Identificação correta do plano de falha e das faces que revelam o mergulho das camadas

Fonte: Teste de Geometria, 2005.

A representação da linha e do plano de falha em figuras 3D é comum, principalmente, no estudo dos tipos de falhas. A representação do mergulho das camadas, embora ocorra durante o ensino, não é discutida pelo professor que deve chamar a atenção dos alunos para a posição da superfície inclinada, ou não, e deslocada, em função de planos horizontais e verticais. Durante os trabalhos em campo, esses mergulhos também são apontados na natureza com base no comportamento das camadas nos afloramentos rochosos. Apesar disso, a indicação desses mergulhos, pelo professor, não garante que os alunos estejam projetando os mergulhos como superfícies que se prolongam para o interior dos afloramentos e dos “barrancos” nos cortes de estradas. Para essa projeção, os alunos devem empregar a habilidade *penetrative* (KALI e ORION, 1996).

Ao comparar os resultados dos alunos nas questões 3 e 11, percebe-se que alguns alunos cometeram os mesmos erros, quando se demandava deles a habilidade de visualização espacial de caráter “penetrative”, como os alunos Linho (2), Lilás (4), Narciso (5), Mirtilo (7), Lírio (9), Alecrim (12) e Jasmim (18).

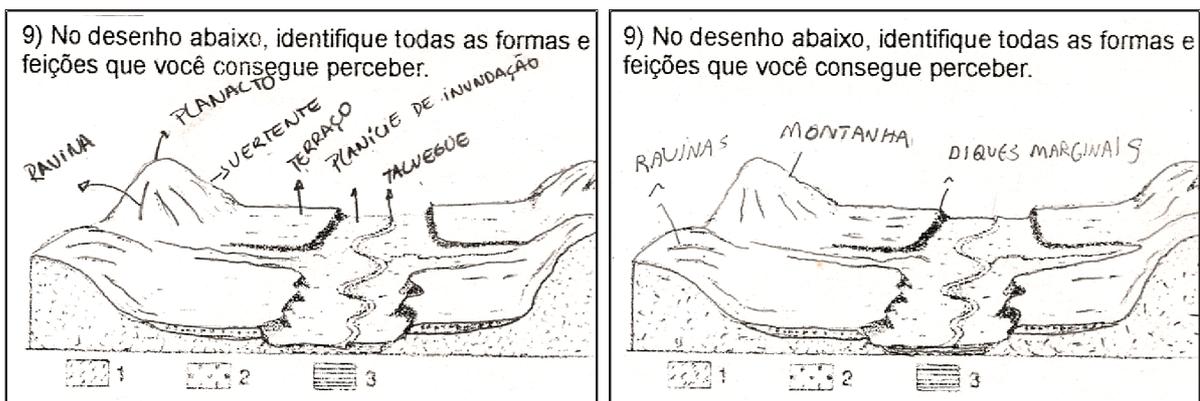
Entre os alunos que acertaram a questão 3, mas erraram a 11, encontram-se Rosa, Lilás, Palma, Magnólia e Faia. Entre esses, encontram-se os que obtiveram no teste de geometria valor superior a 78% (Palma, Magnólia e Faia), um bom resultado geral, e os que apresentaram resultados regulares, com 72,2 % (Rosa) e 66,6% (Lilás). Os alunos que erraram as questões 3 e 11 são os mesmos que apresentaram os menores resultados (66,6% e 61,1%) no teste de Geometria (Mirtilo, Narciso, Lírio, Jasmim, Alecrim e Lilás).

Esse resultado vem reforçar o que Kali e Orion (1996), Souza (2003) e Ishikawa e Kastens (2005), têm escrito sobre a dificuldade dos alunos dos cursos de Geografia e de Geologia com a visualização interna das estruturas das formas de relevo representadas em 2D e em 3D.

Quanto ao conhecimento dos elementos e nomenclaturas básicas da geometria, os alunos demonstraram rendimento superior a 70%, para a maioria da turma. Tal fato foi reforçado nas questões 6 e 10, que compreenderam o conhecimento dos termos face, vértice e plano oblíquo das figuras, além das demais questões referentes às figuras planas (questões 1, 2, 4, 5, 7, 8). Esse nível de entendimento geométrico refere-se ao primeiro e segundo níveis do modelo de Van Hiele.

A questão 9, que contém uma representação, em bloco-diagrama de um vale com planície, terraço, drenagem e morros, possibilitou verificar a relação entre formas de relevo, nomenclatura e a percepção espacial dos alunos quanto à dimensão das formas de relevo. O fato de a representação não conter escala gráfica, possibilitou aos alunos conceberem suas próprias escalas geográficas, inferidas a partir da relação de termos utilizados para as formas representadas.

Do total de 25 alunos (100%), 4% não identificou as formas de relevo (Lírio) e 8% dos alunos (Palma e Mirtilo) empregaram termos referentes a formas de relevo verificadas em escala regional, como planalto e montanha, inadequados para a representação (Figura 15). Palma e Mirtilo acrescentaram, também, termos referentes a formas de relevo de outras escalas geográficas (local e pontual), como vertente, planícies, ravinas e diques marginais. Nota-se, na interpretação desses dois alunos, um problema de escala espacial; ou seja, se é possível representar diques marginais, terraços fluviais, ravinas e vertentes, não cabem nessa representação formas de relevo denominadas planalto, uma vez que essas formas de relevo apresentam ordem de grandeza espacial muito diferente.



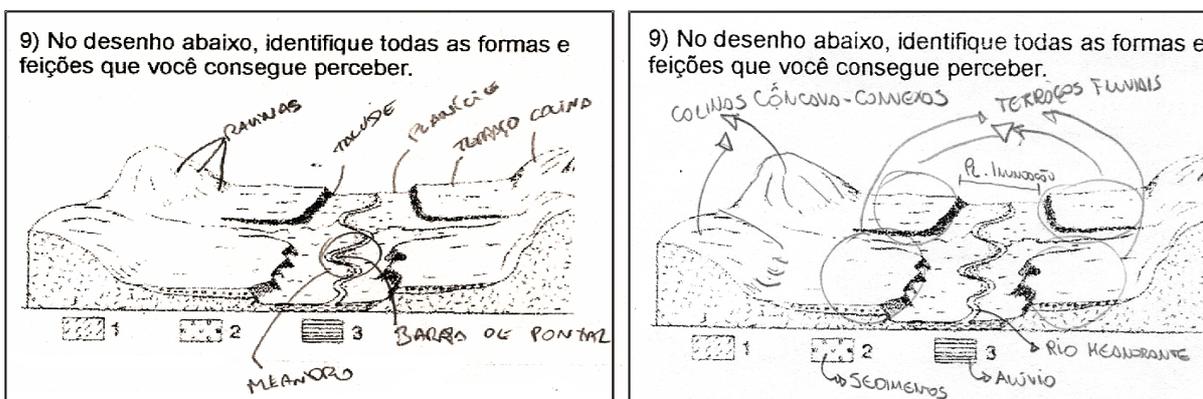
Palma

Mirtilo

Figura 15 – Identificação de formas de relevo em desenhos 3D, com problemas de escala geográfica

Fonte: Teste de Geometria, 2005 (Palma e Mirtilo).

Os demais 22 alunos (88%) empregaram a noção de escala geográfica local, com destaque para nomenclaturas como formas de colinas, planícies de inundação, terraços, vertentes, ravinas, taludes, meandros, barra de pontal, etc. (Figura 16). Nesses casos, verifica-se correlação adequada entre as formas e sua escala geográfica de ocorrência, de acordo com o contexto representado. Entre esses 22 alunos somente 18% (Margarida, Peônia, Faia e Pitanga) não indicaram a localização espacial das formas citadas. Vale ressaltar, que na questão 9, os atributos referem-se apenas aos aspectos externos da forma e da paisagem local, comuns na “escala humana” e de vivência das pessoas. Portanto, é atribuído a esse fato o alto índice de acertos na questão nove.



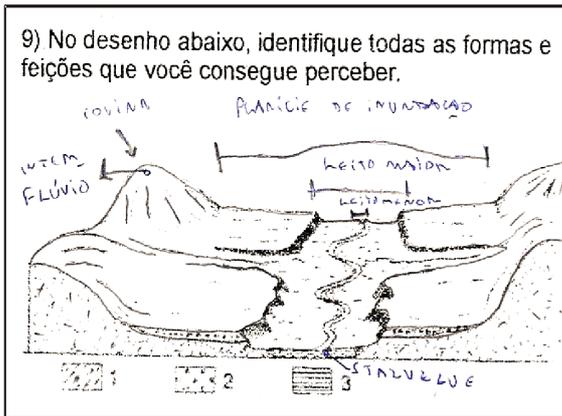
Resedá

Girassol

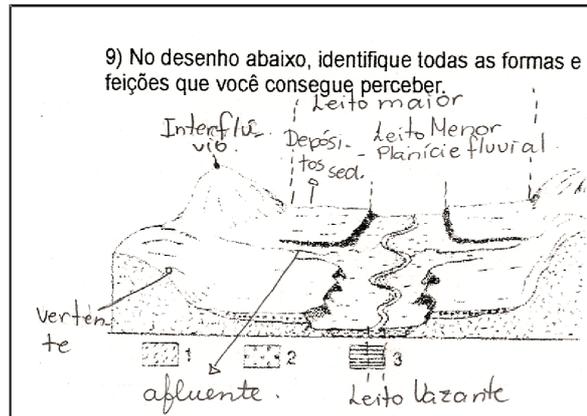
Figura16 – Identificação correta de formas de relevo em desenhos 3D

Fonte: Teste de Geometria, 2005 (Resedá e Girassol).

Entre esses 22 alunos, há 18% (Lilás, Narciso, Magnólia e Jasmim) que, apesar de apresentarem uma correlação pertinente entre forma de relevo e escala espacial, cometeram um erro comum referente ao conceito de planície de inundação e sua representação. Os alunos Jasmim e Lilás incluíram todo o fundo de vale como planície de inundação, ignorando a presença dos terraços fluviais. Magnólia e Narciso, por outro lado, ao tentarem identificar leito maior, leito menor e planície de inundação, revelaram não conceber planície de inundação como leito maior de um rio, uma vez que, para cada um desses conceitos, consideraram uma parte diferente do fundo do vale representado (Figura 17) e, além disso, não identificaram os terraços fluviais.



Narciso



Magnólia

Figura 17 – Representação com erro conceitual de planície de inundação

Fonte: Teste de Geometria, 2005 (Narciso e Magnólia).

No caso desses alunos, é possível afirmar que eles ainda não dominam esses conceitos, nem sabem operá-los na resolução de uma questão, que solicita apenas identificar os tipos de formas representadas e as suas respectivas localizações na representação imagética.

Quando se elaborou esse teste geométrico, acreditava-se que o nível de entendimento geométrico poderia ser responsável, em maior ou menor parte, pelo desempenho dos alunos com os conteúdos de geomorfologia. Porém, ao deparar com o resultado, constatou-se que mais do que um nível de entendimento geométrico satisfatório, era fundamental a habilidade de visualização espacial.

No pré-teste, realizado com alunos de geografia de uma instituição privada, o índice geral das turmas, dos níveis de entendimento geométrico, segundo o modelo de Van Hiele (1986), foi inferior a 60%. Esse resultado, na época, levou a acreditar que o baixo desempenho dos alunos, nesses níveis, fosse responsável, também, pelo baixo desempenho dos alunos com os conteúdos de geomorfologia, uma vez que as notas baixas eram comuns nos dois conteúdos.

Diante desse fato, não se atentou para outro conhecimento, o da habilidade de visualização espacial, que veio a aflorar ao se constatar que os alunos com melhores desempenhos no teste, quando apresentavam algum tipo de erro, esse erro referia-se à habilidade de visualização espacial. Esse mesmo erro apresentava maior frequência entre os alunos com rendimento inferior. Logo, a questão da visualização espacial tornou-se mais importante e merecedora de mais atenção, uma vez que, na Geomorfologia, faz-

se uso constante das representações tridimensionais e de estruturas internas das formas de relevo.

Em função do tempo e de outros fatores, não foi possível propor outras atividades que explorassem mais a questão da visualização espacial, com demanda de visão *penetrative* e de rotação dos blocos. Apesar disso, pôde-se retomar, em parte, essa discussão por meio das atividades com a planificação de figuras geométricas na segunda parte do questionário (Q7p-I).

6.1.2 Análise da 2ª parte do questionário (Q7p-I): desempenho geométrico

Na segunda parte do questionário (Q7p-I) foram propostas três representações do conhecimento geométrico (Anexo E); uma, pela planificação de um sólido geométrico – paralelepípedo – e duas, em três dimensões (3D) – cone com topo plano e pirâmide de três faces e uma base.

Apesar de ser uma atividade, relativamente, simples para adultos, porque foram utilizadas figuras comuns e presentes no dia-a-dia das pessoas, as respostas encontradas permitem fazer algumas constatações referentes à habilidade gráfica, à rotação imaginária do bloco sólido e à observação a partir de diferentes pontos focais. Na avaliação das respostas foram consideradas três categorias: representação correta, imperfeita e errada (Figura 18), conferindo-se às figuras corretas 1 ponto, às imperfeitas 1/2 ponto e, às erradas, zero ponto.

Para uma figura ser considerada correta (Figura 18a) é necessário que a figura do desenho contenha o mesmo número de faces, vértices, proporção de tamanho, altura e largura entre as suas partes, além de o conjunto de seus atributos possibilitarem ao leitor reconhecer o tipo de sólido geométrico. As figuras consideradas imperfeitas (Figura 18b) são aquelas em que, na equivalência entre os atributos da representação, feita pelos alunos, com os das figuras geométricas de referência, verificam-se problemas de proporção entre as partes da figura e o próprio traço do desenho. Por fim, são consideradas erradas (Figura 18c), aquelas figuras que não correspondem à figura de referência, embora possam apresentar algum tipo de semelhança.

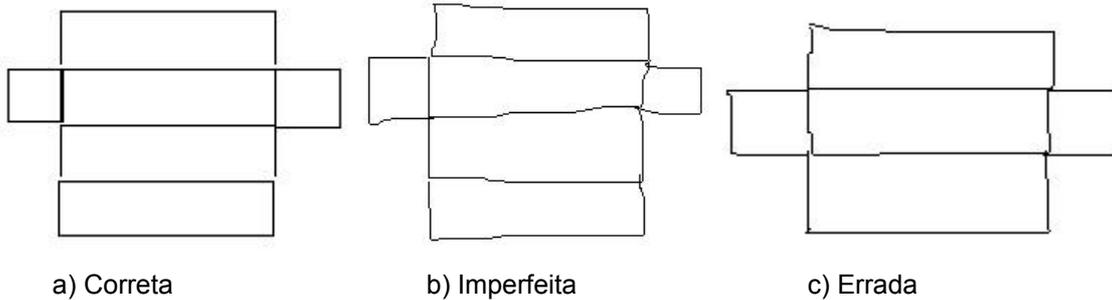


Figura 18 – Planificações do paralelepípedo

Considerando-se a ausência de instrumentos como régua para a elaboração dos desenhos e a possível pressa dos alunos para finalizar a atividade, em virtude do contexto², no qual se aplicou o questionário, julgou-se pertinente considerar as figuras imperfeitas como mais próximas do correto do que do incorreto, relativamente ao aspecto do reconhecimento do número de faces.

Alguns alunos acertaram todas as três representações (Alecrim, Faia, Mirra, Romã, Sálvia e Tarumã), outros oscilaram entre as respostas correta e imperfeita (Resedá, Gerânio, Jasmim, Narciso e Palma). Houve alunos, no entanto, que apresentaram, principalmente, respostas imperfeitas (Dália, Jasmim, Linho e Violeta) e respostas erradas, como Lilás, Mirtilo, Lírio e Psídio (Anexo G).

O Gráfico 4, referente ao desempenho dos alunos com os sólidos geométricos e a planificação, permite visualizar o desempenho geral de cada aluno, sendo que os alunos Alecrim, Mirra, Faia, Romã, Sálvia e Tarumã acertaram todas as atividades, ou seja, apresentaram desempenho muito satisfatório (100% de acertos). Esses foram seguidos por outros, com desempenho também satisfatório, como os alunos Tuia, Jasmim, Gerânio, Resedá, porém obtiveram desempenho entre 70% e 80% de acertos. Com o desempenho mais baixo, inferior a 60%, encontram-se os alunos Lilás, Mirtilo, Lírio, Violeta e Psídio.

² Aproveitou-se o término de uma atividade avaliativa, da disciplina Organização Espacial, para realizar essa atividade, em julho de 2007.

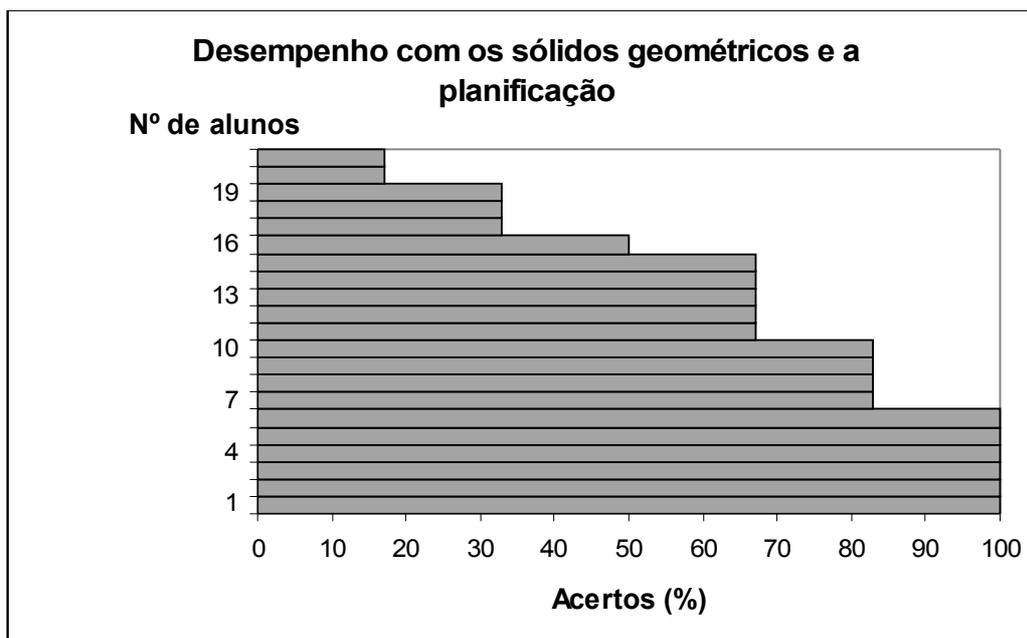
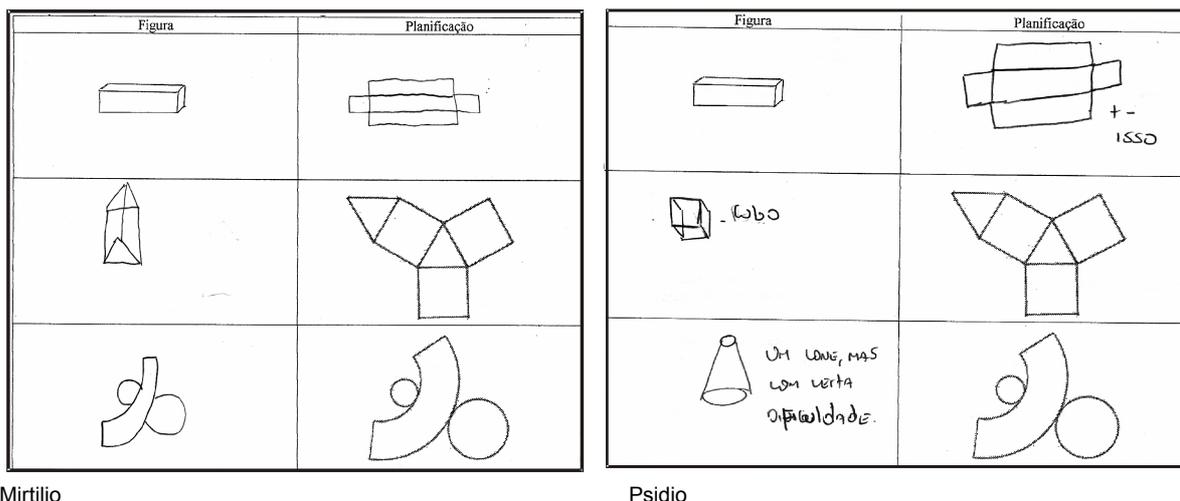


Gráfico 4 – Desempenho geral dos alunos com os sólidos geométricos e a planificação.

Fonte: Questionário, 2ª parte, 2007.

Na atividade de planificação do paralelepípedo, encontraram-se dois tipos de erros nas representações de quatro alunos: (a) número de face incorreta (Figura 19), portanto o número de vértices e de arestas, também, é diferente aos da figura de referência (Mirtílio e Psídio) e (b) tamanho e proporção das faces representadas diferentes dos da figura de referência (Lilás e Lírio) (Figuras 20).

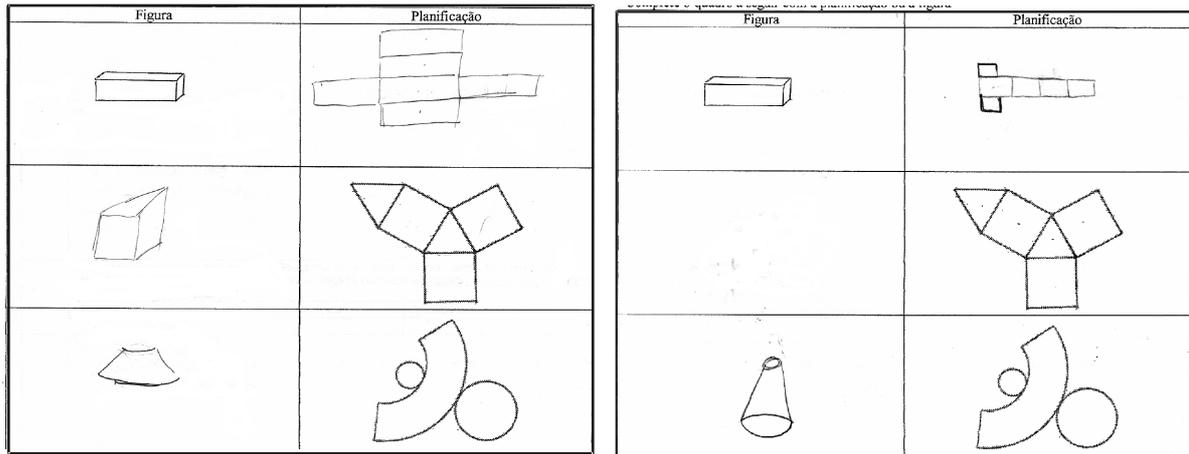


Mirtílio

Psídio

Figura 19 – Paralelepípedo com número de faces incorreto

Fonte: Questionário 2ª parte, 2007. (Mirtílio e Psídio)



Lilás

Lírio

Figura 20– Paralelepípedo com tamanho de faces incorreto (Lilás e Lírio)

Fonte: Questionário 2ª parte, 2007.

Nota-se, no desenho do aluno Lilás, que todas as faces do paralelepípedo foram representadas, porém o tamanho de duas, que corresponde à altura, é o mesmo das faces correspondentes ao comprimento. Essa representação aponta para a seguinte questão: apesar de reconhecer a existência das 6 faces do paralelepípedo, o aluno não fez a associação de cada face desenhada com a respectiva face de referência. Verifica-se no desenho, com 6 faces de mesmo tamanho, que Lilás não visualizou a planificação em sua forma 3D, apenas procurou reproduzi-la, a partir do modelo existente no exercício.

De acordo com Van Hiele (1986), identificar a figura, bem como suas partes, seus atributos e a relação das mesmas na estrutura do desenho e da forma, compreende o segundo nível de entendimento geométrico, ou seja, o de análise. Para essa atividade o aluno deveria utilizar, também, a habilidade espacial como a de visualização e de rotação para perceber cada face, inclusive as faces ocultas e a relação de suas arestas e vértices, que juntas, dão estética à forma. Foi o que ocorreu com o aluno Lírio. Nesse caso, porém, o aluno reconheceu a existência das diferenças entre as faces do comprimento em relação às da altura, ou seja, empregou as habilidades de percepção de figuras em campo (destacou cada forma de cada face) e de constância da percepção (desenhou 2 quadrados e 4 retângulos, apesar da deformação do quadrado na perspectiva). O aluno percebeu a figura sob vários pontos de vista com alguma coordenação; o que não soube foi posicionar as faces da altura no contato das arestas correspondentes.

Tal fato demonstra que o aluno identifica todas as faces do paralelepípedo e analisa seus atributos. O aluno, porém não é capaz de perceber todas as faces, especialmente, representadas na planificação, ou seja, não percebe a posição de cada elemento em relação aos outros, de modo que no conjunto, quando deslocados, fiquem na posição correta (percepção de relações espaciais, que demanda girar a figura para verificar faces e conexões, a partir de um único ponto de vista).

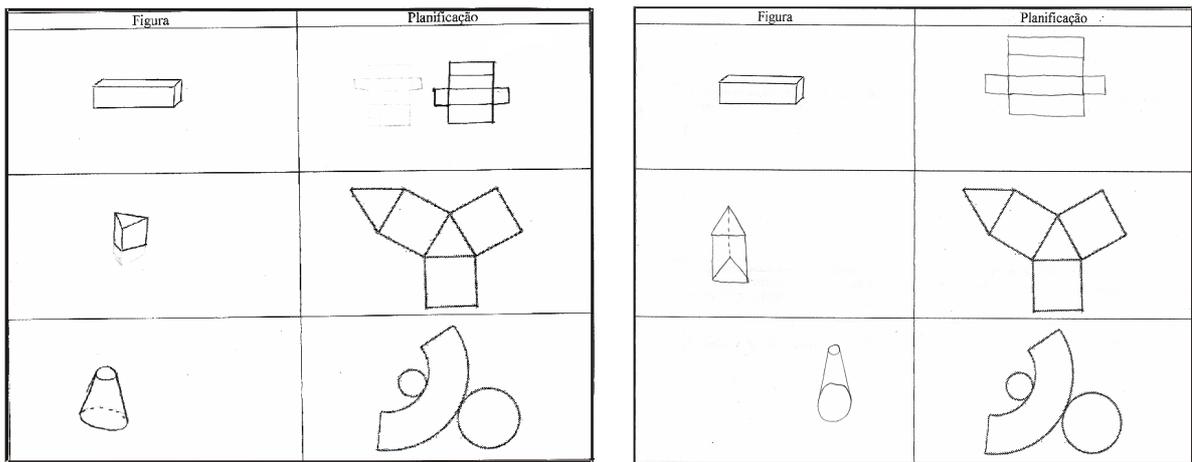
A percepção de figuras geométricas espaciais é sempre relativa a um ponto de vista, enquanto a representação demanda, do indivíduo, tomada de consciência desse ponto de vista, isso é, que o diferencie dos outros para, e em consequência, coordená-lo com outros (VIANA, 2000).

Apesar dos erros apresentados por poucos alunos, pode-se dizer que, ainda assim, os sujeitos apresentam habilidade quanto ao nível de entendimento geométrico do nível 2, qual seja o de reconhecer e correlacionar seus atributos.

Nessa atividade 1 houve, também, dificuldade com as habilidades gráfica e de rotação do bloco, depois da nova posição, quando movimentado para a posição 3D.

Piaget e Inhelder (1993) afirmam que o indivíduo percebe os objetos tridimensionais por meio de uma visão, simultaneamente, euclidiana e projetiva, que é construída a partir do entendimento da relação topológica. Sendo assim, se o aluno não consegue coordenar os vários pontos de vista do objeto, há indicação de que ainda não está trabalhando, plenamente, com o pensamento operatório, nas relações projetivas (VIANA, 2000), mas principalmente com o concreto no nível do topológico.

Essa ideia se estende, quando se leva em consideração os resultados das atividades 2 e 3, nas quais os alunos deveriam representar a figura em 3D, considerando as planificações dadas. Nessas atividades, os alunos Linho, Lilás, Lírio, Violeta e Psídio apresentaram resultados insatisfatórios, enquanto Palma, Alecrim, Mirra, Gerânio, Faia, Romã, Sálvia, Resedá e Tarumã apresentaram resultados satisfatórios (Figura 21).



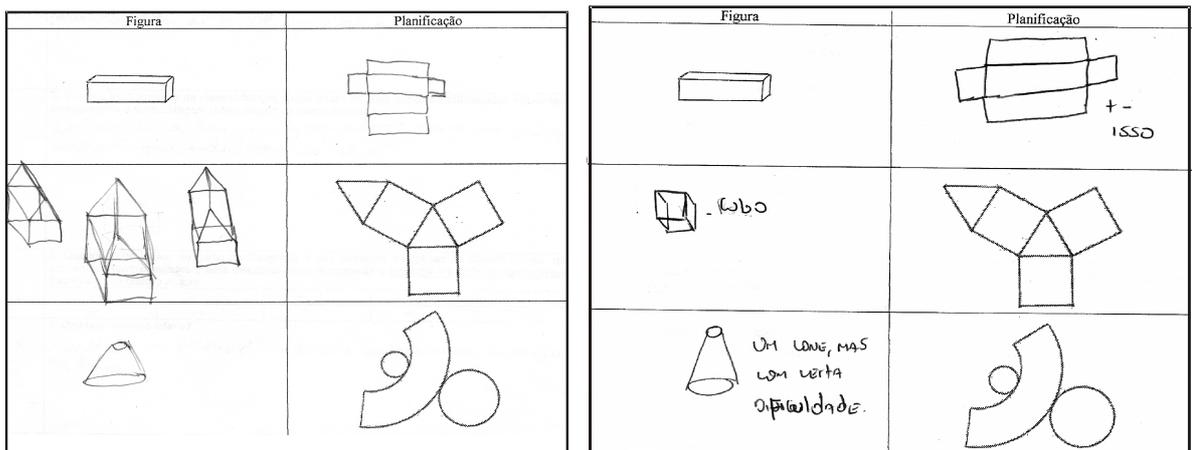
Mirra

Resedá

Figura 21 – Representações corretas da pirâmide triangular

Fonte: Questionário 2ª parte, 2007.

Entre os erros cometidos por alguns alunos, destacam-se desde a inadequação das figuras com a planificação de referência (Figura 22), até alterações no tamanho e na proporção das faces. No primeiro caso, pode-se apontar desde a falta da habilidade gráfica, até a dificuldade para visualizar a disposição das faces, a partir de diferentes pontos de referência do observador ao redor da figura. Ou seja, o aluno considera a representação projetiva como um simples decalque do objeto referente, sem a intervenção de ações como perceber a nova posição da face, quando movimentada para ocupar a sua parte no modelo 3D.



Linho

Psídio

Figura 22 – Representações incorretas e com proporções inadequadas da pirâmide triangular

Fonte: Questionário 2ª parte, 2007.

Os Gráficos 5, 6 e 7 permitem comparar o desempenho geral da turma com as três figuras. Nota-se que o maior índice de representações corretas (64,00%) refere-se à figura do cone com topo plano (Gráfico 5). Nessa representação, a figura apresenta uma única “face” (referente à altura), uma base e um topo circular. Portanto, não exige do observador correlacionar faces, arestas e vértice, atributos geométricos ausentes nesse tipo de sólido. Sendo assim, a aplicação da percepção topológica, euclidiana e projetiva é “simples”. As representações imperfeitas são devidas à relação de proporção da representação com o desenho de referência (Figura 21 – Resedá), e as erradas referem-se à representação bidimensional (Figura 20 - Lilás).

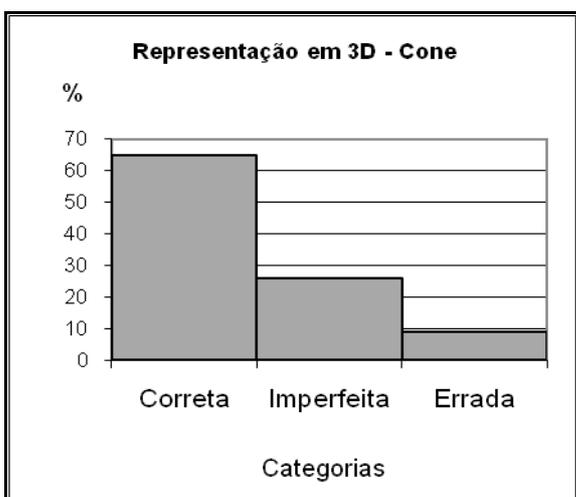


Gráfico 5 – Representação em 3D do cone

Fonte: Questionário, 2ª parte, 2007

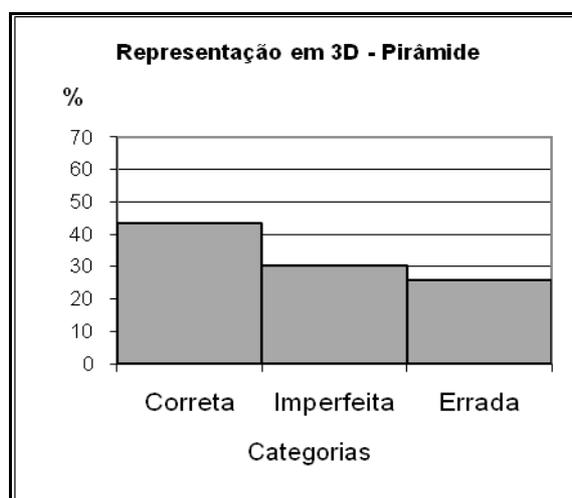


Gráfico 6 – Representação em 3D da pirâmide triangular

Fonte: Questionário, 2ª parte, 2007.

Nas demais figuras (6 e 7), o menor índice de acerto (42,50%) corresponde à forma geométrica da pirâmide de 3 faces, seguida do índice do paralelepípedo (48,50%).

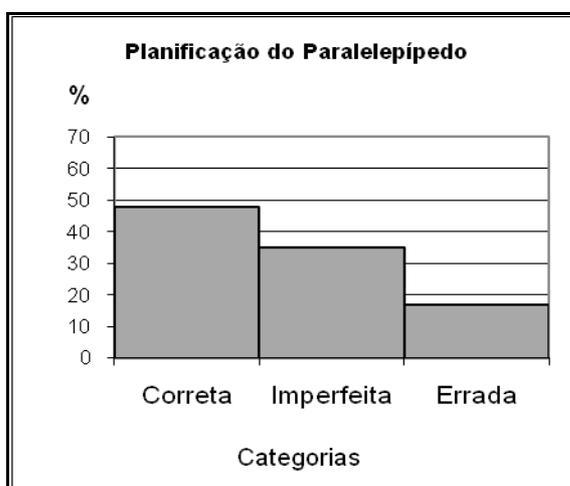


Gráfico 7 – Planificação do paralelepípedo

Fonte: Questionário, 2ª parte, 2007.

6.1.3 Desempenho dos sujeitos com as representações geométricas e espaciais: considerações parciais

O estudo do índice de acertos e erros apresentados pelos alunos possibilitou elaborar uma tabela síntese (Tabela 1), contendo o valor do desempenho de cada aluno em cada atividade. As atividades foram classificadas como: (a) Teste de Geometria; (b) Conceitos; (c) Habilidade Espacial I, que compreende o reconhecimento de padrão e formas e a Visualização 3D e (d) Habilidade espacial II, que compreende as questões com sólidos geométricos do questionário (Q7p-I). Os valores de cada uma dessas atividades, por aluno, foram somados e transformados em porcentagem, o que permitiu classificar os alunos em grupos, de acordo com o rendimento geral dos sujeitos desta pesquisa (Tabela 1).

Identificam-se, na Tabela 1, 4 grupos de alunos segundo seus desempenhos nas atividades, que refletem o conhecimento geométrico e a habilidade de visualização espacial dos sujeitos da pesquisa. No Grupo 1, encontram-se os alunos com desempenho geral igual ou superior a 78% de acerto, no conjunto dessas atividades (Girassol, Mirra, Malva, Pitanga, Gerânio, Resedá, Faia, Romã, Tarumã, Linho, Tuia e Peônia). Ao Grupo 2, pertencem os alunos com desempenho entre 70 % e 78%, como Dália (3), Orquídea (15), Rosa (1), Palma (6), Magnólia (24) e Sálvia (26), enquanto no Grupo 3 Narciso (5), Jasmim (18), Alecrim (12), e Margarida (8), alcançaram índices de acertos entre 60% e 69,5%. Os alunos com o índice mais baixo, inferior a 60%, são Mirtilo (7) e Lírio (9), Grupo 4.

6. Conhecimentos e Dificuldades em geomorfologia: levantamento e análise dos dados referentes à visualização e representação bi e tridimensional

Tabela 1: Resumo quantitativo do desempenho dos alunos nos conteúdos analisados na pesquisa

Nº	Pseudônimo	Teste geometria 18 pts (100%)	Conceitos (2 pts) Questão	Reconhecimento Padrão e formas (3 pts) Questões				Visualização 3D (5 pts) Questões				Total Habilidade espacial - I (8 pts) Questões	Habilidade espacial - II Questionário (3pts) Questões				Total Habilidade espacial I e II 11 pts (100%) Questões	Total Geral Teste Geometria; Habilidade espacial e conceitos		Classificação segundo rendimento geral da turma		
				2	4	8	Total	3	6	11	Total		2, 3, 4, 6, 8, 11	1	2	3		Total	2, 3, 4, 6, 8, 11, 1, 2, 3		Total ³ 31	%
11	Girassol	18 (100)	2	1	1	1	3	2	1	2	5	8 (100%)	-	-	-	-	8	28 (*)	100	Muito Bom		
13	Mirra	16 (89)	2	1	1	0,5	2,5	2	1	2	5	7,5	1	1	1	3	10,5 (95,5)	28,5	92	Muito Bom		
14	Malva	14 (77,5)	2	1	1	1	3	2	1	2	5	8	1	0	1	2	10 (91)	26	83	Muito Bom		
19	Pitanga	17 (94,5)	1	1	1	1	3	2	1	2	5	8 (100%)	-	-	-	-	8	26 (*)	93	Muito Bom		
21	Gerânio	15 (83)	2	1	1	1	3	0	1	2	3	6	0,5	1	1	2,5	8,5 (77)	25,5	82	Muito Bom		
23	Resedá	18 (100)	2	1	1	1	3	2	1	2	5	8	1	1	0,5	2,5	10,5 (95)	30,5	98	Muito Bom		
25	Faia	17 (94,5)	1	1	1	1	3	2	1	1	4	7	1	1	1	3	10 (91)	28	90	Muito Bom		
26	Romã	16 (89)	2	1	1	0,5	2,5	2	1	2	5	7,5	1	1	1	3	10,5 (95)	28,5	92	Muito Bom		
28	Tarumã	17 (94,5)	2	1	1	0,5	2,5	2	1	2	5	7,5	1	1	1	3	10,5 (95)	29,5	95	Muito Bom		
2	Linho	15 (83)	2	1	1	1	3	1	1	1	3	6	1	0	0,5	1,5	7,5 (68)	24,5	79	Muito Bom		
16	Tuia	15 (83)	2	0	1	0	1	2	1	2	5	6	1	0	1	2	8 (73)	25	80	Muito Bom		
20	Peônia	15 (83)	1	1	1	1	3	1	1	2	4	7 (87,5%)	-	-	-	-	7	23 (*)	82	Muito Bom		
6	Palma	14 (77,5)	1	1	1	0,5	2,5	2	1	1	4	6,5	1	0,5	1	2,5	9 (82)	24	77	Bom		
1	Rosa	13 (72)	1	1	1	0,5	2,5	2	1	1	4	6,5	1	0,5	1	2,5	9 (82)	23	74	Bom		
24	Magnólia	15 (83)	0	1	1	0	2	2	1	0	3	5 (62,5%)	-	-	-	-	5	20 (*)	71,5	Bom		
15	Orquídea	12 (66,5)	2	1	1	0,5	2,5	0	1	2	3	5,5 (69)	-	-	-	-	5,5	19,5 (*)	70	Bom		
27	Sálvia	14 (77,5)	2	1	1	0	2	0	1	1	2	4	1	1	1	3	7 (63,5)	23	74	Bom		
3	Dália	13 (72)	1	0	1	0,5	1,5	2	1	1	4	5,5	0,5	1	0,5	2	7,5 (68)	21,5	70	Bom		
12	Alecrim	12 (66,5)	2	1	1	1	3	0	1	0	1	4	1	1	1	3	7 (63,5)	21	68	Regular		
5	Narciso	12 (66,5)	1	1	1	1	3	0	1	0	1	4	0,5	0,5	1	2	6 (54,5)	19	61	Regular		
18	Jasmim	12 (66,5)	1	1	1	1	3	0	1	0	1	4	0,5	0,5	1	2	6 (54,5)	19	61	Regular		
8	Margarida	12 (66,5)	0,5	1	1	0,5	2,5	0	1	1	2	4,5 (56%)	-	-	-	-	4,5	17 (*)	61	Regular		
4	Lilás	12 (66,5)	0,5	1	1	0	2	2	1	0	3	5	0	1	0	1	6 (54,5)	18,5	60	Regular		
7	Mirtílio	11 (61)	0	1	0	1	2	0	1	0	1	3	0	0,5	0	0,5	3,5 (32)	14,5	46	Fraco		
9	Lírio	11 (61)	0	1	1	0	2	0	1	0	1	3	0	0	1	1	4 (36)	15	48	Fraco		
10	Violeta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0	0,5	1	1 (33,5) (*)					
22	Psídio-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0,5	0,5	0,5 (16,5) (*)					

Fonte: Testes e Questionário realizados pelos sujeitos da pesquisa, em 2005 e 2007.

³ Somatória dos valores 18 + 2 + 11 do Teste de Geometria, Conceitos e resultados total da habilidade espacial. (*) Porcentagem referente somente às atividades realizadas.

⁴ Muito Bom (> 78%); Bom (78% - 70%); Regular (69% - 60%) e Fraco (< 60%).

As principais dificuldades verificadas entre os alunos dos Grupos 3 e 4 referem-se à representação geomorfológica e geológica em bloco-diagrama; à dedução de figuras geométricas, a partir da descrição de seus atributos e a relação entre eles, portanto visualização mental; ao deslocamento (rotação) das partes da forma geométrica planificada para a posição que permite visualizar a forma em 3D e à identificação das faces ocultas das formas geométricas, a partir da rotação (mental) da figura em 3D. Portanto, as principais dificuldades referem-se à deficiência da habilidade de representação e visualização espacial.

Considerando as observações de Rezi (2001), sobre o bom desempenho de alunos com os conceitos geométricos – o que se reflete, também, na boa habilidade espacial –, é possível dizer que os sujeitos desta pesquisa, que sempre obtiveram desempenho satisfatório (muito bom e bom – acima de 13,5, em 18 – 75%) nas atividades de geometria, também apresentaram desempenho satisfatório na representação e visualização espacial (acima de 7,5, em 11 – 68%), conforme mostrado na Tabela 1. Constituem algumas exceções, os alunos Linho (2), Orquídea (15) e Sálvia (27).

Por outro lado, os que obtiveram resultado regular a fraco no teste de geometria, também, apresentaram resultados insatisfatórios com a representação e visualização espacial dos sólidos geométricos (Tabela 1).

6.2 Desempenho dos sujeitos com as representações bidimensionais

O estudo do desempenho dos sujeitos desta pesquisa, com as representações bidimensionais, considerou dois tipos de materiais, como referências para se verificar o conhecimento e as dificuldades dos alunos. O primeiro material refere-se às respostas dadas a uma questão presente na avaliação final (AF3p-I), elaborada pelo professor responsável pela disciplina de Geomorfologia, no primeiro semestre de 2005. O segundo compreende as representações elaboradas pelos próprios alunos, a partir de cartas topográficas distribuídas por outro professor, responsável pela disciplina de Geomorfologia Climática e Estrutural I, no segundo semestre de 2005.

6.2.1 Representação das formas de relevo da dinâmica fluvial – Avaliação Final (AF3p-I)

Na avaliação final dos alunos da disciplina Geomorfologia (3º período, manhã) foi apresentada uma questão (Anexo H), que exigia o entendimento dos conceitos de talvegue, leito maior, menor, leito talvegue, dique marginal, barra de pontal e planície de inundação e a habilidade de representar, em planta e em perfil, as formas correspondentes a esses conceitos (Figura 23). Essa questão foi respondida pelos 28 sujeitos desta pesquisa.

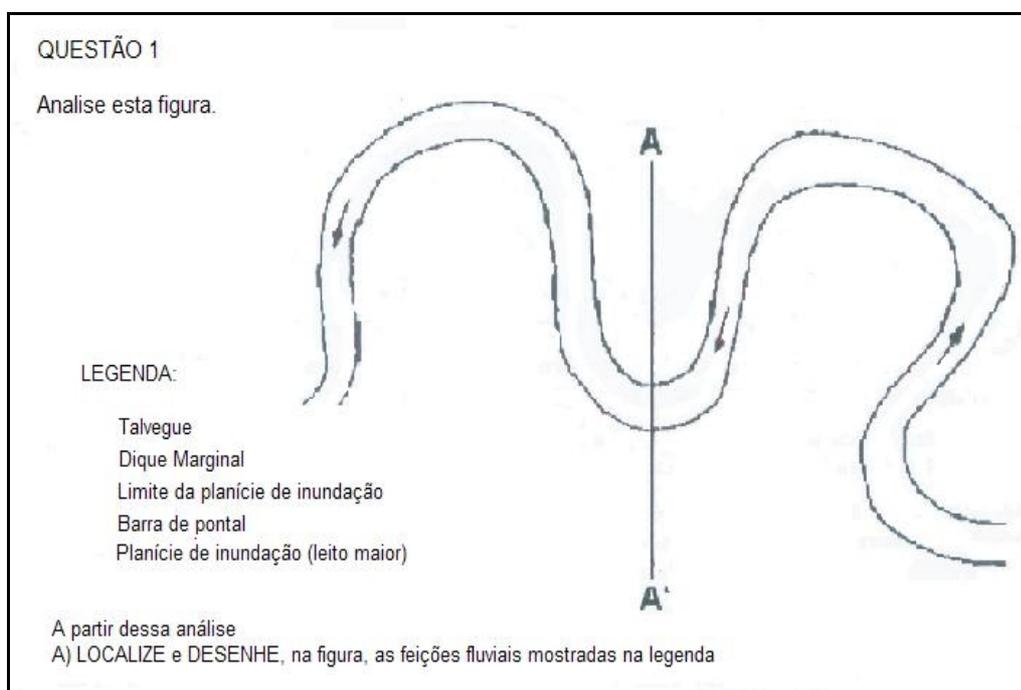


Figura 23 – Representação de um canal fluvial
Fonte: Questão 1 – Avaliação final – AF3p, 2005.

A figura dada na avaliação é composta de duas linhas sinuosas e paralelas, interceptadas ao meio por uma semi-reta A-A'. A partir da legenda (talvegue, dique marginal, limite da planície de inundação, barra de pontal e planície de inundação) foi possível correlacionar as linhas sinuosas ao curso de um canal fluvial e a semi-reta A-A' ao trecho, onde o perfil transversal deveria passar.

Solicitou-se que o aluno localizasse e desenhasse, na figura, as feições fluviais mostradas na legenda (talvegue, dique marginal, leito vazante, leito menor, leito maior e as características como migração lateral, acresção vertical, carga de leito e carga em suspensão) e, a seguir, realizasse o perfil esquemático da seqüência A-A', nele indicando e nomeando as feições. A realização dessa atividade exige do aluno habilidade para

localização e representação dos elementos indicados. Para a localização, são necessários o conhecimento do significado de cada elemento e sua contextualização na paisagem real e na representação. Desse modo, para desenhar uma unidade de relevo é fundamental pensar e escolher os símbolos que comuniquem o respectivo conceito.

Levando em consideração a ideia exposta acima, fez-se uma análise das respostas dadas pelos 28 alunos. Para isso, foram consideradas a qualidade da representação (traços, harmonia, proporção do tamanho dos símbolos e capricho); a aplicação correta dos conceitos (a partir da representação das formas em seus devidos lugares); a capacidade de relacionar a representação em planta com o seu perfil, e a competência para representar a organização estratigráfica dos sedimentos no perfil proposto.

De acordo com as respostas, estabeleceram-se 4 categorias: Aplicação Correta, Incompleta, Errada e Não aplicou (Quadro 16).

Quadro 16

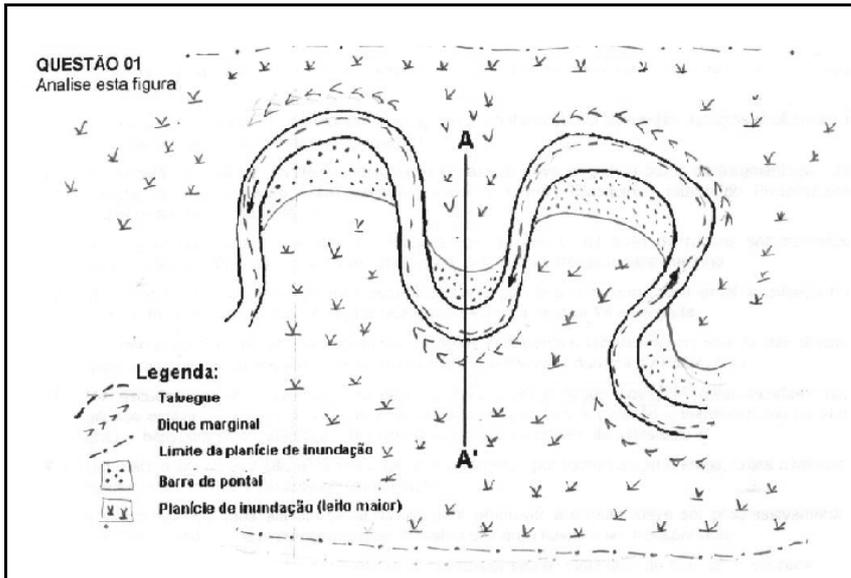
Desempenho da turma com a questão 1: representação em planta dos conceitos dados

Conceitos	Aplicação correta	Aplicação Errada	Aplicação incompleta, mas correta	Não aplicou	Total
Talvegue	85,7	10,7	0,0	3,6	100%
Dique Marginal	50,0	25,0	21,5	3,5	100%
Limite Planície	68,0	9,2	19,3	3,5	100%
Barra pontal	61,0	0,0	32,0	7,0	100%
Planície de inundação	89,2	3,6	3,6	3,6	100%
Média	70,74	9,72%	15,28%	4,21%	100%

Fonte: Questão 1 – Avaliação final – AF3p – 2005.

Com esses dados, é possível dizer que a maior parte da turma soube aplicar os conceitos, cuja localização está correta no desenho, uma vez que para cada conceito o número de acertos foi igual ou superior a 50%. O índice total da turma, em acerto, foi de 70,74%. A maioria soube correlacionar conceito, significado e representação dentro de um contexto, com outros elementos que ajudaram na identificação e representação dos conceitos.

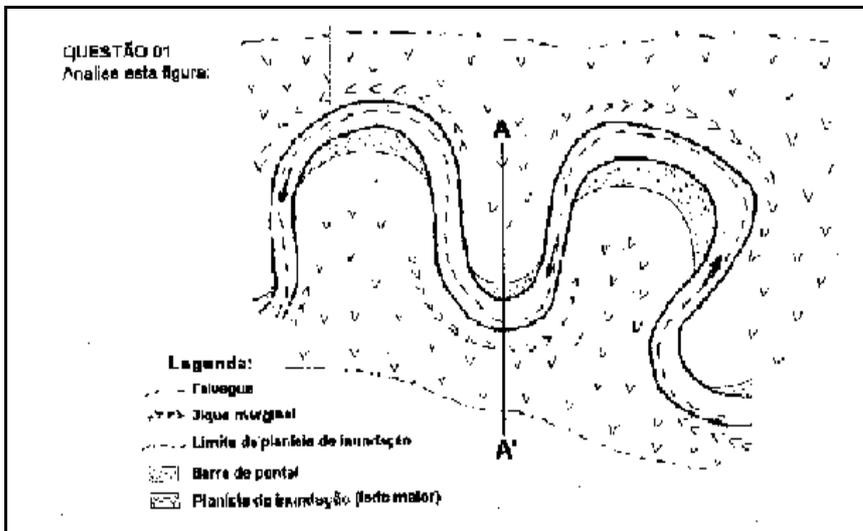
Apesar disso, verificam-se, entre as repostas, tanto correlações corretas (Figura 24 a e b), quanto imperfeitas (Figura 25 a e b). Ou seja, muitos alunos souberam colocar a forma no local correto devido à associação, por exemplo, da barra de pontal na porção convexa do leito menor, de acordo com o que foi trabalhado em sala de aula. Porém, o desenho apresenta representações imperfeitas, o que pode ser notado quando se observam os traços do desenho sem detalhamento da forma registrada, extensão e arranjo espacial.



Figuras 24 – Representações corretas das formas de relevo fluviais.

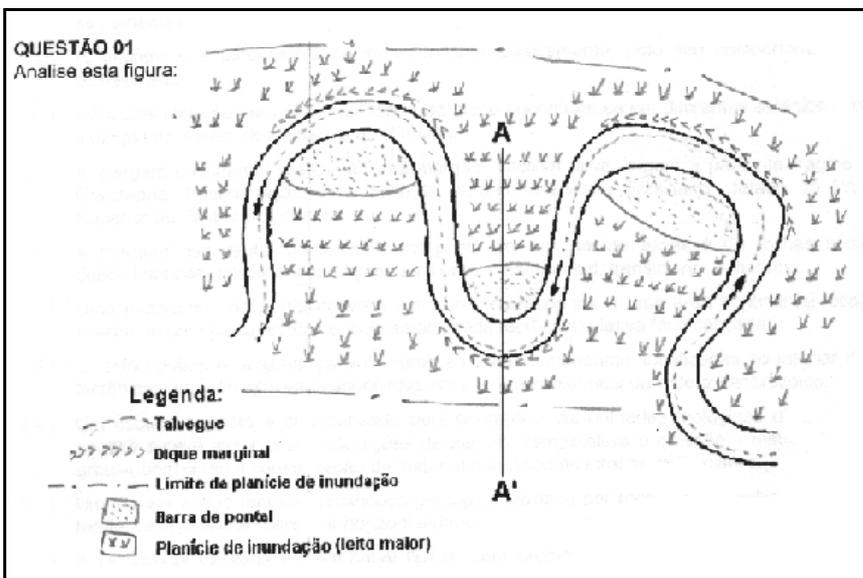
(a) Representação de Mirra.

Fonte: Questão 1 – Avaliação final – AF3p, 2005.



(b) Representação de Romã.

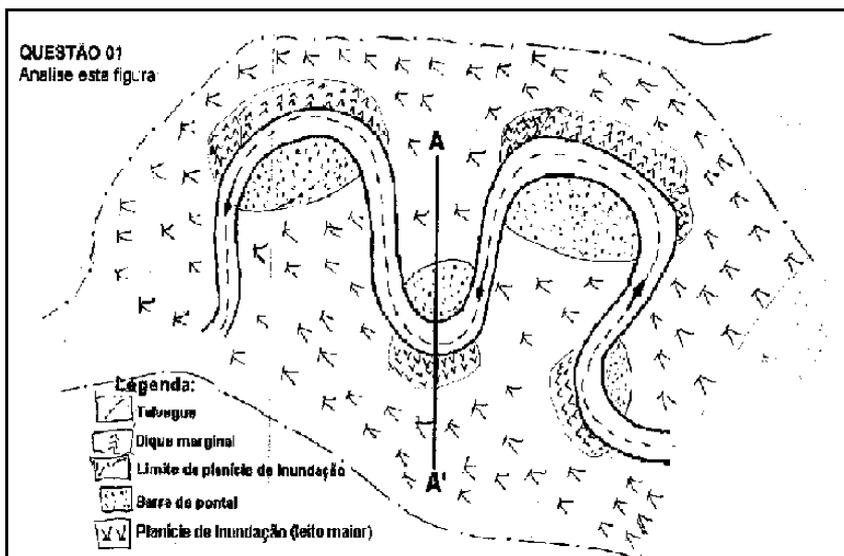
Fonte: Questão 1 – Avaliação final – AF3p, 2005.



Figuras 25 Representações imperfeitas das formas de relevo fluviais.

(a) Representação de Rosa.

Fonte: Questão 1 – Avaliação final – AF3p, 2005.



(b) Representação de Violeta.

Fonte: Questão 1 – Avaliação final – AF3p, 2005.

Entre os alunos que apresentaram respostas com traços malfeitos, embora sobre locais corretos, pode-se apontar: Violeta, Rosa, Mirtilo, Alecrim, Lírio e Margarida, enquanto os alunos Mirra, Gerânio e Romã apresentaram respostas perfeitas. Os demais (Linho, Dália, Narciso, Palma, Girassol, Malva, Orquídea, Tuia, Melissa, Jasmim, Pitanga, Peônia, Psídio, Resedá, Magnólia, Faia e Tarumã) apresentaram resultados medianos. Apenas a aluna Lilás não realizou a representação.

Ainda na questão 1 (item B), solicitou-se que os alunos representassem, esquematicamente, o perfil A-A' e, também, indicassem e nomeassem as seguintes feições e características: talvegue; dique marginal; leitos vazante, menor, maior; migração lateral; acresção vertical; carga de leito e carga em suspensão.

Para a análise dessas representações, considerou-se a relação topológica das feições dique marginal, margem côncava e leito vazante combinada com a dinâmica da migração lateral, da acresção vertical e linha do talvegue, indicadas com setas. O arranjo espacial desses elementos e os processos representados no papel podem ser, também, denominados Correspondência Configuracional (LIBEN *et al.* 2002 *apud* ISHIKAWA e KASTENS, 2005). A partir desses parâmetros, verificaram-se três categorias de respostas: corretas, incompletas e incorretas.

No Quadro 17, encontram-se o número de respostas em cada categoria, a relação dos sujeitos e as principais dificuldades e erros presentes em cada categoria, referente à questão 1, item B.

Quadro 17

Relação dos sujeitos e as dificuldades e erros presentes em cada categoria de respostas

Categorias	Nº de respostas	Dificuldades ou erros
Resposta correta Peso 3	8 (28,57%)	Não apresentaram nenhum tipo de erro e apresentam habilidade gráfica satisfatória (Figura 26).
Resposta Incompleta Peso 2	7 (25,0%)	Não apresentaram erros, mas as representações gráficas são deficientes (Figura 27) e incompletas.
Resposta com erros Peso 1	13 (46,43%)	Em todos aparece algum tipo de erro, principalmente com a representação (Figura 28) da migração lateral e acresção vertical (6 respostas) e com a localização das feições na representação (8 respostas).

Fonte: Questão 1 – Avaliação final – AF3p, 2005.

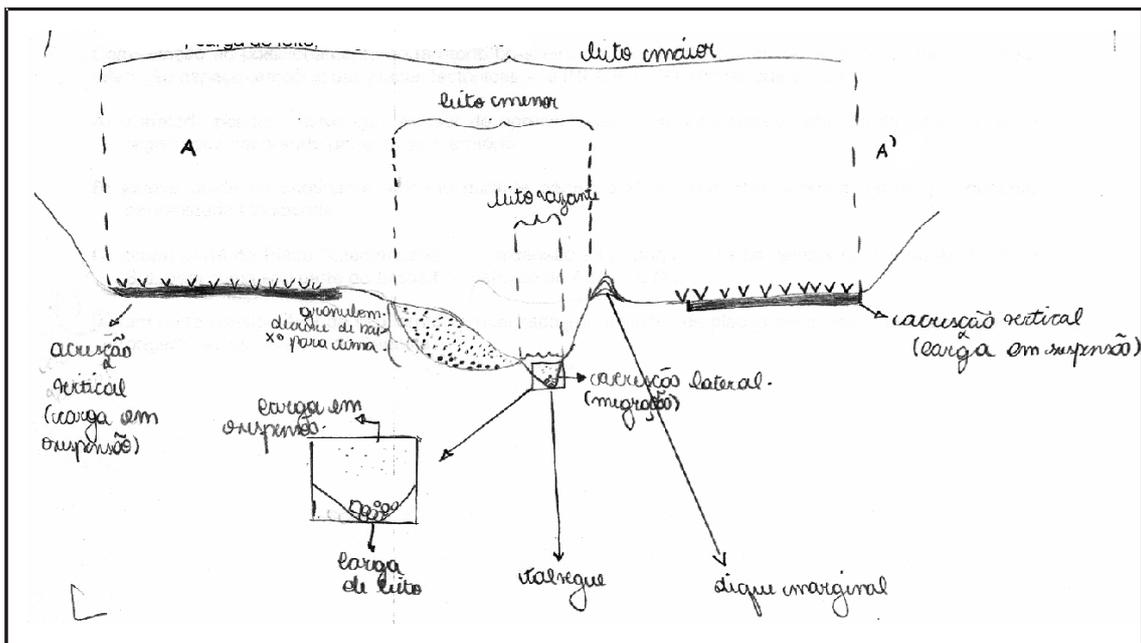


Figura 26 – Boa representação com a identificação de todas as feições, e a indicação correta dos processos de migração lateral e acresção vertical (Mirra)

Fonte: Questão 1 (item B) – Avaliação final – AF3p, 2005.

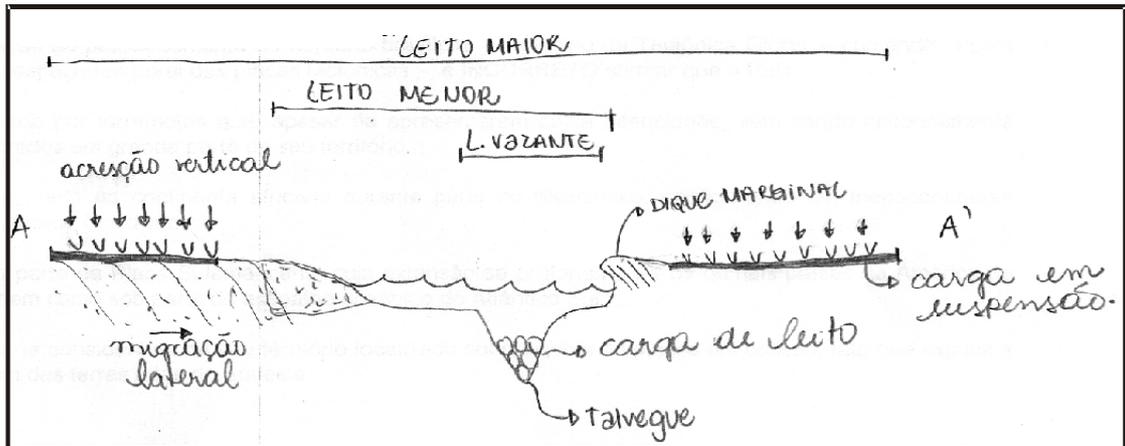
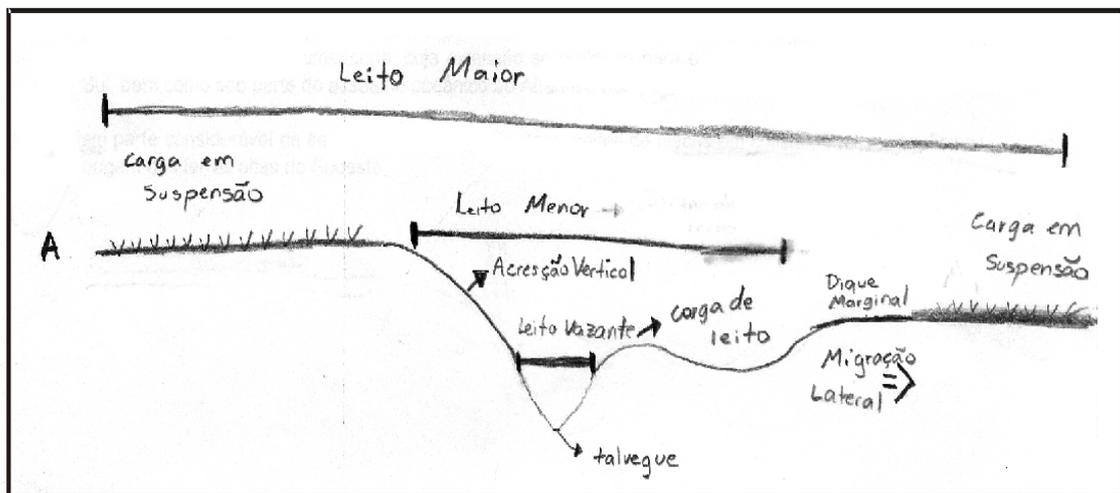
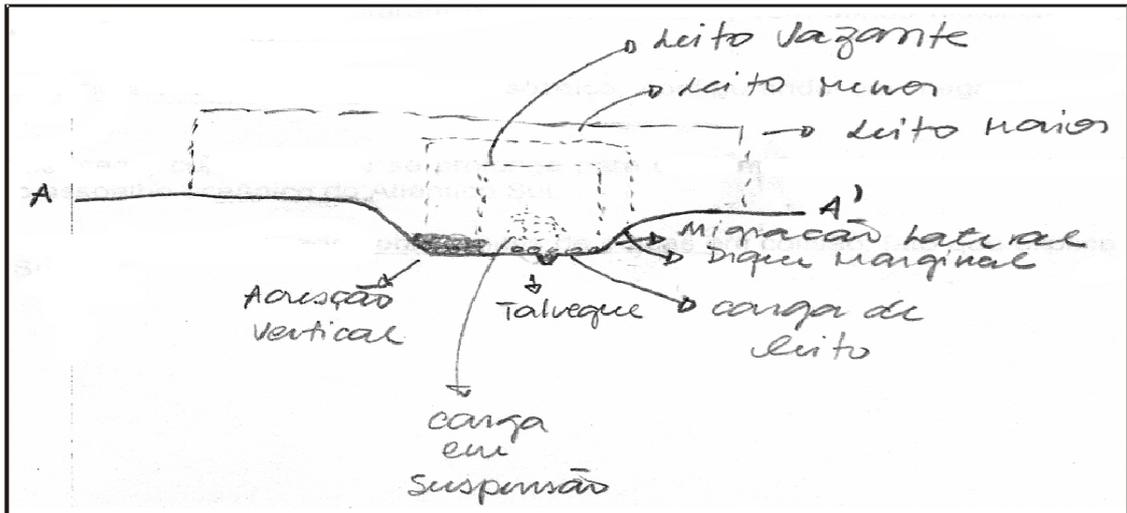


Figura 27 – Representação correta, com problemas gráficos (Palma)

Fonte: Questão 1 (item B) – Avaliação final – AF3p, 2005.



Figuras 28 – Representações incorretas, com má qualidade gráfica (Rosa e Lírio)

Fonte: Questão 1 (item B) – Avaliação final – AF3p, 2005. (Rosa e Lírio)

De acordo com o Quadro 17, nota-se que 46,43% dos sujeitos apresentaram algum tipo de dificuldade e erros. Esses erros variam desde a posição das feições, dentro do contexto do ambiente fluvial (dique marginal na margem convexa ou distante da margem côncava ou dique representado em nível altimétrico mais baixo do que a margem convexa), até a indicação errada da direção da migração lateral (6 casos).

Para indicar, corretamente, a direção, o aluno deve entender a dinâmica fluvial dentro do leito vazante, considerar o processo de erosão na margem côncava e o de deposição na margem oposta, onde se forma a barra de pontal, bem como, entender e visualizar o trabalho do curso d'água, de acordo com a sazonalidade anual, pois a dinâmica fluvial varia na escala temporal. Apesar de o fenômeno observado (dinâmica fluvial e suas feições) ser encontrado na escala geográfica do vivido (local e pontual) e percebido, para ser compreendido exige que o aluno conceba, também, sua dinâmica temporal e os processos fluviais. Além disso, o talvegue não pode ser visualizado *in loco*, pois se refere a um conceito que não tem, no real, um objeto ou feição material, como ocorre com o leito maior, leito menor e leito vazante. Vale ressaltar que esses três últimos foram identificados por todos os sujeitos da pesquisa, com algumas dificuldades em relação ao leito vazante.

O leito vazante, apesar de poder ser observado no real, demanda do observador a percepção de pequenos detalhes, que o ajudariam a aplicar o conceito em uma representação. O lugar onde corre a água no leito vazante, por exemplo, corresponde a uma pequena depressão dentro do próprio leito menor, sem haver uma nítida ruptura do fundo do leito menor para o leito vazante. Por outro lado, o talvegue está associado ao ponto mais baixo, dentro do leito vazante, o qual, em combinação com a zona de acumulação e a de erosão, demonstra a direção da migração lateral.

Nos desenhos, observou-se que todos os alunos sabem que o leito vazante está contido no leito menor, porém 43% dos alunos não souberam representar a relação entre eles. Nesse caso, pode-se dizer que os alunos têm um conhecimento macroscópico (geral) dos conceitos de leito vazante e de leito menor, e um conhecimento microscópico do conceito de leito maior.

Essa atividade permitiu verificar que, quando o aluno domina um conceito, tem maior capacidade de aplicá-lo por meio de desenhos, ainda que não tenha habilidade gráfica.

Mesmo que os traços não estejam perfeitos, verifica-se riqueza de detalhes, que mostra um conhecimento microscópico do assunto e não macroscópico ou geral.

Em Geomorfologia, as formas são elementos que estão contidos no espaço e, ao mesmo tempo o compõem, a partir da correlação entre eles à luz da ideia de posição, continuidade e projeção e da consideração de visão objetiva do espaço. Pode-se dizer que, ao pensar uma forma e sua gênese, elabora-se uma construção mental que leva em consideração vários aspectos como delimitação, identificação, descrição, processos e produtos, a partir da associação espaço, tempo, objetos, conceitos e linguagens, a fim de caracterizar o fato, analisá-lo e interpretá-lo à luz de uma teoria ou modelo de representação.

Quando ocorre a identificação da forma, pode-se dizer que, nessa relação sujeito-objeto, houve a percepção do segundo pelo primeiro. Essa percepção significa a seleção de um objeto entre inúmeros e múltiplos outros, devido ao reconhecimento de seu significado e de seus atributos (OLIVEIRA, 1977).

Sendo assim, ao considerar uma forma de relevo existente na “escala do humano”, do vivido, essa forma pode, a princípio, ser mais fácil de ser percebida devido a seus aspectos tipológicos (forma, altura, tamanho) visíveis e com significado para o sujeito que observa. As formas, que não podem ser vividas e percebidas, são concebidas, individualmente, por meio de representação mental, a partir de informações recebidas sobre os atributos que as compõem, bem como a partir da nomenclatura e do conceito que as reconhecem.

Quando a forma é descrita e abordada, individualmente, em uma representação, é abstraída do espaço, do todo e “coisificada” como um objeto. Nesse momento, seu aspecto geométrico pode ajudar a identificá-la, uma vez que, na ciência, utilizam-se dos recursos, das categorias e nomenclaturas para organizar os objetos de investigação em tipos. Nota-se, portanto, que entre a forma geométrica, mais o significado geomorfológico aplicado a essa forma, existe um nome dado para ajudar a identificá-la, entre os vários tipos de formas estabelecidos ao longo da história (**Vide** Figura 1, Capítulo 2).

Segundo Piaget e Inhelder (1993, p. 15),

Antes de qualquer organização projetiva e, mesmo, euclidiana do espaço, a criança começa por construir e utilizar certas relações elementares, como a vizinhança e a separação, a ordem, o envolvimento

e o contínuo, correspondendo às noções que os geômetras chamam de topológicas, e que consideram, igualmente, como elementares do ponto de vista da reconstrução do espaço.

No caso da representação de formas e processos geomorfológicos, que ocorrem no espaço vivido, essas mesmas relações elementares - como a vizinhança (leito maior e vertente) e a separação (uma ruptura de declive), a ordem (crescente ou decrescente – leito vazante, leito menor e leito maior) - são aplicadas de maneira “espontânea”, com base nos atributos físicos, na posição geográfica e na dinâmica dos processos responsáveis por cada forma observada.

6.2.2 Representação das formas de relevo a partir da interpretação de cartas topográficas (TP4p-G)

Esse trabalho foi realizado por 23 dos 28 sujeitos desta pesquisa, organizados em 6 grupos. Cada grupo recebeu uma carta topográfica da região da Groenlândia, escala 1:250.000 a fim de descrever e representar as formas de relevo, resultantes de processos morfoclimáticos comuns em domínio glacial e periglacial presentes na carta.

O objetivo dessa atividade foi reconhecer as tipologias de formas de relevo do domínio glacial e periglacial em carta topográfica; representar graficamente essas formas de relevo a partir da linguagem imagética, utilizando-se do croqui; empregar o conhecimento cartográfico, a favor da visualização e representação espacial das formas de relevo e identificar as tipologias de formas e conhecer suas nomenclaturas.

Nessas avaliações, consideraram-se a organização do material no papel, a presença de elementos externo e interno do mapa, a qualidade e a fidedignidade da representação e a clareza nas definições das formas de relevo e seu contexto. Para isso, consideraram-se os parâmetros Correspondência Configuracional – articulação dos símbolos no mapa e o arranjo espacial das formas no contexto real representado na carta – (LIBEN *et al.* 2002 *apud* ISHIKAWA e KASTENS, 2005), identificação de formas e padrões em um todo complexo, bem como a clareza nas definições das formas e a relação definição e representação. As respostas foram avaliadas como satisfatória (2), regular (1), insatisfatória (0) a fim de facilitar as tabulações (Quadro 18) e as análises qualitativas.

Quadro 18
Desempenho com as representações bidimensionais – Carta topográfica

Mapas e grupos	Mapa A	Mapa B	Mapa C	Mapa D	Mapa E	Mapa F
	Representação					
Elementos do mapa e organização	1	0	2	0	1	1
Correspondência Configuracional	2	0	2	0	2	2
Identificação de formas e padrões em um todo complexo	2	2	2	1	2	2
Parâmetros conteúdo	Mapa A	Mapa B	Mapa C	Mapa D	Mapa E	Mapa F
Clareza nas definições das formas	2	2	2	1	0	1
Relação identificação das formas e representação	2	2	2	1	1	2
TOTAL PONTOS (10)	9	6	10	3	6	8

Fonte: Dados da pesquisa, 2009..

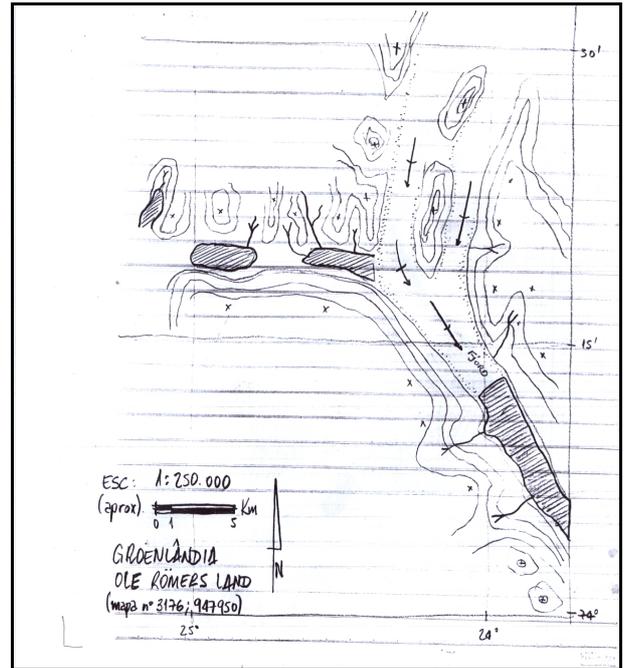
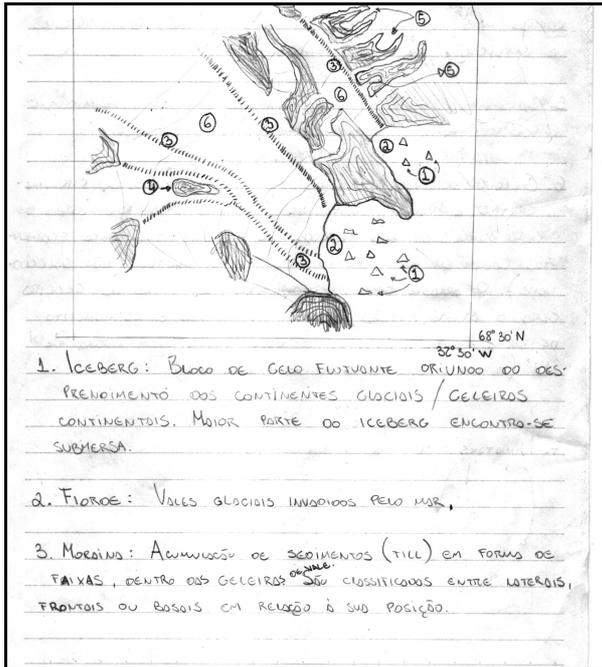
Com a análise do Quadro 18 e dos aspectos qualitativos considerados, verifica-se a existência de 3 grupos, classificados como satisfatório (peso 3), regular (peso 2) e insatisfatório (peso 1).

- **Grupo Satisfatório** – compreende os alunos que trabalharam com os mapas A, C e F.

Na combinação representação e conteúdo, esses grupos obtiveram valores entre 8 e 9 em um total de 10. Esses grupos foram os únicos que apresentaram a maioria dos requisitos esperados, tais como os principais elementos externos do mapa (título, orientação e escala cartográfica), a qualidade dos traços e das representações (em pelo menos uma de suas representações), além da relação representação, nomenclaturas, definições e texto (Figuras 29 e 30). Os trabalhos são bem organizados, compostos por croquis seguidos de textos descritivos.

Devido à natureza da atividade (identificar na carta topográfica, por meio de desenho em planta, formas de relevo comuns em ambiente glacial e periglacial), os grupos preocuparam-se com a orientação e a identificação da localização do desenho na carta. Para isso, registraram as coordenadas geográficas, como recurso para correlacionar o croqui e a porção do mapa considerada. Os grupos conseguiram identificar e contextualizar formas mapeáveis na escala considerada (1:250.000) por meio de traços equivalentes às curvas de níveis (Mapa C) combinados com sombras (Mapa A) e setas indicativas de fluxos (Mapa C).

6. Conhecimentos e Dificuldades em geomorfologia: levantamento e análise dos dados referentes à visualização e representação bi e tridimensional



As curvas de níveis e as sombras

permitem visualizar, em 3D, as formas de relevo.

Figura 29 – Representação do Mapa A (Girassol, Pitanga e Melissa)

Fonte: Trabalho prático - 2005

Figura 30 – Representação do Mapa C (Orquídea, Peônia, Narciso e Margarida)

Fonte: Trabalho prático - 2005

- **Grupo Regular** – compreende os alunos que trabalharam com os mapas B e E.

Esses obtiveram um total de 6 pontos em 10. Conforme se pôde observar, no quesito representação, os alunos que trabalharam com o Mapa B não obtiveram o valor máximo, devido à ausência dos principais elementos externos do mapa (título, orientação e escala cartográfica) (Figura 31), enquanto os alunos que trabalharam com o Mapa E, apesar de citarem os elementos externos do mapa, não apresentaram explicação das formas de relevo (Figura 32).

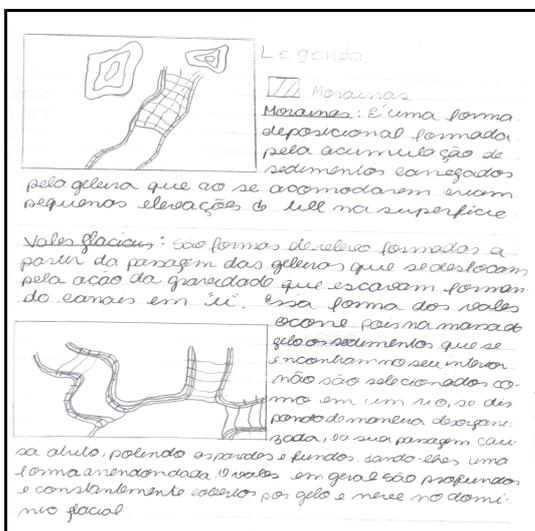


Figura 31 - Representação do Mapa B (Mirra, Malva, Tuia, Jasmim e Sálvia)

Fonte: Trabalho prático - 2005

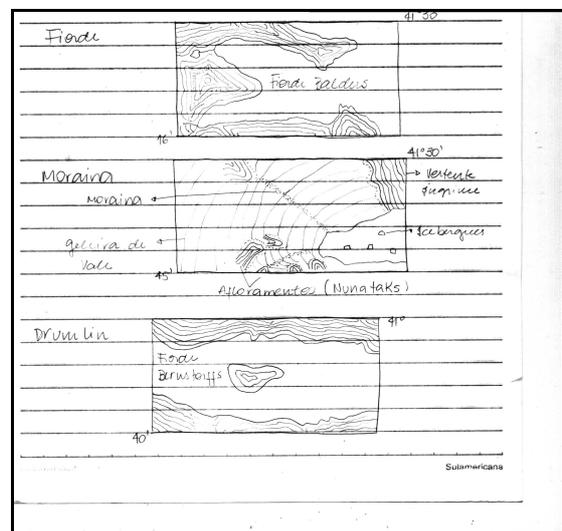


Figura 32 – Representação do Mapa E (Rosa, Alecrim e Faia)

Fonte: Trabalho prático - 2005

No trabalho com o Mapa B, as representações são simples, compostas por poucas linhas de contornos e sombras, mas que favorecem a visualização em 3D, da forma representada. As definições trazem elementos suficientes para os leitores visualizarem a forma e entendê-la em sua geometria, gênese e material constituinte. Esse grupo define e descreve, por exemplo, os vales glaciais da seguinte maneira:

Vales glaciais: são formas de relevo formadas a partir da passagem das geleiras que se deslocam, pela ação da gravidade, e que escavam formando vales em U. Essa forma dos vales ocorre, pois na massa de gelo, os sedimentos que se encontram no seu interior não são selecionados como em um rio, dispondo-se de maneira desorganizada e a sua passagem causa atrito, polindo as paredes de fundos, dando-lhes uma forma arredondada. Os vales em geral são profundos e constantemente cobertos por gelo e neve no domínio glacial.

Os alunos que trabalharam com o Mapa E, apesar de apresentarem um trabalho bem organizado, com título e uma sequência de pequenos croquis representados com traços, às vezes, fortes e firmes, não apresentaram as definições das formas representadas. Os alunos apenas citaram as formas representadas sem elaborarem outro tipo de texto. Mesmo assim, foi possível verificar que o grupo reconhece, na carta topográfica, e consegue representar, algumas formas de relevo como fiords, moraina, drumlim e circus, por meio da associação de desenhos e nomes. Ao utilizarem a habilidade de representar, o grupo teve que visualizar essas formas e, em seguida, representá-las por meio do recurso da curva de nível. Para isso, é necessário considerar o conhecimento das linguagens cartográfica e geomorfológica, e os atributos da forma e seu contexto. Esse mapeamento foi incluído no grupo regular, devido à ausência das definições solicitadas. Caso contrário, estaria entre os trabalhos considerados satisfatórios.

- **Grupo Insatisfatório** – compreende os alunos que trabalharam com o Mapa D.

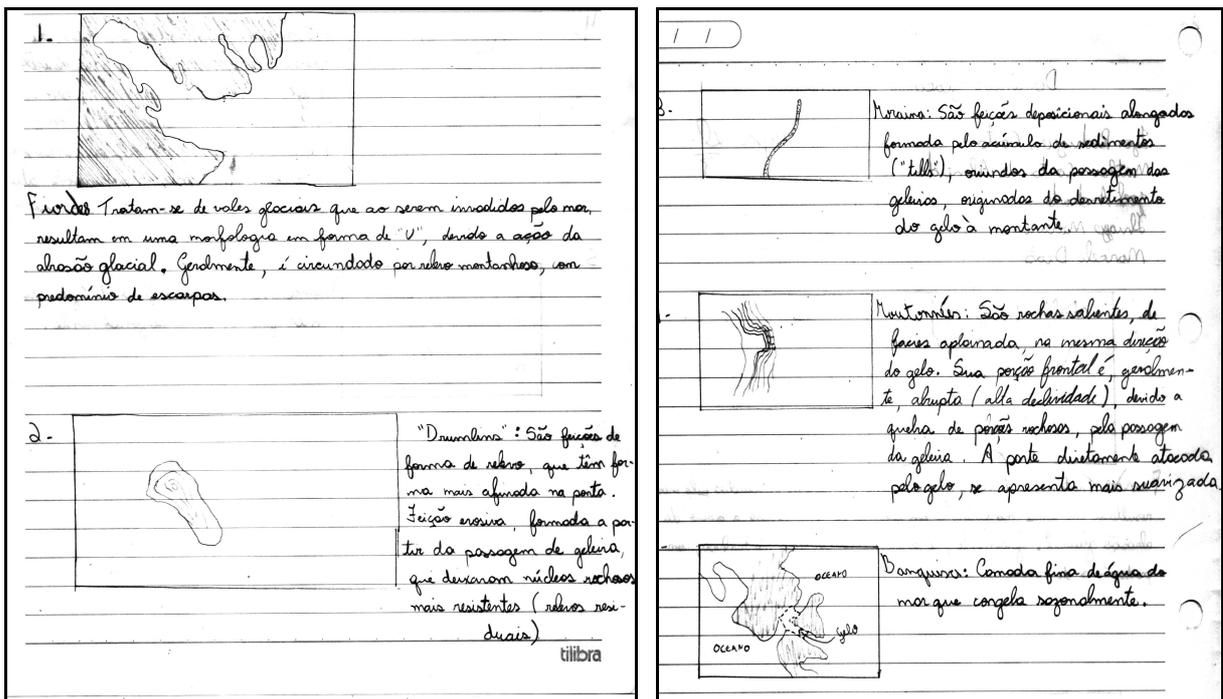
Apesar do trabalho bem organizado, com pequenos croquis acompanhados de descrição da forma representada, não há a localização nem orientação que ajudem a correlacionar a representação do croqui com a porção do mapa considerado. Por outro lado, as formas são identificadas, apenas, pelo aspecto geométrico (curvas fechadas) e representadas, isoladamente, do contexto.

O Grupo D elaborou os croquis (Figuras 33 e 34) como uma compilação da carta topográfica, utilizando-se de linhas para contornar as formas visualizadas. As formas são identificadas, isoladamente, como no caso do fiord (Figura 33, desenho 1), que pôde ser delimitado em sua extensão, assim como a moraina (Figura 34, desenho 3), sem

destaque para o entorno, no qual encontram-se essas formas.

Os componentes do Grupo D (Mirtilo, Gerânio, Lírio e Tarumã) não apresentam habilidade para representar em desenhos, mesmo utilizando cartas como referência. A elaboração de um croqui demanda a capacidade de selecionar o objeto de interesse, evidenciá-lo e colocar em segundo plano as demais informações que ajudam a evidenciar o seu objeto. Além disso, é necessário escolher um símbolo como recurso para dar feição à forma que se deseja representar. Esse grupo escolheu linhas curvas e sombras. Em um desenho (Figura 34, desenho 4) foi utilizado um conjunto de curvas como representantes da forma rocha *mountonnée*.

É interessante observar que os alunos Mirtilo e Psídio apresentavam a dificuldade, durante as aulas expositivas do professor responsável pela disciplina, para visualizar a correlação dos elementos do mapa topográfico com o controle estrutural da forma de relevo. Essa dificuldade pôde ser observada, também, durante a pesquisa *in loco*.



Figuras 33 e 34 – Representações do Mapa D (Mirtilo, Gerânio, Tarumã e Lírio)

Fonte: Trabalho prático - 2005

Além dessas representações insatisfatórias, as definições registradas pelos grupos são genéricas, faltam termos que complementem as ideias apresentadas e mostram falta de clareza dos conceitos de formas de relevo, processos geomorfológicos e condicionantes, conforme se pode verificar na definição abaixo:

Fiords – “tratam-se” de vales glaciais que ao serem invadidos pelo mar resultam em uma morfologia em forma de U, devido à ação da abrasão glacial. Geralmente, é circundado por relevo montanhoso, com predomínio de escarpas. (Mirtilio, Gerânio, Tarumã e Lírio, 2005)

Nota-se que há duas ideias embutidas nessa definição, a de formação do vale em U e a do fiord. Ambos são formas distintas, embora a segunda dependa da primeira; no entanto, os alunos as descrevem como uma forma única. O vale em U, em ambiente glacial, resulta do trabalho das geleiras (agente), em movimento em direção a jusante, que se realiza com o processo de abrasão nas laterais e no fundo do vale. Esses vales só podem ser identificados como fiordes, se depois de retrabalhados pelo processo de abrasão, forem preenchidos pelas águas do mar, devido à transgressão marinha.

A simplicidade do desenho reforça a ideia da simplicidade e confusão da definição. Se não há clareza quanto à sequência de formas e suas gêneses (considerando processos, agentes, condicionantes e escalas temporal e espacial), conseqüentemente fazer a síntese do que se pede torna-se mais difícil, principalmente se combinada à falta de habilidade gráfica.

Considerando-se os níveis de entendimento geométrico de Van Hiele (1986), com base na ideia de estruturas que podem ser reconhecidas, correlacionadas e classificadas, pode-se pensar que com a visualização espacial das formas de relevo ocorra processo semelhante. Ou seja, se o aluno concebe a forma por seus atributos estéticos e organização interna (estrutura e litologia) por meio de representação visual (carta topográfica e/ou blocos-diagramas), será capaz de, durante o mapeamento e o trabalho em campo, identificar traços dos atributos, que inter-relacionados, permitem a representação mental. Logo, será capaz de reconhecer a forma na representação e no real, auxiliado pela percepção do objeto em um contexto.

Para identificar uma forma ou unidade de relevo é necessário, inicialmente, que o sujeito a conheça e entenda seu significado na Geomorfologia. Para identificar a forma, é importante conhecer seu aspecto fisiográfico (ou sua morfologia, como atualmente se tem empregado), sua escala geográfica de ocorrência, sua escala geomorfológica (relação escala espacial e temporal) e seus atributos internos e externos. Para entender o significado da forma, em Geomorfologia, é necessário que o sujeito conheça o conteúdo geomorfológico, que pode estar contido em um conceito, em uma teoria, em um fato.

Partindo-se do princípio de que o sujeito conhece o conteúdo, acredita-se então que ele tem clareza do significado geomorfológico da forma de relevo a ser, inicialmente, identificada na imagem. Caso se trate de uma carta topográfica, o aluno deve ser capaz de decodificar os símbolos e ler os conteúdos geomorfológicos.

6.2.3 Desempenho dos sujeitos com as representações bidimensionais: considerações parciais

Apesar do desempenho satisfatório com as representações imagéticas bidimensionais, foram identificadas ainda, entre os alunos, dificuldades de natureza cartográfica, que se desdobram em normas técnicas e habilidade espacial.

Para leitura e entendimento do significado presente no recurso carta topográfica, cabe ao leitor conhecer e saber aplicar a linguagem comum à cartografia (símbolos, legenda, escala numérica e gráfica, orientação), os conceitos (escala, significante e significado, modo de implantação, relação escala espacial e temporal) e os conceitos ou os fatos geomorfológicos representados. Além disso, é importante empregar habilidade espacial.

Quanto às normas técnicas, o problema comum entre os grupos foi a falta de alguns elementos externos ao mapa, como as coordenadas geográficas, que permitem localizar a porção estudada na carta original e a escala cartográfica. Esse mesmo problema repetiu-se nos mapas apresentados pelos alunos durante a resolução da questão 1 referente ao trabalho em campo, conforme comentado no Capítulo 5 (item 5.2.3). Em ambos os casos, a ausência dos elementos, que permitem localizar a área mapeada e calcular a dimensão espacial das formas de relevo ou da superfície do terreno, mostra a falta de atenção e de valorização da linguagem cartográfica durante a representação e o raciocínio geomorfológico. Na habilidade espacial, estão implícitas as relações espaciais topológicas, projetivas e euclidianas (PIAGET e INHELDER, 1993), a intuição geométrica (VAN HIELE, 1986) e sete outras aptidões citadas⁵ por Del Grande (1994).

As representações geomorfológicas consideradas satisfatórias (Grupos A, C e F) conciliam conhecimento conceitual satisfatório e conhecimento de cartografia e,

⁵ “1 – Coordenação visual-motora (habilidade de coordenar a visão com o movimento do corpo); 2 – Percepção de figuras em campo (ato visual de identificar uma figura específica (o foco) num quadro (o campo)); 3 – Constância de percepção (habilidade de reconhecer que um objeto tem propriedades invariáveis independente das várias impressões); 4 – Percepção da posição no espaço (habilidade de determinar a relação de um objeto com outro e com o observador); 5 – Percepção de relações espaciais (habilidade que a pessoa tem de enxergar dois ou mais objetos em relação a si mesma ou em relação um ao outro); 6 – Discriminação visual (habilidade de distinguir semelhanças e diferenças entre objetos); 7 – Memória Visual (habilidade de se lembrar com precisão de um objeto que não está mais à vista e relacionar suas características com outros objetos, estejam eles à vista ou não)” (DEL GRANDE, 1994, p. 158).

habilidade espacial também, satisfatória.

Apesar do conhecimento satisfatório dos conceitos e das formas de relevo estudados em Geomorfologia, o Grupo B apresenta deficiência na representação cartográfica, enquanto os alunos do Grupo D apresentaram conhecimento insatisfatório, tanto dos conceitos, quanto da representação e da visualização espacial. Nota-se que os sujeitos, que compõem o Grupo D, não empregaram o recurso da curva de nível, que permite a visualização das formas em 3D; apenas representaram as formas a partir de seu possível contorno.

Segundo Pino (1996), a representação realizada pelo adulto resulta da integração da percepção sensível e do conhecimento. Apesar dessa integração, o trabalho com a representação de um determinado fenômeno no espaço implica em “lidar com as contradições inerentes à própria natureza da percepção: o único e o múltiplo; a parte e o todo; o idêntico e o diferente; o mesmo e o outro; o aqui e o alhures, etc.” (PINO, 1996, p. 65). A escolha de uma, ou de outra dessas contradições, dependerá do conhecimento teórico e da habilidade gráfica que se tem.

Entre as representações gráficas dos Grupos B, D e E, é possível verificar que das contradições apontadas por Pino (1996), os alunos escolheram a parte dentro do todo, quando realizaram os desenhos das formas de maneira isolada, e o idêntico, quando reproduziram as formas de relevo, como nos desenhos utilizados pelo professor, durante suas ilustrações, em sala de aula.

Ainda, segundo Pino (1996, p. 67), “ao nomear as coisas, o homem confere-lhes uma nova existência que as torna inteligíveis e comunicáveis”. Apesar disso, quando se fala, também, de comunicação por meio de linguagem imagética, a habilidade gráfica torna-se importante, mas pode ser dificultada quando carece de conteúdo, como pode ser verificado no trabalho do Grupo D, considerado resultado insatisfatório.

De acordo com Del Grande (1994), a partir da compreensão das habilidades de percepção espacial, é possível pensar em programas de geometria e selecionar atividades, que poderão melhorar a percepção visual dos alunos. Da mesma forma, a partir de atividades com geometria é possível desenvolver e realçar as habilidades espaciais de crianças, jovens e adultos.

Desse modo, considerando-se Del Grande (1994) e os resultados obtidos nos trabalhos dos sujeitos desta pesquisa, devem ser pensadas, para o ensino de geomorfologia,

atividades que valorizem a revisão e a aplicação da geometria espacial nas representações geomorfológicas.

A partir da correlação entre os resultados quantitativos alcançados no desempenho nas representações (Teste de Geometria, Visualização espacial e Representações bidimensionais) com os resultados obtidos nas avaliações - que compreenderam aplicação de conceitos e outros conteúdos de geomorfologia, avaliados no Capítulo 5 - verificam-se quatro grupos de alunos: os com desempenho muito bom (acima de 78%), bom (entre 70 e 78%), regular (69% - 60%) e fraco (< de 60%), **vide** Tabela 2.

A partir da Tabela 2 pode-se afirmar que os alunos que apresentam desempenho satisfatório nas representações e visualização espacial, também apresentam desempenho satisfatório nos conteúdos geomorfológicos e vice-versa, com algumas exceções. Há casos de alunos com bom desempenho com a linguagem imagética, como Tarumã, Rosa, Gerânio e Peônia, porém apresentam resultado bom à regular com os conteúdos. Esses alunos gostam de outros ramos da Geografia, além de dedicarem, também, a outras atividades estudantil e profissional.

O resultado de outros alunos, que fogem à regra acima, pode ser atribuído à ausência de alguns dados como o caso de Violeta, Melissa, Lírio e Psídio. Apesar disso, vale ressaltar que, durante a pesquisa *in loco*, esses alunos, com exceção de Violeta, apresentavam algum tipo de dificuldade com as imagens e/ou os conteúdos. Esse fato pode ser confirmado quando se observa, na Tabela 2, a média alcançada, por eles, nas avaliações realizadas durante as disciplinas Geomorfologia e Geomorfologia Climática, no ano de 2005.

Tabela 2

Resumo quantitativo do desempenho dos alunos nos conteúdos analisados na pesquisa e nas avaliações acadêmicas, realizadas em 2005⁶

Nº	Pseudônimos	Desempenho com os conceitos e teorias em abordagens: Local ⁷ (L) e Regional ⁸ (R). E Total ⁹ (T) obtido no desempenho no trabalho em campo (Quadro 15 – Capítulo 5)			Desempenho com: Visualização Espacial (VE) e Teste de Geometria (TG) . Média Aritmética (MA) de Desempenho com as visualizações e geometria. (Tabela 1 – Capítulo 6)			Desempenho com as representações bidimensionais (RB) (Capítulo 6) Anexo I	Média de Desempenho Geral (MDG), em percentagem, obtida na somatória de todas as atividades e trabalhos analisados na pesquisa (Quadro 15, Tabela 1, Anexo I)	Desempenho nas provas das disciplinas Geomorfologia (A) e, Geomorfologia Climática I (B) . E média aritmética nas duas disciplinas (M) em percentagem (%)		
		(L) (%)	(R) (%)	(T) (%)	VE (%)	TG (%)	MA (%)	RB (%)	MDG (%)	(A) (%)	(B) (%)	(M) (%)
23	Resedá	100	100	100	95	100	97,5	100	99	90	88	89
11	Girassol	86	100	90	100	100	100	100	96,5	91	84	87,5
19	Pitanga	86	100	90	100	94,5	97	100	95,5	90	74	82
13	Mirra	100	100	100	95,5	89	92	83,5	92	95	92	93,5
26	Romã	71	100	80	95	89	92	100	90,5	83	86	84,5
25	Faia	100	100	100	91	94,5	92,5	66,5	86,5	82	88	85
20	Peônia	57	100	70	87,5	83	85	100	85	91	58	74,5
6	Palma	100	100	100	82	77,5	80	66,5	81,5	68,5	80	74
14	Malva	86	66,6	80	91	77,5	84	66,5	76,5	85	86	85,5
2	Linho	71	100	80	68	83	75,5	66,5	76,5	77	70	73,5
15	Orquídea	57	100	70	69	66,5	68	83,5	74	72	90	81
8	Margarida	86	33,3	70	56	66,5	61	66,5	74	70	56	63
3	Dália	86	66,6	80	68	72	70	66,5	73	90	82	86
27	Sálvia	86	66,6	80	63,5	77,5	70,5	66,5	72,5	91	84	87,5
21	Gerânio	71,5	66,6	70	77	83	80	66,5	72	89	72	80,5
16	Tuia	86	66,6	80	73	83	78	50	69,5	86	68	77
4	Lilás	87,5	66,6	80	54,5	66,5	60,5	66,5	69	82	72	77
28	Tarumã	71,5	66,6	70	95	94,5	94,5	33,5	66	59	56	57,5
18	Jasmim	86	33,3	70	54,5	66,5	60,5	66,5	65,5	66	60	63
1	Rosa	71,5	66,6	60	82	72	77	50	65,5	66	54	60
12	Alecrim	71,5	66,6	60	63,5	66,5	65	50	58,5	81	56	68,5
10	Violeta	86	33,3	70	33,5	-	33,5	66,5	56,5	79	90	84,5
5	Narciso	28,5	66,6	40	54,5	66,5	60,5	66,5	55,5	79	68	73,5
24	Magnólia	71,5	66,6	60	62,5	83	73	33,5	55,5	89	70	79,5
17	Melissa	28,5	66,6	40	-	-	-	66,5	53,5	70	72	71
7	Mirtilo	71,5	66,6	70	32	61	46,5	33,5	50	82	70	76
22	Psídio	71	100	80	16,5	-	16,5	53,5	50	72	44	58
9	Lírio	-	-	-	36	61	48,5	33,5	41	85	62	73,5

Fonte: Dados da pesquisa, 2009.

⁶ Ordenamento das linhas da tabela a partir da coluna referente à Média de Desempenho Geral (MDG) em todas as atividades analisadas nesta pesquisa.

⁷ Média aritmética das porcentagens obtidas nas abordagens locais (Vertente e Planície). Para isso foi necessário realizar regra de 3 simples, onde o peso 7 (4+3) correspondeu à 100%; 6 à 86%; 5 à 71,5%; 4 à 57%; 3 à 43% e 2 à 28,5%. Dados extraídos do Quadro 15, capítulo 5.

⁸ Porcentagem obtida a partir da regra de 3 simples utilizando o peso 3 para 100%. Logo o valor 2 corresponde à 66,66% e o valor 1 à 33,33%. Dados extraídos do Quadro 15, Capítulo 5.

⁹ Porcentagem obtida a partir da análise conjunta das abordagens regional e local, onde o valor 10 correspondeu à 100%.

7 CONHECIMENTOS E DIFICULDADES EM GEOMORFOLOGIA

Quando se procuram as condições psicológicas do progresso da ciência, logo se chega à convicção de que é em termos de obstáculos que o problema do conhecimento científico deve ser colocado. E não se trata de considerar obstáculos externos, como a complexidade e a fugacidade dos fenômenos, nem de incriminar a fragilidade dos sentidos e do espírito humano: é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos.

Bachelard, 1996

7.1 Evidências: conhecimento e aprendizagem

Apesar de universitários encontrarem-se na fase adulta, quando suas funções psicológicas superiores possibilitam a aprendizagem de conceitos a partir de abstrações e sínteses, o que se observou, entre os alunos da turma de Geografia, do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, no período de 2005 a 2007, foi a presença da dificuldade em operar, satisfatoriamente, os conceitos relevo, processos geomorfológicos, agentes morfogenéticos, condicionantes, formas de relevo e outros. Além disso, verificou-se no raciocínio geomorfológico, dos referidos alunos, a forte presença da visão linear na interpretação da dinâmica das formas de relevo e da concepção de tempo como tempo geológico. Esses dois aspectos (conceitual e visão linear) contribuem para, e constituem a existência de mais uma outra dificuldade, a epistemológica, para aprendizagem do raciocínio geomorfológico pautado na visão sistêmica, na complexidade e na inter-relação processos, escalas espacial e temporal, relevo e formas de relevo.

Conhecer os conceitos em Geomorfologia não implica que o sujeito entenda o significado dos mesmos. Em algumas situações, os alunos utilizaram o conceito dentro de um modelo explicativo pré-estabelecido, ou seja, sabiam que o fenômeno considerado pode ser explicado ou definido por meio de uma determinada frase ou ideia memorizada, como por exemplo, “o relevo é dinâmico e está em constante mudança”; “as formas de relevo são dinâmicas” ou, ainda, “a depressão São Franciscana é uma bacia sedimentar”. Nesse último exemplo, verifica-se a falta de clareza entre o significante (depressão São Franciscana e bacia sedimentar) e o significado (unidade de relevo e unidade geológica).

A variedade de termos – superfície, modelado, topografia, paisagem, morfologia, fisiografia e formas – que no senso comum e no meio científico referem-se ao relevo, favorece o distanciamento entre o entendimento que o sujeito constrói do conceito e a natureza do que sejam relevo e forma de relevo.

O não entendimento do aspecto ontológico, somado à prática descritiva do objeto relevo, alimentou o pensamento simplista construído socialmente a respeito do significado do termo relevo. Apesar das discussões contemporâneas (segunda metade do século XX) sobre a funcionalidade do relevo, que destacam seu aspecto dinâmico e os processos geomorfológicos, existem graduandos que, possivelmente, concluirão a graduação sem conseguir realizar um raciocínio geomorfológico satisfatório, sobre o fenômeno relevo, nas diferentes escalas temporais e em integração com outros elementos do ambiente. No raciocínio geomorfológico deve estar presente a noção de tempo escalar, a visão sistêmica sobre os fenômenos naturais e a ocorrência de processos, agentes e condicionantes. A visão sistêmica implica, também, a consciência da noção de intensidade, frequência e magnitude (dinâmica) dos processos.

É importante pensar, se na estrutura cognitiva dos sujeitos estão presentes conceitos e concepções de mundo calcados em teorias e modelos passados apreendidos por meio de associação, essa situação não favorece a aprendizagem significativa. Isso se deve à existência de uma estrutura de raciocínio e conceitos diferentes dos abordados na concepção de aprendizagem significativa. Logo, pode-se dizer que existe uma situação favorável à dificuldade de aprendizagem de novas informações (novo conceito, nova concepção, nova abordagem, etc.).

A situação de ensino e aprendizagem (por associação) favorecerá a permanência de possíveis obstáculos epistemológicos e conceituais. Esses obstáculos podem ser reforçados quando se tem uma instrução de ensino que se pauta na melhor maneira possível de se “retirar” da realidade elementos que permitem associar teoria e realidade, para que esses elementos sejam copiados ou reproduzidos pelo aprendiz. Nesse caso, a aprendizagem será concebida como a capacidade de identificar e reproduzir modelos “prontos” que podem ser reconhecidos no campo, como um recorte espacial e temporal do relevo, portanto, reconhecimento das formas de relevo. Esse procedimento, que para alguns alunos ainda é difícil, como foi verificado no registro de vários sujeitos da pesquisa, reforça tanto a presença de um raciocínio geomorfológico pautado, principalmente, na descrição e identificação das formas de relevo, quanto no relevo apenas como elemento físico.

O raciocínio geomorfológico pautado, também, na dimensão metafísica, ou seja, na dinâmica, nos processos e nas expressões temporais e espaciais do relevo, na superfície terrestre, possibilita ao sujeito transpor a objetividade empirista e pensar nas interações e inter-relações dos mecanismos, processos e sistemas que compõem a funcionalidade do relevo.

Para compreender essa funcionalidade é preciso pensar em escala espacial e temporal, e por sua vez, pensar no próprio conceito de escala. Esse conceito, segundo Castro (1995), é tradicionalmente associado à relação e ao pensamento analógico entre escala cartográfica e geográfica, ou seja, uma relação direta da objetividade geométrica dos elementos concretos presentes no espaço geográfico com a representação dos mesmos, por meio da cartografia. Logo, uma relação direta de tamanho, proporção e localização do objeto de estudo.

Esse pensamento, fortalecido pelo empirismo, constitui um obstáculo conceitual a ser transposto pelos sujeitos, a fim de que compreendam a noção das escalas espacial e temporal, em um raciocínio geomorfológico pautado no relevo como fenômeno e não como forma. Como fenômeno, o relevo é complexo, dinâmico, contínuo e, portanto, quando apreendido em um estudo prescinde as escalas temporal e espacial, estabelecidas a partir da realidade percebida e concebida, segundo um ponto de vista do indivíduo, como bem pontuado por Merleau-Ponty (1964). Logo, a escala que remete à medida, deve ser percebida mais do que mudanças no recorte métrico, ou seja, no entendimento das modificações qualitativas que se apresentam nas formas de relevo.

Tomando-se como referência a história da Geomorfologia e a ideia de obstáculos epistemológicos, conceituais e de linguagem, verificou-se que traços ou elementos de uma concepção de interpretação geomorfológica, como a Davisiana, estão presentes e têm papel forte, mesmo que inconscientemente, entre alunos. Para esses alunos, são a descrição das formas, a descrição dos processos e o tempo geológico que explicam a gênese do relevo. Esse fato pode constituir um obstáculo para novas aprendizagens e entendimento dos fenômenos do mundo sob uma outra abordagem, como a da morfodinâmica.

Portanto, pensar a formação de adultos implica em levar em consideração o conhecimento dos mesmos, significa conhecer e levar em consideração a matéria-prima (conteúdos e saberes construídos no processo de desenvolvimento) e as respectivas representações que os sujeitos aprendizes têm desses conteúdos e saberes e dos novos conhecimentos, a fim de se intervir nas representações iniciais. Além disso, deve-se pensar na autonomia dos alunos, portanto na metodologia de ensino-aprendizagem.

Considerando a geomorfologia como um campo disciplinar, que vem da ciência Geomorfologia, os alunos do curso de Geografia precisam entender **a natureza desse conhecimento** (ciência natural e suas implicações – sistemas integrados, trocas de energia e matéria, ritmos diversos, existência de modelos para explicar os fenômenos, etc.); **as mudanças e os avanços teóricos e conceituais na explicação do fenômeno geomorfológico**, ao longo da história de edificação desse campo de conhecimento e **as possibilidades de seleção e de organização dos conhecimentos da ciência geomorfológica**, transmutados como conteúdos disciplinares, na estrutura curricular dos cursos de Geografia.

Cientes dessa complexidade, durante o processo de aprendizagem dos conteúdos, os graduandos, possivelmente, não se aterão somente a fatos, nomenclaturas, classificações, descrições, modelos, termos, conceitos, mas terão condições de apreendê-los e concebê-los a partir de pensamentos, teorias e conceitos, que se ampliam com os contextos histórico e científico.

Da interação ensino-aprendizagem-ciência-sujeito, verificou-se que habilidades básicas e operacionais, presentes no raciocínio geomorfológico, como identificar, descrever e explicar as diferentes formas de relevo, na escala geográfica regional ou local, estão presentes entre todos os alunos e ocorrem de maneira satisfatória. Habilidades complexas como explicar a gênese do relevo, a partir da interação processos geomorfológicos, processos geológicos e condicionantes nas escalas espacial e temporal foram apresentadas, apenas, pelos alunos com desempenho sempre satisfatório, como Palma, Girassol, Pitanga, Resedá, Mirra e Faia. Outras habilidades operacionais como diferenciar os conceitos (agente, processo, forma e condicionante), aplicar conceitos coerentes ao contexto teórico geomorfológico e geológico, também foram mostradas por esses 6 alunos. Os demais sujeitos (22) desta pesquisa apresentaram desempenho insatisfatório em pelo menos uma dessas habilidades, como interpretação do relevo regional à luz dos processos geomorfológicos integrados aos geológicos. É caso, por exemplo, de Rosa, Dália, Lilás, Malva, Mirtilo, Margarida, Alecrim, Tuia, Jasmim, Magnólia e Gerânio, cujo desempenho foi inferior ao dos seis outros alunos. Quanto à interpretação do relevo local, com destaque para os processos dinâmicos atuais no tempo e no espaço, Narciso, Orquídea, Melissa e Peônia também apresentaram desempenho inferior aos demais colegas.

Se por um lado foram verificadas evidências de obstáculos de natureza conceitual e epistemológica integrados à uma rede conceitual com alguns equívocos, por outro, há ainda evidências da dificuldade de visualização espacial das formas de relevo. Esse fato ficou claro quando se analisou essa habilidade entre os sujeitos da pesquisa e notou-se que, mesmo entre os alunos com bom desempenho nas atividades teóricas e conceituais, havia alguma dificuldade com a visualização espacial.

Os principais erros encontram-se nas questões com bloco-diagrama, nos quais os alunos devem identificar os atributos (planos e linhas de falhas, mergulho e sobreposição das camadas) e visualizar a projeção em 3D, das camadas, e a visão *penetrative*. Essas evidências apontam para a importância de se retomar essa questão em outros estudos, cujo foco seja, essencialmente, a questão da visualização espacial e a habilidade com representações geomorfológicas e geológicas. No início desta pesquisa pensou-se que o nível de entendimento geométrico é que influenciaria o desempenho dos alunos com as representações. Durante as leituras e os resultados dos testes apresentados pelos sujeitos, verificou-se que mais do que o conhecimento geométrico, propriamente dito, a habilidade de visualização espacial é possivelmente o mais importante, embora, vários autores considerem que o desempenho satisfatório com a geometria reflete-se na acuidade da visualização espacial, conforme se verificou, também, entre alunos desta pesquisa.

Apesar de se discutir a necessidade do raciocínio pautado no relevo como fenômeno, não se nega a existência das formas, como aspecto físico e que participam do processo de interpretação e explicação do relevo, seja pela abordagem da morfogênese (histórica) ou da morfodinâmica (funcionalidade). Portanto, visualizá-las no real ou na representação bi ou tridimensional é fundamental. Para essa visualização, habilidades cognitivas são necessárias e devem estar acompanhadas de conhecimentos conceituais específicos, tanto do campo da cartografia, como da geomorfologia e da geometria.

Ao realizar um trabalho prático com as cartas topográficas, o sujeito deve fazer a correspondência entre os símbolos do mapa e o significado no real, bem como a de visualizar, no imaginário, a disposição de cada símbolo (no caso, o nível altimétrico das curvas), no real. É preciso, ainda, ter habilidade de aplicar, sobre esse modelo visualizado, as formas resultantes de processos geomorfológicos, como a erosão.

Nesse trabalho prático, há um exercício mental que demanda do sujeito várias habilidades combinadas: a da decodificação do símbolo, como reconhecimento da linguagem gráfica não verbal; a da relação da estrutura e organização das curvas de níveis com a

materialização do volume no espaço; a do conhecimento conceitual específico (erosão) e a da expressão da forma de relevo na linguagem imagética.

A representação e a visualização compreendem, então, a interação de diversas habilidades e conhecimentos, a partir da dimensão externa e interna inerente aos seres humanos. Portanto, por mais simples que a representação seja, expressa a compreensão e a leitura “das coisas” do mundo pela percepção (codificação/decodificação e conhecimentos), pela visualização e pelo pensamento humano.

7. 2 Um caminho possível para a construção dos conceitos-chave

A aprendizagem deve ser significativa. Novos materiais, ideias e informações com estrutura lógica, devem interagir com os conceitos relevantes a fim de que novos conhecimentos sejam construídos. Desse modo, o ensino não pode pautar-se exclusivamente no conteúdo como recorte de um conhecimento científico transposto para a formação acadêmica, a qual se apresenta, em alguns momentos, como um rol de modelos e conceitos construídos, como ocorre quando se trabalha com a geomorfologia climática, estrutural, tectônica, fluvial e ambiental. Não pode, também, assegurar-se em uma didática de exposição oral e “visual” dos conceitos, tanto na sala de aula, como no trabalho em campo, nem em uma prática fundada na tradição dos conteúdos geomorfológicos, ainda que busque inserir novas abordagens, novos conceitos, sem, contudo, saber a respeito do conhecimento prévio, das expectativas e do interesse do aluno pelo conteúdo a ser ensinado.

Além desses aspectos no ensino, é importante lembrar que a ciência geomorfológica, fonte da disciplina geomorfologia, tem como características importantes, e que devem ser levadas em consideração na hora do ensino, o seguinte: (a) tem como objeto de estudo o relevo da superfície terrestre, concebido como parte materializada da interação de forças antagônicas, processos, condicionantes (bióticos e abióticos) e percebido como formas de relevo, categorizadas pelos homens; (b) seu objeto é singular e depende da interface da litosfera, biosfera, hidrosfera e atmosfera e (c) emprega o raciocínio hipotético-dedutivo com base em teorias, modelos e pesquisa empírica.

O professor ao abordar, especificamente, o objeto de estudo deve destacar que o relevo: (a) compreende uma visão sistêmica e abordagens espacial e temporal; (b) os processos exógenos responsáveis, também, pelo relevo são de natureza física, química, biológica e antrópica, os quais se desenvolvem em escala de tempo que varia de milhões de anos (máximo até o terciário) a segundos e na escala de espaço (do macro ao micro) variada; (c)

esses processos ocorrem em sistema aberto e envolvem causalidades complexas. Logo, para a explicação dos fenômenos geomorfológicos é necessário considerar a interação de inúmeras variáveis atuantes no espaço, segundo uma escala de tempo.

Logo, a construção do conhecimento geomorfológico, pressupõe um pensamento que leve em consideração a complexidade do real. A apreensão do real compreende, no ato de conhecer e pensar, a dialética entre razão, experiência e sujeito cognoscente; o todo e o particular; os conceitos-chave (relevo, processos geomorfológicos e escala espacial e temporal); o emprego do método de investigação (a pesquisa empírica, a elaboração de hipóteses, a interpretação analítica e sistêmica, a interação entre diferentes escalas espaciais e temporais); o uso de diferentes técnicas (a pesquisa em campo, em laboratório, o uso de imagens de sensoriamento, a elaboração de mapas, o monitoramento e experimentação e a coleta de dados e amostras *in loco*).

Portanto, na relação ensino-aprendizagem, no universo acadêmico, é importante os professores de geomorfologia estarem atentos a atividades e discussões que possibilitem construir habilidades importantes, tanto para a descrição e a interpretação das formas de relevo, quanto para o raciocínio geomorfológico que empregue, corretamente, os conceitos-chave.

Desse modo, um caminho para operar os conceitos-chave, é buscar construir a ideia de **relevo como um fenômeno**. Para isso é necessário o graduando, em geografia:

- **Conceber** o relevo como expressão materializada da interação e “ajustes” de diferentes energias, massa, trabalho e agentes, no tempo e no espaço. Logo, **entender** o relevo como expressão materializada de formas contidas em formas.
- **Perceber** o fenômeno geomorfológico, a partir de um modelo mental, que contenha a interação entre os processos geomorfológicos (superficiais, subsuperficiais, fluviais, glaciais, eólicos); os condicionantes geológicos (litologia, estrutura), pedológicos, biológicos, bioquímicos, climáticos e os agentes morfogenéticos (naturais e/ou antrópicos), que revelam microunidades de relevo (vertentes, topos, fundo de vale, planície fluvial). Para isso, é importante **identificar** cada unidade e **reconhecer** sua função e ligação com as demais formas e feições, na escala local e na escala temporal de minutos, horas, dias, meses e anos.
- **Conceber** o fenômeno geomorfológico, a partir de um modelo mental que contenha a interação entre os processos geomorfológicos, os condicionantes geológicos (litologia, estrutura) e os agentes morfogenético (naturais e/ou antrópicos) que

revelam **mesounidades** (morros, colinas, planícies, vales e outras, em unidades homogêneas). Para isso, é importante **diferenciar** os tipos de morro, colina, planície e vale, e **identificar** o contexto escalar espacial (regional e local) e temporal (milhões a milhares de anos, tempo longo) de ocorrência.

- **Conceber** o fenômeno geomorfológico, a partir de um modelo mental, que contenha a interação entre processos geomorfológicos, geológicos, os ritmos bioclimáticos, eustáticos e tectônicos e as escalas de tempo e espaço que revelem macrounidades (planaltos, planícies e depressões). Para isso, é importante **diferenciar** os conceitos de planalto, planície e depressão; **reconhecer** os tipos litoestruturais dos planaltos e das depressões, e **identificar** o contexto escalar espacial (continental e regional) e temporal (milhões de anos, tempo longo).

Esse caminho leva em consideração:

- **Pensar Geomorfologia como ciência:** – história das ciências – concepções, teorias geomorfológicas à luz de concepções, conceitos-chave de cada contexto e raciocínio lógico e sistêmico.
- **Pensar Geomorfologia como disciplina:** – conteúdos – geomorfologia climática, estrutural e ambiental. Explicitar a relação fenômeno, forma, escalas espacial e temporal e classificações à luz da abordagem estrutural, climática e ambiental.
- **Discutir** a lógica de formas contidas em formas, portanto, recortes geomorfológicos de âmbito continental, regional, local e pontual. Consequentemente, abordar as propostas metodológicas para mapeamentos como as de Tricart (1956) – ordem de grandeza; de Ab'saber (1969) – compartimentação geomorfológica e de Ross (1992) – taxonomia.
- **Discutir** a relação escala espacial e escala temporal do fenômeno geomorfológico considerado, por meio dos conteúdos da geomorfologia fluvial e da geomorfologia ambiental.
- **Construir e/ou retomar a noção de sistema**, a partir da abordagem da geomorfologia climática, por meio da ideia de domínio, processos e sistemas morfoclimáticos ou de abordagens que levem em consideração a geomorfologia experimental ou aplicada.

No caminho da habilidade espacial, o professor deve **diversificar** as experiências com as representações, por meio do uso de cartas topográficas, blocos-diagrama, figuras planificadas e sólidas, maquetes temáticas, e de exercícios que demandem raciocínio

lógico-espacial. Sempre que necessário, **rever** conceitos – planos, superfícies, face, linha, ponto, sólidos geométricos, e outros – e as representações geométricas (sólidos geométricos). Durante o uso das cartas, deve-se **chamar atenção** para a importância dos elementos externos e internos do mapa, para os significantes e significados.

Se durante o ensino e a aprendizagem de Geomorfologia é importante **valorizar** e potencializar as representações cartográficas e espaciais, durante o ensino e aprendizagem de Cartografia é importante demonstrar a aplicação desse conhecimento e recurso em geomorfologia, principalmente o da carta topográfica.

A maquete e o bloco-diagrama enquanto modelos tridimensionais possibilitam a visão do “todo” e da relação entre as partes que compõem o todo representado, seja uma forma ou uma representação espacial.

Fazem-se necessárias, ainda, algumas reflexões sobre a construção das noções de relevo, unidade e formas de relevo. Dentro de uma superfície, existem todos os tipos de superfície, de acordo com a escala considerada. Por exemplo, na escala regional, a forma denominada de chapada é concebida, seja como uma superfície retilínea ou plana, seja como uma superfície elevada em relação a outras e, é também, uma forma que compõe um planalto, devido à relação dinâmica dos processos de retirada e de deposição de material. Uma planície fluvial é uma superfície deprimida em relação às superfícies que a delimitam. Apesar disso, na planície existem superfícies elevadas como os “murunduns”, como os diques marginais. Em todas elas, existe a relação de perda, ganho e “equilíbrio”, em função da existência de energia, gravidade, massa, movimento e trabalho, combinada com os reflexos do ritmo do mobilismo vertical e horizontal da litosfera, nas escalas local, regional e global, segundo uma escala temporal. Ao considerar a escala temporal das formas de relevo, pode-se então falar da quadridimensão do relevo, como parâmetros a serem considerados no entendimento dessas formas.

Portanto, um professor de Geomorfologia ao trabalhar com os vários conceitos, noções e os vários tipos de formas de relevo, durante o ensino, deve deixar claro que conceitos, noções e tipos de formas de relevo são meios para se alcançar o raciocínio geomorfológico e que, para isso, habilidades “geomorfológicas”, “cartográficas”, “geométricas” e espaciais são, também, importantes.

As evidências e discussões aqui apresentadas remetem às questões iniciais desta pesquisa e, portanto, são retomadas a seguir.

No meio de tantos conteúdos existem conceitos, noções e habilidades-chave que devem ser trabalhados, para que o graduando possa superar possíveis obstáculos e compreender, melhor, a Geomorfologia. Esses conceitos são os estruturantes, apontados aqui como relevo, processos geomorfológicos e escalas espacial e temporal. Possivelmente, outros devem existir e merecem ser pensados e discutidos em trabalhos específicos, assim como devem ser aferidos, detalhadamente, os próprios conceitos aqui apresentados como conceitos-chave. Essa afirmativa não invalida o que foi discutido e mostrado nesta pesquisa, mas aponta para a necessidade de continuar e ampliar estudos referentes à aprendizagem de geomorfologia, no processo de formação do profissional geógrafo.

Considerando a relação sujeito/conteúdo, a natureza e os tipos de dificuldades apresentados pelos sujeitos desta pesquisa referem-se à epistemológica, à conceitual, à representação imagética e à visualização espacial. Os tipos de dificuldades compreendem o aplicar corretamente um conceito; operar o conceito de relevo, também, na dimensão metafísica; empregar raciocínio sistêmico no entendimento dos processos que respondem por uma determinada forma de relevo; utilizar os recursos da representação cartográfica durante a elaboração de croquis de formas mapeáveis; o visualizar as partes internas das formas por meio da visão *penetrative*, entre outras dificuldades pontuadas ao longo deste trabalho.

A combinação dos diferentes tipos de dificuldades é um fator responsável por fazer da Geomorfologia uma disciplina difícil, apesar de interessante. Isso fica mais claro quando se observa que os alunos com desempenho abaixo do satisfatório nas avaliações realizadas pelos professores de Geomorfologia, durante o ano de 2005, são os mesmos alunos que apresentaram desempenho mais baixo nos instrumentos analisados, de acordo com os parâmetros de análise qualitativa desta pesquisa.

Conclui-se que a Geomorfologia é difícil porque demanda do sujeito: a) a capacidade de transitar nas concepções teóricas elaboradas ao longo da história da Geomorfologia. Para isso, o sujeito deve romper com os possíveis obstáculos edificados com essa história e com os modelos de formação escolar vivenciados; b) mobilizar diferentes habilidades (espacial, geométrica, gráfica e conceitual) durante o processo de leitura e/ou de representação imagética e c) conhecer e operar com os conceitos-chave (relevo, processos geomorfológicos e escalas espacial e temporal) durante o raciocínio geomorfológico.

Para finalizar, este estudo permitiu despertar para novas pesquisas, com enfoques

específicos dentro da abordagem do conhecimento e da aprendizagem em Geomorfologia.

Entre esses enfoques poderão ocorrer:

- a) Estudo do desempenho de alunos de geografia com as habilidades relacionadas no Guia de Habilidades para Competência em Geomorfologia, em diferentes contextos geomorfológicos: ambiental, climático e estrutural;
- b) Estudo da concepção dos alunos recém-ingressos ao curso Geografia, sobre os conceitos de relevo, escala de tempo e processos geomorfológicos, a fim de que conheçam os “modelos” pré-existent;
- c) Investigação dos modelos mentais dos alunos sobre a gênese do relevo nas escalas geográficas continental, regional e local, após cursarem disciplinas de Geomorfologia;
- d) Estudo sobre o uso de maquetes de formas estruturais e o desempenho na visualização espacial em Geomorfologia;
- e) Estudo do desempenho de alunos de Geografia com a habilidade para analisar a relação forma-escalas espacial e temporal, a partir de maquete ou outros recursos;
- f) Estudo sobre desempenho de alunos de Geografia na interação visualização espacial, cartas topográficas e formas de relevo;
- g) Estudo da relação entre demanda de habilidade de visualização espacial e habilidade geomorfológica de visualização e outros estudos.

Essa relação não significa quantos trabalhos poderão ser realizados, mas o quanto está por se investigar e discutir o ensino, a aprendizagem, os recursos e as metodologias na apreensão da Geomorfologia, na formação superior, nos cursos de Geografia.

REFERÊNCIAS

- ABREU, Adilson A. A teoria geomorfológica e sua edificação: análise crítica. *Revista do Instituto de Geografia da USP*. São Paulo: FFCHL/ USP, v. 4, n.1/2, p.5-23, jan./dez, 1983.
- ABREU, Adilson A. *Análise geomorfológica: reflexão e aplicação uma contribuição ao conhecimento das formas de relevo no Planalto de Diamantina*. 1982. 296 f. Tese (Livre docência) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.
- AB'SABER, Aziz N. *Formas de relevo – texto básico*. São Paulo: Edart, 1975.
- AB'SABER, Aziz N. *Formas de relevo – trabalhos práticos*. São Paulo: Edart, 1975.
- AB'SABER, Aziz N. Um conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário. *Geomorfologia*. São Paulo, USP/Instituto de Geografia, n.18, p.1-22, 1969.
- AGUIAR JÚNIOR, Orlando. G. de. Mudanças conceituais (ou cognitivas) na educação em ciências: revisão crítica e novas direções para a pesquisa. *Ensaio – pesquisa em educação em Ciências*. Belo Horizonte: CECIMIG, FAE/UFMG, v. 3; n.1, mar., p. 67-86, 2001a.
- AGUIAR JÚNIOR, Orlando. G. de. *Modelo de ensino para mudanças cognitivas: um instrumento para o planejamento do ensino e a avaliação da aprendizagem em ciências*. 2001b, 294 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001b.
- ALMEIDA, Rosângela. D. de. *Uma proposta metodológica para a compreensão de mapas geográficos*. 1994. 284 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.
- ALMEIDA, Rosângela D. de; PASSINI, Elza Y. *O espaço geográfico: ensino e representação*. São Paulo: Contexto, 1994.
- AMARAL, Ilídio. Aspectos da evolução da Geomorfologia. *Notícias Geomorfológicas*. Campinas, 9(16): 3 -18, dez, 1969.
- ANDRADE, B. L. de; AYLBERSZTAJN, A.; FERRARI, N. As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. *Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências*. v. 2; n. 2, dez. p.1-11. 2002.
- ARAÚJO, Jaqueline. *Aquisição de conceitos geométricos: aprendizagem baseada na teoria Van Hiele e na articulação entre a álgebra e a geometria*. 1999. 183 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.
- ARISTÓTELES. *Metafísica*. Ensaio introdutório, texto grego com tradução e comentário de Giovanni Reale. Volume II: texto grego com tradução ao lado. Trad.: Marcelo Perine. São Paulo: Edições Loyola, 2002 *apud* RODRIGUES, Cassiano T. Considerações sobre a idéia de natureza do conhecimento científico na tradição Filosófica Ocidental1. COGNITIO-ESTUDOS: *Revista Eletrônica de Filosofia*. Centro de Estudos do Pragmatismo. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - São Paulo, v. 3, n. 2, p. 154-168, 2006. TEXTO 16/3.2, jul./dez. Disponível em:
<http://www.pucsp.br/pos/filosofia/Pragmatismo/cognitio_estudos/cognitio_estudos.htm>.

Acesso em: 21 jun. 2007.

AUGUSTIN, Cristina H. R. O futuro da Geografia Física. *Boletim Geografia Teorética*. Rio Claro, São Paulo: Rio Claro, SP: Associação de geografia teorética, 15 (29-30):141-153, 1985.

AUGUSTIN, Cristina H. R. Algumas considerações sobre as várias tendências do estudo geomorfológico. *Revista Geografia e Ensino*. Belo Horizonte, 2(2), p. 30-40, dez. 1984.

AUSUBEL, David P. *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

AUSUBEL, David P. *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968 *apud* MOREIRA, Marco. A.; MASINI, Elcie F. S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes, 1982.

BACHELARD, Gaston. *A Formação do espírito científico*. 1. ed. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, [1938] 1996.

BACHELARD, Gaston. *Essai sur la connaissance approchée*. Paris: J. Vrin, 1973.

BACHELARD, Gaston. *A formação do espírito científico – contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996 *apud* MARTINS, A. F. P. O conceito de tempo entre estudantes de ensino fundamental e médio: uma análise à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. *Revista do Instituto de Física*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, v. 10, n. 3, dez/2005. p. 3-13. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/ienci/>>. Acesso em: 05 dez. 2007.

BANDURA, Albert. *Social Learning Theory*. Prentice hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1977.

BASHENINA, N. V. *et al.* A step forward in the New Geomorphology. In: GARDINER, INTERNATIONAL GEOMORPHOLOGY 1986 – PROCEEDINGS OF THE FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE ON GEOMORPHOLOGY. New York: John Wiley & Sons. p. 25 -31, 1987.

BASHENINA, N. V.; ARISTARCHOVA, L. B.; LUKASOV, A. A Methods of Morphostructural Analysis, Geomorphological Mapping in Manual of Detailed Geomorphological Mapping. Commission on Geomorphological Survey and Mapping of U.G.I., Praga, 1972, p. 82-104. *Apud* ROSS, Jurandir, I. S. Registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. *Revista. Geografia*. São Paulo, IG-USP, 1992.

BATES, A. W. *Technology: open learning and distance education*. Nova York: Routledge, 1995 *apud* YENEMOTO, Hiroshi Wilson. *Proposta de integração entre ensino, aprendizagem, comunicação e virtualidade: uma arquitetura de reestruturação para o ensino superior*. 2004. 347 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

BELL, B.; FREYBERG, P. Language in the classroom of sciences. In: OSBORNE, R.; FREYBERG, P. Learning in science. 9. ed. London: Heinemann, 1987 *apud* BONITO, Jorge. Linguagem da Ciência: uma abordagem lingüística. ENCONTRO NACIONAL DE DOCENTES- EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NATURAIS, 5., 1995, Porto Alegre, p. 211-217, 1995. Disponível em: <<http://evunix.uevora.pt/~jbonito/imagens/portale.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2007.

BERTOLINI, William Z. *A abordagem do relevo pela geografia: uma análise a partir dos livros didáticos*. 2006. 72f. Monografia (Geografia) – Instituto de Geociências, Belo Horizonte, 2006.

BÍBLIA SAGRADA, A. T. *Gênesis*. Primeiro Livro de Moisés. Rio de Janeiro: Alfalit Brasil, 2003.

BIROT, Pierre. *Les méthodes de la morphologie*. Paris: Presses Unviersitaires de France, 1955.

BLACK, Alice A. (Jill). Spatial ability and earth science conceptual understanding. *Journal of Geoscience Education*, v. 53, n. 4, sept., p. 402-414, 2005.

BONITO, Jorge. Linguagem da Ciência uma abordagem Linguística. ENCONTRO NACIONAL DE DOCENTES – EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS DA NATUREZA, 5. Porto Alegre. *Anais...*Porto Alegre: Escola superior do Instituto Politécnico, Fev. 1995. Disponível em < <http://evunix.uevora.pt/~jbonito/images/Portale.pdf>> Acesso em 13 ago.2007.

BONITO, Jorge *et. al.* Desenhando um possível modelo para ensinar ciências. Simpósio Ibérico do Ensino da Geologia. Simpósio sobre Enseñanza de la Geologia, 14., Aveiro. *Anais...*Aveiro: Universidade de Aveiro, 2006. Disponível em < http://evunix.uevora.pt/~jbonito/images/72_sieg2006.pdf >. Acesso em: 13 ago. 2007.

BONITO, J.; MACEDO, C. R.; SOARES PINTO, J. M. Metodologia das actividades práticas de campo no ensino das geociências na formação inicial de professores: uma experiência em Pinhel. In: EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. ENCONTRO NACIONAL. FARO: ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO DA UNIVERSIDADE DO ALGARVE, 7., 1999. *Actas...* p. 144-178. Disponível em: <http://evunix.uevora.pt/~jbonito/images/faro.pdf> > Acesso em 13 ago. 2007.

BORGES, Arthur T. Como evoluem os modelos mentais. *Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências*. Belo Horizonte: FAE/UFMG. v. 1, n. 1, p. 85-125, 1999.

BORGES, A. T; GILBERT, J. Mental Models of electricity. In. International Journal of Science Education, v. 21, n.1, p.95-117, 1999 *apud* AGUIAR JÚNIOR, Orlando. G. de. Mudanças conceituais (ou cognitivas) na educação em ciências: revisão crítica e novas direções para a pesquisa. *Ensaio-pesquisa em educação em Ciências*. Belo Horizonte: CECIMIG, FAE/UFMG, v. 3; n.1, março, p. 67-86, 2001.

BRIDGES, E. M. World Geomorphology. Cambridge University Press, Cambridge, 1990. *apud* RHOADS, B. and THORN, C. E. Toward a Philosophy of Geomorphology. In: RHOADS, B. and THORN, C. E. *The Scientific Nature of Geomorphology*. New York: John Wiley & Sons, 1996.

BRITO, Cristiane S.; LORDELO, José A. de C. Avaliação da aprendizagem no ensino superior: uma visão do aluno. Disponível: <http://www.isecure.com.br/anpae/93.pdf>> Acesso em: jul. 2008.

BÜDEL, Julius. Das System der Klimatischen Geomorphologie. Wiss. Verhandlungen deutscher Geographentag. Amt. Für Landeskunde. München, 1948 *apud* ABREU, Adilson A. *Análise geomorfológica: reflexão e aplicação uma contribuição ao conhecimento das formas de relevo no Planalto de Diamantina*. 1982. 296 f. Tese (Livre docência) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

BÜDEL, Julius. Das naturliche System der Geomorpholoie. Würzburger Geographpischen

Arbeiten, n.34, 1971 *apud* ABREU, Adilson A. *Análise geomorfológica: reflexão e aplicação uma contribuição ao conhecimento das formas de relevo no Planalto de Diamantina*. 1982. 296 f. Tese (Livre docência) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

BÜDEL, Julius. *Climatic geomorphology*. Princeton: Princeton Univ. Press, 1982.

CAILLEUX, A.; TRICART, Jean. Le problème de la classification des faits géomorphologique. *Annales de Géographie*, n. 349, LXV année, p. 162-189, 1956.

CAILLEUX, A.; TRICART, Jean. Le problème de la classification des faits géomorphologique. *Annales de Géographie*, n. 349, LXV année, p. 162-189, 1956 *apud* ABREU, Adilson A. *Análise geomorfológica: reflexão e aplicação uma contribuição ao conhecimento das formas de relevo no Planalto de Diamantina*. 1982. 296 f. Tese (Livre docência) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

CAMARGO, Luís H. R. de. *A ruptura do meio ambiente*. Conhecendo as mudanças ambientais do planeta através de uma percepção da ciência: a geografia da complexidade. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

CAPRA, Fritjof *et al.* *Belonging to the Universe*. London: Penguin Books, 1993 *apud* MACHADO, Nilson J. *Epistemologia e didática: as concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente*. São Paulo: Cortez, 2000.

CARROL, J. M.; OLSON, J. R. *Mental models in human-computer interface*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988 *apud* BORGES, Arthur T. Como evoluem os modelos mentais. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*. Belo Horizonte: FAE/UFMG. v. 1, n. 1, p. 85-125, 1999.

CARVALHO, Alcione L. P. Necessidades na produção acadêmica em geomorfologia escolar. SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 4., São Luís, Ma. *Anais...* São Luís. v. 1, out/nov., p. 21, 2002.

CARVALHO, Alcione L. P. *Geomorfologia e geografia escolar: o ciclo geográfico davisiano nos manuais de metodologia do ensino (1925-1993)*. 1999. 231 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 1999.

CARVALHO, Marcos B. de. A natureza na Geografia do ensino médio. *Terra Livre*. São Paulo: AGB, ano 1, n. 1, p. 46-52, 1986.

CASSETI, Valter. *Ambiente e apropriação do relevo*. São Paulo: Contexto, 1991.

CASSETI, Valter. *Elementos de geomorfologia*. Goiânia: UFG, 2001.

CASTRO, Iná E. de. O problema da escala. In: CASTRO, Iná E. de *et. al.* *Geografia: conceitos e temas*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p.117-140, 1995.

CAVALCANTE, Roberto de A. *Andragogia: A Aprendizagem nos Adultos*. Revista de Clínica Cirúrgica da Paraíba. nº 6, Ano 4, Julho de 1999. Disponível online em <<http://www.ccs.ufpb.br/depcir/andrag.html>>, *apud* YENEMOTO, Hiroshi Wilson. *Proposta de integração entre ensino, aprendizagem, comunicação e virtualidade: uma arquitetura de reestruturação para o ensino superior*. 2004. 347 f. Tese (Doutorado em Engenharia de produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

CECCHET, Janira M. *Iniciação cognitiva do mapa*. 1982. 186 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 1982.

CHOI, J. *Sex Differences in spatial abilities in humans: two levels of explanation*. In: VOKEY, J. R.; ALLEN, S. W. *Psychological Sketches*. 5. ed. Lethbridge: Department of Psychology and Neuroscience, University of Lethbridge, 2001.

CHOI, J. *Sex Differences in spatial abilities in humans: two levels of explanation*. In: VOKEY, J. R.; ALLEN, S. W. *Psychological Sketches*. 5. ed. Lethbridge: Department of Psychology and Neuroscience, University of Lethbridge, 2001 *apud* SEABRA, Rodrigo D.; SANTOS, Eduardo T. Proposta de desenvolvimento da habilidade de visualização espacial através de sistemas estereoscópicos. In: CONGRESO NACIONAL Y 1RO. INTERNACIONAL, 4. Rosario, Argentina. p. 6-8 oct. 2004. Disponível em <http://rodrigoduarte.pcc.usp.br/Artigos/EGRAFIA_2004.pdf> Acesso em: 08 out. 2007.

CHOLLEY, André. Morphologie structurale et morphologie climatique. *Annales de Géographie*. Paris, 49, p. 321-335, 1950. Transcrito *Boletim Geográfico*. Rio de Janeiro, (155):191-200, 1960.

CHORLEY, R. J. A re-evaluation of the geomorphic system of W. A Davis. In CHORLEY, R. J. and HAGGET, P. (eds.), *Frontiers in Geographic Teaching*. London: Methuen, 1965, p.21 – 38. *apud* GREGORY, K. J. *A natureza da geografia física*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. *Geomorfologia*. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. O Desenvolvimento da Geomorfologia. *Notícia Geomorfológica*. Campinas, 12(13):13-30, jun. 1972.

CLARK, D., *et al.* Interpreting topographic maps: Strategies and assumptions of university students, Paper presented at the annual meeting of the *National Association for Research in Science Teaching*, Vancouver, Canada, 2004.

COLANGELO, Antônio C. Metodologia em Geografia Física: ciência, tecnologia e geomorfologia experimental. *Revista do Departamento de Geografia*. São Paulo: FFCH/USP, p. 47–66, 1997.

COMPIANI, Maurício; CARNEIRO, Celso D. R. (1993) *apud* FANTINEL, Lúcia M. *Práticas de campo em geologia introdutória: papel das atividades de campo no ensino de fundamentos de geologia do curso de Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais*. 2000. 144 f. Dissertação (Mestrado em Geociências na área de Educação aplicada à Geociências) – Instituto de Geociências, Campinas: IG, 144f. 2000.

COMPIANI, Maurício; CARNEIRO, Celso D. R. Os papéis didáticos das excursões geológicas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 1(2):90-98, 1993 *apud* SCORTEGAGNA, Adalberto; NEGRÃO, Oscar B. M. Trabalhos de campo na disciplina de Geologia introdutória: a saída autônoma e seu papel didático. *Terrae Didática*, 1(1), p. 36-43, 2005.

COOKE, R. U.; DOORKAMP, J. C. *Geomorphology in Environment Management*. Clarendon Press, Oxford, UK, 1990. *apud* RHOADS, B. and THORN, C. E. *Toward a Philosophy of Geomorphology*. In: RHOADS, B. and THORN, C. E. *The Scientific Nature of Geomorphology*. New York: John Wiley & Sons, 1996.

- COUTINHO, Maria T. da C.; MOREIRA, Mércia. *Psicologia da Educação*. Belo Horizonte: Editora Lê, 2000.
- CROWLER, Mary L. O modelo Van Hiele de desenvolvimento do pensamento geométrico. In: LINDQUIST *et al.* *Aprendendo e ensinando Geometria*. São Paulo: Atual, 1994. p.1-20.
- DAVIS, W. M. The geographical cycle. *Geogr. Journal*, 14, 481-504, 1899 *apud* ABREU, Adilson A. Análise geomorfológica: reflexão e aplicação uma contribuição ao conhecimento das formas de relevo no Planalto de Diamantina. 1982. 296 f. Tese (Livre docência) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.
- DAVIS, W. M. The river and valleys of Pennsylvania. *National Geographic Magazine*. v. 1, 1889, p. 183-253 *apud* SAADI, Allaoua. Modelos morfogênicos e tectônica global: reflexões conciliatórias. Belo Horizonte: *Geonomos*, 6(2), p. 55-63, 1998.
- DAVIS, W. M. O ciclo geográfico. In: COLTRINARI, L. (Org.). Davis e De Martonne. *Seleção de textos*. São Paulo: Agb, n.19. p.9-27. 1991.
- DALBEN, Ângela I. L. de F. *Conselhos de classe e avaliação*. Respectivos na gestão pedagógica da escola. São Paulo: Papirus, 2004. (Coleção Magistério: Formação e Trabalho Pedagógico) *apud* BRITO, Cristiane S.; LORDELO, José A. De C. *Avaliação da Aprendizagem no Ensino Superior: uma visão do aluno*. Disponível: <http://www.isecure.com.br/anpae/93.pdf>> Acesso em: jul. 2008.
- DAVYDOV, V. V. *Tipos de generalization em la enseñanza*. La Habana: Editorial Pueblo Y Educación, 1982 *apud* SFORNI, Marta S. de F. *Aprendizagem conceitual e organização do ensino: contribuições da teoria da atividade*. 1. ed. Araraquara: JM Editora, 2004.
- DEL GRANDE, John J. Percepção espacial e geometria primária. In: LINDQUIST, Mary M.; SHULTE, Albert P. *Aprendendo e ensinando geometria*. Tradução de Hygino H. Domingues. São Paulo: Atual, 1994. p.156-167.
- DEWEY, John. *Como pensamos*. São Paulo: Nacional, 1979 *apud* 1993 *apud* MACHADO, Nilson J. *Epistemologia e didática: as concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente*. São Paulo: Cortez, 2000.
- DURANT, Gilbert. *O imaginário*. Ensaio acerca das ciências e da filosofia das imagens. Rio de Janeiro: Difel, 1998.
- DUTRA, Luis H. de A. *Epistemologia da Aprendizagem*. Rio de Janeiro: DP&A, 2000.
- ELIOT, J.; SMITH, I. M. *An International Directory of Spacial Tests*. Windsor, UK: NFER-Nelson, 1983 *apud* ISHIKAWA, Toru; KASTENS, Kim A. Why some students have trouble with maps and other spatial representations. *Journal of Geoscience Education*. v. 53, n. 2, marc. p. 184-97, 2005.
- ENGELS, Friedrich. *A dialética da Natureza*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1991.
- FIORI, Sérgio R. Técnicas de desenho e elaboração de perfis. In: VENTURI, Luis A. B. *Praticando Geografia – técnicas de campo e laboratório*. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. p. 211-224.
- FANTINEL, Lúcia M. *Práticas de campo em geologia introdutória: papel das atividades de campo no ensino de fundamentos de geologia do curso de Geografia da Universidade*

Federal de Minas Gerais. 2000. 144 f. Dissertação (Mestrado em Geociências na área de Educação aplicada à Geociências) – Instituto de Geociências, Campinas: IG, 144f. 2000.

FROTA, Maria da C. R. *O pensar matemático no ensino superior: concepções e estratégias de aprendizagem dos alunos*. 2002. 255 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, 2002.

GAGLIARDI, Raúl. *Los obstaculos al aprendizaje*. 1995. Disponível em: <http://proyecto-cas.iespana.es/proyecto-cas/document/obstac2.htm>. Acesso em: 11 jun. 2007.

GAGLIARDI, Raúl. Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigacion. *Enseñanza de las Ciencias* 4(1):30-35, 1986.

GAGLIARDI, Raúl. Como utilizar la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 6, n. 3, p. 291-296, 1988.

GAGLIARDI, Raúl. Como utilizar la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 6, n. 3, p. 291-296, 1988 *apud* PADULLA SOARES, M. A. do C. *A grandeza “Quantidade de Matéria” e sua Unidade “Mol”*: Uma Proposta de Abordagem Histórica no Processo de Ensino-Aprendizagem. 2006. 154 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Maringá, 2006. Disponível em: http://www.pcm.uem.br/dissertacoes/2006_maria_aparecida_padulla_soares.pdf. Acesso em: 11 jun. 2007.

GAGLIARDI, Raúl. *Les concepts structurants en biologie*. Actes des Journées Internationales sur L'Education Scientifique. Paris, v. 7, p. 471-476, 1983 *apud* GARCÍA-CRUZ, C. M. De los obstáculos epistemológicos a los conceptos estructurantes: una aproximación a la enseñanza-aprendizaje de la geología. *Enseñanza de las Ciencias*. v. 16, n. 2, p. 323-330, 1998.

GARCÍA-CRUZ, C. M. De los obstáculos epistemológicos a los conceptos estructurantes: una aproximación a la enseñanza-aprendizaje de la geología. *Enseñanza de las Ciencias*. v. 16, n. 2, p. 323-330, 1998.

GARCIA, Rolando. *O conhecimento em construção – das formulações de Jean Piaget à teoria de sistemas complexos*. Tradução de Valério Campos. Porto Alegre: Artmed, 2002.

GARDNER, Rita; SCOGING, Helen. *Mega-geomorphology*. Wiley: Oxford University Press, 1983.

GRANGER, G. G. *Essai d'une philosophie du style*. Paris: A. Colin. [1968] 1988 *apud* JOBERT, Guy. A profissionalização: entre competência e reconhecimento social. In: ALTET, Marguerite; PAQUAY, Léopold.; PERRENOUD, Philippe. *A profissionalização dos formadores de professores*. Porto Alegre: Artmed, 2003. Cap.11, p. 221-244.

GREGORY, K. J. *A natureza da geografia física*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992.

GUEDES, Paulus. *Cultura e o despertar do pensamento geométrico*. Maputo (Moçambique). Faculdade de Ciência Natural e Matemática. Instituto Superior Pedagógico, [s.d.] *apud* ARAÚJO, Jaqueline. *Aquisição de conceitos geométricos: aprendizagem baseada na teoria Van Hiele e na articulação entre a álgebra e a geometria*. 1999. 183 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.

- GUERRA, Antônio J. T.; MARÇAL, Mônica dos S. Geomorfologia ambiental: conceitos, temas e aplicações. In: GUERRA, Antônio J. T.; MARÇAL, Mônica, dos S. *Geomorfologia ambiental*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. cap. 2. p. 17-91.
- GUERRA, Antônio J. T.; MARÇAL, Mônica dos S. *Geomorfologia ambiental*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.
- HACK, J. T. Interpretation of erosional topography in humid temperate regions. *Am. Jour. Sci.* V. 258 -A, p. 80-97, 1960. Transcrito em Notícia Geomorfológica, 12(24):3-37.
- HEGARTY, *et al.* Spatial abilities at different scales: individual differences in aptitude-test performance and spatial-layout learning. Manuscript submitted for publication, 2004 *apud* ISHIKAWA, Toru; KASTENS, Kim A. Why some students have trouble with maps and other spatial representations. *Journal of Geoscience Education*. v. 53, n. 2, marc. p. 184-97, 2005.
- HERNÁNDEZ, Fernando. *Transgressão e Mudança na Educação – Os Projetos de Trabalho*. Porto Alegre. Editora ArtMed. 1998.
- HIELE, Pierre M. V. *Structure and insight a theory of methematics education*. Orlando, Flórida: Academic Press, 1986.
- HISSA, Cássio E. V. A mobilidade das fronteiras. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002.
- ISHIKAWA, Toru; KASTENS, Kim A. Why some students have trouble with maps and other spatial representations. *Journal of Geoscience Education*. v. 53, n. 2, marc. p. 184-197, 2005.
- ISHIKAWA, T. *Spatial knowledge acquisition in the environment*: The integration of separately learned places and the development of metric knowledge, Doctoral dissertation, University of California, Santa Barbara 2002 *apud* ISHIKAWA, Toru; KASTENS, Kim A. Why some students have trouble with maps and other spatial representations. *Journal of Geoscience Education*. v. 53, n. 2, marc. p. 184-97, 2005.
- JAEN, M.; BERNAL, J. M. Integración del trabajo de campo en el desarrollo de la enseñanza de la Geología mediante el planteamiento de situaciones problemáticas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 1.3, 153-158; 1993.
- JAIME, A. P; GUTIÉRREZ, A. Una Propuesta de Fundamentacion para la Enseñanza de la Geometria: el Modelo Teórico de Van Hiele. In: LLINARES, S. C. (Edit.). *Teoria y Práctica en Educacion Matemática*. Madri: Ediciones Alfar, 1990b *apud* VIANA, Odaléa A. *O conhecimento geométrico de alunos do CEFAM sobre figuras espaciais: um estudo das habilidades e dos níveis de conceito*. 2000. 230 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de Campinas, São Paulo, 2000.
- JOBERT, Guy. *A profissionalização: entre competência e reconhecimento social*. In: ALTET, Marguerite; PAQUAY, Léopold.; PERRENOUD, Philippe. *A profissionalização dos formadores de professores*. Porto Alegre: Artmed, 2003. Cap.11, p. 221-244.
- JOHNSON-LAIRD, P. N. Modelos en ciencia cognitiva». En Norman, D. (ed.) *Perspectivas de la ciencia cognitiva*. Barcelona: Paidós, 1987 *apud* ORELLANA, Osvaldo. M. *et al.* Modelos mentales de la calidad universitaria en estudiantes sanmarquinos. *Revista de investigación en psicología*. v. 9, n. 2, p. 99, 2006. Disponível em: <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/Investigacion_Psicologia/v09_n2/pdf/a05v9n2.pdf> Acesso em: 20 set. 2007.

JOHNSON-LAIRD, P. N. Mental models: towards a cognitive science of language, inference and consciousness. Cambridge, UK: Cambridge University Press., 1983 *apud* BORGES, Arthur T. Como evoluem os modelos mentais. *Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências*. Belo Horizonte: FAE/UFMG. v. 1, n. 1, p. 85-125, 1999.

JOHNSON-LAIRD, P. N. Mental models: towards a cognitive science of language, inference and consciousness. Cambridge, UK: Cambridge University Press., 1983 *apud* MOREIRA, MOREIRA, Marco A.. Linguagem e Aprendizagem Significativa. Conferência do *IV Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa*. Maragogi, Brasil, 8 a 12 set. 2003. Disponível em: www.if.ufrgs.br/~moreira/linguagem.pdf > acesso 23 abr. 2007

KALI, Yael; ORION, Nir. Spatial abilities of High-school students in the perception of Geologic structures. *Journal of research in Science Teaching*, v. 33, n. 4, p. 369-391m, 1996.

KALI, Yael; ORION, Nir. Spatial abilities of High-school students in the perception of Geologic structures. *Journal of research in Science Teaching*, v. 33, n. 4, p. 369-391m, 1996 *apud* ISHIKAWA, Toru; KASTENS, Kim A. Why some students have trouble with maps and other spatial representations. *Journal of Geoscience Education*. v. 53, n. 2, marc. p. 184-97, 2005.

KANT, I. Crítica da Razão Pura. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 2 ed., 1989 *apud* VITTE, Antônio C. A terceira crítica kantiana e sua influência no moderno conceito de geografia física. *GEOUSP - Espaço e Tempo*, São Paulo, Nº 19, pp. 33 - 52, 2006.

KANT, I. Princípios Metafísicos da Ciência da Natureza, Lisboa, Ed. 70, 1990 *apud* VITTE, Antônio C. A terceira crítica kantiana e sua influência no moderno conceito de geografia física. *GEOUSP - Espaço e Tempo*, São Paulo, Nº 19, pp. 33 - 52, 2006.

KANT, I. Crítica da Faculdade do Juízo. RJ, Forense, 2 ed., 1995 *apud* VITTE, Antônio C. A terceira crítica kantiana e sua influência no moderno conceito de geografia física. *GEOUSP - Espaço e Tempo*, São Paulo, Nº 19, pp. 33 - 52, 2006.

KASTENS, Kim. Use of visualization in geosciences. *Workshop on Carleton College, Lamont-Doherty Earth Observatory of Columbia University*, febr. 27, 2004.

KENNELLY, Patrick J. Gis applications to historical cartographic methods to improve the understanding and visualization of contours. *Journal of Geoscience Education*, v. 50, n. 4, sept. p. 428-436. 2002.

KING, Helen. Understanding spatial literacy: cognitive and curriculum perspectives. *Planet*, Plymouth, n. 16, p. 26-28, 2006. Disponível em: <<http://www.gees.ac.uk/planet/p17/hk.pdf>> Acesso em: 10 out. 2007.

KLEIN, C. La notion de rythme en morphologie. *Rev. Géol. Dynam. Géogra, Phys.* 26(2):95-107, 1985.

KNOWLES, Malcolm. *L'apprenat adulte*. Paris: Ed. d'organisation, 1990 *apud* YENEMOTO, Hiroshi Wilson Yonemoto. *Proposta de integração entre ensino, aprendizagem, comunicação e virtualidade: uma arquitetura de reestruturação para o ensino superior*. 2004. 347 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

KÖHLER, Heinz C. A escala na análise geomorfológica. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, vol. 2, n. 1, p. 21-33, 2002.

LALANDE, A. *Vocabulaire technique et critique de la Philosophie*. 13^{eme}. ed. Paris: Presses

Universitaires de France, 1980.

LALANDE, A. *Vocabulaire technique et critique de la Philosophie*, 13^{ème} ed. Paris: Presses Universitaires de France, 1980 *apud* TRINDADE, Vitor; BONITO, Jorge. Pensar o percurso da construção do conhecimento em geologia e as suas conseqüências na formação em didáctica dos futuros professores da disciplina a nível do ensino secundário. In: SIMPÓSIO IBÉRICO DO ENSINO DE GEOLOGIA. SIMPÓSIO SOBRE ENSEÑANZA DE LA GEOLOGIA.14. CURSO DE ACTUALIZAÇÃO DE PROFESSORES DE GEOCIÊNCIAS, 26., 2005, Aveiro: Universidade de Aveiro, 2005. Disponível em: <http://ensciencias.uab.es/weblues/www/congress2005/material/comuni_orales/3_relacion_invest/3_1/imagenes/81_sieg2006.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2007.

LEEDER, M. R. Denudation, vertical crustal movements and sedimentary basin infill. *Geologische Rundschau*, Stuttgart, v. 80, n. 2; p. 441-458, 1991.

LEGENDRE, M. Contribuição do modelo da equibração para o estudo da aprendizagem no adulto. In: DANIS, C.; SOLAR, C. (Org.). *Aprendizagem e desenvolvimento dos adultos*. Lisboa: Horizontes Pedagógicos, 1998. p.155-216.

LEGENDRE, M. Contribuição do modelo da equibração para o estudo da aprendizagem no adulto. In: DANIS, C.; SOLAR, C. (Org.). *Aprendizagem e desenvolvimento dos adultos*. Lisboa: Horizontes pedagógicos, 1998 *apud* SARAVALI, Eliane G. ARTIGO/ARTICLE Estudos Piagetianos & Psicologia Clínica e Educacional – Piagetian Studies & Educational and Clinical Psychology © EETDD – Educação Temática Digital, Campinas, v. 6, n. 2, p. 79-101, jun. 2005 – ISSN: 1517-2539.

LESANN, Janine. *Elaboration d'un materiel pedagogique pour L'apprentissage de notions geographiques de base, dans les classes primaires, au Bresil: une proposition à partir des apports théoriques de la géographie, de la pédagogie, de la psychologie et de la graphique*. 1989. 269 f. These (Doctorat de L'Ecole des Hautes Etudes em Science Sociales) – Ecole des Hautes Etudes em Science Sociales, 1989.

LEUZINGER, Victor. R. *Controvérsias geomorfológicas*. 1948. 208 f. Tese (Provimento do cargo de catedrático de Geografia Física) – Faculdade Nacional de Filosofia da Universidade do Brasil, 1948.

LIBARKIN, Julie C.; BRICK, Christine. Research methodologies in science education: visualization and the geosciences. *Journal of Geoscience Education*, v. 50, n. 4, p. 449-455, 2002.

LIBEN, L., S.; DOWNS, R. M. Understanding person-space-map relations: cartographic and developmental perspectives. *Developmental Psychology*, v. 29, p. 739-752, 1993 *apud* ISHIKAWA, Toru; KASTENS, Kim A. Why some students have trouble with maps and other spatial representations. *Journal of Geoscience Education*. v. 53, n. 2, marc. p. 184-97, 2005.

LIBEN, L. S. *et al.* Real-word knowledge through real-world maps: a developmental guide for navigating the educational terrain. *Development Review*, v. 22, 2002, p.267-322. *apud* ISHIKAWA, Toru; KASTENS, Kim A. Why some students have trouble with maps and other spatial representations. *Journal of Geoscience Education*. v. 53, n. 2, marc. p. 184-97, 2005.

LINN, M; PETERSEN, A. C. *Emergence and characterization of sex differences in spatial ability:A meta-analysis*, *Child Development*, 56:1479-1498. 1985 *apud* KING, Helen. Understanding spatial literacy: cognitive and curriculum perspectives. *Planet*, Plymouth, n. 16, p. 26-28, 2006. Disponível em: <<http://www.gees.ac.uk/planet/p17/hk.pdf>> Acesso em: 10 out. 2007.

LOPES, Alice. R. C. Bachelard: o filósofo da desilusão. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 1996 *apud* ANDRADE *et al.* As analogias e metáforas no ensino de Ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. *Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciência*, v. 2, n. 2, p. 1- 11, dez. 2002.

MAYER, L. *Introduction to Quantitative Geomorphology*. Prentice-Hall, Englewood Cliff, NJ, 1990 *apud* RHOADS, Bruce L.; THORN Colin E. *The Scientific Nature of Geomorphology*. England: John Wiley & Sons, Ltd., 1996.

MACHADO, Nilson J. *Epistemologia e didática: as concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente*. São Paulo: Cortez, 2000.

MARINHO, Eduardo G. do A. Desenvolvimento e natureza da geomorfologia. *Cadernos IG/ UNICAMP*. Campinas: UNICAMP, v. 5, n. 1, p. 9 -21, 1995.

MARK, David M.; SMITH, Barry. *A science of topography: bridging the qualitative-quantitative divide*. Buffalo: University at Buffalo, 2003, 23 p. Disponível em: <<http://ontology.buffalo.edu/smith/articles/topography.pdf>> Acesso em: 08 set. 2007.

MARQUES, Jorge S. Ciência Geomorfológica. In: Guerra, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. p. 23-50.

MARTINS, André. F. P.; PACCA, Jesuina L. de A. O conceito de tempo entre estudantes de ensino fundamental e médio: uma análise à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. *Revista do Instituto de Física*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, v. 10, n. 3, dez./2005. p. 3-13. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/ienci/>>. Acesso em: 05 dez. 2007.

MERLEAU-PONTY, Maurice. *Phénoménologie de la perception*. Paris: Gallimard, [1945] 1964 (Bibliothèque des idées) *apud* CASTRO, Iná E. de. O problema da escala. In: CASTRO, Iná E. de *et. al. Geografia: conceitos e temas*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995, p.117-140.

MERLEAU-PONTY, M. *Phénoménologie de la perception*. Paris: Gallimard, 1945 *apud* PINO, Angel. *A categoria de "Espaço" em Psicologia*. In: MIGUEL, Antônio; ZAMBONI, Ernesta. *Representação do espaço: multidisciplinaridade na educação*. Campinas: Autores Associados, 1996. p. 51-68.

MESCERJAKOV, J. P. Les Concepts de Morphostructure et de Morphoesculture: un nouvel instrument de l'analyse geomorphologique. *Annales de Geographie*, 77 années, n. 423, Paris, 539-552, 1968 *apud* ROSS, Jurandir. S. Registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. *Revista. Geografia*. São Paulo: IG-USP, 1992.

MONTELLO, Daniel. R. Conception of geographic information. In: McMASTER, R. B.; USERY (Eds.). *A research agenda for geographic information science*. Boca Raton, Flórida: CRC Press, 2005. p. 61-91.

MOREIRA, Marco A.. Linguagem e Aprendizagem Significativa. Conferência do *IV Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa*. Maragogi, Brasil, 8 a 12 set. 2003. Disponível em: www.if.ufrgs.br/~moreira/linguagem.pdf > acesso 23 abr. 2007

MOREIRA, Marco. A.; MASSINI, Elcie F. S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes, 1982.

- MORETTO, Vasco. P. *Prova: um momento privilegiado de estudo, não de um acerto de contas*. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.
- MORIN, Edgar. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. Tradução de Catarina Eleonora F. da Silva. São Paulo: Cortez, Unesco, 2001.
- NASSER L. *Using the Van Hiele Theory to Improve Secondary Scholl Geometry in Brasil*. London, University of London, 1992. (Tesis for the PhD degree).
- NASSER, L.; SANT'ANNA, N. F. P. (Coord.). *Geometria segundo a Teoria de Van Hiele*. Projeto Fundação, UFRJ, 1995.
- NEWELL, A; SHAW, J. C. Elements of a theory of human problem solving. *Psychological Review*, 65, 151 -166. 1958.
- OLIVEIRA, Livia de. *Estudo metodológico e cognitivo do mapa*. 1997. 234 f. Tese (Livre docência) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro, São Paulo, 1977.
- OLIVEIRA, Adriana O. S. A.; NEVES, João O. R. Contextos e significados do relevo para o ensino de Geomorfologia. In: SIMPOSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA – SINAGEO, 7, 2008, Belo Horizonte, *Anais ...*Belo Horizonte:UFMG, ago. 2008, 13 p.
- OLLIER, Cliff. *Tectonic and Landforms: geomorphology texts*. New York: K. M. Clayton, 1981.
- PARAIZZO, Paulo L. B. *A construção do conhecimento nas ciências geológicas*. Contribuições do pensamento de Gaston Bachelard. 2004. 120 f. (Mestrado em Filosofia) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <http://criticanarede.com/teses/bachelard.pdf> > Acesso em 20 set. 2007.
- PEDRINACI, E.; SEQUEIROS, L.; GARCÍA DE LA TORRE, E. El trabajo de campo e el aprendizaje de la geología. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 2, 37-45, 1994.
- PENCK, W. Die Morphologische Analyse. Ein Kapitel der physikalischen Geologie. J. Engelhorn's Nachf. Stuttgart, 1924. *apud* ABREU, Adilson A. *Análise geomorfológica: reflexão e aplicação uma contribuição ao conhecimento das formas de relevo no Planalto de Diamantina*. 1982. 296 f. Tese (Livre docência) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.
- PENCK, W. *Morphological analysis of land forms: a contribution to physical geology*. Tradução de Hella Czech e Katherine C. Boswell. London: Macmillan and Co., 1953 *apud* ABREU, Adilson A. *Análise geomorfológica: reflexão e aplicação uma contribuição ao conhecimento das formas de relevo no Planalto de Diamantina*. 1982. 296 f. Tese (Livre docência) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.
- PENTEADO, Margarida. *Fundamentos de geomorfologia*. Rio de Janeiro: IBGE, 1978.
- PERKINS, D.; GROTER, T. Models and moves: focusing on dimensions of causal complexity to achieve deeper scientific understanding. *Paper presented at the American Educational Research Association Annual Conference, New Orleans*. 2000. Available from internet: <http://pzweb.harvard.edu/Research/UnderCon.htm>.
- PERKINS, D.; GROTER, T. Models and moves: focusing on dimensions of causal complexity

to achieve deeper scientific understanding. *Paper presented at the American Educational Research Association Annual Conference, New Orleans*. 2000 *apud* AGUIAR JÚNIOR, Orlando. G. de. *Modelo de ensino para mudanças cognitivas: um instrumento para o planejamento do ensino e a avaliação da aprendizagem em ciências*. 2001. 294 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.

PERRENOUD, Philippe. *10 Novas competências para ensinar*. Tradução de Patrícia Chittoni Ramos. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

PERRENOUD, Philippe. *Construir as competências desde a escola*. Tradução de Bruno Charles Magne. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

PESTRE, Dominique. Por uma nova história social e cultural das Ciências: novas definições, novos objetos, novas abordagens. *Cadernos IG/UNICAMP*, Campinas, v. 6, n.1, p. 3-56, 1996.

PITTY, Alistair. *The nature of Geomorphology*. London: Methuen & Cia, 1982.

PIAGET, J.; INHELDER, B. *A representação do espaço na criança*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.

PIAGET, Jean; GARCIA, Roland. *Psicogênese e história das ciências*. 2. ed. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1987.

PIAGET, Jean. *A equilibração das estruturas cognitivas*. Rio de Janeiro: Zahar, 1976 *apud* COUTINHO, Maria T. da C.; MOREIRA, Mércia. *Psicologia da Educação*. Belo Horizonte: Editora Lê, 2000.

PIAGET, Jean. *The child's conception of the word*. New Jersey: Littlefield, Adam and Co., 1969 *apud* OLIVEIRA, Lívia de. *Estudo metodológico e cognitivo do mapa*. 1997. 234 f. Tese (Livre docência) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro, São Paulo, 1997.

PINO, Angel. A categoria de “Espaço” em Psicologia. In: MIGUEL, Antônio; ZAMBONI, Ernesta. *Representação do espaço: multidisciplinaridade na educação*. Campinas: Autores Associados, 1996. p. 51-68.

POHL, Victoria. Visualizando o espaço tridimensional pela construção de poliedros. In: LINDQUIST, Mary M.; SHULTE, Albert P. *Aprendendo e ensinando geometria*. Tradução de Hygino H. Domingues. São Paulo: Atual, 1994. p.178-190.

POZO, Juan I. *Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem*. Tradução de Ernani Rosa. Porto Alegre: Artmed, 2002.

REYNAUD, A. *Épistémologie de la Géomorphologie*. Paris: Masson et Cie, 1971.

REZI, Viviane. *Um estudo exploratório sobre os componentes das habilidades matemáticas presentes no pensamento em geometria*. 2001. 192 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 2001

RHOADS, Bruce L.; THORN Colin E. *The Scientific Nature of Geomorphology*. England: John Wiley & Sons, Ltd., 1996.

RODRIGUES, Cassiano T. Considerações sobre a idéia de natureza do conhecimento

- científico na tradição Filosófica Ocidental¹. COGNITIO-ESTUDOS: *Revista Eletrônica de Filosofia*. Centro de Estudos do Pragmatismo. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - São Paulo, v. 3, n. 2, p. 154-168, 2006. TEXTO 16/3.2, jul./dez. Disponível em: <http://www.pucsp.br/pos/filosofia/Pragmatismo/cognitio_estudos/cognitio_estudos.htm>. Acesso em: 21 jun. 2007.
- ROSS, Jurandir, L. S. Registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. *Revista. Geografia*. São Paulo, IG-USP, 1992.
- ROSS, Jurandir, L. S. Relevo Brasileiro, uma nova proposta de classificação. *Revista do Departamento de Geografia*. São Paulo: FFLCH-USP, N.4, 1990.
- ROSS, Jurandir L. S. *Geomorfologia. Ambiental e Planejamento*. São Paulo: Contexto, 1996.
- ROSS, Jurandir, L. S. Relevo brasileiro: planaltos, planícies e depressões. In: CARLOS, Ana F. (Org.) *Novos Caminhos da Geografia*. São Paulo: Contexto, 1999. p.41-61.
- ROSS, Jurandir, L. S. Geomorfologia Aplicada Aos Eias-Rimas. In: GUERRA, A. J. T. E CUNHA, S. B. *Geomorfologia e Meio Ambiente*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000, p.291-336.
- ROSSETTI-FERREIRA, *et al.* *Rede de significações e o estudo do desenvolvimento humano*. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- SAADI, Allaoua. Modelos morfogenéticos e tectônica global: reflexões conciliatórias. Belo Horizonte: *Geonomos*, 6(2), p. 55-63, 1998.
- SACRISTÁN, J. G.; GOMEZ, A. I. P. *Compreender e transformar o ensino*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- SANTAELLA, Lúcia; NÖTH, Winfried. *Imagem: cognição, semiótica, mídia*. São Paulo: Iluminuras, 1999.
- SARAVALI, Eliane G. Dificuldades de Aprendizagem no Ensino Superior. Reflexões a partir das Perspectivas Piagetianas. *Estudos Piagetianos & Psicologia Clínica e Educacional – Piagetian Studies & Educational and Clinical Psychology* © EETTDD – Educação Temática Digital, Campinas, v. 6, n. 2, p. 79-101, jun. 2005 – ISSN: 1517-2539.
- SCHUMM, S. A.; LICHTY, R. W. Tempo, espaço e causalidade em geomorfologia. *Notícia Geomorfológica*. Campinas, 13(25), p. 43-62, 1973.
- SCORTEGAGNA, Adalberto e NEGRÃO, Oscar B. M. (2005). Trabalhos de campo na disciplina de Geologia introdutória: a saída autônoma e seu papel didático. *Terrae Didática*, 1(1), p. 36-43, 2005.
- SEABRA, Rodrigo D.; SANTOS, Eduardo T. Proposta de desenvolvimento da habilidade de visualização espacial através de sistemas estereoscópicos. In: CONGRESO NACIONAL Y 1RO. INTERNACIONAL, 4. Rosario, Argentina–6 a 8 de octubre, 2004. Disponível em <http://rodrigoduarte.pcc.usp.br/Artigos/EGRAFIA_2004.pdf> Acesso em: 08 out. 2007.
- SELBY, M. J. *Earth's Changing Surface: An Introduction to Geomorphology*. Osford, UK: Clarendon Press, 1985 *apud* RHOADS, B. and THORN, C. E. *Toward a Philosophy of Geomorphology*. In: RHOADS, B. and THORN, C. E. *The Scientific Nature of Geomorphology*. New York: John Wiley & Sons, 1996.
- SFORNI, Marta S. de F. *Aprendizagem conceitual e organização do ensino: contribuições da*

teoria da atividade. 1. ed. Araraquara: JM Editora, 2004.

SOUZA, Carla J. O. Ensino de Geomorfologia contextualizado na transposição didática. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 10., 2003, Rio de Janeiro, *Anais...* Rio de Janeiro: UERJ, nov. 2003. p. 156-165, 2003.

SUERTEGARAY, Dirce M. A. O que ensinar em Geografia (física)? In: Rego, Nelson; SUERTEGARAY, Dirce; HEIDRICH, Álvaro (org.) *Geografia e Educação. Geração de Ambiências*. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000. P.97-106.

SUERTEGARAY, Dirce. M. A. Tempos longos... tempos curtos... na análise da Natureza. *Geografares*, Vitória, p. 159-163, 2002.

SUERTEGARAY, Dirce M. A.. Geomorfologia: novos conceitos e abordagens. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 7., 1997, Curitiba. *Anais...* Curitiba, 1997. p. 24-30.

SUERTEGARAY, Dirce M. A; NUNES, João O. R. A natureza da Geografia Física na Geografia. *Terra Livre – AGB*. São Paulo: AGB, São Paulo, n.17, p.11-24, 2001.

SUMMERFIELD, M. A. *Global Geomorphology: an introduction to the Study of Landforms*. London: Longman & Technical, 1994.

TAVARES, Romero. Aprendizagem significativa em um ambiente multimídia. V *Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo*. Madrid, Espanha. 12 p. 2006. Disponível em: <<http://www.fisica.ufpb.br/~romero>>. acesso em 17 ago. 2007.

THORNBURY, William. Alguns conceptos fundamentais. In: THORNBURY, William. *Principios de Geomorfologia*. Tradução de K. C Turner. Buenos Aires: Kapelus, 1965. p. 11-16; 17-35. Título original: *Principles of Geomorphology*.

TRICART, Jean L. F. *Principes et méthodes de la geomorphologie*, Paris: Masson, 1965.

TRICART, Jean L. F. A geomorfologia nos estudos integrados de ordenação de meio natural. *Boletim Geográfico*. Rio de Janeiro: IBGE, 34, nº251, p.15-42, dez., 1976.

TRICART, Jean L. F. CAILLEUX, André. *Introduction à la Géomorphologie Climatique*. Paris: Société d'Édition d'Enseignement Supérieur, 1965.

TRICART, Jean. L. F. Geomorphology for the future: geomorphology for development and development for geomorphology. In: GARDINER, V. INTERNATIONAL GEOMORPHOLOGY, 5, 1986, New York. – Proceedings of the First International Conference on Geomorphology: New York: John Wiley & Sons, 1987. p. 35-44.

TRIVIÑOS, Augusto N. S. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 1987.

VAN HIELE, P. M. *Structure and Insight - A Theory of Mathematics Education*, Orlando: Academic Press, 1986.

VENTURI, Luis A. B. *Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório em geografia e análise ambiental*. São Paulo: Oficinas de Textos, 2005.

VENTURI, Luis A. B. Os diferentes significados do relevo no ensino da geomorfologia. In: VENTURI, Luis A. B. *Ensaio Geográficos*. São Paulo: Humanitas, 2008. p.75 – 90.

- VIANA, Odaléa A. O componente espacial da habilidade de alunos do ensino médio e as relações com o desempenho escolar e as atitudes em relação à Matemática e à Geometria. 2005. 299f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de Campinas, São Paulo, 2005.
- VIANA, Odaléa A. *O conhecimento geométrico de alunos do CEFAM sobre figuras espaciais: um estudo das habilidades e dos níveis de conceito*. 2000. 230 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de Campinas, São Paulo, 2000.
- VITTE, Antônio C. Os fundamentos metodológicos da geomorfologia e a sua influência no desenvolvimento das ciências da terra. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. *Reflexões sobre a Geografia física no Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 23-48.
- VITTE, Antônio C. A terceira crítica kantiana e sua influência no moderno conceito de geografia física. *Geosp – Espaço e Tempo*, n.19, p. 33-52, 2006.
- VYGOTSKY, L. S. *Pensamento e linguagem*. Tradução Jeferson Luis Camargos. Rev. Tec. José Cipolla Neto. São Paulo: Martins, 1993.
- YENEMOTO, Hiroshi Wilson. *Proposta de integração entre ensino, aprendizagem, comunicação e virtualidade: uma arquitetura de reestruturação para o ensino superior*. 2004. 347 f. Tese (Doutorado em Engenharia de produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- YOELI, P. Shadowed contours with computer and ploter. *The American Cartographer*, 10: 101-110, 1983 *apud* KENNELLY, Patrick J. Gis applications to historical cartographic methods to improve the understanding and visualization of contours. *Journal of Geoscience Education*, v. 50, n. 4, Sept., 2002, p. 431.
- ZABALA, Antoni. *A prática educativa*. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- ZANATTA, Beatriz A. O método intuitivo e a percepção sensorial como legado de Pestalozzi para a geografia escolar. *CADERNOS CEDES 66. Educação Geográfica e as teorias de aprendizagem*. Campinas: Cortez, v. 25, n. 66, p.129-272, 2005.

REFERÊNCIAS (COMPLEMENTARES)

AGUIAR JÚNIOR, Orlando; FILOCRE, João. *Modelo de ensino para a mudança cognitiva: fundamentação e diretrizes de pesquisa*. Belo Horizonte: Faculdade de Educação–Cecimig, 25p, 1995. Inédito.

ALTET, Marguerite; PAQUAY, Léopold; PERRENOUD, Philippe. *A profissionalização dos formadores de professores*. Porto Alegre: Artmed, 2003.

AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D; HANESIAN, Helen. *Psicologia educacional*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BARBOSA, Ronaldo. *Projeto geo-escola: recursos computacionais de apoio ao ensino de geociências nos níveis fundamental e médio*. 2003. 131 f. Dissertação (Mestrado em Educação aplicada à Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade de Campinas, São Paulo, 2003.

BIGARELLA, João J. *Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais*. Florianópolis: Editora UFSC, 2003. v. 3.

BONITO, Jorge. Linguagem da Ciência: uma abordagem lingüística. In: ENCONTRO NACIONAL DE DOCENTES-EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NATURAIS, 5., 1995, Porto Alegre, p. 211-217. Disponível em: <<http://evunix.uevora.pt/~jbonito/imagens/portale.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2007.

BOWLER, Peter F. *História Fontana de las ciências ambientales*. México: Fundo de Cultura Econômica, 1998.

BRANCO, Samuel M.; BRANCO, Fábio C. *A deriva dos continentes*. São Paulo: Moderna, 1992. (Coleção Polêmica).

BREUNIG, Fábio M. *et al.* O Rio Grande do Sul através do tempo geológico: proposta didática. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 10., 2003, Rio de Janeiro: UERJ, 11-16 nov./2003 p.27-40, 2003. 1 CD-ROM.

BUCHWEITZ, Bernardo. Aprendizagem significativa: idéias de estudantes concluintes de curso superior. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 3., 2000 Peniche, Portugal. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol6/n2/v6_n2_a2.htm>. Acesso em: 08 out. 2007.

CACHAPUZ, Antônio *et al.* A emergência da Didática como campo específico do conhecimento. *Revista Portuguesa de Educação*, v. 14(1), p. 155-195, 2001.

CALLAI, Helena C.; ZARTH, Paulo A. *Os conceitos de espaço e tempo na pesquisa em educação*. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 1999.

CARNEIRO, Celso D. R. *et al.* Ciência do Sistema Terra e o entendimento da “Máquina” planetária em que vivemos. *Geonomos*, 13 (1, 2), p. 11-18, 2005.

CARVALHO, Paulo C. P. *Introdução à geometria espacial*. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Matemática, 1999.

CASSETI, Valter. *Geomorfologia*. 2006. Disponível em:

<http://www.funape.org.br/geomorfologia/index.php>. Acesso em: 08 out. 2007.

CELINO, J. J. A dinâmica pedagógica no ensino de Geologia Econômica na UFBA: planejamento, aplicação e avaliação. *Cadernos IG-UNICAMP*, vol. 8, n. 1/2. p. 51-65. 2000.

CELINO, J. J.; MARQUES, E. C. de L.; LEITE, O. R. Da deriva dos continentes a Teoria da Tectônica de Placas: uma abordagem epistemológica da construção do conhecimento geológico, suas contribuições e importância didática. *Geo. Br.* Ouro Preto: Departamento de Geologia: UFOP, 1 (2003): 1 – 23. Disponível em www.degeo.ufop.br/geobr > acesso em 18 ago. 2007.

COLTRINARI, Lilian. Geomorfologia: caminhos e perspectivas. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 1, n.1, p. 44-47, 2000.

COSTA, Sueli I. A concepção de espaço em Matemática: a noção de dimensão. In: MIGUEL, Antônio; ZAMBONI, Ernesta. *Representações do espaço: multidisciplinaridade na educação*. Campinas: Autores Associados, 1996. p.113-121.

CUNHA, Sandra B. da; GUERRA, Antônio J. T. *A questão ambiental*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

CUNHA, Sandra B. da; GUERRA, Antônio J. T. *Avaliação e perícia ambiental*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

CUNHA, Sandra B. da; GUERRA, Antônio J. T. *Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

DE MARTONNE, Emanuel. *Panorama da Geografia*. Lisboa: Edição Cosmos, 1953. vol. I.

DEMO, Pedro. *Complexidade e aprendizagem – a dinâmica não linear do conhecimento*. São Paulo: Atlas S. A., 2002.

DOLABELA, Elzio. *Fatores geomorfogenéticos*. 1959. 108 f. Tese (Provimento do cargo de catedrático de Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Universidade de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1959.

FIGUEIRÔA, Sílvia F. de M.; LOPES, Maria M. Relações entre geociências, seu ensino, sua história e seu público. *Cadernos IG/UNICAMP*, v. 3, n. 2, p. 83-95, 1993.

FONSECA, Maria da C. F. R. *et al.* *O ensino de Geometria na Escola Fundamental*. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

GERASIMOV, I. P. *Essai d'interpretation geomorphologie du schema general de la structure geologique de l'URSS*. Problèmes de Geographie Physique, v. 12; Tradução AN SSSR. Moscou, 1946.

GERASIMOV, I. P.; MESCHERIKOV, J. A. Morphostructure. In: FAIRBRIDGE, R. W. *The encyclopedia of geomorphology*. New York: Reinhold Book Co., 1968.

GOBERT, Janice D. The Effects of different learning tasks on model-building in plate tectonics: diagramming versus explaining. *Journal of Geoscience Education*. Bellingham, WA, v. 53, n. 4, sept. p. 444-455. 2005.

GONÇALVES, Pedro W. História e epistemologia: bases para organizar o ensino de

campo em ciências da Terra. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DA INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY EDUCATION, febr., 2000. Disponível em: <http://www.ige.unicamp.br/site/aulas/119/filocie051a>. Acesso em 17 set. 2007.

GONCALVES, Pedro. W.; COMPIANI, Maurício. Epistemologia e historia de la geologia como fuentes para la selecciony organizacion del curriculum. *Ensenanza de las ciencias de la Tierra*, Girona. v. Extra, n. 1, p. 38-45, 1996.

GUERRA, Antônio J. T; CUNHA, Sandra B. da. *Imapctos ambientais urbanos no Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

GUERRA, Antônio J. T; CUNHA, Sandra B. da. *Geomorfologia e meio ambiente*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

GUERRA, Antônio J. T; SILVA, Antônio Soares da; BOTELHO, Rosângela G. M. *Erosão e conservação dos solos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

GUERRERO, Ana L. de A.; CASTELLAR, Sônia M. V.; RODRIGUES, Cleide. Noções geomorfológicas a partir de atividades cartográficas de professores do ensino fundamental II do município de São Paulo. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 4. São Luis, Ma. *Anais...*, São Luis, v. 1, out/nov., p. 47, 2002.

HIERSHIKOWITZ, Rina. Visualização em Geometria: as duas faces da moeda. *Boletim GEPEM*, v. 18, n. 32, Ano XVIII, 1994.

INHELDER, B.; PIAGET, J. Da lógica da criança à lógica do adolescente: ensaio sobre a construção das estruturas operatórias formais. Tradução: Dante Moreira Leite. São Paulo: Pioneira, 1976. *apud* SARAVALI, Eliane G. Dificuldades de Aprendizagem no Ensino Superior. Reflexões a partir das Perspectivas Piagetianas. *Estudos Piagetianos & Psicologia Clínica e Educacional – Piagetian Studies & Educational and Clinical Psychology* © EETDD – Educação Temática Digital, Campinas, v. 6, n. 2, p. 79-101, jun. 2005 – ISSN: 1517-2539.

KLEER, J. de; BROWN, J. S. Mental model of physical mechanisms and their acquisition. In: J. R. ANDERSON (Ed.). *Cognitive skills and their acquisition*. Hillsdale (NJ): Lawrence Erlbaun, 1981. p. 258-310. Disponível em: <http://www2.parc.com/spl/members/dekleer/Publications/Mental%20Models%20of%20Physical%20Mechanisms%20and%20their%20acquisition.pdf>> Acesso em: 08 out. 2007.

KLEER, J. de; BROWN, J. S. *Mental model of physical mechanisms and their acquisition*. In: J. R. ANDERSON (Ed.). *Cognitive skills and their acquisition*. Hillsdale (NJ): Lawrence Erlbaun, 1981 *apud* BORGES, Arthur T. Como evoluem os modelos mentais. *Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências*. Belo Horizonte: FAE/UFMG. v. 1, n. 1, p. 85-125, 1999.

KNOWLES, M. S. Instrução de adultos e andragogia. Disponível em: <<http://www.infed.org/thinkers/et-knowl.htm>>. Acesso em: 09 abr. 2004.

LACOSTE, Yves. *La géographie, ca sert d'abord, pour faire la guerre*. 1^{iere}. ed. [1976]. Paris: La Décourvete, 1985.

LACOSTE, Yves. *La géographie, ca sert d'abord, pour faire la guerre*. 1^{iere}. ed. [1976]. Paris: La Décourvete, 1985 *apud* CASTRO, Iná E. de. O problema da escala. In:

- CASTRO, Iná E. de *et al. Geografia: conceitos e temas*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p.117-140, 1995.
- LEINZ, Viktor; AMARAL, Sérgio E. do. *Geologia geral*. São Paulo: Editora Nacional, 1980.
- LE MOIGNE, Jean-Louis. L'échelle, cette correction capitale. In: *De l'architecture à l'épistemologie*. Paris: PUF, 1991 *apud* CASTRO, Iná E. de. O problema da escala. In: CASTRO, Iná E. de *et al. Geografia: conceitos e temas*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p.117-140, 1995.
- LEUZINGER, Victor R. Plainos e peneplanos. *Revista Brasileira de Geografia*. Rio de Janeiro: IBGE, ano IX, n. 3, jul./set. p. 413-422, 1947.
- LIBARKIN, Julie C.; KURDZIEL, Josepha P. Research methodologies in science education assessing students alternative conceptions. *Journal of Geoscience Education*, v. 49, n. 4, Sept. p. 378-383, 2001.
- LIPMAN, Matteew. *O pensar na educação*. Tradução de Ann Mary F. Perpétuo. Petrópolis: Vozes, 1995.
- LOPES, Alice. R. C. Bachelard: o filósofo da desilusão. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 13(3), p.248-273. 1996.
- MABESOONE, Jannes M. Ciclicidade e relevo. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. v. 1, n. 1, p.68-72, 2000.
- MARIOTTI, Humberto. Complexidade. In: MARIOTTI, Humberto. *As paixões do ego: complexidade, política e solidariedade*. São Paulo: Palas Athena, 2000. Disponível em: <<http://www.geocities.com/complexidade/introd.html>>. Acesso em 08 out. 2007.
- MATTOS, Sérgio H. V. L. de; PEREZ FILHO, Archimedes. Complexidade e estabilidade em sistemas geomorfológicos: uma introdução ao tema. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, a. 5, n. 1, p. 11-18, dez. 2004.
- MENDONÇA, Francisco de A.; VENTURI, Luís. A. B. Geografia e metodologia científica. SIMPÓSIO DE GEOMORFOLOGIA, 2. *Revista Geosul*. Florianópolis, 1998. v. 14, p.63-70. Número especial.
- MERLEAU-PONTY, M. *Le visible et l'invisible*. Notes de travail. Paris : Galimard. 1964.
- MONTEIRO, Carlos A. de F. William Morris Davis e a teoria geográfica. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. v. 2, n. 1, p.1-20, 2001.
- MOREIRA, Marco. A. Modelos mentais. Investigações em ensino de ciências. Porto Alegre, v. 1, n. 3, p. 193-232, 1996. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/N3/moreira.htm>>. Acesso em: 30 nov. 2007.
- MOREIRA, Marco. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. *Ensino*. Porto Alegre: Instituto de Física – UFRGS, 1997. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2007.
- MOYSÉS, Lúcia. *Aplicações de Vygotsky à educação matemática*. 5. ed. Campinas: Papirus, 2003.
- NETO, José P. de Q. Geografia física na virada do século. *Geosul*. v. 13, n. 25, p. 55-69,

1998.

OLIVEIRA, Adriana. O. S. A. Contribuição teórico-metodológica do ensino de Geomorfologia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6, REGIONAL CONFERENCE ON GEOMORPHOLOGY, 2006. Goiânia. *Anais...* v. II, set., 10 p, 2006.

OLIVEIRA, Janete R. *Trabalho de campo e o ensino na produção do conhecimento em geografia*. 2005. 150 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

OLIVEIRA, R. M.; AMORIM, R. R.; SANTOS, M. C. Geomorfologia no ensino de geografia na educação básica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6 – REGIONAL CONFERENCE ON GEOMORPHOLOGY. Goiânia. *Anais...* vol. II, set., p. 274, 2006.

PALANGANA, Isilda C. *Desenvolvimento e aprendizagem em Piaget e Vygotsky: a relevância do social*. São Paulo: Plexus, 1994.

PELOGGIA, Alex. *O homem e o ambiente geológico*. São Paulo: Xamã, 1998.

PEREIRA, A. I.; FILOMENA, A. A História da Ciência em manuais escolares de Ciências da Natureza. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. v. 6, n. 1, 2007. 26 p. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART12_Vol6_N1.pdf>. Acesso em 28 jul. 2008.

PEREIRA, Raquel M. F. do A. *Da geografia que se ensina à gênese da geografia moderna*. Florianópolis: UFSC, 1999.

PEREIRA, Raquel M. F. do A. Perspectiva da Geografia brasileira no século XXI. *GEOSUL*, v. 13, n. 25, p. 70-78, 1998.

PIMENTEL, Carla S. *A imagem no ensino de geografia: a prática dos professores da rede pública estadual de Ponta Grossa, Pr.* 2002. 140 f. Dissertação (Mestrado em Geociências – Área de Educação aplicada às Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade de Campinas, Campinas, São Paulo, 2002.

PONTONE JÚNIOR, Renato. *O uso de mapas conceituais na avaliação: um estudo da viabilidade de utilização em um curso de física de ensino médio*. 2003. 108 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

PRESS, Frank. *et al. Para entender a Terra*. Tradução de Rualdo Menegat *et al.* Porto Alegre: Bookman, 2006.

RACINE, J. B.; RAFFESTIN, C.; RUFFY, V. Escala e ação, contribuição para uma interpretação do mecanismo escala na prática da Geografia. *Revista Brasileira de Geografia*. Rio de Janeiro, 45 (1), p.123-135, 1983.

RAMALHO, Maria F. de J. L. *et al.* Geomorfologia para estagiários na pesquisa de campo e laboratório. SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 4. São Luís, Ma. , *Anais...* São Luis. v. 1, out/nov. 2002, p. 79. Resumos.

RODHE, G. M. *Epistemologia ambiental*. Uma abordagem filosófico-científica sobre a efetuação humana. Porto Alegre: Ed. PUCs, 1996 (Coleção Filosofia, 37) *apud* SUERTERGARAY, Dirce Maria Antunes. Geomorfologia: novos conceitos e abordagens. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 7. Curitiba, p. 24-30,

1997.

RODRIGUES, José . *A taxonomia de objetivos educacionais* - um manual para o usuário. Editora UNB, 2 edição 1994.

ROBILOTTA, Manoel. R.; BABICHAK, Cezar. C. Definições e conceitos em Física. *Cadernos Cedes 41 – Ensino da Ciência, Leitura e Literatura*. Campinas: UNICAMP, p. 35-45, 1997.

ROSS, Jurandir L. S. O relevo brasileiro, as superfícies de aplanamento e os níveis morfológicos. *Revista do Departamento de Geografia, USP*. São Paulo, USP, v. 5, p. 7-24, 1991.

SAADI, Allaoua. Modelos morfogenéticos e tectônica global: reflexões conciliatórias. Belo Horizonte: *Geonomos*, 6(2), p. 55-63, 1998.

SAEB 2001: novas perspectivas / Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais. – Brasília: O Instituto, 2001. 106 p. Disponível em: http://www.inep.gov.br/download/saeb/2001/miolo_novas_perspectivas2001.pdf> acesso em 25 jan 2009.

SALES, Vanda de C. Geografia, sistemas e análise ambiental: abordagem crítica. *GEOUSP - Espaço e Tempo*, São Paulo, n. 16, p. 125-141, 2004.

SALGADO, André A. R. Superfícies de aplainamento: antigos paradigmas revistos pela ótica dos novos conceitos geomorfológicos. *Geografias*, Belo Horizonte: IGC/UFMG, v. 3, n.1, p. 64-78, 2007.

SANTOS, Jémison M. dos. Na esteira da abordagem sistêmica. In: SANTOS, Jémison M. dos. (Org.). *et al. Reflexões e construções geográficas contemporâneas*. Salvador: UEFS, 2004. p. 35-57.

SIBLEY, Duncan F. Visual Abilities and Misconceptions About Plate Tectonics. *Journal of Geoscience Education*, Bellingham, WA, v. 53, n. 4, sept., p. 471-477. 2005.

SIEGEL, Sidney. *Estatística não-paramétrica*—para as ciências do comportamento. Tradução de Alfredo Alves de Faria. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

SILVA, C. M. O ensino de geomorfologia e a prática de campo. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6, Goiânia. set., 2006. *Anais...* vol. I. Resumos.

SMITH, Barry; MARK, David M. Do Mountains Exist? Towards an Ontology of Landforms. *Environment and Planning B: Planning and Design* . 30(3), p.411-427, 2001. Disponível em: <<http://ontology.buffalo.edu/smith//articles/Mountains.pdf>>. Acesso em 19 set. 2007.

SOUZA, Carla J. O. Conhecimento geométrico e geomorfológico: ensaio para verificar a correlação entre ambos a partir do modelo de Van Hiele. Braga, Portugal. *IV Congresso Nacional de Geomorfologia de Portugal*, 16 a 18 de out. 2008.(Resumo e painel).

SOUZA, Carla J. O. Projeto de Extensão Ver e Ler os Conteúdos Geográficos. *Memórias e Notícias*. Coimbra, Portugal, n.3. 2008, p.381-388.

SOUZA, Carla J. O. Conhecimento e aprendizagem de geomorfologia no ensino superior. Uma pesquisa em andamento: seu foco, suas indagações e seu desenho metodológico.

In: SIMPÓSIO DE PESQUISA EM ENSINO E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS DA TERRA, 1., 2007, Campinas. *Anais*. Set. 2007, p.73-82, 2007. 1 CD-ROM.

SOUZA, Carla J. O. Modelo de Van Hiele: um instrumento para avaliar o conhecimento de geometria dos alunos de Geomorfologia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6., – REGIONAL CONFERENCE ON GEOMORPHOLOGY, 2006. Goiânia. *Anais...* vol. I, set., p. 274, p. 2006. [Resumos].

SOUZA, Carla J. O. Ensaio metodológico para verificação do desempenho dos alunos do curso de Geografia na interpretação morfológica a partir de maquete: ênfase em escala e formas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6., 2006. Goiânia. *Anais...* vol. II, set., 11 p, 2006.

SOUZA, Carla J. O. Geomorfologia: difícil, mas, interessante. Por quê? In: ENCONTRO NACIONAL DE PRÁTICA DE ENSINO DE GEOGRAFIA, 8., Dourados. *Anais...* Dourados: Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2005.

SOUZA, Carla J. O. Ensino de Geomorfologia e a formação profissional em licenciatura. *Caderno de Geografia*. Belo Horizonte: PUC-Minas, v. 14, n. 22, jun., p.117-122, 2004.

SOUZA, Carla J. O. Construção do conhecimento geomorfológico por meio de múltiplas linguagens. Algumas reflexões e experiências. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 4., 2002, São Luis, Ma. *Anais...* São Luis: UFMA, p. 97-98, 2002. [Resumos].

SOUZA, Carla J. O. e BUENO, Míriam R. Uso da maquete como recurso para verificação dos conhecimentos e dificuldades entre graduandos de Geografia com alguns conteúdos de Geomorfologia. Braga, Portugal. *IV Congresso Nacional de Geomorfologia de Portugal*, 16 a 18 de out. 2008. (Resumo e painel)

SOUZA, Marília do C. D; SOBRINHO, Valéria A.; SOUZA, Carla J. O. Uso de maquetes no estudo do relevo: Discussão a partir de documentos presentes no *XII Simpósio de Geografia Física. Encontro Internacional de Geografia: Tradições e perspectivas - Pierre Monbeig*, São Paulo, 01 a 05 dez. 2008.

SUETERGARAY, Dirce M. A. O atual e as tendências do ensino e da pesquisa em geografia no Brasil. *Revista do Departamento de Geografia*, 16, p. 38-45, 2005.

SUGUIO, Kenetiro. *Geologia do Quaternário e mudanças ambientais*. São Paulo: Paulo's Comunicações, 1996.

TARDIF, Maurice. *Saberes docentes e formação profissional*. Petrópolis: Vozes, 2002.

TRICART, Jean L. F. *Précis de Geomorphologie Structurale*. Paris: Societé D'edition D'enseignement Superieur (SEDE), 1968.

TRICART, Jean L. F. Place de la Geomorphologie parmi les sciences de la terre. In : TRICART, Jean L. F. *Précis de Geomorphologie Structurale*. Paris: Societé D'edition D'enseignement Superieur (SEDE), p. 7-28, 1968.

TRINDADE, Vitor; BONITO, Jorge. Pensar o percurso da construção do conhecimento em geologia e as suas conseqüências na formação em didática dos futuros professores da disciplina a nível do ensino secundário. SIMPÓSIO IBÉRICO DO ENSINO DE

GEOLOGIA. XIV SIMPÓSIO SOBRE ENSEÑANZA DE LA GEOLOGIA. CURSO DE ACTUALIZAÇÃO DE PROFESSORES DE GEOCIÊNCIAS, 26., 2005, Aveiro. *Anais...* Aveiro: Universidade de Aveiro, 2005. Disponível em: <http://ensciencias.uab.es/weblues/www/congress2005/material/comuni_orales/3_relacion_invest/3_1/imagenes/81_sieg2006.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2007.

VITTE, Antônio C.; GUERRA, Antônio J. T. *Geografia física no Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

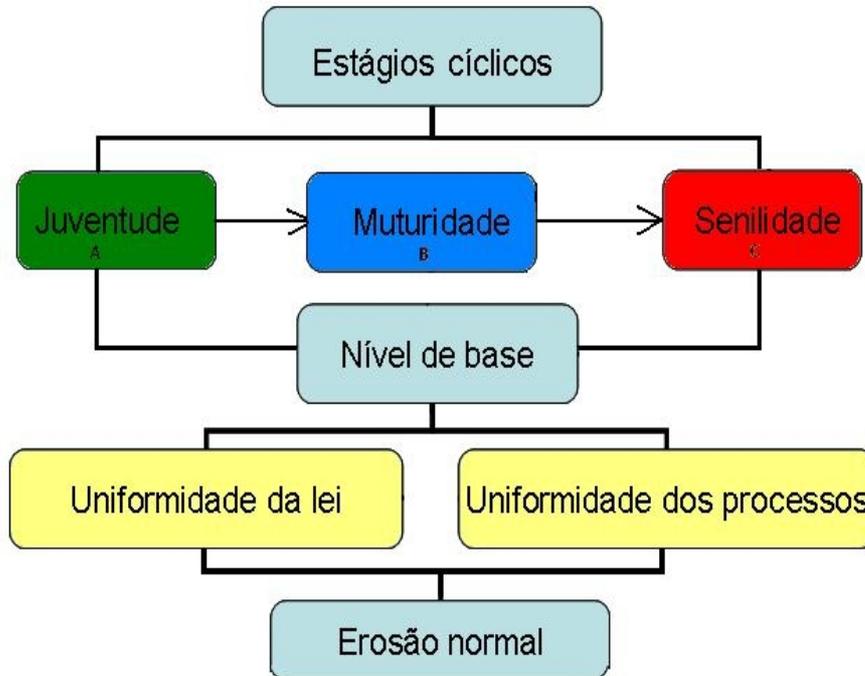
VYGOTSKY, L. S. *A formação social na mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. Trad. José Cepolla Neto. 4ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.]

VYGOTSKY, L. S. *Pensamento e Linguagem*. Trad. Jefferson Luiz Camargo. 2ªed. Dão Paulo: Martins, 1998.

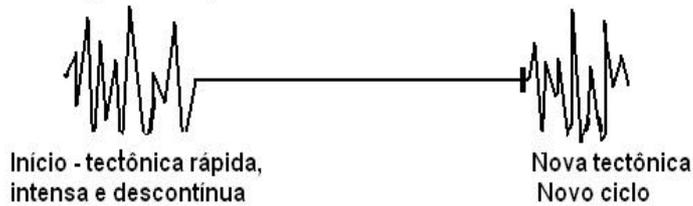
ZAMBRANO, M. A. S. *Construindo conceitos, aplicando procedimentos e estimulando atitudes no campo: as enchentes ocorridas em 1999 no Estado Vargas, Venezuela, dentro de uma proposta metodológica*. 2000. 114 f. Dissertação (Mestrado em Geociências em Educação aplicada a Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade de Campinas, São Paulo, 2000.

ANEXOS

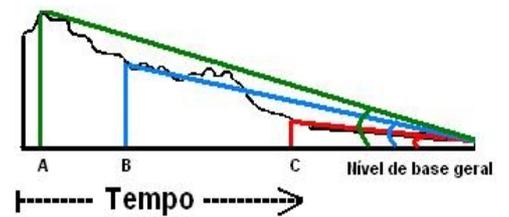
ANEXO A - Esquema referente à concepção de Davis



Representação do ritmo tectônico davisiano



Relação nível de base geral, declividade, estágios e erosão normal



Org. Dados da pesquisa, 2009.

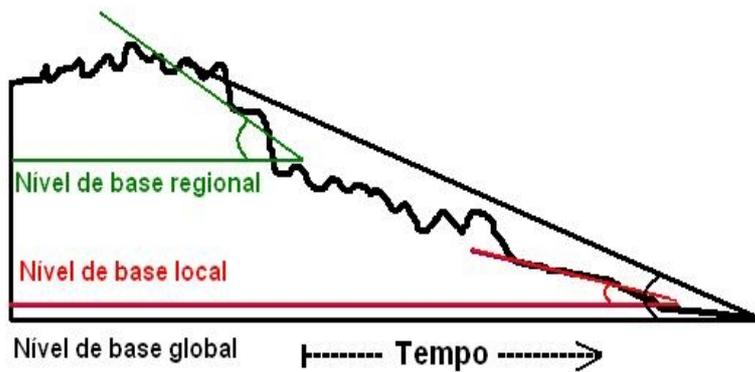
ANEXO B - Esquema referente à concepção de Penck

Representação da idéia do ritmo tectônico penckano



Tectônica contínua, freqüente e com magnitude variável no tempo e no espaço

Visualização espacial da relação níveis de base, desnívies locais, regionais e globais - Penckano



ANEXO C - Relação dos nomes e seus respectivos pseudônimos, nesta pesquisa

Pseudônimos	Nº
Rosa	1
Linho	2
Dália	3
Lilás	4
Narciso	5
Palma	6
Mirtílio	7
Margarida	8
Lírio	9
Violeta	10
Girassol	11
Alecrim	12
Mirra	13
Malva	14
Orquídea	15
Tuia	16
Melissa	17
Jasmim	18
Pitanga	19
Peônia	20
Gerânio	21
Psidio	22
Resedá	23
Magnólia	24
Faia	25
Romã	26
Sálvia	27
Tarumã	28

ANEXO D

TESTE DE GEOMETRIA – Modelo de Van Hiele

De acordo com a teoria de Van Hiele, o pensamento em geometria desenvolve-se em 5 níveis, a saber:

1º nível (visualização) - o sujeito não percebe os atributos e as relações que existem em cada figura, ou seja, não sabe explicar as figuras a partir de suas propriedades. Nesse nível a identificação se fundamenta na percepção e não na razão. As figuras geométricas, por exemplo, são reconhecidas por sua forma, pela sua aparência física e não por suas propriedades.

2º nível (análise) - começa uma análise dos conceitos geométricos a partir das propriedades das figuras que são utilizadas para classificar as mesmas. Por meio das partes que compõem a figura, esta é reconhecida. Nesse nível, o sujeito é capaz de descrever e distinguir as figuras a partir das suas propriedades.

3º nível (dedução informal) - a partir das propriedades das figuras estabelece-se inter-relações entre as mesmas (exemplo: um quadrado é um retângulo porque tem todas as propriedades de um retângulo) e no interior da própria figura - exemplo: “em um triângulo, a soma dos ângulos interno é 180° , portanto em um triângulo equilátero que possui os três ângulos congruentes, cada um de seus ângulos mede 60° (AGUIAR, J.1999:86). Nesse nível o sujeito é capaz de deduzir as propriedades de uma figura e de reconhecer classe, portanto, a inclusão de classe é compreendida e as definições tem significado, formando assim os argumentos.

4º nível (dedução) - percebe-se a inter-relação e o papel de termos não definidos como axiomas, postulados, definições, teoremas. Nesse nível, o sujeito é capaz de “estabelecer a geometria como um sistema axiomático, demonstrar e entender a idéia em condições necessárias e suficientes de provas” (ARAÚJO, J.1999:87), ou seja, é capaz de entender e provar a idéia (a figura).

5º nível Rigor - a geometria é vista no plano abstrato. O sujeito é capaz de trabalhar com vários sistemas axiomáticos e comparar sistemas diferentes (CROWLEY, 1994). Nesse nível, o aluno compreende o aspecto formal da dedução, tal como estabelece e compara sistemas matemáticos, além de ser capaz de entender os sistemas não euclidianos.

ANEXO D -

TESTE DE GEOMETRIA

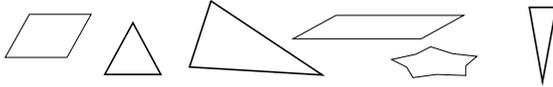
As cores dos números referem-se ao nível de conhecimento de acordo com o modelo, explicado no texto acima.

ATENÇÃO, OS EXERCÍCIOS ABAIXO SÃO APENAS **PRÉ-TESTES** E NÃO ATIVIDADE AVALIATIVA. PORTANTO, **FAÇA SOZINHO E SEM CONSULTAR O COLEGA**. CONTO COM A COLABORAÇÃO DE TODOS. OBRIGADA

CASO NÃO CONSIGA RESPONDER ALGUMA QUESTÃO, ESCREVA NA FRENTE DA MESMA: **NÃO SEI**

NOME: TURMA:

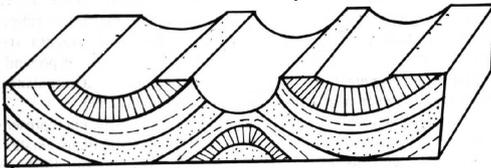
- 1) Entre as figuras representadas, faça um X nos triângulos.



- 2) Pinte de azul o conjunto de retas paralelas.

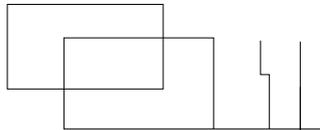


- 3) Complete na superfície e na lateral do desenho abaixo a presença das litologias.



- 4) No desenho abaixo pinte, com cores diferentes:

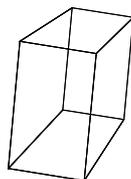
- 01 ângulo reto
- 01 reta perpendicular
- Faça uma legenda para as cores usadas acima



- 5) Sem usar nenhum desenho, como você descreveria um quadrado a alguém que nunca viu?

E um triângulo?

- 6) Quantas faces tem a figura? Enumere-as. E quantos vértices?

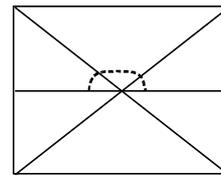


- 7) Represente a figura que corresponde à descrição abaixo, colocando todos os atributos descritos.

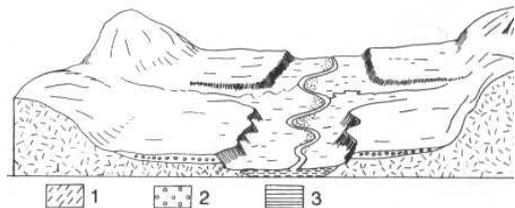
Os lados são iguais, os ângulos internos são iguais, as duas diagonais são iguais e interceptam no ponto central.

- 8) Observe a rede abaixo e responda:

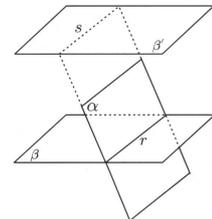
- Quantos triângulos podem ser identificados no desenho?
- Os ângulos são iguais?
- A soma do valor de três ângulos identificados é quanto? E de seis?



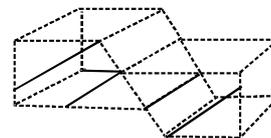
- 9) No desenho abaixo, identifique todas as formas e feições que você consegue perceber.



- 10) Faça um X nos planos paralelos e uma / no plano oblíquo ao plano beta.



- 11) Pinte o plano de falha do bloco abaixo.
A) Faça hachuras na face que revela o mergulho das camadas no interior do bloco.



ANEXO E – Questionário

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE GEOGRAFIA – IGC-UFMG – JUNHO DE 2007
SONDAGEM INDIVIDUAL PARA A TESE EM ANDAMENTO.

Caros colegas, nós, Carla e Profº Roberto Valadão, contamos com a colaboração de você para responder as perguntas abaixo. As mesmas procuram conhecer um pouco mais das várias maneiras de se pensar a Geomorfologia, portanto, responda-as com a maior tranquilidade quanto a sua idéia e conhecimento sobre o assunto, sem se preocupar com o nosso julgamento de certo ou errado. Desde já, MUITÍSSIMO Obrigado.

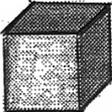
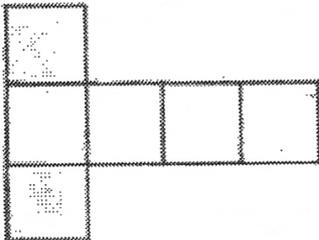
1ª parte: Questionário

	1. Qual era a sua expectativa em relação à Geomorfologia no início da disciplina?										
	2. Para você, o que é Geomorfologia?										
	3. Durante as disciplinas de Geomorfologia, quais foram as suas principais dificuldades referentes ao entendimento e aprendizagem desse campo de conhecimento?										
	4. Quando você iniciou no curso de Geografia e nas primeiras disciplinas de Geomorfologia, quais conceitos e termos, ligados a essa disciplina, você já conhecia e <u>entendia o significado corretamente</u> ? Escreva-os no quadro abaixo.										
	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>										
	5. Defina o conceito de relevo.										
	6) Durante as aulas expositivas e os trabalhos práticos de Geomorfologia, você considera que (.....) apresentava disposição para fazê-las e assim relacionar o novo conteúdo ao que já sabia: (Marque um resposta) a) () Sempre Raramente b) () Maioria das vezes c) () Às vezes d) () Por que?										

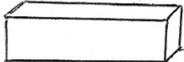
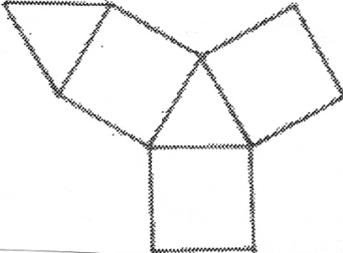
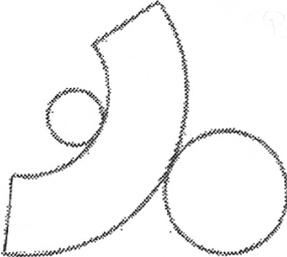
	<p>7) Quando não entendia um determinado conteúdo, como procedia para preparar-se para as atividades avaliativas ou trabalhos práticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • () Memorizava o assunto a fim de acertar na avaliação ou atividade. b) () Estudava o assunto, sozinho ou com o colega, até compreendê-lo. c) () Lia o assunto como possibilidade de acertar na avaliação ou atividade.
	<p>8) Quando você lê os termos – <u>Depressão São Franciscana</u> e <u>Bacia do São Francisco</u> – o que vem a sua mente?</p>
	<p>9. Sobre os dois termos grifados na questão 8, você considera que: (Marque somente 1 resposta).</p> <ul style="list-style-type: none"> a) () Tem o mesmo significado, porém com termos diferentes. e) () Tem significado e escala espacial diferente. f) () Nenhuma das respostas acima. <p>Justifique a sua escolha.</p>
	<p>10) Sobre: Depressão São Franciscana, Depressão de Belo Horizonte e Depressão Cárstica (dolina, uvala, etc.), você considera que:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) () As localidades e o conceito contido no termo depressão são diferentes. b) () Os conceitos de depressão e as escalas espaciais são diferentes. c) () O conceito de depressão é o mesmo e a escala espacial é diferente.
	<p>11) Considerando que as formas de relevo - Planalto, Serra, Colina e Morro - fornecem material para as áreas mais baixas, característica comum entre elas, o que elas têm de diferente?</p> <ul style="list-style-type: none"> a) () Nomenclaturas, litologia e estrutura. b) () Escala espacial, nomenclaturas e litologia. c) () Nomenclaturas, Escala espacial e Escala temporal. <p>Justifique a sua escolha.</p>
	<p>12) Quanto aos termos: Planície do rio Amazonas, Planície do rio Paraíba do Sul e Planície do rio das Velhas, você considera que:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) () O termo planície tem o mesmo significado geomorfológico e a mesma escala temporal de formação, apesar das diferentes localidades. b) () Em cada escala espacial diferente, o significado geomorfológico de planície também muda. c) () Embora sejam lugares diferentes, a unidade de relevo – planície - tem o mesmo significado geomorfológico, apesar das diferentes escalas espaciais.

2ª parte: Conhecimentos de geometria espacial

Para fazer algumas figuras geométricas tridimensionais podem ser utilizados moldes de cartolina que devem ser recortados e colados. Esses moldes são chamados de planificação. Por exemplo, veja a planificação da figura a seguir.

Figura	Planificação
	

Complete o quadro a seguir com a planificação ou a figura

Figura	Planificação
	
	
	

SEU NOME: _____

Telefones contato: _____ E-mail: _____

Se precisarmos realizar outras atividades, numa possível 2ª etapa de trabalho da pesquisa, podemos contar com a sua colaboração? () sim () não

Muito obrigado pela sua colaboração e atenção. *Carla e Profº Roberto Valadão*

ANEXO F - Questões sobre atividade em Campo - 2005

1. No trajeto Belo Horizonte–Diamantina ocorreram unidades geológicas sobre as quais foram modeladas unidades geomorfológicas de expressão regional. Identifique e caracterize cada uma dessas unidades.
2. A formação de voçorocas ocorre mediante interação espaço-temporal de processos complexos – superficiais e subsuperficiais. Identifique e explique os processos responsáveis pela gênese e evolução da voçoroca localizada na região de Datas, analisada em campo.
3. Explique o processo de formação dos aluviões reconhecidos e caracterizados no Ribeirão da Areia (Depressão de Gouveia – MG).

ANEXO G - Desempenho dos alunos com as três representações geométricas (paralelepípedo, pirâmide e cone com topo plano)

Planificação do paralelepípedo			Representação 3D da pirâmide de 3 faces			Representação do cone com topo plano		
Correta	Imperfeita	Errada	Correta	Imperfeita	Errada	Correta	Imperfeita	Errada
Alecrim	Dália	Lilás	Alecrim	Dália	Linho	Alecrim	Dália	Lilás
Faia	Gerânio	Lírio	Faia	Jasmim	Lírio	Faia	Faia	Mirtílio
Malva	Jasmim	Mirtílio	Gerânio	Lilás	Malva	Gerânio	Linho	
Mirra	Linho	Psílio	Mirra	Mirtílio	Psílio	Jasmim	Psílio	
Romã	Narcísio		Palma	Narcísio	Tuia	Lírio	Rosedá	
Rosa	Palma		Romã	Rosa	Violeta	Malva	Violeta	
Rosedá	Tuia		Rosa			Mirra		
Sálvia	Violeta		Rosedá			Narcísio		
Tarumã			Sálvia			Palma		
			Tarumã			Romã		
						Rosa		
						Sálvia		
						Tarumã		
						Tuia		

Fonte: Questionário, (2ª parte), 2007.

ANEXO H – Prova final de Geomorfologia - 2005

1

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

GABARITO

Prova Final de Geomorfologia

NOME: _____ DATA: ____/____/____

QUESTÃO 01
Analise esta figura:

Legenda:
 - Talvegue
 - Dique marginal
 - Limite da planície de inundação
 - Barra de pontal
 - Planície de inundação (leito maior)

A partir dessa análise

A) **LOCALIZE** e **DESENHE**, na figura, as feições fluviais mostradas na legenda.

B) **TRACE**, esquematicamente, o perfil AA'. Neste perfil, **INDIQUE** e **NOMEIE** as seguintes feições e características: talvegue; dique marginal; leitos vazante, menor, maior; migração lateral; acreção vertical; carga de leito; carga em suspensão.

leito maior leito menor leito maior (A) (A')

Carga em susp. Dique Marginal Carga em susp.

acreção vertical migração lateral Talvegue

Carga de leito

ANEXO I - Desempenho quantitativo com as representações bidimensionais
– Capítulo 6

Nº	Pseudônimo	Atividade Geomorfologia Fluvial – AF-3p	Atividade Carta topográfica TP-3p.	Desempenho Geral (DG)
		Pesos até 3	Pesos até 3	Peso 6 (100%)
1	Rosa	1	2	50
2	Linho	1	3	66,5
3	Dália	1	3	66,5
4	Lilás	1	3	66,5
5	Narciso	1	3	66,5
6	Palma	2	-	66,5 em 3
7	Mirtilio	1	1	33,5
8	Margarida	1	3	66,5
9	Lírio	1	1	33,5
10	Violeta	2	-	66,5 em 3
11	Girassol	3	3	100
12	Alecrim	1	2	50
13	Mirra	3	2	83,5
14	Malva	2	2	66,5
15	Orquídea	2	3	83,5
16	Tuia	1	2	50
17	Melissa	1	3	66,5
18	Jasmim	2	2	66,5
19	Pitanga	3	3	100
20	Peônia	3	3	100
21	Gerânio	3	1	66,5
22	Psídio	2	3	83,5
23	Resedá	3	-	100 em 3
24	Magnólia	1	-	33,5 em 3
25	Faia	2	2	66,5
26	Romã	3	3	100
27	Sálvia	3	2	66,5
28	Tarumã	1	1	33,5

Fonte: Atividades (2005) – AF-3p e AP – 4p.