



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS
ÁREA DE EDUCAÇÃO APLICADA ÀS GEOCIÊNCIAS**

FERNANDA KEILA MARINHO DA SILVA

**ANÁLISE DAS IMAGENS GEOCIENTÍFICAS EM LIVROS DIDÁTICOS DE
CIÊNCIAS**

Dissertação apresentada ao Instituto de Geociências como
parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em
Geociências na área de Educação Aplicada às Geociências.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Compiani

Este exemplar corresponde
redação final da tese defendida
por Fernanda Keila M. da Silva
e aprovada pela Comissão Julgadora
em 20/09/2002

ORIENTADOR

CAMPINAS - SÃO PAULO

Setembro – 2002

**UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE**

**UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL**

200306196

UNIDADE	80
Nº CHAMADA	TUNICAMP
	Si38a
V	EX
TOMBO BC/	52430
PROC.	124103
C	☐
D	☒
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	01/03/03
Nº CPD	

CM00179858-6

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DO IG - UNICAMP

BIB ID 281965

Si38a Silva, Fernanda Keila Marinho da
Análise das imagens geocientíficas em livros didáticos de Ciências /
Fernanda Keila Marinho da Silva.- Campinas, SP.: [s.n.], 2002.

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

1. Geociências – Estudo – Ensino. 2. Imagem. 3. Livros
Didáticos. I. Compiani, Maurício. II. Universidade Estadual de
Campinas, Instituto de Geociências III. Título.



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS
ÁREA DE EDUCAÇÃO APLICADA ÀS GEOCIÊNCIAS**

FERNANDA KEILA MARINHO DA SILVA

**ANÁLISE DAS IMAGENS GEOCIENTÍFICAS EM LIVROS DIDÁTICOS DE
CIÊNCIAS**

ORIENTADOR: Prof. Dr. Maurício Compiani

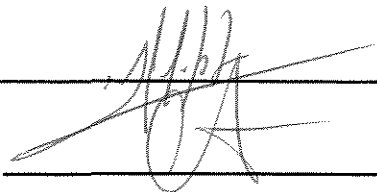
Aprovada em: 20 / 09 / 2002

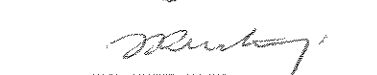
EXAMINADORES:

Prof. Dr. Maurício Compiani

Profa. Dra. Cristina Bruzzo

Profa. Dra. Isabel Martins







Presidente

Campinas, de de 2002.

A Edna *in memorium*,
A Alexandre e Iara.

AGRADECIMENTOS

Do Instituto de Geociências, agradeço especialmente a Ângela e a Val, pela atenção e orientação aos pós-graduandos. Devo agradecer também, aos professores do departamento, Prof. Dr. Lobão e Profa. Dra. Sílvia pelas contribuições geradas nas disciplinas cursadas.

Ao Sr. Otacílio por ter fornecido os livros da Editora Ática analisados neste trabalho, no início do curso de mestrado, em 2000. Também agradeço à professora Maria José por auxiliar-me na retirada dos livros da editora FTD, na mesma época.

A prof. ^a Dr. ^a Cristina Bruzzo, pelas valiosas contribuições e disposição em conversarmos sobre as imagens e, sem a qual, este trabalho seria bem menos completo. E ao Prof. Dr. Ivan Amorosino do Amaral, pelas diversas críticas que auxiliaram na formulação deste trabalho. Ambos fizeram parte do exame de qualificação.

Ao professor Dr. Maurício Compiani, pela orientação.

Aos amigos da pós, Eduardo, Isabel, Rachel, e Wendy pelas colaborações e muitas conversas durante as disciplinas e outros momentos que passamos juntos. A Vivian, pela disposição com que me auxiliou na escrita do *Abstract*. A Ermelinda e, claro todos os seus: Marcus, Lia e Sofia pela boa acolhida em outubro de 2000.

Devo agradecer ainda, aos colegas Marcus e Júlio, do IFGW, pela sala 41.

Às amigas que esperaram, junto comigo, seus queridos filhotes e com quem compartilho desde então, as alegrias e dificuldades de ser mãe durante a pós-graduação ou a graduação: Roberta, Eva, Luiza, Graciela, Ana.

Agradecimento especial à querida D. Inês, pelo imenso carinho que teve com a Iara durante o último ano, bem como ao Sr. Carlos, Caroline e Mariana.

A Elida, pela leitura atenta e profissional deste trabalho e pela amizade que estamos construindo dia a dia.

Agradeço a todos os amigos que estiveram comigo nestes últimos dois anos e meio, partilhando alegrias, crises, preocupações e tudo mais. Cada um bem sabe seu lugar no meu coração.

A Alexandre e Iara, pessoas queridas e completas, pela vida que estamos construindo.

A FAPESP pelo suporte financeiro.

Lista de Figuras

Figura 1.1	- Another World II, Maurits Cornelius Escher, www.worldofescher.com/gallery/AnotherWorldII.html (consultado em 13/08/02).....	p. 7
Figura 1.2.2.1	- Galileo, Demétrio Gowdak e Eduardo Martins, Natureza e Vida, p. 10.....	p. 43
Figura 1.2.2.2	- O método científico, Carlos Barros e Wilson R. Paulino, Os seres vivos, p. 7.....	p. 43
Figura 2.1	- Ilustração feita por aluna da 5 ^a . série, com professora participante do projeto.....	p. 47
Figura 3.1	- La trahison des images, René Magritte, http://www.artprintcollection.com/magritte_mcg_m41.html (consultado em 13/08/02).....	p. 73
Figura 3.6.1.1	- Vulcão em erupção, Carlos Barros e Wilson R. Paulino.....	p. 91
Figura 3.6.1.2	- Fósseis, Carlos Barros e Wilson R. Paulino.....	p. 95
Figura 3.6.1.3	- Pão-de-Açúcar, Carlos Barros e Wilson R. Paulino.....	p. 97
Figura 3.6.1.4	- Utilidades do Solo, Carlos Barros e Wilson R. Paulino.....	p. 101
Figura 3.6.1.5	- Erosão, Carlos Barros e Wilson R. Paulino.....	p. 103
Figura 3.6.1.6	- Pedras Preciosas, Carlos Barros e Wilson R. Paulino.....	p. 107
Figura 3.6.1.7	- Granito, Carlos Barros e Wilson R. Paulino.....	p. 109
Figura 3.6.1.8	- Minerais, Carlos Barros e Wilson R. Paulino.....	p. 113
Figura 3.6.1.9	- Nosso Planeta, Demétrio Gowdak e Eduardo Martins.....	p. 115
Figura 3.6.1.10	- Solo, Demétrio Gowdak e Eduardo Martins.....	p. 119
Figura 3.6.1.11	- Terremoto, Demétrio Gowdak e Eduardo Martins.....	p. 121
Figura 3.6.1.12	- Vulcão e Gêiser, Demétrio Gowdak e Eduardo Martins.....	p. 125
Figura 3.6.2.1	- Crosta Terrestre, Carlos Barros e Wilson R. Paulino.....	p. 127
Figura 3.6.2.2	- Formação do Himalaia, Carlos Barros e Wilson R. Paulino.....	p. 131
Figura 3.6.2.3	- Caverna, Carlos Barros e Wilson R. Paulino.....	p. 133
Figura 3.6.2.4	- Formação do Solo, Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino.....	p. 137

Figura 3.6.2.5 - Detalhe do Solo, Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino.....	p. 139
Figura 3.6.2.6 - Regiões da Terra, Demétrio Gowdak e Eduardo Martins.....	p. 143
Figura 3.6.2.7 - Três figuras indicando movimentação continental, Demétrio Gowdak e Eduardo Martins.....	p. 145
Figura 3.6.2.8 - Formação das rochas sedimentares, Demétrio Gowdak e Eduardo Martins.....	p. 149
Figura 3.6.2.9 - Detalhe do Solo, Demétrio Gowdak e Eduardo Martins.....	p. 153
Figura 3.6.3.1 - Formação do Solo, Demétrio Gowdak e Eduardo Martins.....	p. 155
Figura 3.6.3.2 - Descobrimos os tipos de solos, Demétrio Gowdak e Eduardo Martins..	p. 159
Figura 3.6.4.1 - Estrutura da Terra, Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino.....	p. 161
Figura 3.6.4.2 - Estrutura da Terra, Demétrio Gowdak e Eduardo Martins.....	p. 163
Figura 3.6.4.3 - Deriva Continental, Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino.....	p. 167
Figura 3.6.4.4 - Deriva Continental, Demétrio Gowdak e Eduardo Martins.....	p. 169
Figura 3.6.4.5 - Vulcão, Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino.....	p. 173
Figura 3.6.4.6 - Vulcão, Demétrio Gowdak e Eduardo Martins.....	p. 175

Lista de Quadros

Quadro 3.1.1 - Coleções a que pertencem os livros analisados.....	p. 75
Quadro 3.4.1 - Quantificação das imagens do livro de Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino.....	p. 85
Quadro 3.4.2 - Quantificação das imagens do livro de Demétrio Gowdak e Eduardo Martins.....	p. 86
Quadro 3.4.3 - Quantificação das imagens do livro de Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino, 5 ^a . série.....	p. 87
Quadro 3.4.4 - Quantificação das imagens do livro de Demétrio Gowdak e Eduardo Martins, 5 ^a . série.....	p. 88
Quadro 3.5.1 - Distribuição geral das imagens na unidade trabalhada para cada um dos dois livros.....	p. 88
Quadro 3.7.1.1- Classificação das imagens dos livros didáticos.....	p. 158

	<i>Dedicatória</i>	v
	<i>Agradecimentos</i>	vii
	<i>Lista de Figuras</i>	ix
	<i>Lista de Quadros</i>	x
	<i>Sumário</i>	xi
	<i>Resumo</i>	xiii
	<i>Abstract</i>	xv
INTRODUÇÃO.....		1
1	IMAGENS, LIVROS DIDÁTICOS E ENSINO.....	7
1.1	A imagem no contexto educacional.....	11
1.1.1	Como tratar o ‘ver’ em educação?.....	12
1.1.2	Como se faz educação com imagens?.....	20
1.1.3	Leitura de imagens.....	25
1.2	Breve contextualização dos livros didáticos.....	29
1.2.1	O livro didático e sua concepção de ciência no ensino.....	32
1.2.2	O livro didático e as imagens.....	38
2	GEOCIÊNCIAS, ENSINO FUNDAMENTAL E IMAGEM.....	47
2.1	As Geociências e o Ensino Fundamental.....	49
2.1.1	Quais as contribuições das Geociências para o ensino fundamental?.....	56
2.1.2	Para finalizar.....	60
2.2	As Geociências e as imagens.....	60
2.2.1	Um comentário sobre os caminhos da Geologia junto aos caminhos da imagem.....	61
2.2.2	O ensino das Geociências e as imagens.....	67
3.	ANALISANDO OS LIVROS DIDÁTICOS.....	73
3.1	Que livros analisar?.. ..	75
3.2	Pequeno esboço dos livros didáticos analisados.....	76
3.3	Sobre o tema geológico/geocientífico analisado.....	82

3.4	Quantificação das imagens.....	84
3.5	Sobre a distribuição de cada tipo de imagem na unidade trabalhada.....	88
3.6	Um comentário geral das imagens, segundo nossa leitura.....	89
3.6.1	Fotografias e textos.....	89
3.6.2	Desenhos e textos.....	106
3.6.3	Desenhos e fotografias juntos.....	129
3.6.4	Comparando algumas imagens.....	135
3.7	Organizando as imagens e textos geocientíficos.....	147
3.7.1	A classificação das imagens dos livros didáticos analisados.....	157
3.7.2	Algumas reflexões sobre a classificação.....	166
3.8	Tecendo relações entre as imagens e alguns aspectos inerentes a estas.....	177
3.8.1	O pensamento visual guiando a análise das imagens.....	177
3.8.2	Imagens, textos e legendas.....	180
3.8.3	A construção conceitual da disciplina.....	183
3.8.4	Relação do uso da imagem por parte da Geologia e o uso desta imagem no livro didático da 5 ^a . série.....	187
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....		191
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....		195
ANEXO.....		203



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS/
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPTO. DE GEOCIÊNCIAS APLICADAS AO ENSINO

PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS
ÁREA DE EDUCAÇÃO APLICADA ÀS GEOCIÊNCIAS

Análise das imagens geocientíficas em livros didáticos de Ciências

RESUMO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Fernanda Keila Marinho da Silva

O tema central desta dissertação são as imagens referentes aos conhecimentos geocientíficos contidas nos livros didáticos de Ciências de 5ª. série. Para o desenvolvimento do trabalho, os principais objetivos foram: 1. tipificar e quantificar as imagens presentes nos livros de Ciências; 2. “ler” as imagens selecionadas para a análise, segundo nossas próprias concepções/percepções, evidenciando aspectos do papel comunicativo dessas imagens; 3. classificar as imagens geocientíficas, segundo categorias de funções didáticas existentes na literatura; 4. discutir possíveis relações entre imagens e textos, avaliando o potencial comunicativo dessa relação com os conteúdos geocientíficos. O estudo mostrou que as imagens existem em grande quantidade e se apresentam mais proeminentemente nas formas fotográficas e desenhos. Possibilitou também uma familiarização com as imagens e seus textos, resultando numa descrição/interpretação “livre”, que permitiu a realização dos dois últimos objetivos. A partir do terceiro objetivo, sobressaíram as fotografias com função motivadora e, genericamente, ilustrativas, como também os desenhos que buscam organizar, sintetizar em um determinado conhecimento sobre um processo ou evento, para que este seja entendido em sua totalidade. A análise das imagens e textos de Geociências conjuntamente mostrou a existência das seguintes relações: as imagens e suas legendas, as imagens e as formas de textos, as imagens e os conteúdos geocientíficos, dentre outras.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS/
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPTO. DE GEOCIÊNCIAS APLICADAS AO ENSINO

PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS
ÁREA DE EDUCAÇÃO APLICADA ÀS GEOCIÊNCIAS

Analyses of the geosciences images in the science textbooks

ABSTRACT

Fernanda Keila Marinho da Silva

The theme of this work is the images related to geoscience inside the science textbook for 11 years old pupils. The main purposes were: (1) to show the kinds of geosciences images and to measure them; (2) “to read” the selected images in order to analyze according to our own conceptions/perceptions made clear features of their communication power; (3) to classify the geoscience images according to didactical functions purposed by others authors; (4) to discuss possible relations between geosciences images and texts in order to evaluate the communication power of that relationship. The study revealed a great amount of images mainly photos and drawings. It makes possible to acquaint to these images and texts and that practice gives rise a “free” description/interpretation of them and it becomes possible to reach the next purposes. In so far as the third objective, we obtain mainly photos called as motivating as well as generically called illustrative. In other way the drawings seek to organize and to sum up in a certain space the knowledge about a process or an event in order to support a whole understanding. The analysis of the geoscience images and text shows among others interrelations between images and legend, images and kinds of texts and images and geoscience contents.

INTRODUÇÃO

Em 1996, tem início o projeto: “Geociências e a formação continuada de professores em exercício no ensino fundamental¹”. Um objetivo central do projeto era enfrentar os problemas de ensino e aprendizagem detectados particularmente nos temas de Geociências para o ensino fundamental, uma vez que, entre os pesquisadores que coordenavam o referido projeto, a visão corrente é a de que as Geociências são de grande importância para os alunos deste nível. Esta dissertação insere-se neste contexto: assumimos, junto a estes pesquisadores, que as Geociências são de fato importantes aos estudantes, e, devido aos motivos que apresentaremos a seguir, podemos mesmo dizer que este trabalho é um dos frutos deste projeto.

Foi somente em 1998 que tive contato com a investigação do referido projeto e ingressei como bolsista de iniciação científica do CNPq. Nesta época, cursava o último ano de Licenciatura em Ciências Biológicas e o interesse pela área de ensino foi ampliado quando, além das discussões sobre ensino de Geociências, fazia parte também das discussões das disciplinas oferecidas no final do curso de Licenciatura: Estágio Supervisionado e Práticas de Ensino de Biologia e Ciências.

Em 1998, como bolsista, minhas atividades mesclavam-se entre a observação das práticas das professoras e ao auxílio ao grupo coordenador. Entre as primeiras atividades, estava a observação de como as aulas são preparadas, como ocorrem as interações em sala de aula, quais discursos são usados e quais as fontes de estudo das professoras. Para o grupo coordenador, as atividades envolvidas se davam tanto em termos teóricos (leitura de artigos, por exemplo), como também práticos (suporte computacional, por exemplo). Neste processo, não tardou até que percebemos a grande utilização dos manuais didáticos por parte das professoras.

Detectar o uso dos manuais não poderia ser uma constatação inerte. Sem dúvida necessitaria de um aprofundamento, pois não conhecíamos de que maneira os livros apresentavam os conteúdos voltados para as Geociências. Havia, isto sim, uma noção geral: grande parte dos conteúdos geológicos/geocientíficos concentra-se na 5ª. série e, portanto, também isto ocorria nos livros. Nós, bolsistas, iniciamos então uma série de análises sobre os livros didáticos. Estes estudos focalizavam, basicamente, dois aspectos: os textos (uma pequena amostra do que foi feito com os textos encontra-se em FINCO, 1997), por um lado, e as imagens (SILVA, 1998), por outro.

¹ Projeto financiado pelo CNPq, FINEP e FAPESP-Ensino público.

Naquela época, os estudos tiveram caráter preliminar e, portanto, não foram aprofundados devido à sobrecarga de outras atividades que concorriam com esta. O estudo permaneceu estagnado, com algumas idéias e muitas questões até o início de 2000, quando foi retomado com a proposta que originaria o projeto desta dissertação. É por isso que consideramos este trabalho parte do projeto maior: **sua idéia partiu de um dos nossos questionamentos durante as atividades e insere-se justamente na problemática mais geral deste projeto, que é o enfrentamento dos problemas educacionais dos temas de Geociências.**

Desta forma, esta dissertação possui seus alicerces a partir de três eixos, basicamente: **o livro didático de Ciências, as imagens e a temática geológica.**

No caso específico do livro didático, podemos considerá-lo um dos instrumentos que compõem a gama de meios de comunicação existentes atualmente no âmbito escolar. Apesar de reconhecermos que os estudantes interagem com outros recursos (principalmente fora da Escola), o que ocorre nas práticas de sala de aula é um intenso uso dos manuais didáticos, o que acaba tornando-os veículos de comunicação por excelência.

À medida que folheávamos os livros contemplados nesta análise, percebemos que estávamos diante de um rico objeto, mas que, diante da perspectiva analítica, nos proporcionava uma confusão, pois possuía uma diversidade de elementos em sua forma. Entre tais elementos, estariam imagens e textos que se imbricam, a fim de comunicar os assuntos científicos. Além disso, cada um destes apresentam-se nas mais diferentes maneiras: temos diferentes tipos de textos e diferentes tipos de imagens. Salta aos olhos a maneira com que tais livros se destinam a ensinar ciências, pois, para além desta rica estruturação de elementos, suas proposições e suas idéias são muito próprias.

As imagens, por sua vez, são aqui pensadas como elementos a serem lidos, assim como os textos, que visam comunicar/explicar os conceitos científicos. Isto confere a tais elementos, um valor tão importante quanto o dos textos escritos, principalmente no ensino de Geociências, em que são necessárias diversas incursões para o uso de imagens, modelos, representações em três dimensões, enfim, outras linguagens além da verbal.

Estes esclarecimentos que ora expomos, parecem pressupor a idéia, bastante interessante, mas aparentemente desconsiderada nas nossas escolas, de pensarmos as explicações científicas/geocientíficas como um nítido processo de comunicação, que deve envolver a

articulação de diferentes modos de comunicação, uma vez que destacamos a importância da imagem presente nos livros didáticos como mais um elemento da prática educacional científica.

Frente a tais questões, nosso problema maior configurou-se de modo a contemplar as imagens e textos presentes nos livros didáticos, cuja idéia estivesse associada à comunicação do conteúdo geológico/geocientífico. Assim, as perguntas seguintes foram essenciais para o desenvolvimento dos nossos objetivos e na condução de nossas análises: ***“Partindo do pressuposto de que as imagens existem de fato nos livros, quais os tipos que mais aparecem na comunicação do conteúdo geológico? Qual a relação e as funções das imagens junto aos seus textos, para efetivar a comunicação dos assuntos geocientíficos?”***.

Tendo em vista os esclarecimentos que ora apontamos, bem como as questões citadas, destacamos como principais objetivos deste trabalho:

- Tipificar e quantificar as imagens presentes nos livros de Ciências, com o intuito de observar qual o espaço reservado para as imagens no livro didático. Tal resposta nos indicará se os livros atuais realmente carregam/sobrecarregam suas páginas com ilustrações;
- “Ler” as imagens selecionadas para a análise, segundo nossas próprias concepções/percepções, evidenciando aspectos do papel comunicativo destas imagens no contexto do ensino de Geociências e do ensino de Ciências, de maneira geral;
- Classificar as imagens geocientíficas, segundo categorias de funções didáticas existentes na literatura. Este objetivo é de suma importância para esclarecer as funções das imagens destinadas ao ensino de Geociências e, também, para esclarecer que as imagens dos livros didáticos podem e devem ser usadas como veículos de comunicação, pois podem responder a distintas funções didáticas;
- Discutir possíveis relações entre imagens e textos, avaliando o potencial comunicativo dessa relação com os conteúdos geocientíficos.

Para cumprir esses objetivos, esta dissertação divide-se em três capítulos que visam entender as imagens voltadas ao ensino de Geociências, a partir de dois volumes de livros didáticos de Ciências, para a quinta série do ensino fundamental. Para implementar tal análise, fomos guiados pelo pressuposto de que **os livros didáticos representam um dos veículos da informação geocientífica e, para tanto, lançam mão de diferentes tipos de imagens e textos.**

No capítulo 1: “IMAGENS, LIVROS DIDÁTICOS E ENSINO”, trazemos uma visão geral dos aspectos centrais desta dissertação: as imagens e os livros didáticos no contexto educacional. Para isso, dividimos este capítulo em dois tópicos, um referente à imagem no ensino e outro relacionado ao livro didático.

No primeiro caso, apresentamos ao leitor de que maneira se configura nossa análise das imagens, pois encontra-se aí uma fundamentação possível para tratá-las. Destacamos a concepção de pensamento visual de ARNHEIM (1989) como sendo um elemento chave na apreciação imagética e nas práticas educacionais. Em seguida, destacamos algumas maneiras de se tratar a imagem na educação.

Na segunda parte deste primeiro capítulo, desejamos apresentar uma visão ampla sobre os livros didáticos. Para tanto, utilizamo-nos das reflexões de diversos autores que destacam a larga utilização dos manuais, a essa seção nomeamos como “Breve contextualização dos livros didáticos”. Em seguida, escrevemos a respeito da visão de ciência dos livros didáticos, uma vez que esta dissertação enquadra-se num contexto de Ensino de Ciências. Finalizando esta seção, a discussão final refere-se ao livro didático e às imagens, onde mostramos a maneira de apropriação destas últimas pelos livros.

O capítulo 2: “GEOCIÊNCIAS, ENSINO FUNDAMENTAL E IMAGENS”, também é dividido em duas seções: a primeira se propõe a apresentar qual a importância das Geociências para o ensino fundamental e a segunda objetiva mostrar a relação das Geociências com as imagens. A primeira seção demonstra algumas habilidades que se pode obter ao se utilizar os assuntos geocientíficos nas salas de aula do ensino fundamental e, para tanto, é necessário caracterizar, ainda que brevemente, as ciências geológicas. Ao falarmos das Geociências e as imagens, expomos alguns autores que demonstram a importância do uso de outros recursos além dos puramente verbais, para os construtos geocientíficos.

No capítulo 3 tem início a análise. Apresentamos primeiramente os livros selecionados para a análise e posteriormente, um curto esboço de cada um dos volumes analisados, para que o leitor forme alguma idéia da estrutura interna destes livros. Em meio a tantos assuntos existentes nos livros, selecionamos somente uma unidade para ser analisada. Em ambos os livros, esta unidade foi a que tratava da estrutura interna da Terra. Assim, a dissertação prossegue com uma justificativa do tema geológico/geocientífico selecionado.

A quantificação das imagens é tratada na seção seguinte, e nos mostra o quanto é urgente a necessidade de conferirmos uma importância maior às imagens dos livros didáticos, devido à grande quantidade em que aparecem. Essa contagem é seguida por uma distribuição de cada tipo de imagem na unidade trabalhada, para que tenhamos clareza de qual o tipo de imagem é o mais usado para os assuntos geológicos.

Dentre as páginas dos livros, percebemos diferentes tipos de imagens, que parecem também possuir diferentes relações com os elementos que as rodeiam. Nesta seção do trabalho está uma apresentação geral das imagens, seguida pela classificação destas. Posteriormente, expusemos algumas reflexões desta prática classificatória e as relações interessantes que destacamos a partir de imagens, textos, legendas e outras imagens.

1. IMAGENS, LIVROS DIDÁTICOS E ENSINO

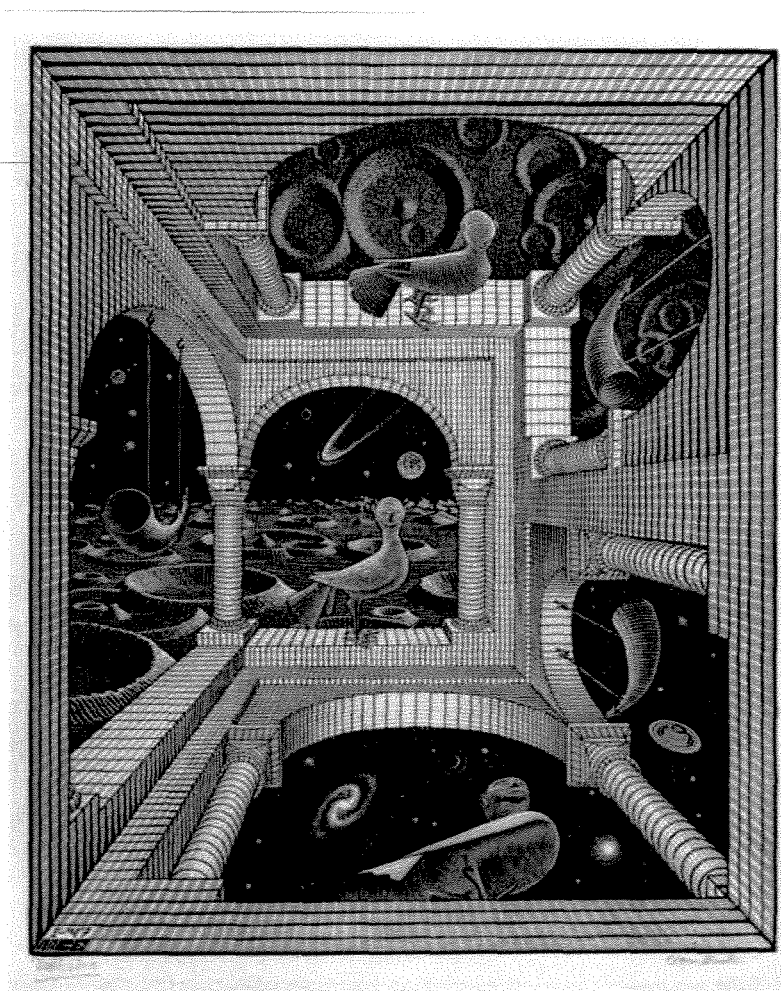


Fig. 1.1

Pensar a imagem e a educação exige que reflitamos a respeito da imagem num contexto ainda mais amplo, ligado à imagem e à sociedade contemporânea. Mesmo porque percebe-se com clareza que vivemos num mundo em que as imagens ocupam cada vez mais lugares: seja na TV, na *Internet*, nas ilustrações e fotos de jornais, revistas, livros – científicos ou não, no mundo das propagandas, enfim, estamos expostos a um grande número de tipos de imagens. De fato, a iconosfera² em que vivemos nos submete a uma saturação de imagens, em que se torna muito difícil olharmos e pensarmos criticamente sobre tudo o que observamos. Devemos, portanto, concordar com GUATTARI (1993, apud WALTY e CURY, 1998, p. 16) quando afirma:

“a diversidade de imagem não significa por si só riqueza de sentidos, já que num mundo globalizado as imagens, embora sendo muitas, podem se tornar iguais, repetitivas, previsíveis. A repetição homogeneizadora da imagem pode levar ao seu esvaziamento e o conseqüente amortecimento da consciência crítica do receptor”.

ALMEIDA JR. (1989) descreve sobre a presença gritante das imagens na paisagem urbana e sua incrível competência de intermediar as relações sociais no dia-a-dia, de tal modo que estas acabam por confundir-se com a realidade, num processo que culmina numa completa assimilação das primeiras pelas segundas. A imagem torna-se parte própria e natural da realidade. Elas chegam mesmo a interferir no ambiente, “*artificializando-o e perturbando muitas vezes a comunicação interativa e cognitiva do indivíduo diretamente com a realidade*” (ALMEIDA JR., 1989, p. 12).

Não são poucos os autores que destacam a confusão entre a realidade e a imagem. Esta mescla resultante, algo que alguns autores nomeiam como mundo simulado (BAUDRILLARD, 1991, citado em SOUZA e NETO, 1998), é devida à imagem publicitária, pois esta possui o “poder”

² Termo encontrado em Bachelard (apud CALADO, 1994, p. 21). Encontramos este termo em Almeida Jr. (1989, p. 10), sem uma especificação de autoria.

de sobrecarregar o imaginário social com novas formas e conteúdos. Sendo assim, as aspirações pessoais passam a ser comparadas à luz deste sistema publicitário. É assim que o real e o irreal se confundem (CALADO, 1994). CALVINO (1990) dá seqüência a esta maneira de entender a sociedade da imagem em que vivemos:

“Hoje somos bombardeados por uma tal quantidade de imagens a ponto de não podermos distinguir mais a experiência direta daquilo que vimos há poucos segundos na televisão. Em nossa memória se depositam, por estratos sucessivos, mil estilhaços de imagens, semelhantes a um depósito de lixo, onde é cada vez menos provável que uma delas adquira relevo” (p. 107).

Reconhecemos que hoje em dia o poder da imagem (e talvez mais propriamente a TV) tem estado em voga entre os estudiosos dos *mass media*, e da maneira pessimista³, como vimos acima. Entretanto, mais do que oferecer críticas é hora de nos questionarmos se de fato nossa posição deve ficar estagnada, entre o fascínio e o receio, sem criar nenhuma atitude construtiva. Afinal, a característica persuasiva que possui tais recursos audiovisuais deve apresentar vantagens, quando encaradas da devida maneira, isto é, criticamente, no círculo educacional. Além disso, é urgente a necessidade de passarmos a usar as imagens segundo nossas intenções, manipulá-las, ao invés de sermos manipulados. Ao assumirmos que as imagens aumentam vertiginosamente, nos dirigem, mesclam o real e o irreal, colaborando com a (mera) “estetização da vida cotidiana” (SOUZA e NETO, 1998, p.30), estaremos concordando com LEANDRO (2001) que o que devemos esperar de “*uma práxis do audiovisual na educação é uma contrapartida a essa estética comercial, ou seja, uma produção de imagens que considere o tempo da reflexão, da assimilação do saber, da consolidação da memória e que, assim fazendo, nos descortine o mistério da realização plástica de uma moral, de uma ética*” (p. 34).

³ Nem todas as opiniões são tomadas desta maneira. McLuhan, por exemplo, previa o “retorno da aldeia global”, o que significa que “os meios audiovisuais aproximam os homens uns dos outros e que a comunicação passa a ser um fenômeno onipresente e englobante.” (MCLUHAN apud CALADO, 1994, p. 73).

Certamente, deve haver muitos aspectos que demonstram a maneira com que as imagens “manipulam” a sociedade. SANTAELLA (1999) questiona se, de fato, as imagens fazem afirmações pictóricas com o objetivo de iludir, ou em outras palavras, se as imagens podem mentir? Na verdade, sobre este alegado poder manipulador das mensagens pictóricas, a autora verifica se isto pode ter alguma origem em um potencial semiótico para mentir. A discussão proposta tem três aspectos diferentes: um semântico, um sintático e um pragmático. *“De um ponto de vista semântico, uma imagem verdadeira deve ser aquela que corresponde aos fatos que representa. De um ponto de vista sintático, deve ser aquela que representa um objeto e transmite um predicado sobre este. Do ponto de vista pragmático, deve haver uma intenção de iludir por parte do emissor da mensagem pictórica”* (p. 197).

A autora conclui que, na verdade, as imagens podem ser usadas para asseverar ou enganar sobre fatos em cada uma das dimensões destacadas acima, com reservas no que se refere à última, pois neste caso, a imagem seria uma mensagem falsa que se expressa de maneira assertiva. Alerta-nos, contudo, que *“a maioria das estratégias manipuladoras da informação pictórica nos meios de comunicação não são falsificações diretas da realidade expressas de maneira assertiva, mas manipulações através de uma pluralidade de modos indiretos de transmitir significados”* (p. 208). Sendo assim, podemos supor que será somente com uma educação voltada para a linguagem visual que conseguiremos entender/criticar esta pluralidade de modos indiretos de transmitir significados. Um estudante só conferirá o devido peso a uma ilustração de um livro didático, se a educação puder se desenvolver considerando também o recurso imagético. Do mesmo modo, somente com esta educação, um estudante entenderá o motivo de uma capa de uma revista em determinada semana, e o porquê de privilegiar determinado ângulo numa cena, e não outro. É esta complexidade que representa o desafio de se ensinar as imagens e ensinar com imagens.

1.1 A imagem no contexto educacional

Falar sobre a imagem no contexto educacional permite-nos uma grande abrangência sobre o tema, e, todavia, não temos a pretensão de desenvolver tudo o que há sobre imagem - educação. Nossa idéia é tão somente apresentar uma maneira que se mostrou interessante para se tratar a imagem no ensino. Será assim que estaremos expondo sobre o modo como as imagens presentes nos livros didáticos foram analisadas.

1.1.1 Como tratar o “ver” em educação?

Quando nos deparamos com a afirmação de que a visão é o sentido que mais capta informação do mundo externo, não podemos permanecer passivos a tal fato, se pensarmos no ensino. Nossos estudantes (pelo menos a maioria deles) compõem a população, cuja visão **capta, transforma e utiliza** toda esta explosão de imagens que diversos autores nos mostraram linhas acima. O verbo **captar** é aqui utilizado para designar um processo basicamente mecânico, ou fisiológico, que longe de ser simples, resulta, segundo AUMONT (1995, p. 18) de três operações distintas: operações ópticas, operações químicas e nervosas. **Transformar**, por sua vez, é utilizado devido à experiência dinâmica de que se vale o ato de ver, experiência ligada à inteligência. Por último, **utilizar**, no seu sentido mais simples, é aqui empregado como tirar proveito daquilo que se vê; seja para uma aula, seja para divertimento (embora ambos juntos – aula e divertimento- possam ser mais proveitoso do que vistos separadamente) etc.

Para nós, importante é destacar o valor do verbo **transformar** neste processo de ver, e especificamente, ver imagens. Pensamos que, quando este for associado à condição de atividade (e não passividade), o ensino poderá contar com uma poderosa ferramenta em seu processo.

Para começar, pensemos em qualquer imagem, por exemplo, a figura 3.6.4.3 (p. 167 desta dissertação), cujo assunto é a deriva continental e que comentaremos adiante.

CALADO (1994) define a percepção visual como “o tratamento da informação, a nível cerebral, dos dados (sensações) que recolhemos através dos receptores sensoriais que são os olhos” (p. 25). Tratar a informação desta maneira implica a interpretação dos dados visuais. Para a mesma autora:

“Essas intepretações, porém, não são deduções, isto é, não se baseiam em conhecimentos previamente adquiridos. São sim induções espontaneamente regidas por determinadas leis perceptivas (...). Assim, podemos dizer que as percepções são conceitualizações – se por este termo entendermos construções da mente –, mas, que se distinguem das conceitualizações dedutivas, algorítmicas” (p. 25).

Pelas palavras da autora, vimos que não é possível distinguirmos claramente as percepções das construções da mente. Esta perspectiva é adotada por ARNHEIM (1989), que nos mostra a maneira como a coleta de informações é possivelmente ainda hoje tratada:

“Tradicionalmente, acreditava-se que a aquisição de conhecimentos se efetuava através da cooperação de duas faculdades mentais: a coleta de informações em estado tosco pelos sentidos, e o processamento destas pelos mecanismos mais centrais do cérebro. Nesse sentido, a percepção se limitava a fazer o modesto trabalho preliminar para os executivos mais nobres do pensamento”
(p. 14).

Mais adiante, o autor ressalta que, *“as capacidades comumente atribuídas ao pensamento – diferenciação, comparação, classificação, etc. – atuam na percepção elementar; ao mesmo tempo, todo pensamento requer uma base sensorial”* (p. 14). O ponto em que concordamos com o autor é justamente a maneira como este relaciona ambos os processos. Isto tem especial importância para nós, pois parece **considerar**, (no sentido de **valorizar**), as percepções e as interpretações do alunado.

Além disso, tal discussão é importante pela própria área científica desta pesquisa, as Geociências. Aliás, esta relação já foi descrita por COMPIANI (1996b) e aqui a adaptaremos, na tentativa de elaborar alguns caminhos para “ler” as imagens e defender sua inserção na prática educacional, associando-a ao conteúdo geológico.

Para ARNHEIM (1989), a intuição e a racionalidade são dois procedimentos próprios da cognição e relacionam-se, de alguma maneira, à percepção e ao intelecto. Interessa, para nós, o papel de cada uma destas cognições quando a mente se depara com um dado problema.

Sobre o lado intuitivo, o autor explica que *“o produto visual mais elementar da cognição intuitiva é o mundo dos objetos, a distinção entre figura e fundo, as relações entre os componentes, e outros aspectos da organização perceptiva”* (p. 18). Parece plausível

suspeitarmos, então, de que, uma exploração intuitiva auxilia/pode auxiliar num conhecimento e numa orientação daquilo que se vê, que se lê, que se pensa, uma vez que a intuição nos fornece a estrutura geral de uma situação, determinando o lugar e a função de cada elemento constitutivo no todo.

A análise intelectual, por sua vez, serve para abstrair do contexto individual suas características de elemento e evento, buscando a generalização para favorecer a atividade que permite classificar elementos (ARNHEIM, 1987 apud COMPIANI, 1996b). Outros esclarecimentos podem ser encontrados em VICKERS (1987, apud COMPIANI, 1996b). Para este autor, a racionalidade é mais dependente da análise, raciocínio lógico, cálculo e descrição explícita; já a intuição é mais dependente da síntese e reconhecimento de padrão, do contexto das relações entre componente singular e outros aspectos da organização perceptiva e das múltiplas possibilidades de relações entre figura e fundo.

É aceitável, portanto, a proposição destacada por ARNHEIM (1989) segundo a qual as duas cognições são indissociáveis, pois, a intuição (lado perceptivo) envolve o reconhecimento ou a criação de formas, mas não considera os elementos que as compõem, e a racionalidade (lado lógico) envolve a abstração e a manipulação de elementos sem considerar as formas às quais estes elementos estão combinados.

Nesse ponto, cabe retomar o que ARNHEIM (1989) diz sobre a percepção como matéria-prima para o conhecimento. É desnecessário salientarmos que o autor posiciona-se contra esta teoria, pois para ele, o pensamento não vem *a posteriori* da intuição. Na realidade, ele – o pensamento – procede a partir de imagens perceptivas. “(...) *o pensamento perceptivo tende a ser visual, e, de fato, a visão é a única modalidade dos sentidos em que as relações espaciais podem ser representadas com precisão e complexidades suficientes*” (p. 149). Concluindo mais adiante que “*o pensamento então é principalmente visual*” (p. 149).

Esta discussão poderia se alongar, mas aqui nos limitaremos a destacar o pensamento como uma cognição que está estritamente ligada à imagem perceptiva e a lembrar o que diz Arnheim: “*A percepção inteligente é o principal meio de que a criança dispõe para descobrir a ordem num mundo que atordoa*” (p. 152). É justo pensarmos então que, uma imagem suficientemente clara poderia auxiliar na resolução de assuntos complexos, principalmente porque ela já contém aspectos que, com o olhar, já permitem desencadeamentos próprios do pensamento.

Considerando esta rápida discussão, podemos cogitar que a percepção e o pensamento têm grande valor nas práticas educacionais e será do ponto de vista do ensino das ciências que a defenderemos. Ora, será que o exercício intuitivo deve aparecer somente nas disciplinas artísticas, restando às disciplinas científicas envolverem os estudantes em seu aparente e frágil racionalismo?

Sabemos que o ensino das ciências é carregado de imagens, modelizações, elementos científicos etc., cuja função é construir os significados científicos. Qual o melhor caminho para tal concretização? No que tange ao professor, o mero reconhecimento destes elementos (imagens, modelos, personagens científicos, etc), para a formulação dos construtos científicos, já indica alguma exploração deste processo dialético que acabamos de citar. Mas, é claro que o reconhecimento não basta. Utilizar imagens, por exemplo, deve ser tomado como um convite à exploração exaustiva desta, relacionando-a tanto com o conceito, quanto com outros aspectos – ditos conotativos – que possam existir implicitamente a uma imagem. Reconhecer em que contexto tal imagem é apresentada, saber e poder encadear tal representação numa explicação, por exemplo, são aspectos importantes quando se confere um valor à intuição e à racionalidade no ensino.

Pensando especificamente nas Geociências, que sabemos estarem ligadas ao tratamento de amplas dimensões temporais e espaciais, utilização de modelos, entre outros (cf. capítulo 2), parece pertinente reforçar a atenção, principalmente do educador, para as questões intuitivo-rationais apontadas. Com a leitura do capítulo 2, o leitor perceberá que o reinado do pensamento verbal, nesta área, dificulta uma aprendizagem significativa, pois no ensino de Geociências tem forte peso a percepção visual e as representações espaciais, dentre os vários outros elementos. Sendo assim, o verbal e o visual são imprescindíveis. O intuitivo deve lidar com o contexto, com a estrutura global, com a forma, o fundo e o contorno. E o intelecto deve agregar as distintas representações/informações (tempo, espaço) num padrão, buscando explicar um dado objeto/fenômeno.

Relembrando a figura 3.6.4.3 (p. 167 desta dissertação), faremos a pergunta feita por ARNHEIM (1989, p. 145): foi a visão ou o pensamento que solucionou o problema? . Entendendo o problema como a interpretação, o entendimento da imagem, o autor nos diz que “*para ver, tivemos que pensar, e poderíamos não ter nada sobre o que pensar se não estivéssemos vendo (...)*”. Esta imagem representa a teoria da Deriva Continental, fenômeno este, bastante complexo.

Nos limitaremos à seguinte idéia: esta imagem é altamente utilizada no ensino fundamental para representar a movimentação dos blocos continentais ao longo do tempo geológico. Não tocaremos nesta última questão, nem na competência da imagem para a construção do conceito, mas alguma coisa nesta imagem nos indica que há uma diferença entre um globo e outro. Além disso, esta imagem, no conjunto, indica-nos também a evolução temporal. Não consideramos aqui nem a linguagem verbal, nem a imensa possibilidade de discursos que facilitariam a apreensão conceitual. Simplesmente olhamos a imagem. Concluimos o mesmo que ARHNEIM (1989):

“... não apenas afirmo que os problemas perceptivos podem ser resolvidos através de operações perceptivas, como também que o pensamento produtivo deve resolver perceptivamente qualquer tipo de problema, porque não há nenhuma outra esfera de ação onde o verdadeiro pensamento possa ocorrer”.
(p. 145)

Em outra obra, esta preocupada em relacionar os meios de comunicação e a pedagogia, GUTIERREZ (1978) também acredita neste entrosamento entre percepção e pensamento. Sua discussão, entretanto, percorre a problemática dos meios de comunicação em massa, e aqui dela nos apropriamos:

“A compreensão não vem depois da audição ou da visão, é imanente à percepção. A linguagem total⁴ reintroduz o homem num universo de percepções porque é, antes de mais nada e primordialmente, uma experiência pessoal,

⁴ O termo “Linguagem Total”, além de ser justamente o nome de seu livro, compreende todos os instrumentos de comunicação de massa.

global, onde a percepção opera integrando os diversos sentidos” (p. 55).

A importância da percepção pode ainda ser notada, quando GUTIERREZ (1978) salienta a necessidade da educação perceptiva:

“Se entendemos por percepção a resposta imediata do organismo às energias que excitam os órgãos sensoriais e que, portanto, toda percepção é uma resposta orgânica, educar a percepção consistiria em conseguir com que essas respostas imediatas sejam cada vez mais objetivas, no sentido de que estejam estritamente relacionadas com o objeto da percepção”. (p. 62)

Parece evidente, então, que a percepção deve ser considerada como uma cognição importante dentro das salas de aula. Para isso, o educador deve portar a mesma educação que pretende construir junto ao estudante, isto é, deve estar munido de uma digna agudez sensorial. Vejamos que, com isso, não estamos dando destaque somente para as imagens (e aquelas dos livros didáticos), mas a todo e qualquer recurso audiovisual que entra na escola.

Demonstrado que a percepção não é algo meramente mecânico, pois atua junto ao pensamento, alguns outros fatores dos quais depende esta importante cognição são apontados por CALADO (1994, p. 28):

- as experiências passadas: a forma percebida é constituída não somente pela projeção retiniana num dado momento, como também pela totalidade das experiências visuais que tivemos já do mesmo objeto (KIPMAN, 1987, p. 72 - apud CALADO, 1994).
- a motivação: Calado cita experiências de Levine, Chein e Murphy (cit. STOETZEL, 1963 apud CALADO, 1994), em que eram mostradas imagens a preto e branco e coloridas a indivíduos jejuando, umas com significações ambíguas e outras representando alimentos e objetos domésticos, onde a percepção de alimentos aumentava na medida em que aumentava o jejum.

- as emoções: de acordo com nossas disposições, percebemos o mundo de maneiras diferentes.
- as expectativas: são criadas pelo contexto gerando maneiras diferentes de se perceber algo.

Tomada a consciência da existência de alguns dos fatores que condicionam a percepção, resta-nos falar de um outro nível de leitura de imagens que cremos ser de grande valor para os educadores. Trata-se do alfabetismo visual⁵. Segundo CALADO (1994, p. 32), o alfabetismo seria a “*capacidade de os indivíduos compreenderem um determinado sistema de representação, associada à capacidade de se expressarem através dele*”. De maneira mais pormenorizada, DONDIS (1997), em sua obra *Sintaxe da Linguagem Visual*, afirma que, o “ver uma imagem” é algo além do simples enxergar ou da simples criação de mensagens visuais:

“O alfabetismo visual implica compreensão, e meios de ver e compartilhar o significado a um certo nível de universalidade. A realização disso exige que se ultrapassem os poderes visuais inatos do organismo humano, além das capacidades intuitivas em nós programadas para a tomada de decisões visuais numa base mais ou menos comum, de preferências pessoais e dos gostos individuais” (p. 227).

Deste modo, segundo Dondis, seria o alfabetismo visual o grande responsável por uma leitura, digamos, mais direcionada de imagens. Pois, enquanto a percepção de cada indivíduo permite uma leitura delimitada pelos mecanismos fisiológicos, psicológicos e sociais, o

⁵ Apesar de não ser o nosso interesse aprofundar nas questões referentes ao alfabetismo visual, julgamos importante termos neste trabalho algumas referências que nos possam auxiliar na construção das bases teóricas para sua inserção no meio educacional, ainda que seja de maneira diferente da estabelecida pelos autores que tratam deste tema.

alfabetismo permite universalizar esta mesma leitura, tornando-a mais objetiva, por seguir um padrão lógico para se fundamentar⁶.

Ao considerarmos o alfabetismo visual, podemos dar margem a um paralelismo entre a linguagem visual e a verbal. Esta aproximação merece algum cuidado. Em princípio, podemos assumir que, da mesma forma que precisamos ser alfabetizados desde os níveis mais elementares para o alfabeto, também isso ocorrerá para um aprendizado rigoroso no campo das imagens. Entretanto, não se deve considerar o aprendizado da linguagem visual análogo ao da linguagem verbal. De fato, cremos que ambas sejam modos de expressão e comunicação, mas requerem posicionamentos educacionais diferentes. A similaridade que julgamos possível ser traçada é a importância de ambas as linguagens para o processo de ensino-aprendizagem.

Encontra-se aí, ao nosso ver, um provável problema do alfabetismo visual. E este problema pode ser reduzido, cremos, quando não associarmos ao alfabetismo visual uma série de elementos a serem aprendidos. Pelo menos não num momento em que a educação está dando seus primeiros passos em direção a uma pedagogia das imagens. Quando defendemos uma educação que promova a percepção, longe de nossos objetivos está o reconhecimento, por parte dos estudantes, de um alfabeto de formas que permita uma leitura das imagens. Parece-nos que, se assim for, teremos uma leitura de imagens por demais escolarizada, isto é, enquadrada nos moldes racionais e científicos que sabemos pairar nas nossas escolas hoje. Não é isso que esperamos ocorrer com as imagens: advogamos em favor de uma leitura crítica e profunda, mas desprovida de um caráter profundamente técnico, que parece ser o tom do alfabetismo visual descrito por DONDIS (1997). Assim, os diversos conteúdos são transmitidos à luz do racionalismo científico, descartando-se outros discursos e outras tendências que não as puramente científicas. Escolarizar a imagem, a partir do alfabetismo visual, implicaria um direcionamento, uma homogeneização da leitura da imagem, e também, da utilização destas. Contudo – e paradoxalmente, a imagem deve ser escolarizada, se pelo termo pudermos entender algo que está/existe na escola e que faz parte de seu potencial comunicativo de aprendizagem. Tudo isto nos leva a crer que a imagem pode de fato estar na escola, existir nas práticas de ensino para os estudantes, das mais diversas maneiras, para os mais diversos fins.

⁶ Para Dondis, os elementos visuais seriam a matéria-prima de toda a informação visual: o ponto, a linha, a forma, a direção, o tom, a cor, a textura, a dimensão, a escala e o movimento (p. 51).

Assim, ao leitor deve ficar claro que não defenderemos um alfabeto para se ler obras de arte, desenhos ou mesmo fotografias existentes nos livros didáticos. Trata-se, como a própria autora do termo destaca, de prover a escola primeiramente de uma sensibilidade à produção imagética, que vá além do simples senso. Reconhecer que uma imagem consegue ser produtora de um conhecimento, e não simples transportadora, reconhecer que ela está sempre inserida em um contexto, seja didático, seja social, seja cultural (se é que é possível separarmos cada um assim), reconhecer que em sala de aula ela pode não ser simples adorno e é justamente o professor quem pode dinamizar o desenvolvimento do papel da imagem. Sendo assim, podemos supor que, tendo as imagens “nas mãos”, os professores poderiam criar estratégias de aprendizagem mais interessantes a partir das mensagens recebidas pelos estudantes diariamente.

O acesso à cultura visual⁷, por meio do alfabetismo que ora adaptamos, deve se fundamentar no reconhecimento público (escolar ou não), dos diferentes níveis de leitura possíveis numa imagem, num aprofundamento crítico, que é obtido através da educação. Lembrando, porém, que o “ver” resulta também dos processos mecânicos (fisiológicos), aliados aos processos perceptivos individuais, que discutimos resumidamente acima.

A partir de agora, este tópico pretende avançar mais na questão voltada para os benefícios da imagem no ambiente escolar. Concomitantemente, pretendemos também mostrar a maneira como vislumbramos uma utilização mais cautelosa de imagens, apta a gerar construções mais complexas de pensamento por parte do educando.

1.1.2 Como se faz educação com imagens?

A pergunta parece mesmo muito instigante. Até porque, não cremos que haja algum educador que consiga respondê-la a contento. Para tanto, seria necessário agarrar a imagem. Fazer com que esta deixe de lado seu caráter polissêmico, polivalente, multifacetado. Torná-la simples, eis o ponto. Contudo, nada disso é possível, a imagem só é o que é, devido às suas características. Tomar a imagem como objeto facilitador vai ao encontro da visão de diversos

⁷ Em artigo voltado para a educação nas artes, DUNCUM (2001), diz que a cultura visual subentende duas noções. “O termo visual sugere uma preocupação com os artefatos substancialmente visuais. Artefatos geralmente envolvem outros códigos além dos puramente visuais e empregam outros modos sensoriais além dos da visão(...) Em segundo lugar, o termo cultura sugere um interesse a mais do que unicamente nos artefatos. Ela sugere um interesse nas condições sociais nas quais os artefatos têm sido constituídos, incluindo sua produção, distribuição, e uso. Imagens são vistas em sua riqueza contextual, como parte de um discurso social progressivo, que envolve sua influência na vida social”. (p. 106 e 107)

educadores a respeito da linguagem visual que, por julgarem-na um recurso facilitador da transmissão de conteúdo, possuem noções equivocadas, possivelmente ingênuas acerca do que a imagem pode ter de mais interessante. E é por aí que começaremos. Será somente reconhecendo a complexidade inerente a toda imagem que partiremos em defesa de sua inserção na educação. **Reconhecer que nenhuma leitura é capaz de esgotá-la, mas que, diferentemente, toda a leitura é bem vinda**, confere um valor educacional à imagem não só rico, mas importante para desencadear uma série de habilidades para os educandos⁸.

No início do artigo *O papel da imagem, da imaginação e do imaginário na educação criador*”, NOVAES (1985) destaca a importância da imagem com as seguintes palavras:

“A imagem, sem dúvida, constitui-se em mediador⁹ indispensável ao desenvolvimento do pensamento, da ação e da linguagem do educando. Sendo assim, considera-se importante que uma proposta de educação criadora leve em conta a possibilidade de sua contribuição a um pensar produtivo, a um agir participativo e a um comunicar devidamente contextualizado sócio-culturalmente” (p. 28). (grifo nosso)

Esta maneira de pensar a imagem implica a expansão de seu conteúdo, permitindo o desenvolvimento contínuo dos níveis de abstração, buscando diversos níveis de compreensão para que possa colaborar no entendimento de conceitos, princípios, generalizações etc. Também como apontaria NOVAES (1995):

⁸ Quando dizemos que toda a leitura é bem vinda, estamos nos referindo a leituras contextualizadas, que estejam inseridas num projeto de pedagogia, cujo papel é fazer bom uso da imagem, além de enriquecer o que quer que se esteja trabalhando.

⁹ Mediação entendida aqui como “*toda a intervenção de um terceiro ‘elemento’ que possibilita a interação entre os ‘termos’ de uma relação*”, para usarmos as palavras de PINO (1991, p. 32). A imagem, tendo esta característica mediadora, nos apresenta um caminho para se trabalhar com a imagem, cujos termos da relação poderiam ser também, o estudante e os conceitos, além dos descritos pela autora.

“... A imagem utilizada com criatividade em educação permite promover formas diferenciadas de percepção, de discriminação e de valorização da realidade e estimula comportamentos ligados à originalidade, apreciação do novo, despertando a curiosidade, a receptividade e a autodireção”
(p. 31).

A postura de Novaes nos fornece mesmo um caminho para reivindicarmos um tratamento mais cauteloso com as imagens. Se a imagem de fato pode favorecer a tal ponto o imaginário do estudante, ela não deve ser tida como um recurso tecnológico (que possui muitas formas: desde publicitária, até cinematográfica e outras) que ilustra e transmite uma informação para as áreas já consolidadas, como a Biologia, a Química, a Física e outras disciplinas. Ainda assim, mesmo quando pensamos nestas áreas específicas, é possível considerarmos as imagens como estratégias que auxiliam o educador nas práticas, construindo mesmo as idéias perante uma dada situação de aprendizagem. MARTINS (1997) nos fala do papel da imagem, especificamente para o ensino de ciências, destacando que a ciência é inerentemente visual, complementando suas idéias com as seguintes palavras:

“Pense, por exemplo, em explicar o conceito de amplitude sem recorrer à representação de uma onda senoidal! Mas não é somente na comunicação de idéias que as representações são importantes. Em alguns casos a conceituação de certos conceitos, como campo magnético, depende da sua visualização” (p. 294).

Com isto, a autora nos indica que existem certos assuntos de áreas específicas, que não podem ser trabalhados, desvinculados de seu conceito imagético. Vimos com o exemplo da deriva continental que isto é verdadeiro para o caso das Geociências. Martins nos mostrou que na Física pode ocorrer o mesmo. Pensando na Biologia, basta tentarmos imaginar a cadeia de DNA

sem recorremos à famosa dupla hélice, com as devidas bases nitrogenadas e seus outros tantos elementos. A Química pode se valer dos inúmeros modelos de átomos que foram se constituindo na história... Enfim, a imagem é importante para toda esta construção, mas é igualmente importante que o educando e o educador reconheçam esse diversificado papel, isto é, as diferentes funções atribuíveis à imagem, além disso, o educador deve definir o que se pode ensinar com imagens e de que maneira isso pode ser feito.

Tais questões têm alguma ligação com a distinção dos termos *saber* e do *saber-fazer*, destacado por Calado. Este último deve ser aprendido, pois através dele, pode-se aceder ao primeiro. Tal idéia implicaria num processo de ensino-aprendizagem, não tanto voltado para o fornecimento de informações, mas como *“um processo em que procuram implementar-se, no educando, um conjunto de aptidões que não se traduzir-se numa capacidade acrescida e renovável de tratamento daquela informação”* (1994, p. 72). De fato, tal perspectiva tem muito mais interesse para uma educação com imagens, pois, quando bem explorada, pode não simplesmente acrescentar novos dados informativos ao arcabouço de conhecimentos do aluno, mas pode (e deve) ser utilizada para auxiliar uma autêntica autonomia do educando em relação aos diversos tipos de imagens existentes a que este aluno é diariamente submetido.

Contudo, é interessante pensarmos que esta “sociedade da imagem”, de que tanto se fala (e que desgastou tanto o termo), não parece ser vivenciada nas práticas de aula e muitas vezes, nem nas práticas sociais, pois, apesar do aparente consenso que nossa sociedade é uma sociedade calcada na comunicação por imagens, e apesar dos nossos estudantes assistirem a TVs, lidarem com *Internet*, observarem a mídia publicitária etc. nada disto é observado sobre a ótica pedagógica. Em sala de aula, a linguagem escrita ainda é o meio exclusivo na comunicação das idéias. Mesmo quando se lida com imagens, isto é, mesmo *“quando é icônico o aspecto perceptivo global da mensagem: a componente lingüística surge como legenda, título, comentário, mas sobretudo ela continua no âmago da estrutura informacional, o que equivale dizer que é ela que fundamentalmente contribui para a decifração daquilo que vemos”* (CALADO, 1994, p. 57).

Como diz SANTAELLA (1999), as imagens não apresentam uma metalinguagem visual própria. Isto equivale dizer que não há uma teoria analítica da imagem, enquanto tal. Nas palavras da autora: *“No máximo, pode existir uma metaimagem como a imagem de uma imagem*

(...)” (p. 43). Na realidade, esta questão mostra-se como um dos desafios de se trabalhar com as imagens: olhamos imagens, mas não conseguimos nos desvincular do discurso verbal.

Num texto muito interessante, SOUZA (1998) chama-nos a atenção para o entendimento do não verbal através do verbal, resultando num reducionismo na própria conceituação de ambas as linguagens.

*“Ao se pensar a imagem através do verbal,
acaba-se por descrever, falar da imagem, dando
lugar a um trabalho de segmentação da imagem.
A palavra fala da imagem, a descreve e traduz,
mas jamais revela a sua matéria visual. Por isso
mesmo, uma ‘imagem não vale mil palavras, ou
outro número qualquer. A palavra não pode ser a
moeda de troca das imagens. É a visibilidade que
permite a existência, a forma material da imagem
e não a sua co-relação com o verbal.”* (p. 2)

Isto se parece mesmo como um problema metodológico com que o pesquisador se depara ao trabalhar com imagens. Por mais que se defenda um uso das imagens e partamos então para uma análise das mesmas, ainda não se dispõe de meios metodológicos para se tratar imagens a partir de recursos que lhe sejam próprios, como possuem os textos verbais. O mesmo problema se estende ao educador que opta por trabalhar com imagens. Ainda que este professor considere a importância da percepção, e esteja de fato preocupado com leituras mais complexas por parte do aluno, as discussões e as conversas possivelmente terão (como não poderia deixar de ser) um enfoque marcadamente verbo-lingüístico. É importante o educador tomar posse de maneiras hábeis de tratar a imagem, e por isso, ele deve conhecer este limite no momento em que observa/fala das imagens. Esse reconhecimento faz parte de um despertar para o alfabetismo.

Entretanto, enquanto falamos de diferentes habilidades que se pode resgatar com o uso das imagens, bem como seus alcances e limites, não podemos deixar ao abandono a questão dos professores. Neste processo, o docente é o grande interlocutor das práticas de aula, sendo justamente o responsável pela detecção dos níveis perceptivos dos alunos, de que falamos antes.

É o professor quem vai selecionar a imagem e muito provavelmente, quem também vai propor as atividades com a imagem. É justo pensarmos, portanto, que este professor deve estar devidamente alfabetizado, no sentido de responder ativamente quando se deparar com imagens, embora saibamos que a imagem ainda não constituiu uma preocupação curricular para a formação docente.

Aliás, a questão da alfabetização (na medida em que a propomos) deverá ser tida como das mais importantes na continuidade do projeto *Geociências e a Formação de Professores em Exercício no Ensino Fundamental*, pois pretendemos trabalhar com os diversos questionamentos ora propostos junto aos professores que vierem a participar da continuidade do referido projeto. Assim sendo, auxiliá-los na busca de algum nível de alfabetização das imagens, de um maior cuidado, quando da utilização dos livros didáticos e do trabalho com as Geociências, poderá render estudos interessantes para os estudantes, para os professores e para os pesquisadores. Alguns trabalhos já foram desenvolvidos e mostraram o quanto pode ser mais interessante fazer um uso cauteloso das imagens e textos nas Geociências (no capítulo 2 citamos uma parte destes trabalhos).

1.1.3. Leitura de imagens

Quando falamos em leitura de imagens, é porque conferimos à imagem uma categoria dentro de um sistema de representação. Assim, da mesma maneira que usamos o termo “alfabetismo” e falamos de uma rigorosa aprendizagem das imagens, também cremos que estas possam e devam ser “devidamente” lidas pelos estudantes e pelos educadores.

Quando consideramos tudo o que foi dito com relação às imagens, é possível depreendermos que não existe uma maneira de ler imagens que seja a mais correta do ponto de vista educacional. Até porque, a leitura de imagens vai depender, do lado do sujeito, não só da percepção de cada indivíduo, mas também do seu grau de instrução no mundo das imagens. E, do lado do objeto/imagem, por sua vez, a leitura é dependente da própria característica polissêmica da imagem. Deve-se considerar, contudo, que nos livros didáticos outros elementos atuam na formação da interpretação, o que só faz aumentar a complexidade de nossa leitura.

Em ALMEIDA JR. (1989, p. 162), encontramos que “*o caráter polissêmico da imagem consiste na densidade dos significados possíveis de se obter pela leitura atenta da mesma (...)*” Para fins de simplificação, podemos entender o conceito de polissemia como os diferentes

significados que uma imagem pode adquirir. As idéias que podemos extrair deste conceito de polissemia dão um sentido especial à utilização das imagens, uma vez que não deixa as diferentes significações que esta pode ter cair no esquecimento. Por outro lado, quando tomamos consciência da polissemia, tomamos consciência dos diferentes significados que uma imagem pode encerrar. É importante ter esta clareza na escola, uma vez que as diferentes situações de aprendizagem exigem diferentes tipos de leitura. Aqui, é lícito afirmarmos novamente a importância do educador neste processo de reconhecimento da polissemia de cada imagem.

Neste sentido, podemos distinguir na imagem, o nível da denotação e o nível da conotação. Em seu artigo *Ler uma imagem*, PERAYA (1996) propõe uma análise que julga de mais interesse para a educação em imagem. Esta análise está formulada essencialmente para as imagens que classifica como estéticas¹⁰, e é também baseada na distinção entre **denotação/conotação**. Para explicar melhor esta distinção, o autor lança um exemplo:

“Imaginemos uma foto numa propaganda de bebida qualquer. A imagem poderia ser decomposta em dois níveis:

A descrição da foto enquanto apresenta/representa uma situação real; as ondas do oceano azul turquesa quebrando, a garrafa do tal aperitivo, uma moça bronzeada (...), segurando um copo em que escorrem gotinhas de condensação, etc.: é a denotação da imagem.

A análise dos significados associados: as cores e o ambiente que me remetem a uma certa idéia do exotismo, a mulher cuja atitude evoca ternura, sedução e sensualidade. Tantas idéias que poderão ser por mim – e pelo grande público a quem essa propaganda está destinada –

¹⁰ As imagens estéticas, para Peraya, supõem uma importante margem de liberdade e de interpretação por parte do destinatário, na medida em que a significação excede amplamente o sentido literal, os signos denotados.

associadas à bebida representada: são as conotações da imagem” (p. 503).

Concordamos com Peraya que uma leitura desse tipo tem mais interesse para o aluno, pois permite, como ele mesmo aponta, evidenciar a diferença entre os processos descritivos e interpretativos que permitem a passagem da observação à análise, da compreensão à interpretação. Também, possibilita a identificação dos valores sociais e individuais.

BARTHES (1990) distingue, para certas imagens, duas mensagens a serem transmitidas: uma mensagem denotada que é o próprio *analogon* e uma mensagem conotada que é a maneira pela qual a sociedade lê, pensa, interpreta a imagem. Nos referimos a “certas imagens”, pois para o autor, são as artes imitativas que comportam tais mensagens, isto é, as reproduções analógicas da realidade, e, ainda para o autor, esta dualidade de mensagens é evidente em todas as representações não fotográficas.

Essa leitura conotativa tem interesse especial neste trabalho, pois ela é, em bom termo, formulada pelo próprio texto, no caso dos livros didáticos. Quando Barthes destaca como os procedimentos de conotação em termos estruturais, a trucagem, a pose, os objetos, a fotogenia, o estetismo e a sintaxe, destaca também que o “*texto é um outro método de conotação*”. Sendo assim, o texto é uma mensagem parasita, que insufla um ou vários significados, sendo responsável pela colocação de um ou diversos sentidos - quantos forem possíveis - à imagem.

É interessante questionarmos sobre a existência ou não desta Imagem Literal, isto é, desta imagem apresentada somente no nível denotado. Podemos supor, simplificada, que esta imagem é aquela desprovida de todo saber, seja social, cultural, ou qualquer outro que possa interferir para a atribuição de sentidos, que não estejam devidamente codificados na imagem. Não cremos que isto seja possível. Reconhecer e utilizar-se da leitura conotativa nas práticas educacionais pode alimentar a intuição e agregar os valores individuais, culturais, científicos, e outros tantos, dos diferentes estudantes existentes em sala de aula.

Quando no ensino, os educadores atentarem-se para tais aspectos, certamente a imagem não será tida como um recurso simplista, que transmite informação de maneira direta e rápida. Ora, este caráter imediato que por vezes é conferido à imagem necessita de uma problematização. Se por um lado a percepção é de fato algo instantâneo (isto ocorre basicamente nos dois primeiros níveis descritos por AUMONT (1995) que já citamos: o nível em que ocorrem

transformações ópticas e o outro, no qual ocorrem transformações químicas), por outro, ela também necessita de um exercício, de uma aprendizagem para tornar-se mais acurada e sensível. Além disso, não se pode desvalorizar os níveis conotativos, estes muito menos imediatos e muito mais abrangentes, já que envolvem mais reflexão e mais contextualização, além de outros elementos, por exemplo, os textos, para a construção do entendimento. Assim, podemos esperar que, se um estudante possui uma imagem qualquer “em mãos” antes do início de uma aula, ela pode expressar neste aluno um certo tipo de interpretação. Após a aula que fez uso da imagem (a disciplina a ser dada influencia grandemente na interpretação final), a leitura inicial é acrescentada uma outra que está em acordo com a aula dada.

Tais críticas vão em contraposição à visão corrente de alguns educadores que pensam a imagem como um facilitador do aprendizado ou da leitura de algum objeto. Tal concepção pode gerar a falsa idéia de que a imagem é algo mais simples do que o texto verbal. Para ilustrar tal postura, vejamos o que diz WERNECK (1998),

“Apesar de ser um material semiconcreto, bidimensional, a imagem constitui uma comunicação mais direta que o código verbal escrito. Além de tudo, é uma linguagem internacional, compreendida por qualquer povo”
(p. 102).

Concordamos com BARLEX e CARRÉ (1985 apud COMPIANI, 1996, p. 112), quando dizem que o material visual não deve ser simplesmente olhado, mas sim, ativamente explorado. E é justamente por isso que não qualificamos a imagem como um objeto de comunicação mais direto que o código verbal escrito. Na realidade, se trata antes de entender cada um dos códigos, do que compará-los à revelia. Ambos possuem requintes, e necessitam de ensinamentos para que sejam criticamente lidos/vistos. É possível que argumentos como estes sejam as causas diretas do aparente descaso com que são tratadas as imagens em sala de aula, quando educadores insinuam a facilidade de se transmitir uma informação por meio de imagens.

Discordamos também do fato de que a imagem é uma linguagem internacional, compreendida por qualquer povo. Se advogarmos uma tese como esta para todos os indivíduos

“letrados” na área da imagem, talvez de fato exista um nível de universalidade. Porém, esta afirmação não resiste às generalizações, pois sabemos que “... *nem todas as imagens têm o mesmo nível de complexidade*” e, também, para diferentes imagens, temos diferentes leituras, mais ou menos complexas, que acabam exigindo operações mais ou menos sofisticadas do pensamento (CALADO, p. 35). Além disso, já vimos que a percepção é dependente de diversos fatores, ligados à individualidade e também ligados aos aspectos culturais dos indivíduos (além de outros aspectos). Aqui, há de serem rapidamente destacados os trabalhos que descobriram as diferenças perceptivas de algumas culturas ocidentais e de alguns povos africanos, na observação da perspectiva central (CALADO, p. 29), das diferenças perceptivas relativas às cores (CALADO, p. 31) e outros exemplos.

Contrariar o senso expresso por WERNECK é importante para nós também quando pensamos no livro didático. Será que a imagem do livro didático possui uma maneira de comunicar direta e clara? Veremos que as relações, longe de serem simples mistos de imagem-texto, representam uma estrutura coerente e complexa, do ponto de vista didático e que necessitam de um entendimento mais profundo. Este conhecimento implica numa visão crítica que ultrapassa as configurações estéticas, buscam, na verdade, uma utilização mais séria, voltada para a didática do ensino em questão e um posicionamento diferenciado perante a imagem que se apresenta.

Claro que levar em conta a polissemia da imagem não exclui todas as idéias anteriores: do lado do sujeito, a percepção e a racionalidade devem ser destacadas e o alfabetismo devidamente definido, deve ser algo a ser alcançado. Do lado da imagem, os diferentes sentidos da comunicação devem emergir, de maneira que o estudante tenha conhecimento destes aspectos.

1.2 Breve contextualização dos livros didáticos

Exporemos algumas referências que nos indicam o quanto os livros didáticos, sejam de ciências ou não, são amplamente utilizados em sala de aula. Contudo, não cremos que o leitor desconheça esta realidade. É reconhecida a importância destes livros, apesar de ser também reconhecida a maneira nociva como são incorporados nas práticas de sala de aula.

Só temos a concordar com PRETTO (1985), quando o autor declara que:

“As professoras fazem destes livros didáticos e seus respectivos livros do mestre o carro chefe do seu trabalho porque não possuem condições aceitáveis de trabalho e salário e, muito menos, formação adequada para a realização de um bom trabalho em sala de aula. Essa situação é reflexo de uma política pré-estabelecida onde a educação é colocada em segundo plano”. (p. 41)

(...)

“A professora faz parte, portanto, de um sistema ideologicamente bem definido, onde não lhe cabe nunca o papel de definidora da sua própria ação”. (p. 41)

Também FRACALANZA (1982) mostra-nos em sua dissertação sobre a visão de ciência em livros didáticos de Biologia, que o manual *“é o meio instrucional de maior utilização no processo ensino-aprendizagem, no Brasil”* (p. 19). Apesar das referências serem de alguns anos anteriores, cremos que a discussão proposta é ainda bastante atual, pois, como aponta SCHÄFFER (1998, p. 136), em publicação mais recente, *“o livro didático mantém-se como o recurso mais presente em sala de aula, quando não a própria aula, a voz principal do ensino”*.

Versão parecida com as anteriores traz o Guia de livros didáticos do PNLD de 2002 quando, nas suas primeiras páginas explicita o contexto em que estes livros são usados:

“Seja em razão de uma inadequada formação de professores, seja em razão das condições de trabalho docente, seja, ainda, em razão das dificuldades enfrentadas para a produção e circulação do livro no Brasil – particularmente para fazê-lo circular na escola – o livro didático brasileiro se converteu numa das poucas formas de documentação e consulta empregadas por

*professores e alunos. Tornou-se, sobretudo, um dos principais fatores que influenciam o trabalho pedagógico, determinando sua finalidade, definindo o currículo, cristalizando abordagens metodológicas e quadros conceituais, organizando, enfim, o cotidiano da sala de aula”.*¹¹ (p. 2) (grifo nosso)

Não é difícil nos aventurarmos em outras possíveis hipóteses para isto, afinal, os livros didáticos apresentam, do ponto de vista prático, não só os conteúdos básicos dos programas de ensino, mas, também, propostas de exercícios, propostas de aulas práticas, e até propostas de provas bimestrais (como é caso de um dos livros ora analisados). Esses fatores parecem conduzir professores e alunos ao senso de que os manuais representam a panacéia para vários dos grandes problemas dos educadores, entre os quais a falta de tempo e a formação inadequada são apenas alguns dos exemplos.

De fato, não se pode deixar de apontar a competência com que o livro didático consegue resolver os problemas do conteúdo específico, das poucas aulas por disciplina, da pouca leitura do educando, e outros¹². Além dessa competência intrínseca, ano a ano as Escolas (a maioria delas) recebem algumas coleções do governo, e, num projeto conjunto, Governo e mídia pregam o carinho com que os estudantes devem tratar os manuais. Desse modo, concordamos com FREITAG et al (1989) que este livro, segundo os diversos estudos (feitos na época da publicação da obra citada) satisfaz os professores, de maneira que:

“O professor não somente se contenta com o que tem como ainda o idealiza, fazendo do livro didático não um entre outros, mas o seu único

¹¹ É interessante que, perante este quadro, o MEC vem propondo, anualmente, este Guia de Livros Didáticos, a partir do PNLD. Entretanto, o Guia é um facilitador/direcionador da análise, que se diz ser feita pelo professor. Em outras palavras, enquanto o discurso do Guia revela a importância de uma análise acurada por parte do professor, na hora da escolha dos livros, é o próprio guia que propõe os pontos a serem analisados (veja exemplo através da ficha de avaliação, página 25, guia).

¹² FREITAG et al (1989) chegam mesmo a afirmar que professores e alunos tornaram-se escravos dos livros didáticos, “perdendo a autonomia e o senso crítico que o próprio processo de ensino-aprendizagem deveria criar”.(p. 128)

instrumento de trabalho. Este serve como última palavra do conhecimento na área, sendo tratado em aula como verdade absoluta. A desinformação, o comodismo, o conformismo da maioria dos professores fortalecem a 'onipotência' e a 'onisciência' do livro didático. Os professores passam a respeitar a palavra escrita no livro como árbitro último, submetendo-se docilmente ao seu conteúdo psicopedagógico e ideológico". (p. 131)

Algumas análises que tivemos a oportunidade de conhecer, por sua vez, voltam-se ao problema da ideologia veiculada pelos livros didáticos. Entre estes, podemos citar a obra de OSMAN LINS (1977), *Do ideal e da glória: problemas inculturais brasileiros*, em que o autor proporciona uma análise dos livros destinados ao ensino de Português e *As mentiras que parecem verdades*, da autoria de MARISA BONAZZI e UMBERTO ECO (1972). Outros livros, como o de BÁRBARA FREITAG et al. (1989), *O livro didático em questão*, fornece-nos um panorama completo, desde a política até o contexto de utilização destes livros. FRACALANZA (1982) em sua dissertação de mestrado trata o conceito de ciência dos livros didáticos de Biologia e, em sua tese de doutorado (1992), propõe um quadro descritivo, que mostra toda a produção acadêmica e científica sobre os livros didáticos no Brasil, até a década de 80. O autor analisa esta produção para o caso específico dos livros de ciências, segundo diversos aspectos.

Algumas destas publicações encontram-se, como vimos, um pouco distantes, entretanto, muitas das reflexões sobre os livros didáticos nelas presentes são atuais, já que, entre os livros que analisamos, vimos muitos problemas associados aos apontados por estes autores.

1.2.1 O livro didático e sua concepção de ciência no ensino

No ensino de ciências, este contexto de utilização dos livros não é diferente. A participação no projeto *Geociências e a formação continuada de professores em exercício no ensino fundamental* nos mostrou pelo menos uma seção da problemática da utilização dos livros pelas professoras de ciências, que é justamente a maneira com que estes livros são incorporados em

sala de aula. Aliás, dentro de nossa experiência e, sem a intenção de sermos pejorativos, concordamos com o que diz GONÇALVES (1997, comunicação pessoal): “os educadores é quem são adotados pelos livros”.

Neste mesmo projeto, vimos que o planejamento didático não é regido pelo educador, segundo suas pretensões, potencialidades, condições práticas e orientação curricular. É regido simplesmente pelo índice dos manuais. Na realidade, naquela época, percebemos uma nítida dificuldade das professoras em associar as leituras que fazíamos no grupo de formação continuada ao desenvolvimento da metodologia de pesquisa, em parte (e possivelmente, em grande parte), pela camisa de força que o livro didático impunha a estas profissionais. Em outras palavras, à medida que as professoras liam textos reforçando a necessidade de uma autonomia em suas posturas, da reflexão constante, da formulação de perguntas para o desenvolvimento de pesquisas, a antiga e arraigada tradição do livro didático (entre os outros incontáveis problemas da nossa escola pública) as conduzia à prática que sabemos imperar nas escolas: aulas expositivas guiadas pelos manuais.

Quando PRETTO (1985) nos apresenta as características ideológicas mais marcantes dos livros didáticos de ciências contemplados em sua análise, fica claro o porquê de uma tal postura ser é tão prejudicial. Segundo o autor, tais livros

“possuem um enorme vazio de informações; reproduzem uma prática autoritária dos que sabem em relação aos que nada sabem; são calcados na repetição do conteúdo, induzindo à memorização; apresentam o conhecimento de forma compartimentalizada; colocam a ciência se utilizando da Natureza como fonte inesgotável de recursos; apresentam o método que a ciência utiliza como tendo na experiência a base de tudo e visando controlar a Natureza; mostram o universo e os homens vivendo em perfeita harmonia; consideram o cientista um indivíduo especial, absolutamente diferente do homem

comum; apresentam a experimentação como palavra final, sem vínculos com os modelos teóricos; e colocam os efeitos do desenvolvimento científico e tecnológico (ou não) como sempre benéficos”. (p. 55)

Não podemos estender esta análise a todos os livros didáticos, uma vez que estes trabalhados pelo autor referem-se às quatro primeiras séries do ensino fundamental. Além disso, estes livros podem ter sofrido reformulações diversas desde então. De qualquer forma, esta é uma ilustração e serve como uma maneira de defender uma melhoria destes livros. Este quadro serve, também, como uma proposição do que julgamos ser necessário para o ensino de ciências. Reafirmando nossas idéias por meio do que diz HODSON (1995),

“um programa de educação em ciência é incompleto se negligenciar qualquer um dos seguintes pontos: um interesse para o conhecimento científico (fatos, princípios e teorias são reconhecidamente importantes), uma atenção para os processos e métodos da ciência (raciocínio e investigação), experiência direta da atividade científica, avaliação das complexas relações entre a ciência, a sociedade e o fomento de atitudes positivas para a ciência” (p. 26).

Estes pontos, por sua vez, devem proporcionar aspectos destacados por PRETTO (1985, p. 19), quando este salienta que *“o conhecimento científico é uma maneira de se interpretar os fenômenos naturais; a ciência é parte integrante da cultura; a ciência faz parte da história das diferentes formas de organização da sociedade; e, o desenvolvimento científico e tecnológico é cada vez mais acentuado”*.

Ainda nesta reflexão sobre a concepção de ciência, devemos pensar que tais livros estão entre os principais instrumentos usados na alfabetização científica dos estudantes de ensino

fundamental, quando não os únicos. Mas não devemos negligenciar o fato de que é justamente por meio destes livros que ocorre também a alfabetização científica dos professores, devido à sobrecarga de atividades a que tais profissionais são submetidos e que se reflete numa falta de preparo dos assuntos a serem ensinados.

Mas, de que maneira os livros se propõem a alfabetizar cientificamente o estudante? Nossa posição em relação à alfabetização em ciência encontra respaldo nas concepções que pressupõem uma desmistificação do funcionamento científico, da personalidade científica, e busca integrar tudo isso a um contexto sócio-histórico. Desta maneira, é possível vislumbrarmos uma participação e um maior entendimento da sociedade diante das produções e o funcionamento da ciência.

Assim, importante para nós é compreender não somente as formulações e os principais conceitos (de modo geral) da Física, Química, Biologia e Geologia, mas compreender que existe um bastidor da ciência. É neste bastidor, obscuro aos olhos da maioria dos não cientistas, que se constrói, que funciona a empresa científica. Quando se parte de um entendimento mais crítico e amplo da ciência, é possível construir um processo ensino-aprendizagem da disciplina “Ciências Naturais” contextualizado sócio-culturalmente. Sem aprofundar, tais idéias constituem o que diversos autores denominam como a compreensão da natureza da ciência.

Mas, quanto ao livro didático, será que consegue promover um entendimento mais crítico e ampliado do funcionamento científico, para além dos fatos e conceitos, ou, em outras palavras, será que consegue promover um entendimento da natureza do conhecimento científico? Cremos que tal material seja muito mais restrito.

Para descrever em poucas palavras um livro didático, poderíamos dizer que ele é a “versão menos informativa” da ciência. GALDABINI e ROSSI (1993), em artigo que apresenta a preocupação e a criação de uma postura crítica por parte de alunos ao utilizar-se de fontes originais e compará-las aos manuais, defendem a posição de que os livros são incompletos, chegando mesmo a mentir nas suas asserções. Concordamos com a tendência “radical” das autoras, afinal, em muitos deles, temos uma imagem completamente distorcida da ciência e dos cientistas. Como disse PEDRINACI (1994), nestes livros,

“a ciência é vista com freqüência como um conjunto de verdades definitivas e neutras e os

cientistas, nas palavras de Hodson (1986) ‘como sendo objetivos, sem incertezas e possuidores de um método todo poderoso e infalível para determinar a verdade sobre o universo’” (p. 334).

De fato, mesmo sem uma análise acurada da visão de ciência, é possível percebermos que o conhecimento retratado pelos manuais, não é, em geral, contextualizado historicamente e/ou socialmente. Neste sentido, a produção científica deixa de ser uma construção social efetivada num determinado momento histórico, para ser algo fechado, isento das negociações que ocorrem numa comunidade científica.

Quando THOMAS S. KUHN, em *A Estrutura das Revoluções Científicas* (1970), descreve os manuais como sendo os livros que expõem o corpo da teoria aceita, encontramos um paralelo muito real entre estes manuais (que se destinam a ensinar os aprendizes de cientistas a sua profissão) e nossos manuais para o ensino básico. O autor descreve que mais do que qualquer único aspecto da ciência, o livro didático tem determinado nossa imagem da natureza de ciência e a função da descoberta e invenção no seu avanço.

KUHN (1970) sustenta que os manuais científicos são fontes de autoridade, porque pressupõem a inexistência de revoluções científicas ao longo dos caminhos da ciência. Como se sabe, para este autor, as grandes mudanças de paradigmas são feitas a partir de revoluções. Tais manuais,

“referem-se a um corpo já articulado de problemas, dados e teorias e muito freqüentemente ao conjunto particular de paradigmas aceitos pela comunidade científica na época em que esses textos foram escritos. Os próprios manuais pretendem comunicar o vocabulário e a sintaxe de uma linguagem científica contemporânea (...)” (p. 174).

Devemos concordar com o autor que, de maneira geral, o papel dos manuais (e aqui novamente nos apropriamos das idéias de Kuhn, estendendo-as aos livros-texto) é registrar a estabilidade das ocorrências científicas passadas e presentes, deixando ao estudante a falsa idéia de um processo científico tradicional e corrente, ou, para usar a terminologia de Kuhn, mostrando ao estudante que o funcionamento da ciência como um todo está ligado unicamente ao processo de **ciência normal**. HODSON (1985) complementa que ao fazer isso, os livros didáticos estão descartando a natureza revolucionária dos maiores avanços científicos. A autoridade dos manuais não se expressa somente nestes termos. Quando se pensa no ensino básico, os livros didáticos “entram” na sala de aula e são incorporados em quase todas as atividades do educador-educando. O tempo é inteiramente consumido e guiado pelo livro didático.

Para finalizar, destacamos que uma análise prévia da visão de ciência dos livros contemplados nesta dissertação já foi feita (SILVA, 2000). A fim de sintetizar algumas das conclusões desta pesquisa, podemos salientar que toda a ciência construída nestes livros parece muito enganosa, quando se tem como parâmetro a natureza do conhecimento científico. Ressaltamos algumas das conclusões:

1. o enfoque extremamente conteudista destes livros;
2. uma visão de ciência descontextualizada social e historicamente;
3. uma forte inclinação para o método científico e,
4. uma simplificação do experimento.

Entre outras conclusões, estas podem nos fornecer uma compreensão geral a respeito da construção da ciência nestes livros. Esta visão, como descrevem muito bem COLLINS e SHAPIN (1989), “*é a expressão prática do que pode ser chamado (de forma não pejorativa) de ‘ideologia da ciência’*”. Neste artigo, os autores utilizam este termo para se referirem à interpretação de resultados anômalos como sendo consequência de erros em laboratórios e não uma possível ponte para se entrar numa fase de ciência extraordinária. A apropriação que fazemos aqui da terminologia dos autores pode ser ampliada, e ser estendida à maneira como os livros didáticos constroem o conhecimento científico como um todo, desde os fatos científicos, as invenções, até a própria visão dos cientistas, uma vez que estes elementos são tratados, nas páginas dos manuais, de maneira equivocada e distorcida.

1.2.2 O livro didático e as imagens

Se a leitura das imagens e sua utilização na escola estão começando a ser exploradas por pesquisadores, o campo que ora adentramos pressupõe maior preocupação por parte dos educadores da área da imagem, por representar apenas um embrião. Quando falamos das imagens voltadas para o ensino, diversas são as fontes a que poderíamos recorrer para fazer essa abordagem: imagens da TV, imagens de revistas, de jornais etc. Uma destas abordagens é a referente ao livro didático, que reserva boa parte de seu espaço para as imagens.

Certamente, não é de maneira confortável que delimitamos o pessimismo expresso anteriormente na utilização destes livros. É claro que quando bem adotados, isto é, quando se usa um manual de maneira crítica, utilizando e/ou retirando certos assuntos a serem tratados, os livros encerram fundamental importância aos estudantes e professores. Por exemplo, pode haver propostas de exercícios inovadoras, curiosas e interessantes. Também o livro pode trazer um texto com informações recentes. A visão geral, entretanto, é bastante estereotipada. CARNEIRO (1997) ilustra parte desta tendência:

“o uso dos livros didáticos na sala de aula obedece, na maioria das vezes, a duas estratégias: para alguns professores o livro é apenas um mero instrumento que o aluno deve usar para responder um exercício, após uma rápida explicação do tema. Para outros, a leitura dos capítulos (realizada pelo aluno ou pelo próprio professor) na sala de aula é uma rotina, o que se torna cansativo e desestimulante para os alunos transformando-se apenas em um treinamento forçado de leitura oral” (p. 367).

Tais idéias, que já conhecemos, se encaixam perfeitamente na discussão sobre as imagens. À medida que os livros são bastante utilizados, os estudantes (e também professores) não deixam de ver as imagens das páginas destes livros. Aliás, a importância da imagem chega mesmo a

determinar a qualidade do material didático, como aponta CARNEIRO (1997): “*Para muitos professores, a qualidade deste material está diretamente relacionada à quantidade e à qualidade visual das imagens apresentadas: ‘este é um bom livro porque tem muitas ilustrações...’ ou ‘Quanto mais ilustrado o livro, melhor para os alunos aprenderem’*” (p. 367). A mesma autora salienta depois que, parece haver, na verdade, uma certa incoerência no momento em que os professores usam o livro na sala, pois raramente as imagens são exploradas. Além disso, acrescentamos que se a imagem é, de fato, considerada de grande importância, talvez elas deveriam ser tratadas como um recurso eficaz na comunicação.

Este fenômeno da iconização¹³ das páginas dos manuais parece não ter sido festejado por diversos autores. Pelo menos, é o que percebemos a partir do que escreve LINS (1977), por exemplo. Ao iniciar um dos subcapítulos de seu livro sob o título de ‘*Uma Disneylândia Pedagógica*’, podemos imaginar que não serão tecidos muitos elogios para as imagens. Na realidade, o autor toca em pontos extremamente importantes quanto ao uso das imagens. Entre estes estão, a obviedade/repetição do uso das imagens em relação ao discurso verbal e a humanização de diversos sinais de pontuação, de árvores e animais. Dentre tais exemplos, não podemos deixar de concordar com o autor que esta utilização requer alguma crítica. Afinal, como o mesmo descreve, tais exemplos parecem “*obedecer ao conceito de que aluno não está apto, jamais, a qualquer esforço sério, só sendo motivado nessa atmosfera de puerilidade, de gracejo perpétuo*” (p. 138). FREITAG et al (1989) também parecem demonstrar um certo descrédito perante o caráter comunicativo das imagens, pois saúda os antigos manuais anteriores ao ano de 1964, que eram “*informativos e de excelente nível, comparados aos compêndios muito ilustrados mas pouco substanciosos dos dias de hoje*” (p. 131).

É muito provável que o trabalho que ora se apresenta, e muitos outros nesta linha de pesquisa, possam apresentar a autores que possuem uma tal concepção, que as imagens, quando bem selecionadas, bem relacionadas ao texto, e que estejam dentro de uma proposta de ensino de ciência satisfatória, sejam capazes de enriquecer a ligação entre o estudante e o conceito científico. É interessante que esta importância menor atribuída à imagem pode ser observada até mesmo em situações que as prestigiam, de alguma maneira. Dizemos isto porque o próprio Guia de livros didáticos confere aos *Aspectos visuais* uma posição localizada entre os critérios

¹³ Segundo Almeida Jr. (1989), em sua dissertação de mestrado, iconização seria o fenômeno de intensificação da comunicação técnica por meio dos signos icônicos. (p. 8)

classificatórios dos livros, enquanto a análise geral existente no Guia propõe não só estes critérios, mas também os eliminatórios. Dentre estes últimos, encontramos aspectos que dificilmente podem ser julgados sem uma análise das imagens, como é o caso, por exemplo, do aspecto denominado: “correção dos conceitos e informações básicas”, ou ainda “correção e pertinência metodológica”.

Partindo de uma crítica voltada à maneira com que as imagens são incorporadas, DAVIES (1990), em seu artigo *A Ilustração no Livro Didático de História*, procura revelar algumas características das ilustrações que aparecem em alguns destes livros, que, embora possuam especificidades para os livros de história, podem apresentar pontos generalizáveis para outros livros didáticos:

“não são selecionadas a partir de pesquisa iconográfica original, caracterizando-se essencialmente pelo tradicionalismo, em que as mesmas ilustrações são repetidas, em maior ou menor proporção, por vários livros didáticos; não se entrosam com o texto ou com ele mantém relação apenas formal, distante, superficial; não são trabalhadas como elementos de aprendizagem, de conhecimento, como documento tão válido quanto o escrito; não raro, caracterizam-se pela redundância e tornam-se imprestáveis tão reduzido é o seu tamanho” (p. 36).

Outros autores criticam as funções das imagens como sendo motivadoras, ou, quando são usadas para apresentar conteúdos, subordinando-se aos textos (EULATE et al, 1999). Esta mesma preocupação é apresentada por MARTINS et al (1997), quando discutem que o papel das imagens tem sido, tradicionalmente, o de ilustrar o texto escrito, com este sendo o principal meio de comunicação, mas os autores advertem que, na verdade, “a imagem é o principal meio de

comunicação e o texto que as acompanha apenas comenta ou sugere possíveis comparações” (p. 136).

MARTINS (1997) alerta, entretanto, que não é só na comunicação das idéias que as imagens¹⁴ são importantes, mas, em alguns casos, também a conceituação de certos objetos e fenômenos dependem da sua visualização. Aliás, o ensino de ciências possui numerosos exemplos onde isso pode ocorrer, como já citamos nas páginas 22 e 23.

Também é de se destacar o quanto a imagem é usada para compor uma estrutura ideológica, do ponto de vista da ciência. Para sermos mais claros, a imagem atua também na consolidação daquilo que COLLINS e SHAPIN (1989) nomearam como a ideologia da ciência. Para exemplificarmos, vejamos a figura 1.2.2.1, do livro de Demétrio Gowdak e Eduardo Martins e, ainda a figura 1.2.2.2, do livro de Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino (p. 43 desta dissertação¹⁵).

A primeira imagem ilustra o quanto a história da ciência pode gerar concepções duvidosas a respeito da natureza do conhecimento científico. Na verdade, a julgar simplesmente pelo nome do tópico (“Descoberta”), percebemos uma história da ciência calcada nos grandes feitos de mentes geniais, neste caso, Galileu, nomeado pelo “livro” como sendo o pai da ciência experimental. O texto traz algo incompleto, e questionável, ao afirmar que Galileu foi o primeiro cientista a dar muita importância para a experimentação. Esta concepção está em pleno acordo com a imagem, que nos apresenta um homem, beirando o esoterismo, talvez um bruxo ou sábio, que aponta para o céu, profetizando, provavelmente, alguma de suas descobertas.

A segunda imagem, por sua vez, trata a questão metodológica de se fazer ciência. A proposta do capítulo é dar ao estudante um conhecimento de como o cientista trabalha, e, por isso, apresenta o famoso método científico, que, segundo o que encontramos no livro, é uma maneira organizada de se solucionar os problemas do universo científico.

¹⁴ A autora não usa o termo imagens, mas, representações, embora saibamos que ela esteja se referindo às representações visuais.

¹⁵ Julgamos pertinente apresentar exemplos destas imagens, pois elas fazem parte de uma análise prévia (Silva, 2000) de livros pertencentes à coleção que ora analisamos.

A idéia que se tem, com a imagem e a continuidade da leitura deste capítulo é a de que o estudante-cientista possui uma maneira extremamente organizada de raciocinar, que o permitiu concluir toda a divisão em castas da sociedade das formigas. Esta maneira de raciocinar pode, por sua vez, ser decomposta em: 1. Observação de um fato; 2. Formulação de um problema; 3. Formulação de uma hipótese; 4. Realização de experiências e, 5. Conclusão. Com a leitura – da imagem e do texto, imaginamos o trabalho do cientista como algo estéril, que não é influenciado pelos diversos contextos que um cientista e tantos outros profissionais estão submetidos no dia-a-dia. Além disso, este conjunto fornece as bases para uma maneira indutivista de se resolver problemas, que consagra a observação e experimentação como métodos infalíveis para se chegar à verdade.

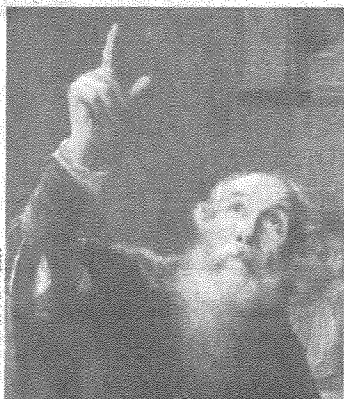
Tais exemplos reforçam nossas idéias acerca do potencial comunicativo das imagens, que não é pequeno. Como veremos adiante, no caso específico das Geociências, este potencial pode ser ampliado de tal sorte, que um conteúdo só pode ser entendido a partir do uso de determinadas imagens.

É por tudo isso que concordamos com MARTINS (1997), quando a autora aponta um caminho para um entendimento das imagens dos livros como algo mais do que ilustração, e, portanto, algo mais que um elemento subordinado ao texto escrito:

“É possível encontrar exemplos onde o texto escrito apenas dá nome a algo que é definido de maneira gráfica, ou possui somente a função de comentário ou sugere como o ‘visual’ deve ser lido. Em alguns casos o ‘visual’ é, de fato, o principal meio de comunicação”.

A argumentação desta autora organiza-se em torno das seguintes idéias: o texto que às vezes encontramos nas páginas dos manuais atuais é uma estrutura coerente composta de imagem e linguagem e que comunica idéias de maneira própria. Para este novo tipo de texto, ainda não há uma denominação específica: *“Embora existam rótulos para muitos gêneros ou tipos de texto escrito (relatório, entrevista, poema etc.), não dispomos de um nome que identifique este novo texto que constitui nosso objeto de investigação – texto + imagem”.*

DESCOBERTA



van Hove - Galileu e um Prólogo

Galileu

O pai da ciência experimental

Um dos maiores gênios que a humanidade já teve foi o italiano Galileu.

Nasceu em Pisa em 1564 e desde criança mostrou-se muito curioso e criativo. Imaginava e construía brinquedos. Foi estudante de medicina, mas não chegou a concluir os estudos por falta de dinheiro. Suas contribuições para a Ciência foram muitas: a lei do movimento dos pêndulos, a invenção da balança hidrostática, o aperfeiçoamento do telescópio, a lei da queda dos corpos e muitas outras, principalmente relativas à Astronomia.

Galileu foi o primeiro cientista a dar muita importância para a experimentação. A ele deve-se a criação do método experimental. Nesse método, o cientista, depois de considerar muitas observações feitas, tenta explicar os fatos com uma hipótese ou suposição e após isso realiza experiências para descobrir se sua hipótese realmente pode estar certa.

Galileu, depois de muitas descobertas, morreu em 1642 na cidade de Florença, Itália.

Figura 1.2.2.1 Galileo – Demétrio Gowdak e Eduardo Martins, 5ª. série, página 10

A investigação científica



Investigando algum fenômeno, os cientistas trabalham de maneira organizada. Lendo o capítulo, você verá como isso ocorre.

Figura 1.2.2.2 Método Científico – Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino, Os seres vivos, página 7.

Esta preocupação apontada pela autora é bastante pertinente, mas acreditamos que muitos dos gêneros por ela apontados constituem-se também como um misto de texto e imagem. Em diversos relatórios científicos, encontramos imagens fotográficas que desempenham papel chave no relato da pesquisa e mesmo no desenrolar dos resultados. Também em entrevistas, é bastante comum encontrarmos fotografias do entrevistado, ou ainda imagens que lembrem o mesmo. Finalmente, com relação aos poemas, SANTAELLA (1999, p. 69) diz que “é na poesia que os interstícios da palavra e da imagem visual e sonora sempre foram levados a níveis de engenhosidade surpreendentes”, quando se refere à autêntica visualidade da poesia. Cita o movimento da poesia concreta no Brasil. Dito de outra maneira, estes textos compostos por “texto + imagem” existem e já possuem cada qual os seus respectivos nomes. Talvez o problema central esteja na nossa maneira de ver/ler tais textos. Entendê-los não como texto + imagem, o que pressupõe a função da imagem como um apêndice, mas entendê-los como texto-imagem, isto é, algo realmente composto por dois elementos diferentes, cuja idéia central é a comunicação.

Quando folheamos as páginas dos livros didáticos, podemos perceber uma coesão entre a linguagem verbal e a visual. E assim como outros materiais formados por texto - imagem, não cremos que para ele sejam necessárias investidas para decifrarmos um outro nome. Entretanto, a abordagem de Martins nos é interessante, pois acreditamos não ser possível fazer uma análise das imagens, desconsiderando toda a informação que está ao seu lado, composta por linguagem escrito-verbal. Somente entendendo-as como um todo coerente é que é possível extrair, ao menos parcialmente, a maneira com que se comunicam as imagens dentro dos livros didáticos.

2. GEOCIÊNCIAS, ENSINO FUNDAMENTAL E IMAGEM

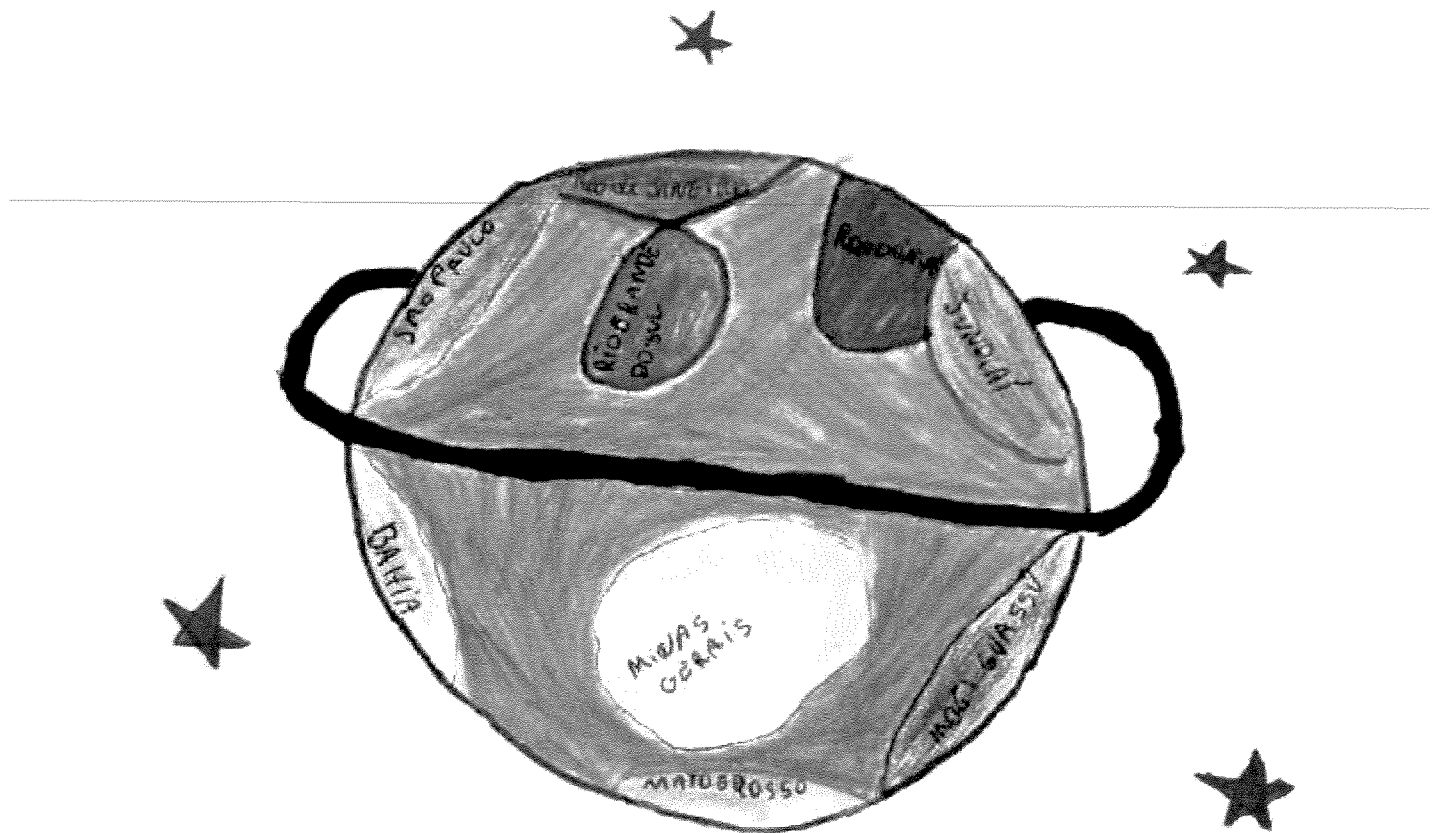


Fig. 2.1

Com este capítulo pretendemos mostrar a importância das Geociências para o desenvolvimento de certas habilidades em estudantes de ensino fundamental e, além disso, mostrar como essa importância atribuída às Geociências é dependente das imagens.

2.1. As Geociências e o Ensino Fundamental

Nesta seção apontaremos algumas características das Geociências importantes para o ensino fundamental, pois, segundo alguns autores (ORION et al, 1996), o reconhecido salto quantitativo do nosso conhecimento do planeta e a importância das ciências da Terra no nosso dia-a-dia não têm ecoado no sistema educacional de muitos países. Mostraremos, como pode ser frutífero para os estudantes conhecer ao menos partes do mundo geológico, incorporando este conhecimento ao seu dia-a-dia, bem como nas outras disciplinas. É possível que isto nos indique um pouco sobre a própria prática geológica, uma vez que o entendimento da Geologia implica na instauração de uma metodologia diferente da praticada (e em muitos casos, possibilitada) pelas outras ciências. Esta discussão relaciona-se à imagem por dois motivos. Primeiro, porque a imagem é amplamente utilizada na Geologia, e, segundo, porque tais representações auxiliam na própria construção do entendimento desta ciência, sendo oportuno pressupor que no ensino isto é também verdadeiro.

Não pretendemos exaurir a argumentação, pois há uma extensa bibliografia voltada para a caracterização das Geociências. Aqui, explicitaremos algumas que são de interesse para o ensino fundamental e que julgamos interagir com a discussão sobre as imagens.

O leitor perceberá que não será raro nos referirmos ao termo Geologia e Geociências, sem uma especificação maior para cada um. Na realidade, julgamos que a discussão real desta terminologia fugiria aos limites do nosso trabalho, uma vez que não nos cabe explicitar as denominações, mas sim, explicitar linhas de argumentação que justifiquem uma maior atenção à educação em Geociências – de modo geral, procurando ligar tal argumentação à utilização das imagens. Assim, nos momentos que nos referirmos ao termo Geologia, podemos aludir um sentido não restrito, que englobe uma preocupação com as distintas esferas do planeta. E, nos

momentos em que nos referirmos ao termo Geociências, este sem dúvida vai englobar um sentido mais aberto, onde mesmo a Geologia está inserida¹⁶.

Parece irônico advogarmos em favor de uma área que pouco a pouco foi perdendo lugar nos currículos escolares¹⁷. Talvez o caminho seja este mesmo: as pesquisas acadêmicas devem apontar os caminhos/descaminhos percorridos pela Geologia, devem apontar seus benefícios para o aluno e professor (e cidadão), devem apontar maneiras para que seja revisto o lugar da disciplina na Escola. Neste sentido, concordamos com FANTINEL (2000, p. 28) que este movimento pode ser intensificado a partir de um redirecionamento dos interesses dos geólogos, do campo científico para a área de ensino, além de uma reformulação dos cursos de Geologia, visando a inserção da modalidade licenciatura.

Vários educadores contribuem com a pesquisa em ensino de Geociências ao mostrarem sua importância para a formação dos alunos da escola fundamental, tanto no Brasil (GOUVEIA, 1992, 1994; AMARAL, 1995; COMPIANI, 1996a, COMPIANI, 1996b, COMPIANI, 1996c; COMPIANI et al, 1996, CUNHA, 1986, 1995) como em outros países (ORION et al, 1996; DUSCHL, 2001).

Durante minha participação como bolsista no projeto a que nos referimos no início deste trabalho, pouco a pouco percebemos que as professoras que também participavam do projeto desconheciam muitas das singularidades das Geociências, que poderiam ser utilizadas como temas de suas pesquisas em sala de aula (SILVA, 1998).

Reconhecemos que o quadro não poderia ser diferente.

Quando PASCHOALE et al (1981) apresentam a retirada dos conteúdos geológicos de maneira gradual dos currículos de 1º. e 2º. graus, além dos cursos de formação de professores, os resultados não seriam menos caros. A este cenário, soma-se um fator para o qual FANTINEL (2000) vem muito pertinentemente chamar a nossa atenção: o conteúdo geológico não é deficiente somente nos níveis educacionais básicos, é também inexpressiva sua divulgação social.

¹⁶ Segundo GONÇALVES (1999), a partir do fim da década de 1950, observa-se uma alteração da visão clássica de ensino de Geologia. Como resultados dessa mudança, tem-se a inclusão na Geologia, dos estudos relativos ao espaço estelar, atmosfera e hidrosfera e, em segundo lugar, o quadro descritivo da distribuição de rochas e minerais dos continentes cedeu lugar ao estudo dinâmico do planeta inteiro. O novo enfoque vigente na década de 1960, teria sido denominado Geociências.

¹⁷ PASCHOALE et al (1981) mostram o desaparecimento gradual dos conteúdos geológicos dos cursos de licenciatura, e das disciplinas de 1º. e 2º. graus, desde o fim da década de 50 até a década de 70. Além disso, tal pesquisa reconhece que a Geologia nunca se constituiu como disciplina própria, mas sempre vinculada aos tópicos de Geografia e Ciências.

É claro que este fator interfere em alguma medida na relação entre a ciência e o conhecimento público, mas reflete-se também, na própria educação.

De fato, a Geologia, como também a Biologia, a Física e a Química não devem ser consideradas, do ponto de vista educacional, meros repertórios científicos, a serem ensinados a qualquer custo. Cada uma destas Ciências possui suas particularidades e, obviamente, tem muito a colaborar no aprendizado dos estudantes, o que confere importância a cada uma.

No caso da Geologia, COMPIANI et al (1996) argumentam que, em termos estritamente pedagógicos, a importância das Geociências relaciona-se à natureza mesma de seu conteúdo, que implica o uso e amplia as noções de espaço e tempo, de relações de causalidades, do argumentar e do narrar históricos e de uma visão menos antropocêntrica de natureza (COMPIANI, 1988, 1990, 1993 e 1996; GONÇALVES, 1989, 1990; COMPIANI & PASCHOALE, 1990; MASSA, 1994; BRUSI et al 1994; BEZZI, 1995, apud COMPIANI, 1996c). Também ORION et al (1996) ressaltam o pensamento científico, as dimensões do tempo e espaço, a educação ambiental e a natureza interdisciplinar das Geociências como algumas das considerações para se aceder ao alto potencial educacional das Ciências da Terra.

Contudo, o reconhecimento da importância das ciências da Terra deve ser seguido de uma alteração curricular, que, como sabemos, é fortemente calcada na Biologia, na Química e na Física. Essa alteração deve visar, ao nosso ver, a uma integração dos assuntos geológicos que buscam capacitar os cidadãos (futuros/pequenos) a viverem mais apropriadamente no nosso planeta. Isto implica não na mera apresentação dos conteúdos (da maneira que observamos no livro didático como veremos adiante, por exemplo), mas implica na introdução de um modo peculiar de pensar a Geologia/Geociências. Nossa intenção, a partir de agora, será apresentar algumas singularidades das ciências da Terra que cremos conduzir a este modo peculiar de pensamento.

...

“A Geologia investiga todos os processos naturais em suas inter-relações históricas. Processos contemporâneos não são mais do que um elemento no infinitamente longo processo de evolução...” (POTAPOVA, 1968, p. 3).

“A escala em Geologia varia do submicroscópico ao planetário e da estrutura dos cristais à estrutura da Terra” (HAGNER, 1970, p. 4)

“Talvez o fator mais importante para o progresso da Geologia tenha sido o desenvolvimento de um ‘bastidor geológico da mente’, que se adquire quase por necessidade no esforço cotidiano do pensamento acerca dos imensos períodos de tempo, unidades de matéria muito grandes e interação de variáveis complexas”. (HAGNER, 1970, p. 4)

...

Estas citações fornecem indícios para uma boa discussão em favor de uma maior atenção com a Geologia/Geociências nas salas de aula do ensino fundamental.

A citação de POTAPOVA (1968) nos mostra uma das mais importantes características da Geologia: seu caráter histórico. É de fato tão importante, que a Geologia pode ser reconhecida como uma ciência histórica da natureza¹⁸, concepção definida pela própria autora¹⁹.

Para PASCHOALE (1989, p. 22 e 23), o caráter histórico é o fato mais marcante da Geologia. Sua natureza histórica advém da inclusão do fator tempo, *“implicada pelo reconhecimento do vestígio, ou seja, objeto identificado na superfície terrestre como documento, nas explicações que esta ciência produz”* e sua gigantesca dimensão. Neste sentido, podemos perceber uma diferença entre esta e as ciências experimentais (por exemplo, a Física e a Química), à medida que para estas últimas, *“o espaço e o tempo não tem um papel significativo no processo de pensamento”* (FRODEMAN, 2001, p. 51).

¹⁸ Outras ciências históricas incluem a Cosmologia, a Paleontologia, a Antropologia e a História do Homem (FRODEMAN, 2001, p. 51), sendo que todas são definidas pelo papel que a explicação histórica desempenha no seu funcionamento.

¹⁹ Para a autora, em toda a Ciência deve-se distinguir o conceito “objeto de uma ciência” do conceito “objeto de investigação”. Assim, não se pode restringir o objeto de investigação geológico à crosta e sua superfície, uma vez que esta seria o mais imediato objeto de investigação. Por seu turno, o objeto da Geologia pode ser definido como o processo histórico-geológico. Assim, a Geologia deve ter em conta a história da Terra como um todo, considerando, portanto, também as suas esferas.

“Enquanto a explicação dentro das ciências históricas se vale de muitas das ferramentas comuns a todas as ciências (o modelo dedutivo nomológico de explicação (...), na explicação histórica permanece uma diferença fundamental e distintiva. Esta diferença, no que se relaciona à Geologia, pode ser caracterizada em termos de três pontos: o papel limitado ou a relevância dos experimentos de laboratório, resultando na dependência da Geologia a outros tipos de raciocínio; o problema dos tipos naturais (isto é, a questão de definir o objeto de estudo dentro da Geologia histórica); e a natureza da Geologia como uma ciência narrativa.” (FRODEMAN, 1985, p. 9)

Assim, enquanto nas ciências experimentais o espaço e o tempo não têm relevância para a formulação das explicações científicas, para as ciências históricas/geológicas a própria dimensão do tempo geológico produz uma maneira de se pensar nas explicações. Ora, a possibilidade de experimentação neste caso é impossível, pois o que seria a “prova” para uma ciência experimental, para a Geologia não existe tal proximidade. Como ter certeza acerca da idade de uma rocha. Ou ainda, sobre as ocorrências diversas de uma dada região. Além desta questão temporal, há o fator espacial, que só faz aumentar a complexidade do contexto geológico.

Em artigo de ROGERS (1983), encontramos um exemplo bastante elucidativo para esta relação espaço-temporal. Segundo o autor, encontra-se justamente nesta relação a estrutura do pensamento na Geologia. O exemplo dado pelo autor é o seguinte:

“A associação espacial entre as camadas sedimentares de rochas sedimentares e o sistema de montanhas têm importantes implicações temporais. Esta associação resulta de uma

seqüência de eventos que ocorrem em um grande período de tempo. Inicialmente, uma área é 'curvada para baixo' e preenchida com sedimentos. Depois, a mesma área é deformada e elevada para formar uma montanha. Os eventos são restritos a um espaço e forma uma seqüência no tempo com uma assimetria distinta” (p. 38).

Esta consideração do tempo, no momento de formular as explicações, pode remeter-nos a uma outra característica da Geologia/Geociência, que é o caráter hipotético destas explicações. Em outras palavras, o que conduz as explicações/pesquisas em Geologia, são justamente as hipóteses e teorias que buscam contar/entender a história do planeta. Esta história é contada considerando as marcas/formas produzidas devido a todo e qualquer processo que ocorreu na natureza. É justamente esta marca/forma o objeto de investigação geológico.

Este vestígio é sempre um índice²⁰ que indica um processo, que testemunha alguma ocorrência (geológica) no tempo (geológico). É este documento o gerador dos problemas ou questionamentos da Geologia, uma vez que nas ciências históricas, as causas e as conseqüências que giram em torno de um dado vestígio são o que alimenta as pesquisas da área. A preocupação, neste caso, é compreender e ordenar cronologicamente os fatos, a partir dos vestígios. Ocorre que ao encontrar os documentos, o especialista tenta reconstruir mentalmente/visualmente (dotado de tudo o que sua formação possa lhe prover) o que pode ter levado à formação destes documentos. Entretanto, a formulação de uma explicação não é algo simples e linear... Aqui, entra em cena um exercício do pensar geológico, que é a importância do levantamento de hipóteses para as explicações. Os fatos são intuídos à medida que o geólogo (no caso) interpreta vestígios, cria hipóteses com a intenção de explicar as causas a partir das suas conseqüências. As palavras de LEVESON (1988) sintetizam bem tais idéias:

²⁰ Segundo PASCHOALE (1990, apud COMPIANI, 1996b): “*Todo signo enquanto ocorrência material é um índice de algum objeto, mesmo que suposto ou provável, como um vestígio*”. Nas palavras de COMPIANI (1996b, p. 117), “*Rastros, pegadas, resíduos, remanências são todos índices de alguma coisa que por lá passou deixando suas marcas. O índice é sempre dual: ligação de uma coisa com outra. Os índices estão baseados nas relações naturais, causais entre os fenômenos e os seres, daí a representação de nuvem ser indicadora de chuva*”.

“(...) Quando o geólogo olha para a superfície, ele automaticamente, instintivamente, projeta o que ele viu atrás ou abaixo do próprio corpo de rocha. A partir de um mundo bidimensional, surge o tridimensional. Ao mesmo tempo, ele não pode divorciar o que observa de implicações da origem e da história. Ao mundo tridimensional é adicionada a dimensão tempo (...)” (p. 3).²¹

É assim que FRODEMAN (1985, p. 2001) considera a Geologia, não somente uma ciência histórica, mas também uma ciência hermenêutica. De maneira superficial, o autor nos lembra o significado de hermenêutica: *“O termo (...) significa teoria da interpretação; a hermenêutica é a arte ou ciência de interpretar textos.”* (p. 5). Chama nossa atenção para o fato de que o mundo inteiro é como um texto a ser lido, e isso gera uma maneira de perceber, conceber e agir sobre algo, que é estritamente dependente do conjunto de ferramentas, conceitos, expectativas e valores que trazemos até este algo.

“Quando aplicamos esta questão à Geologia, torna-se claro que o entendimento geológico é melhor compreendido como um processo hermenêutico. O geólogo atribui diferentes valores aos vários aspectos do afloramento, julgando quais características ou padrões da rocha são significativos e quais não o são. Examinar um afloramento não é simplesmente uma questão de ‘dar uma boa olhada.’ O geólogo

²¹ Aqui, é possível retomarmos o que foi discutido na capítulo 1, acerca do perceptivo e do racional. A história construída a respeito de um problema geológico envolve, conjuntamente, o reconhecimento/discernimento de formas, que chamamos acima de índice e que indica um certo processo. Nesse sentido, a identificação de uma forma como sendo significativo para compor uma explicação exige que seja operado, segundo COMPIANI (1996b) todo um arcabouço de experiências passadas entre feições e informações de processos contemporâneos para capacitar a mente observadora-interpretadora a perceber que tais feições são indicativas de um processo passado. Além disso, deve-se transformar esta forma num símbolo, este, portador de códigos capazes de desvendar as relações de causa de sua origem. Desta curta explicação, é possível percebermos um pouco do exercício do raciocínio geológico que, ao nosso ver, é bastante importante para propiciar as habilidades destacadas por Arnheim, na mente do estudante.

*extrai das pistas do passado eventos e processos,
de maneira análoga à que o médico interpreta os
sinais de uma doença ou à que o detetive constrói
um caso circunstancial contra um acusado.”*
(FRODEMAN, 1985: 6).

Deste modo, parece claro que a superfície observada não é somente aquilo que se observa... É, sem dúvida, o olhar treinado a ver o que se espera ver. Uma soma de observação e interpretação, mas também abstração e intuição. O que se produz, após este incessante exercício, é uma **narrativa** que constrói uma história, ou mesmo que se integra numa história, somente agora ordenada cronologicamente.

Uma vez tendo claro um pouco sobre a importância do exercício de raciocínio geológico (aqui, não podemos deixar de destacar que a Geociência, em muitas vezes, faz uso de observações diretas, de laboratórios e outros instrumentos para buscar sua resposta), daremos seguimento a alguns aspectos que podem e devem ser ensinados, a partir das ciências da Terra ou em associação com outras disciplinas.

2.1.1 Quais as contribuições das Geociências para o ensino fundamental?

Sem dúvida, as características ora expressas correspondem a idéias bastante complexas. Se as Geociências não possuem tradição no ensino fundamental, defender sua inserção pura e simplesmente usando este pequeno comentário sobre a área é inviável. Carece que reforcemos e justifiquemos esta inserção, mostrando como tais idéias são importantes para certos desenvolvimentos do estudante.

Entretanto, quando um dos pontos do trabalho é a importância das Geociências para a formação dos alunos de escola fundamental, esbarramos com uma maneira de pensar a Geologia e o seu ensino um tanto quanto arraigada, principalmente no meio geológico. Em artigo de COMPIANI (1996b, p. 124) vimos que a maioria dos geólogos considera que a natureza sintética e complexa do conhecimento das Geociências seja impeditiva para o ensino fundamental. De fato, ensinar conceitos como estes para estudantes deste nível, privilegiando um corpo hierarquizado de conhecimentos, adotando métodos determinados pela racionalidade e pelo tecnicismo, pode trazer enormes prejuízos para o estudante. Aliás, não é somente no ensino dos tópicos geológicos

que esta maneira de transmitir/reproduzir idéias junto aos alunos pode, antes de ser benéfica, reverter num péssimo entendimento da ciência, tanto conceitualmente, quanto ideologicamente, como já falamos no capítulo 1.

Ora, se esbarrar no não manipulável, é inevitável, então encaremos esta inevitabilidade e passemos a trilhar, junto aos educadores e educandos, maneiras de se trabalhar com tais temas. Encaremos, pois, todas essas características que soam como os problemas para se ensinar, entre elas, a carência de dados, a falta de controle experimental, as grandes escalas temporais e as transformações geológicas, a dificuldade de fazer observações diretas (...), como um ponto de partida instigante – para educadores, como também para educandos -. É de se destacar as palavras de ORION et al (1996):

“As ciências da Terra estimulam os alunos para serem os detetives científicos através do desenvolvimento de habilidades intelectuais e práticas, atitudes e metodologias, relacionadas a solucionar problemas”.

“A função da conjectura, a criação de hipóteses de trabalho múltiplas, a proposta investigativa, a formulação de observações relevantes, o desenvolvimento de uma variedade de habilidades de registro: fazer prognósticos, testar idéias, inferir, interpretar e comunicar as descobertas; indução, dedução e falsificação todos têm sua função” (p. 126).

Deve-se lembrar as palavras de Hagner: se de fato a Geologia conseguiu produzir um bastidor geológico da mente, e este processo foi muito importante para o progresso da ciência geológica, então, porque não utilizarmos, partes ao menos, daquilo que se produziu neste bastidor no ensino?

As próprias características geológicas são as pistas para se trabalhar com alunos de ensino fundamental. Em outras palavras, cremos que o “Fazer Geologia” pode ser bastante próximo do

“Ensinar Geologia - no ensino fundamental”. Pois, em sala de aula, podemos explorar, sempre que possível a observação e a interpretação do alunado. Além disso, outras habilidades podem ser resgatadas, como por exemplo, o levantamento de hipóteses, a visão espacial, a coleta e o registro de dados etc...

A idéia do Fazer Geologia é retirada de um artigo de PASCHOALE (1984), onde o autor denomina que

“a prática, ou o fazer Geologia, é um processo de construção de interpretantes, de produção de signos. Ao atribuir significados a feições observadas no planeta, ao associá-las em cadeias explicativas, ao montar teorias e propor testes, o geólogo vai, dialeticamente, aumentando seu conhecimento sobre o planeta, pois através dos sistemas sógnicos existentes ele se apropria desta realidade, produzindo outros sistemas sógnicos, num processo sem fim.” (p. 246)

Apesar do enfoque marcadamente semiótico, esta citação tem muita relação com esta discussão. À medida que o estudante pratica os exercícios geológicos, ele toma posse do conhecimento do planeta, mas também, adquire habilidades que raramente são proporcionadas por outras disciplinas (não por falta de potencial, mas pela própria tradição destas).

COMPIANI (1996a) acredita que crianças do ensino fundamental possam ser iniciadas no exercício de causas e efeitos mais distantes temporal e espacialmente, além da possibilidade de se exercitar a explicação de fenômenos de causas diversas, de modo a construírem-se raciocínios mais complexos e diferentes da causalidade linear e simples. Sem dúvida, isso expressaria uma válida tentativa de se modificar uma das regras habituais do raciocínio causal cotidiano dos alunos, que é a contigüidade espacial e temporal entre causa e efeito.

Além destes aspectos, a Geologia/Geociências, dentro da concepção histórica, pode ser um instrumento valioso para se tratar a questão ambiental, desde a apropriação da natureza pelo homem, até sua importância no momento histórico atual, dado os diversos impactos ambientais.

Quando Potapova estrutura o conceito de natureza de modo abrangente, histórico, orgânico, deixando transparecer os veículos da esfera da produção social (a noosfera) com as outras esferas, cremos que estamos a meio caminho andado de um melhor entendimento da apropriação da natureza pelo homem. Pois, e novamente utilizaremos as palavras de COMPIANI (1990):

“tal concepção possibilita, sob a ótica geológica, uma visão integrada de nosso planeta, além de buscar, numa construção sem fim, a totalidade da história da Terra, o que facilita a nossa compreensão da Terra como algo que possui uma história da qual fazemos parte” (p. 109).

Ora, reconhecer que o planeta está em constante modificação pode não ser difícil, mas entender tal questão, associando-a à questão temporal geológica e, principalmente, reconhecer-se inserido neste ambiente antigo e em evolução talvez seja algo mais complexo. É neste sentido que podemos ensinar Geologia para estudantes de quinta série: reconhecer-se como parte do planeta e, mais do que isso, como parte do processo histórico no qual ele está inserido pode propiciar novas referências para refletir a problemática ambiental que atualmente vivemos. Agindo desta maneira, é possível que a educação ambiental do estudante seja orientada para uma tendência menos antropocêntrica, mais crítica e contextualizada historicamente, dotada de preocupações sociais e ambientais.

No que diz respeito especificamente à utilização de recursos naturais, a Geologia/Geociência pode favorecer um conhecimento mais detalhado destes, desde sua localização até a previsão do esgotamento destes recursos.

Não se pode deixar de considerar uma outra vantagem do ponto de vista educacional apontada por ORION et al (1996), relacionada à natureza interdisciplinar das ciências da Terra. Em geral, os processos físicos e químicos e os princípios e processos biológicos e ambientais são utilizados para explicar os fenômenos geológicos relacionando o presente e o passado. Esta característica interdisciplinar nos conduz ao entendimento da Geologia como uma ciência que consegue integrar as diferentes áreas de conhecimento. E isto é interessante à medida que reconhecemos que na natureza todos os fenômenos ocorrem integrados, isto é, nenhum fenômeno

é originariamente físico, ou químico, ou biológico, ou ainda geológico. Aliás, sobre isto, PASCHOALE et al (1981, p. 161) destacam que, devido à visão sincrética de mundo das crianças da escola de 1º. grau, ela está mais próxima de um entendimento integrado deste, do que de uma visão compartimentalizada. Estes autores chegam mesmo a propor que o elemento integrador mais natural é a própria Terra, analisada nas suas diversas escalas espaço-temporais.

2.1.2. Para finalizar

Esperamos ter destacado para o leitor alguns exemplos de onde pode atuar a Geologia/Geociência no ensino fundamental. Esteve longe de nossas pretensões promover um quadro completo das potencialidades das ciências da Terra. Nossa intenção era demonstrar o quanto pode ser interessante fazer uso das potencialidades das Geociências na Escola. O quadro foi geral e não nos preocupamos em apresentar empiricamente os frutos desta abordagem. Para isto, podemos recorrer a COMPIANI (1996a, 1996b, 1996c). Contudo, reconhecemos que ensinar Geociências não é simples. Justamente por não possuímos disciplinas básicas destinadas a esta área, a maior parte dos professores são direcionados para uma visão elementar e carente das Ciências da terra, similar àquela que encontramos nos manuais didáticos, como o leitor poderá ver nas páginas seguintes.

O objetivo principal desta seção foi, em primeiro lugar, insistir na importância das Geociências para os estudantes e, posteriormente, promover as bases sobre as quais estaremos analisando as imagens (e textos) destinadas a ensinar Geociências, nos livros didáticos. Assim, quando PASCHOALE (1984) argumenta em favor desta área para buscar a alfabetização da natureza, tentamos justamente elencar os elementos que contribuem para tal alfabetização para, a partir de então, nos direcionarmos à análise das imagens.

2.2 As Geociências e as imagens

É bastante conhecida a importância desempenhada pelas imagens na prática geológica. Alguns autores discutem esta questão, ligando a temática ao ensino (AMADOR, 1998), à construção da ciência geológica (RUDWICK, 1976) e, às vezes, enfatizando a linguagem visual como mais um meio de comunicação das ciências da Terra (ENGELHARDT & ZIMMERMANN, 1988).

2.2.1 Um comentário sobre os caminhos da Geologia junto aos caminhos da imagem

Discutir esta questão implica posicionar-se quanto ao próprio surgimento da ciência geológica. Discordamos, assim como PASCHOALE (1989, p. 13), da posição de diversos autores que determina o surgimento da Geologia por volta de 1815 ou 1830, com a publicação dos *Princípios de Geologia* de C. Lyell. Segundo o mesmo autor, posições como estas estão ligadas à noção da ciência como um corpo estruturado de conhecimentos. Cremos que este tipo de opinião coloca de lado a construção histórica da ciência, que é, sem dúvida, a responsável por um verdadeiro entendimento sobre a maneira que se iniciou, se ergueu, se solidificou, se relacionou, enfim, uma ciência.

Neste mesmo trabalho de PASCHOALE (1989, p. 14), encontramos uma citação de PORTER (1980, p. 216 e 217, apud PASCHOALE, 1989, p. 14) que ilustra claramente nossas concepções sobre o surgimento da Geologia (e por extensão, de qualquer outra ciência):

“(...) a ciência da Geologia – ou por implicação qualquer ciência, ou empreendimento intelectual similar – é um construto altamente complexo de instituições formais e informais, práticas, padrões, crenças e fatos, forjados durante o tempo. A própria noção, Geologia, é um artefato, não disponível em meados do séc. XVII, mas modelada até o início do séc. XIX (...) Considerar que descobertas particulares ou individuais – digamos, por exemplo, Hutton ou Smith – criaram ou fundaram a ciência seria ignorar todas as estruturas que tornaram seu trabalho possível.

(...)

Através do final do séc. XVII e por todo o séc. XVIII, fatos estavam sendo estabelecidos, e perspectivas desenvolvidas, perturbadas ou modificadas. Pelo início do séc. XIX um claro conceito de Geologia estava se formando. Mas

isto não era – apesar da autoconsciência contemporânea – um distanciamento do passado. Era o passado dando frutos (...)”.

A ligação desta discussão às imagens encontra-se na postura de alguns autores em creditar a estas últimas um papel chave no surgimento da ciência geológica. Porém, tais autores se referem à Geologia existente a partir do séc. XVIII e não àquela produzida cerca de vinte séculos antes, que, por sua vez, ainda não gozava de nome próprio, nem tampouco de uma instituição reconhecida no campo científico. De fato, as imagens começam a ser utilizadas **vigorosamente** a partir do século XVIII²² (AMADOR, 1998).

Considerando o que foi dito por Porter, AMADOR (1998) nos explica que, ao tratarem de aspectos que hoje pertencem à Geologia, alguns textos clássicos, gregos e romanos, assim como as escrituras bíblicas utilizam um discurso quase exclusivamente verbal. Exemplifica este fato com uma descrição feita por Plínio (23 – 79 D.C.) a respeito das amonites:

“(...) o corno de Amon, pela sua cor dourada, (está situado) entre as pedras mais preciosas mais sagradas da Etiópia, parecendo-se a um corno de cordeiro: garantem que produz, em sonhos, visões proféticas” (ELLENBERGER, 1989, apud AMADOR, 1998, p. 23)

Em seguida, a autora diz que nenhum dos autores daquela época teve a preocupação em comparar fósseis entre si, o que possivelmente se explica devido à não elaboração de reproduções gráficas das conchas e dos moldes fósseis.

Além deste aspecto, um outro de ordem técnica vem explicar a falta de uma linguagem visual para as descrições da época. Os textos eram copiados à mão, o que os tornavam exemplares raros. Na Idade Média, apesar de já serem realizadas transcrições de livros antigos, a imagem continua a não ter um papel significativo. Foi somente após a invenção da imprensa em

²² A explanação que faremos encontra-se bastante resumida. Baseia-se nas descrições feitas por AMADOR (1998), em *As imagens no ensino de Geologia*.

1450 que os livros passaram a ser instrumentos mais acessíveis. Associada a esta invenção, temos o surgimento da técnica da gravura em madeira, e posteriormente, a gravura em cobre, que aparece em fins do século XVI que permite a difusão da imagem (AMADOR, 1998, p.23).

São desta época as representações de fósseis, como as gravuras de Conrad Gesner (1516-1565) que, apesar de serem consideradas uma inovação em termos iconográficos, são bastante rudimentares tecnicamente, gravadas em madeira. Tais imagens possuíam um objetivo taxonômico, mas, segundo aponta RUDWICK (1987), o próprio Gesner estava consciente da importância do que fazia, já que afirmou que incluía – em sua obra *On Fossil Objects* – todas as ilustrações possíveis, para que os estudantes pudessem reconhecer com maior facilidade objetos que são difíceis de serem descritos claramente com palavras.

O Período Renascentista, por sua vez, assiste a uma redescoberta da Natureza, uma vez que esta passa a ser analisada pela intensa observação, afinal, *“a progressiva e radical renovação da Cultura Ocidental que se irá desencadear a partir do Renascimento, baseada numa atitude diferente perante a natureza, implica que esta, daí para a frente, fosse analisada, medida, seccionada, decomposta e recomposta através de um processo ativo de observação”* (AMADOR, 1998, p. 24). Segundo a mesma autora:

“A passagem de uma cultura fundada em textos, tanto mais autorizados quanto mais antigos, para uma outra fundada na observação direta dos fenômenos naturais, veio privilegiar e aperfeiçoar os instrumentos que permitiam esta observação e, ao mesmo tempo, os meios aptos para comunicar coerentemente os aspectos investigados, que eram, sobretudo, descritivos. Deste modo, assistimos a um desenvolvimento das formas de representação iconográfica.” (p. 24)

É interessante suspeitar que, ao introduzirem a perspectiva central, os artistas do Renascimento estariam preparando a revolução científica que se seguiu. EDGERTON (1980, apud AMADOR, 1998, p. 25) afirma que *“Galileu não poderia ter chegado às conclusões a que chegou,*

se tivesse vivido na China durante a Dinastia Ming”, uma vez que ele necessitou de uma determinada educação visual que passava pela familiaridade com imagens que utilizam a perspectiva central, possível nesta época somente na Europa Ocidental. ZIMAN (1981, apud AMADOR, 1998, p. 25), com respeito à Geologia, diz que sua aparição no séc. XVIII só foi possível devido à criação de uma linguagem visual, através da qual se tornou viável a comunicação dos conteúdos desta nova Ciência.

Para AMADOR, o renascimento, no caso específico da Geologia, pode ser visto como precursor dos sistemas teóricos surgidos nos séculos XVII e XVIII. O exemplo utilizado refere-se a Nicolaus Steno (1638-1687) como o *“primeiro a intuir a lei da constância dos ângulos interfaciais dos cristais e, por isso, considerado um dos fundadores da Cristalografia”* (p. 25). Além disso, a geografia descritiva e a cartografia tiveram uma maior atenção por parte dos cosmógrafos através da descoberta do Novo Mundo, uma vez que a preocupação era registrar graficamente o que era observado nos territórios descobertos.

No que concerne à Geologia:

“ (...) também domina a preocupação pela ordenação e classificação da realidade visível, sem no entanto existir uma intenção integradora dessas observações, quer temporalmente quer no estabelecimento de relações espaciais entre os objetos representados. Os registros que então foram feitos tiveram por principal objetivo o conhecimento da obra de Deus, podendo-se mesmo afirmar que as imagens produzidas neste período foram uma forma do Homem ilustrar as escrituras sagradas” (p. 26).

Em fins do séc. XVII e início do séc. XVIII surgem as primeiras grandes teorias sobre a Terra, baseadas em textos clássicos e/ou sagrados. A iconografia que expressa tais teorias encontra-se mais esquemática.

A partir da segunda metade do séc. XVIII é que se assiste ao aumento do número de observações, e isto levou ao surgimento de formas de representação que passaram a registrar os dados recolhidos (AMADOR, 1998). Sobre esta época, RUDWICK (1976) traz em sua obra: *The emergence of a visual language for geological science*, uma referência bastante completa que cerca toda a construção visual para a Geologia. Segundo o autor, nos tópicos que abordam o que estaria por ser a Geologia, presentes em jornais e livros do fim do séc. XVIII, observa-se uma escassez e pobreza na qualidade de suas ilustrações. Uma observação similar do material publicado a partir de 1830 traz uma mudança: os textos agora seriam complementados com mapas, secções, paisagens e diagramas de todos os tipos. Assim,

“Durante o período em que a Geologia surgiu como uma nova disciplina auto-consciente, com seus objetivos intelectuais claramente definidos e suas formas institucionais bem estabelecidas, houve então uma comparável emergência do que eu chamaria uma linguagem visual para a ciência, a qual é refletida não somente por um aumento dos tipos de ilustração, mas também, um grande aumento na sua quantidade absoluta” (p. 150).

A representação visual em Geologia se desenvolveu a ponto de representar diferentes tipos de fenômenos, *“não somente espécies que poderiam ser estocadas (...)”*, mas *“também a configuração da topografia, e a penetração desta topografia para uma imagem tridimensional da estrutura da crosta da Terra”* (p. 151 e 152). Não obstante,

“estas formas de comunicação visual não atuaram simplesmente como suplementos da descrição e dos conceitos verbais; menos ainda eram tidas como meros elementos decorativos.

Elas constituíam parte essencial de um modo de comunicação verbo-visual integrado” (p. 152).

Neste artigo, RUDWICK percorre algumas das técnicas utilizadas a partir do fim do séc. XVIII, mostrando como a ciência geológica se constituiu, se estruturou, à medida que tais técnicas se desenvolveram.

Como um rápido exemplo podem ser citados os mapas geológicos. À medida que aumentava o número de observações, surgiam também novas maneiras de se registrar os dados recolhidos. Esta passagem de um mundo real para um mundo em duas dimensões, exigiu a criação de regras e convenções, que permitissem relacionar escalas espaciais reais, isto é, vistas em campo, com as representações escalares menores e em duas dimensões. Buscando relacionar tais problemas, surgem os primeiros mapas geológicos. Rudwick nos aponta que os primeiros deles foram elaborados com objetivos econômicos e militares.

Com os avanços das técnicas, também os autores de livros alteravam suas maneiras de relacionar texto e imagem: apesar da consciência visual existente entre os autores da época, a oportunidade de integrar as imagens entre os textos traz nova luz à maneira de se trabalhar com as imagens, e também à maneira de se receber esta estrutura integrada. Em outras palavras, os novos modos de comunicação trouxeram consigo novas formas de percepção dos dados recolhidos.

Se reconhecermos que a maior parte das ciências faz uso e dependem da expressão visual para a comunicação científica, bem como para o seu ensino, na Geologia a expressão visual diz muito sobre a própria história de concretização desta ciência. O leitor percebe que esteve longe de nossas pretensões apontar uma historiografia mais completa sobre as ciências geológicas e a imagem. Na realidade, este texto pretende, tão somente, ilustrar a importância da imagem para o desenvolvimento da Geologia. É claro que, como apontou Rudwick a respeito de Gesner, muitas destas imagens tiveram crucial importância para o entendimento didático da ciência que estaria em formação. Na época de Gesner, as imagens pareciam substituir o real, segundo aponta o próprio, ou ainda, como apontou Amador, possuíram importância taxonômica. Outras, como dos modelos de interior da terra, pretendiam configurar modelizações para a natureza, fornecendo explicações de lugares e/ou objetos que não eram visíveis. Parece assim, que ao longo da

história, a linguagem visual acompanhou o desenvolvimento científico e técnico, numa estrutura conjunta e coesa, que potencializou a produção de explicações acerca dos fenômenos naturais.

2.2.2 O ensino das Geociências e as imagens

Este é o momento de se destacar algumas características das Geociências, relacionando-as às imagens, numa tentativa de mostrar como pode ser mais interessante, no processo ensino-aprendizagem desta área, fazer uso da linguagem visual.

Para isso, COMPIANI (1996b) nos alerta de que:

“(...) O recurso visual amplia as possibilidades de se trabalhar com a dimensão gigantesca do espaço e tempo. Também de se trabalhar a grande variedade de escalas observáveis (da micro à macro, até à astronômica), onde temos uma gama enorme de formas diversas que vão desde o Universo visível, a Terra, os continentes, suas estruturas, rochas, minerais até a estrutura cristalina e química da matéria. Fora isto, temos o problema que a Geociência compartilha com todas as outras ciências, que é o da representação das explicações que, normalmente, é apresentada em duas dimensões (o papel), quando sabemos que o mundo se apresenta em três dimensões com, pelo menos, mais uma outra quarta dimensão: o tempo” (p. 118).

Neste estudo, o autor relata a experiência de se ensinar a formação do Universo para alunos de 5ª. série. Apesar de todo o reconhecimento teórico de que a linguagem visual é de fato um instrumento que facilita a mediação dos assuntos geocientíficos e o pensamento do educando, a inserção desta linguagem, ou a melhor maneira de utilizá-la, foi apresentada mesmo pelos alunos. Assim, ao pedir aos alunos para elaborar uma estória sobre a formação do Universo,

diversos deles construíram histórias em quadrinhos. Esta invenção dos alunos mostrou-se bastante coerente no momento de relacionar o verbal e o não-verbal, num assunto altamente complexo. Parece que os estudantes souberam usar ambas as linguagens, numa tentativa de simplificar a complexidade do fenômeno em questão.

A expressividade da imagem para as Geociências é tão alta, que em muitas vezes os estudantes entendem os gráficos, mapas e diagramas como sinônimos da própria Geologia (AMADOR, 1998). Nas palavras da autora: *“esta identidade comprovada entre uma disciplina e os seus instrumentos é significativa da importância que as imagens possuem nesta área de conhecimento”* (p. 22).

Quando folheamos um livro de Geologia Geral ou, de maneira mais ampla, Ciências da Terra, é possível destacarmos diferentes tipos e usos para as imagens. Veremos que elas podem ser usadas como elementos ilustrativos, como complemento do texto, mas destacam-se mesmo, quando usadas para a comunicação clara e concreta de um conteúdo. Quando folheamos um livro didático, isto não é diferente. Como descrever o interior da Terra, sem recorrer à divisão em camadas concêntricas? Como apresentar as distintas e antigas disposições continentais sem recorrer à sequência de globos? Como explicar o ciclo hidrológico sem recorrer aos conhecidos esquemas? De que maneira falarmos da circulação atmosférica sem nos utilizarmos daquele globo contendo flechas que indicam a orientação dos ventos?²³ Em cada um destes exemplos, está implícita uma maneira de fazer uso dos desenhos, esquemas e/ou mapas. Fica clara também a quantidade de tipos de imagens existentes, tanto nos livros didáticos para o terceiro grau, quanto para o primeiro.

Neste sentido, ENGELHARDT e ZIMMERMANN (1988) afirmam que *“uma das peculiaridades dos textos geocientíficos é que eles não são expressos somente através da linguagem verbal, mas contam também com representações não verbais, como fotografias, desenhos, gráficos e mapas”* (p. 51). Continuam descrevendo de que maneira ocorre a integração texto-imagem:

“A relação das partes não-verbais do texto com o verbal varia consideravelmente, indo desde um

²³ Devemos destacar que não estamos advogando em defesa destas imagens para se trabalhar os diferentes conteúdos. Na realidade, deve-se reconhecer a ampla utilização destas imagens (tanto por livros de ensino básico quanto por livros de ensino superior) e reconhecer também o potencial de cada uma para a construção de cada conceito.

artigo ilustrado em que as expressões verbais são explicadas, clarificadas ou meramente adornadas pelos signos não-verbais, até um mapa geológico, em que a informação é expressa quase inteiramente com formas não-verbais...”²⁴ (p. 51).

Apesar disto, é interessante não relegarmos ao abandono a expressiva importância da linguagem verbal para os construtos em Geociências. Quando aclamamos um cuidado com a linguagem visual, ela está em acordo com a linguagem verbal, como apontamos acima. Aliás, somente um texto bem construído e bem articulado às imagens consegue comunicar devidamente um certo conteúdo. COMPIANI (1996b) ilustra bem esta idéia com a seguinte citação:

“O verbal e o visual são de importância vital nas Geociências. O visual junto com o verbal tem a capacidade de possibilitar mais facilmente a mediação do singular que a imagem potencialmente representa com o enunciado que o verbal representa” (p. 113).

Ao fazer referência ao termo mediação do singular, o autor apóia-se no exemplo de PASCHOALE (1984), através da imagem de um granito. Segundo este último, esta imagem do granito revela a mediação entre um corpo rochoso singular e o conceito de granito. Vale aqui, um esclarecimento, através das palavras de ARNHEIM (1980, p. 89, apud COMPIANI, 1996b, p. 112),

“De um modo prático, a configuração (forma de um conteúdo) serve, antes de tudo, para nos informar sobre a natureza das coisas através de sua aparência externa. O que vemos da

²⁴ Tendo em vista esta diversidade de funções das imagens, estes autores classificam as imagens geocientíficas, a partir de classificações que derivam do campo da lingüística. Sendo assim, as imagens podem possuir função referencial, função metalingüística, função intencional e função apelativa. No próximo capítulo, encontramos uma descrição destas funções.

configuração, cor e comportamento externo de um coelho nos diz muito sobre sua natureza”.

É assim que “*a percepção e a concepção deste granito passará pelo espacial. Dependendo da foto, do ângulo, etc, o granito estará representado pelos elementos visíveis*”. Mas, “*perceber e conceber o granito também passará pelo verbal. Ao mesmo tempo, o granito nos fala sobre o seu individual, como também nos instrui sobre todos os granitos*” (COMPIANI, 1996b, p. 112-113).

Ora, no ensino de Geologia/Geociências esta idéia é muito pertinente. À medida que diversos fenômenos e objetos não são visualizáveis, senão na sua configuração, esta, quando bem trabalhada permite aceder à própria natureza dos fenômenos e/ou objetos em questão.

Ao considerarmos as escalas espaciais e temporais gigantescas, as constantes formulações de modelos para explicar teorias que não são manipuláveis em experimentos de laboratórios, as formulações de hipóteses de trabalho, enfim, a complexidade do objeto e dos fenômenos, bem como a maneira de se raciocinar, percebemos que as imagens são elementos essenciais da prática geológica, como também das práticas de ensino da Geologia/Geociências. A formulação da linguagem visual, concomitantemente ao entendimento/surgimento da ciência geológica é o indicador mais preciso desta estreita e dependente relação.

Para finalizar, podemos resumir tudo o que foi dito com as seguintes palavras: as características mais marcantes que dizem respeito à Geologia, isto é, seu caráter de ciência histórica, além da dimensão do fator tempo, isto é, o tempo geológico, podem ser ativamente explorados quando se utilizam as imagens. Assim, as explicações produzidas por esta ciência advêm da identificação de um documento, do reconhecimento de um vestígio que se encontra na superfície terrestre. Não se sabe em que tempo esse documento foi produzido, e isto faz com que a questão temporal tenha papel fundamental nas explicações. Justamente por causa desta característica, a possibilidade de demonstração (ou) verificação da explicação proposta é impossível como nas ciências físicas. É isso que proporciona a complexidade dos objetos e fenômenos em Geologia. E é por isso que devemos ampliar os modos de linguagem. Pensemos na imagem como um dos modos possíveis de linguagem e poderemos perceber que ela ocupa bem qualquer um dos pontos que citamos acima: as paisagens antigas podem ser representadas por imagens, podem-se identificar objetos e lugares por meio de imagens, pode-se explicar algo

por meio de imagens, etc. Quando COMPIANI (1997) chama a atenção sobre a necessidade da exploração de outras formas de linguagem, está se referindo às ciências de uma forma geral. Entretanto, não deixa de nos lembrar da especificidade das Geociências:

“Discutir alternativas ao reinado da escrita é fundamental para abriremos nosso olhar para novas potencialidades da cognição e do contexto escolar, principalmente para nós, geocientistas, que sabemos da relevância no ensino de Geociências da abstração, das narrativas históricas, dos raciocínios visuais e espaciais, do uso de analogias e modelos etc.”.(p. 329)

O projeto *Geociências e a Formação Continuada de Professores em Exercício no Ensino Fundamental* deu mostras diversas desta intrínseca relação, quando as professoras iniciaram o desenvolvimento de suas pesquisas. Era inevitável que a temática dos diversos projetos não esbarrasse na questão visual e determinasse, assim, o próprio andamento da pesquisa. Para sermos mais claros, as representações visuais foram utilizadas em diversos momentos das aulas, para colher idéias prévias sobre o assunto em questão, para desenvolver a aula, para demonstrar algo, para questionar sobre algo dito pelos estudantes, por exemplo. Para ter acesso à íntegra de alguns destes trabalhos deve-se recorrer a TEIXEIRA e COMPIANI (1998); SOUZA e COMPIANI (1998); SUGAHARA e COMPIANI (1998).

Com este breve texto, esperamos ter esclarecido que, ao ensino da Geologia/Geociências não basta somente a linguagem verbal. Também não parece ser suficiente a linguagem visual. Vimos que ambas podem ser relacionadas a fim de produzir explicações mais contextualizadas ao estudante.

3. ANALISANDO OS LIVROS DIDÁTICOS

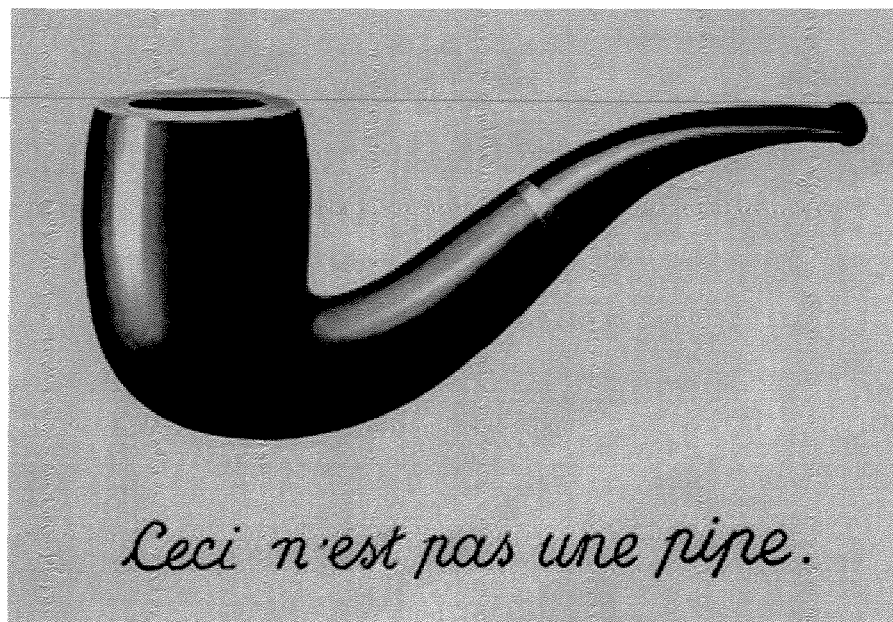


Fig. 3.1

Nesta seção, primeiramente faremos uma apresentação dos materiais que analisamos. Contemplamos aspectos que julgamos importantes não só pelo assunto da pesquisa, mas devido à importância do esclarecimento para o objeto de análise em questão. Em seguida, apontamos a avaliação que as coleções aqui trabalhadas receberam do PNLD, em 2002 e, posteriormente, apresentamos um esboço dos livros contemplados na análise.

A análise, propriamente dita, iniciar-se-á com a justificativa da escolha do tema analisado, em seguida uma quantificação das imagens mostrando a proporção em relação aos textos. Posteriormente, faremos um “mergulho” por entre as imagens e textos que tratam do assunto selecionado, respeitando os pressupostos teóricos levantados no início desta dissertação e, conjuntamente, classificaremos as imagens segundo as categorias, que a seguir serão expostas. Para finalizar, ressaltaremos alguns aspectos das imagens, relacionando-os a algumas das características das Geociências, como maneira de responder à questão proposta no último dos objetivos: discutir possíveis relações entre textos e imagens, avaliando se, de fato, as imagens auxiliam na comunicação dos aspectos geocientíficos e estão em acordo com o texto.

3.1 Que livros analisar?

O quadro 3.1.1 mostra as coleções a que pertencem cada um dos livros analisados:

Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino, ed Ática	5ª série	O Meio Ambiente	59ª ed, 19
	6ª série	Os Seres Vivos	50ª ed, 19
	7ª série	O Corpo Humano	50ª ed, 19
	8ª série	Física Química	43ª ed, 19
Demétrio Gow- Dak e Eduardo Martins, ed FTD ²⁵	5ª série	Planeta Terra, Ambiente Físico, Ecologia,	1996
	6ª série	Introdução à Biologia, Biodiversidade, Ecologia	1996
	7ª série	Anatomia e Fisiologia Humanas, Hereditariedade, Ecologia	1996
	8ª série	Matéria, Energia, Ecologia	1996

Quadro 3.1.1: Coleções a que pertencem os livros analisados

²⁵ Na coleção de Demétrio Gowdak e Eduardo Martins não encontramos os dados referentes à edição.

Tendo em vista o grande volume de livros a serem analisados, selecionamos somente um livro de cada uma das coleções. Desta forma, privilegiamos os livros referentes às 5^{as} séries, já que é este o nível em que o conteúdo geológico mais aparece. Isto nos possibilitou maior disponibilidade de temas a serem escolhidos.

Deve ser enfatizado que, embora apareça também em outras séries, quando este é o caso, a Geologia/Geociência encontra-se mesclada entre os conteúdos. Diferentemente do que acontece na quinta série, em que encontramos capítulos inteiros tratando apenas de conteúdos geológicos.

Tais livros foram selecionados por se tratarem dos volumes mais utilizados pelas professoras participantes do projeto *Geociências e a Formação Continuada de Professores em Exercício no Ensino Fundamental*. O livro de Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino e o de Demétrio Gowdak e Eduardo Martins foram os que se sobressaíram nesta seleção.

3.2 Pequeno esboço dos livros didáticos analisados

A idéia aqui é apresentar, resumidamente, a organização interna de cada um dos livros. Com essa apresentação, pretendemos esclarecer parcialmente, a macroestrutura²⁶ dos livros, uma vez que nossa proposta, agora, é mostrar quais são os tópicos trazidos pelos livros e de que maneira estes tópicos se articulam para apresentar os diversos temas.

Devemos destacar a situação das obras analisadas, dentro do sistema de avaliação de livros didáticos de que dispomos, o PNLD. O texto introdutório do Guia de Livros Didáticos pode ser encontrado no endereço: <http://www.fnnde.gov.br/pnld/guia/guia2002/000/introdução.htm> (10/04/02), de onde é possível encontrarmos *links* para a obtenção da publicação completa do Guia de Livros Didáticos de 5^a à 8^a séries de 2002.

Desta forma, das duas coleções aqui analisadas, temos reprovada a coleção de Demétrio Gowdak e Eduardo Martins, uma vez que não constam da listagem existente no Guia. Diferentemente, a coleção de Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino foi inserida no Guia, com apenas uma estrela. Esta estrela é uma convenção gráfica adotada como indicativo de uma obra

²⁶ A macroestrutura de um texto pode ser entendida como uma representação abstrata da estrutura global de significado de um texto. Nas palavras de VAN DIJK (1996) ela “designa uma estrutura de tipo global, que é relacionada a estruturas mais específicas, em níveis inferiores” (p. 56) e proporciona uma hierarquia entre as idéias, dando ao texto a coerência global.

que foi recomendada com ressalvas²⁷. Isto significa, segundo o Guia, que *"nessa categoria estão reunidos os trabalhos isentos de erros conceituais ou preconceitos que obedecem aos critérios mínimos de qualidade²⁸, mas, por este ou aquele motivo, não estão a salvo de ressalvas. Desse modo, podem subsidiar um trabalho adequado se o professor estiver atento às observações, consultar bibliografias para revisão e complementar a proposta"* (p. 5).

A exclusão da coleção de Demétrio Gowdak e Eduardo Martins não impediu que prosseguíssemos com sua análise, basicamente por dois motivos. Primeiro, porque este trabalho é parte do projeto a que nos referimos no início do texto. Sendo assim, estamos analisando um dos livros que as professoras usavam para formular suas aulas, o que acaba transformando esta pesquisa em resultados parciais deste projeto. Segundo, apesar desta coleção não ser mais favorecida com a compra dos livros pelo governo, ela ainda existe em muitas escolas, não anulando sua utilização por parte das professoras.

- Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino

O livro de 5ª série possui 279 páginas e se organiza segundo 6 unidades, que, por sua vez, subdividem-se em capítulos. As unidades são:

- I. Os seres vivos e o meio ambiente (4 capítulos)
- II. Você pisa e se move no solo (10 capítulos)
- III. Você sobrevive graças à água do ambiente (10 capítulos)
- IV. Você vive respirando o ar do ambiente (6 capítulos)
- V. Você deve preservar o ambiente (5 capítulos)
- VI. Você vai conhecer o ambiente maior – o Universo (3 capítulos).

O que descrevemos a seguir, representa o conteúdo organizacional de cada capítulo, isto é, quais os tópicos presentes em cada capítulo, e como estes se organizam.

Ao final de cada unidade, existe a revisão da unidade, composta por atividades que variam entre exemplos de pesquisa para o aluno desenvolver, até questões gerais concernentes ao capítulo. Ao final do livro, o estudante se depara com um glossário de termos desconhecidos e

²⁷ Seguindo tais distinções, três estrelas indicam obras que foram recomendadas com distinção; duas estrelas indicam simplesmente que a obra fora recomendada e uma estrela indica a recomendação com ressalvas.

²⁸ Apesar de não desejarmos aprofundar-nos nas considerações do PNLD, os critérios eleitos para a avaliação seriam basicamente de dois tipos, os critérios eliminatórios e os critérios classificatórios. Neste caso, trata-se da inadequação aos critérios classificatórios, entre eles, estrutura editorial, aspectos visuais, e manual do professor.

uma bibliografia, composta em grande parte por coleções paradidáticas. Por tratar-se do livro do professor, esta coleção possui ainda um manual do professor em cada um dos volumes, que contém vários tópicos, entre eles, objetivos do ensino de Ciências, proposta pedagógica do livro, plano de curso, bibliografia adicional para o professor, respostas das questões para avaliar o aprendizado e respostas de outras atividades propostas e sugestões de provas bimestrais.

O primeiro tópico formula os objetivos do ensino de ciências, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais. É interessante que grande parte daquilo que acreditamos ser essencial para a alfabetização científica dos estudantes estão aí presentes, listadas de maneira sumária. Tais assunções são intensificadas com o segundo tópico: Estrutura e proposta dos livros, que, em linhas gerais, diz ser proposta básica do livro “a formação – por parte dos estudantes - de uma mentalidade crítica, viva e construtiva, sintonizada com o tempo presente”.

Em seguida, temos um Plano de Curso, onde encontramos tudo aquilo que “pode” ser trabalhado ao longo de cada bimestre. Para tanto, o livro lança mão de estratégias de aprendizagem e métodos de avaliação. O tópico seguinte chama-se Estratégias Gerais e procura fornecer ao educador técnicas a serem desenvolvidas em sala de aula. Por exemplo, o “livro” faz referência à técnica de *brainstorming* (técnica usada nos trabalhos de empresas) para se trabalhar em grupos na sala de aula, não deixando de destacar a função do professor.

Há também, entre outros subtópicos, aqueles que valorizam o trabalho com experiências de laboratório. É interessante notar que o livro parece ser formulado para uma escola que não existe, uma vez que destaca a utilização de diversos equipamentos que, conforme nossa experiência em sala de aula com o projeto, vimos que tais materiais não apareciam nos laboratórios das escolas. Outros subtópicos destacam a importância de trabalhos com vídeos, onde aparecem listadas diversas sugestões de filmes e indicações de como se utilizar do conteúdo destes vídeos, isto é, em que assunto usar um ou outro vídeo.

O tópico referente à Avaliação é interessante, uma vez que destaca a importância de serem avaliadas cada uma das atividades, e não somente tendo como base principal da avaliação as provas bimestrais. Apesar disso, o livro traz uma proposta de prova para cada um dos bimestres.

Enfim, podemos fazer uma síntese sobre o manual do professor como algo que, apesar de mostrar a necessidade de uma prática autônoma por parte do educador em relação ao livro didático, não conduz esta teoria para a prática de sala de aula, pois não permite que o professor se desvincule das suas atividades, de seus discursos, etc.

No final da maioria dos capítulos, existem três seções: “Saiba mais sobre”, “Acontece no ambiente” e “Recicle”. Assim, se o capítulo trata a crosta terrestre, o primeiro tópico será denominado “Saiba mais sobre a crosta terrestre”, trazendo assuntos que não foram discutidos na apresentação do capítulo. O outro tópico trata assuntos que são também ligados ao tema do capítulo, um exemplo pode ser o existente na página 36, que trata a “Distribuição geográfica dos terremotos”, enquanto o assunto geral do capítulo é a estrutura interna da Terra. Finalmente, a última seção trata do lixo, apresentando ao aluno o problema do lixo, idéias de reciclagem, compostagem, notícias sobre o lixo.

Cada capítulo finaliza com três tipos de atividades: “Questões para avaliar o aprendizado”, “Para trabalhar individualmente” e “Para trabalhar em grupo”. A maior parte das questões da primeira atividade referem-se a perguntas do tipo “O que é?”, sendo a resposta facilmente encontrada no texto. Nos outros dois tipos de atividades, encontramos propostas de atividades, que, ora se utilizam das imagens dos textos, ora propõem buscas em outras fontes. É interessante que encontramos, ao final de cada uma destas atividades, um recado ao aluno pedindo para que este guarde o trabalho em determinada pasta: ou a pasta de Trabalhos de Ciências em Grupo, ou a pasta de Trabalhos de Ciências Individual.

O livro possui um caderno de experiências e um caderno de atividades, sendo que o primeiro o aluno recebe ao comprar o livro, mas o caderno de atividades é vendido separadamente.

As experiências contidas no caderno de experiências são referentes a cada capítulo do livro. No início do caderno, o “livro” pede ao aluno para providenciar uma longa listagem de equipamentos, para que o aluno monte kits, necessários para cada experimento. A discussão que segue o experimento é feita à base de questões. No que tange ao conteúdo destes experimentos, não encontramos um exemplo que mostrasse uma proposta investigativa dentro do ensino de ciências.

O caderno de atividades, por sua vez, contém diversos tipos de exercícios (caça-palavras, questões de múltipla escolha, lacunas, questões), porém, procurando as respostas nos próprios livros, o estudante conseguirá responder a quaisquer destas questões. Sendo assim, o livro dificilmente mostra a necessidade de se buscar outras fontes de estudo.

Como vimos, o livro apresenta diversos tópicos, variando entre textos, exercícios e práticas de laboratório, cujo objetivo é transmitir informações por definições e demonstrações. Poucas

vezes encontramos textos que procuravam expressar as idéias científicas através de textos que problematizassem um dado assunto ou que possuíse um caráter investigativo.

Ao lermos as unidades propostas no livro, podemos perceber que a divisão tradicional de solo, água e ar é “ocultada”, uma vez que não recebe estes nomes. Além de manter esta divisão, o livro se inicia tratando o ambiente (Ecologia), depois entra nos assuntos que tradicionalmente encontramos e, posteriormente, proporciona uma “abertura”, pois termina o livro com o estudo do Universo. Não encontramos uma preocupação em relacionar as unidades, nem mesmo os assuntos de um mesmo capítulo. Encontramos grande ênfase para os conceitos, e não para a construção de um ponto de vista mais abrangente das ciências.

- Demétrio Gowdak e Eduardo Martins

Este livro possui 238 páginas e apresenta organização diferente do livro anteriormente apresentado. Ele possui grandes blocos (partes) com a divisão tradicional de ciências para 5ª série (Introdução, A Terra, O Ar, A Água, além de Ecologia). Em cada uma destas partes, aparecem algumas unidades que, por sua vez, se subdividem em capítulos e subcapítulos, por exemplo:

A Terra (parte)

Nosso planeta (unidade)

1. Regiões da Terra (capítulo)

2. Estrutura da Terra (capítulo)

2.1. Crosta ou litosfera (subcapítulo)

Ao final de cada capítulo podem aparecer algumas seções cuja temática é justamente o assunto tratado no capítulo: “Fique mais informado” e “Esclarecendo”, sendo que este último fornece, na maior parte das vezes, assuntos vindos de jornais, revistas e outras fontes alternativas.

Assim como o livro anterior possui alguns exercícios, cujo tópico chama-se “Agora é a sua vez”. São exercícios bastante simples, que em geral não buscam construir ou auxiliar na compreensão do tema tratado, pois também são do tipo “O que é?”. Alguns capítulos apresentam uma seção denominada “Descoberta”, cuja proposta é apresentar a história da ciência.

Ao final do livro, há um caderno de atividades práticas e teóricas com exercícios para cada uma das unidades. As atividades teóricas encontram-se logo em seguida às práticas. Tais atividades teóricas apresentam um exercício para que o aluno descreva os resultados e outro para discussão com conclusões, onde existem algumas questões.

A última seção do livro é o manual do professor, cujos tópicos são: Funções do Ensino de Ciências; Metodologias no Ensino de Ciências; O Livro Didático no Ensino de Ciências; Descrição e Técnicas de Manuseio de Alguns Materiais de Laboratório; Avaliação da Aprendizagem; Respostas das Atividades e, finalmente, Bibliografia.

As funções que este livro destina ao ensino de ciências nos levam a crer que as idéias por ele expressas contrariam àquela que defendemos como sendo a mais adequada. No livro, temos claros três itens que resumem as funções do ensino de ciências: 1. Propiciar ao aluno condições para que domine os conhecimentos científicos básicos, a partir dos quais poderá entender os fenômenos naturais, interpretar o ambiente físico e conhecer as relações dos seres vivos entre si e entre eles e o ambiente. 2. Dar ao aluno a oportunidade de vivenciar o processo da investigação científica. 3. Desenvolver uma atitude científica no aluno. Vemos que, a idéia primordial da alfabetização científica, que é um pleno conhecimento da natureza do conhecimento não é sequer tocada, pois não vemos explicitada a importância de que o aluno conheça a verdadeira face da ciência, isto é, de que maneira ela opera, como trabalham os cientistas, qual o conceito de descoberta, por exemplo.

Quanto ao tópico referente à Metodologia, só citaremos uma passagem como maneira de ilustrar a tendência desta coleção. Este tópico tem início ressaltando a importância do emprego de múltiplas modalidades didáticas para dinamizar as aulas de Ciências. Assim, existem professores que estão ligados ao ensino tradicional, que exploram mais as aulas expositivas, e os professores que estão mais ligados ao ensino renovado, que, nas palavras dos autores, é caracterizado pelo emprego do método científico combinado com aulas expositivas.

O tópico referente ao livro didático possui a finalidade de alertar o professor sobre a incompletude destes materiais, mas, isto só ocorre nas três primeiras linhas do tópico, pois, linhas abaixo, encontramos o seguinte parágrafo: “O texto adotado orienta a seleção de conteúdos e o modo de apresentar a matéria. Isso é natural e desejável, desde que o livro seja bom.” (p. 4 – Manual do professor).

Na sequência, há o tópico voltado para as descrições e técnicas usadas em laboratórios, mas parece haver um mesmo problema que o livro anterior: os equipamentos são aqueles que, muito possivelmente, um professor de ciências viu em uma de suas aulas de química geral e que comumente não chegam às escolas públicas. Finalmente, o tópico referente à avaliação ressalta a importância de não considerar somente as provas como maneira de se avaliar o desempenho dos alunos.

A divisão deste livro é tão tradicional quanto a divisão do livro anterior. Há uma pequena inversão, já que este livro inicia os estudos com o Universo e termina com Ecologia. Entre estes dois assuntos, temos: A Terra, O Ar e A Água. Também neste livro não encontramos eventuais “relações” que associassem os assuntos tratados, fosse entre as partes, ou dentro dos capítulos.

3.3 Sobre o tema geocientífico/geológico analisado

No livro de Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino, os capítulos trabalhados foram os 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13. No livro de Demétrio Gowdak e Eduardo Martins, a análise se restringiu às unidades 1 e 2 (com 4 e 5 capítulos, respectivamente). Tais capítulos, em ambos os livros tratam do estudo da estrutura da Terra, as rochas, seus tipos e sua utilização, solos, fatores de formação e seus componentes (para obter uma idéia mais profunda dos temas tratados, ver ANEXO 1).

Tais assuntos estão ligados diretamente à Geologia e abrangem alguns aspectos que fogem à observação direta. É o caso, por exemplo, da estrutura da Terra, que possui escalas relativamente amplas de espaço, além da constituição interna da Terra, sendo que nenhum destes aspectos são visualizáveis. A partir deste assunto, o fator temporal pode ser amplamente discutido se lembrarmos da evolução sofrida pelo planeta, até constituir-se no que é atualmente. Também, nestas unidades encontramos o tema que trata a formação do solo, sua relação com rochas, formação destas últimas, etc. Neste caso, por tratar de transformações geológicas que fogem do tempo de vida humano, constituem-se como temas altamente complexos, onde o fator tempo exige um aprofundamento. Podemos supor com certa tranquilidade que os estudantes reconhecem diversas transformações que citamos, dentre elas, das rochas em solos, da ação antrópica sobre o planeta, etc, mas, para encerrar uma explicação completa (ou o mais completa possível), é necessário que o recurso visual, com ajuda do verbal, modele estes processos.

Devido ao fato de os conteúdos geológicos/geocientíficos estarem presentes nos livros destinados à 5ª. série, nosso papel será analisar de que maneira estes estão colocados e advogar, se for este o caso, um trabalho mais pormenorizado com tais temas. Com isso, pretendemos colaborar para a produção destes assuntos nos livros didáticos, uma vez que ressaltamos algumas carências apresentadas nestes conteúdos. Mas, nossa preocupação deve ir além dos problemas de conteúdo e relacionar-se de alguma forma aos recursos de comunicação, que, para o nosso entendimento e para os fins deste trabalho, assumimos como sendo os textos e imagens que se relacionam um com o outro para comunicar um dado assunto. Com a seguinte questão reiteramos nossas pretensões: **será que os textos (entendidos aqui como algo não somente formado por palavras) conseguem comunicar devidamente/eficientemente conteúdos voltados às Geociências? Os recursos utilizados por tais textos são eficientes para tanto?**

Em segundo lugar, concordamos com COMPIANI (1996b, p. 126) quando este diz que devemos enfatizar temas como este no ensino de Ciências (em sua tese, o autor trabalha com o tema “A formação do Universo” com estudantes de 5ª. série), pois, se de fato *“a visão predominante é de enfatizar os sentidos, de partir sempre do concreto para o abstrato, do conhecimento direto (sensorial-observável) para as abstrações”*, porque não experimentarmos o inverso, visando um esforço por parte do educando, de campos da abstração, intuição e racionalização? Segundo o mesmo autor, quando se parte do concreto para o abstrato, estamos insistindo numa maneira de ensinar, enraizada no pensamento cotidiano que é: *“o que não se percebe não se concebe”*. Ora, concordamos com suas conclusões posteriores quando Compiani diz que esta maneira linear de pensamento, que parte do concreto para o abstrato, e a lógica indutiva aí implícita, dificilmente gerará resultados positivos para que os alunos abandonem a necessidade de sempre buscarem explicações com recursos dos sentidos (p. 126).

Ainda sobre o ensino de assuntos abstratos, será que não é tempo de arriscar (professores e alunos) em elaborações mais complexas, com novas tentativas de comunicação? Ora, se a temática do trabalho encontra-se em torno das imagens, reconhecemos que estas existem nos mais distintos recursos, entre eles, jornais, revistas, internet, Cds multimídia que podem e devem ser trazidos para a sala de aula. Além disso, somos a favor do que diz MARTINS et al (1997): *“explicar ciências pode, agora, ser enxergado numa perspectiva mais ampla que leva em consideração como linguagem, ação, gestos, relações pessoais se integram em atos de comunicação”* (p. 131). Isto significa que, quando ampliamos os modos de comunicação em

ciências, ultrapassamos o (velho?) modelo calcado na utilização de palavras, que, de certa forma, são verdadeiras “palavras-chaves” do meio científico, neste caso, transmitidas para os estudantes. Ampliando as maneiras de comunicar, podemos estender o ensino para formulações mais complexas. Isto não implica o abandono do livro didático, mas, implica sim, uma exploração mais acurada, que traga à tona diversos elementos lá presentes, dentre os quais a imagem é só mais um.

3.4 Quantificação das imagens

Comentamos sobre a grande quantidade de imagens presentes nos livros didáticos. Nos artigos vistos, estes dados vinham ilustrando a grande valorização que se deve prestar às imagens, no processo de comunicação científica, além da grande quantidade que as imagens aparecem nos livros didáticos.

MARTINS et al (1997) encontraram aproximadamente 75% de imagens e somente 25% de texto escrito em livros de ciências ingleses para a escola secundária. DAVIES (1990) indica que dois dos mais distribuídos livros de história pela FAE em 1988, possuem até 50% de seus espaços voltados para as imagens. Quando estes livros consagram menos espaço, a quantidade ainda é significativa, com cerca de 20 a 30% do espaço destinados às imagens.

A proposta desta porção do trabalho será apresentar uma estimativa da quantidade de imagens presentes nos livros ora analisados. Esse objetivo exigiu que nos posicionássemos frente à questão: “O que é imagem?”, para aí sim, partirmos para a quantificação destas.

Para SANTAELLA (1997), o mundo das imagens pode ser dividido em dois domínios: o domínio das imagens como representações visuais e o domínio imaterial das imagens na nossa mente. Para a autora, os dois domínios da imagem não existem separados. “*Não há imagens como representações visuais que não tenham surgido de imagens na mente daqueles que as produziram, do mesmo modo que não há imagens mentais que não tenham alguma origem no mundo concreto dos objetos visuais*” (p. 15)²⁹. Para definir, trataremos somente as imagens referidas no primeiro domínio, onde as imagens são objetos materiais, signos que representam o

²⁹ Aqui, não podemos deixar de lembrar das imagens perceptivas, sustentadas por Arnheim e destacadas no início desta dissertação. As imagens que tratamos são as imagens como representações visuais, isto é, aquelas que estão presentes nos livros didáticos, mas consideramos, contudo, a maneira como são incorporadas em nossas mentes, uma vez que exporemos uma possível leitura destas. Isso só confirma a coexistência dos dois tipos de imagens em um só momento.

nosso meio ambiente, figurações bidimensionais que estão “lá” para serem lidas e, parafraseando com BESNIER (1995, apud SICARD, 2000), ela (a imagem) é ao mesmo tempo o que impede o acesso ao real e ao conhecimento e o que permite esse acesso. Esta última idéia é interessante quando o suporte das imagens é o livro didático, pois, em muitos casos, as imagens são tomadas como exemplos do real, quando a este não se tem acesso.

Como sabemos, os livros atuais não delimitam milimetricamente espaços para imagens e textos escritos. Basta folhear um livro didático, logo perceberemos que sua diagramação mais se aproxima da diagramação de revistas, às vezes, quando menos “elaborada”, à de textos de jornais. Assim, a definição do que é imagem acaba tornando-se bem complicada, à medida que os livros nos colocam páginas inteiramente coloridas, carregadas de ícones, ou com seus títulos e subtítulos completamente “ornamentados”.

Neste sentido, as imagens encontradas mesclam-se entre esquemas, gráficos, desenhos, fotografias, mapas etc³⁰. Os livros que analisamos apresentaram uma estimativa relativamente alta de imagens em relação aos textos. Nos quadros abaixo, apresentamos, na primeira coluna, quanto do espaço total cada um dos livros reservou para as imagens. Na segunda coluna, a idéia é mostrar a percentagem de páginas que possuíam pelo menos uma imagem por página.

Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino

Nível	% do espaço total do livro tomado por imagens	% de páginas que possuem pelo menos uma imagem por página
5ª série	27%	97%
6ª série	31%	92%
7ª série	28%	83%
8ª série	25%	85%

Quadro 3.4.1: Quantificação das imagens do livro de Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino

³⁰ É pertinente deixarmos registrada a maneira com que fizemos a contagem das imagens e, com isso, ficará claro que os números encontrados resumem muito mais uma aproximação do que uma contagem exata. É perceptível a existência de pouca variedade no tamanho das imagens ao folhear os livros. Por exemplo, existem 6 tamanhos diferentes de retângulos/imagens em cada um dos livros. Sendo assim, fizemos recortes que representavam justamente o tamanho das imagens e, à medida que encontrávamos imagens (fotografias, desenhos, mapas, gráficos e montagens) com os respectivos tamanhos, preenchíamos uma folha de papel que representava a área de uma folha do livro didático. Quando esta folha estivesse completamente tomada por recortes de papel/imagens dos livros didáticos, ela resultava na verdade, uma página completamente tomada por imagens. Os dados finais desta contagem estão expressos na primeira coluna da tabela 3.4.1.

Demétrio Gowdak e Eduardo Martins

Nível	% do espaço total do livro tomado por imagens	% de páginas que possuem pelo menos uma imagem por página
5ª série	29%	82%
6ª série	33%	86%
7ª série	30%	84%
8ª série	26%	86%

Quadro 3.4.2: Quantificação das imagens do livro de Demétrio Gowdak e Eduardo Martins

Como podemos observar, a primeira coluna de cada um dos volumes nos mostrou quanto do espaço do livro era voltado para as imagens. Por exemplo, se houvesse 100 páginas no livro da 5ª série de Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino, teríamos que 27 delas estariam completamente tomadas por imagens. A outra coluna nos apresentou dados em que há, pelo menos uma imagem por página.

É de se notar que ambos os livros não apresentaram diferenças significativas com relação à quantificação em geral, mas foi o livro de Demétrio Gowdak e Eduardo Martins que possui mais “páginas-imagens”, isto é, possui mais página completamente tomada por imagens. Basta compararmos a primeira coluna de ambos os quadros, e perceberemos que o livro de Demétrio Gowdak apresentou maior quantidade do espaço total ocupado pelas imagens (foram 29%, 33%, 30% e 26% para a 5ª, 6ª, 7ª e 8ª séries, respectivamente); por outro lado, observando-se a segunda coluna, o livro do Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino parece privilegiar mais as imagens no seu conteúdo, uma vez que os níveis de 5ª e 6ª séries possuem praticamente todas as páginas com pelo menos uma imagem cada uma. Seja como for, não podemos tomar por exato tais valores, pois as diferenças são mínimas entre as coleções investigadas.

Poderíamos supor esta larga utilização das imagens como sendo devida ao tratamento dos assuntos abstratos, mas, para afirmarmos convictamente este fato, seria necessário complementarmos este dado com a contagem das imagens dos outros volumes das coleções que tratam assuntos mais realistas (pelo menos em alguns casos). Esta contagem não foi feita.

Ainda com relação à quantidades, há um segundo tipo de contagem, cujo entendimento pode ser feito com a seguinte pergunta: como se distribuem os diferentes tipos de imagens nos livros didáticos? Em outras palavras, em que quantidade aparecem as fotografias, os desenhos, os mapas, os gráficos? Tais dados, quando associados ao texto que acompanham as imagens, podem responder acerca das preocupações dos autores dos livros com cada um dos elementos gráficos e com a produção gráfica, de um modo geral. Além disso, este dado poderia responder, caso o estudo fosse aprofundado, se para o estudo das Geociências existe uma preocupação em se utilizar um determinado tipo de imagem em detrimento de outro. É de se destacar que tal contagem fora feita de maneira muito mais simples que a primeira, pois não consideramos o tamanho de cada imagem, isto é, elas foram simplesmente contadas, com o intuito de nos mostrar qual o recurso imagético mais presente na coleção analisada. Abaixo seguem os valores percentuais de cada tipo de imagem, em relação ao total de imagens, porém, somente para os livros de 5ª série, os privilegiados para a presente análise.

Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino, 5ª série	
Fotos	67%
Desenhos	27%
Mapas	0,8%
Gráficos	1,6%
Tabelas	1,2%
Montagem ³¹	2% (presente somente na Unidade I do livro)

Quadro 3.4.3: Quantificação das imagens do livro de Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino, 5ª. série

Demétrio Gowdak e Eduardo Martins, 5ª série	
Fotos	73%
Desenhos	22%
Mapas	0.5%

³¹ Referimo-nos à montagem, como sendo uma imagem composta por uma mistura de desenhos e fotografias.

Gráficos	0.5%
Tabelas	4%

Quadro 3.4.4: Quantificação das imagens do livro de Demétrio Gowdak e Eduardo Martins, 5ª. série

É clara a predominância das imagens fotográficas em relação aos outros tipos de imagens. Não analisamos a quantidade de fotografias nos outros livros, mas não acreditamos que esta grande quantidade no caso dos livros de quinta série seja devida unicamente ao conteúdo específico. Até porque, os conteúdos geológicos (contemplados na 5ª. série) exigem algumas peculiaridades que, em muitos casos, não se expressam nas imagens fotográficas, como veremos adiante. Nas páginas seguintes, comentaremos sobre a nossa visão das fotografias em relação à função que determinam na comunicação dos assuntos geológicos e é possível que isto nos auxilie a criar possíveis hipóteses para explicar sua grande utilização.

3.5 Sobre a distribuição de cada tipo de imagem na unidade trabalhada

Antes de iniciarmos uma reflexão sobre as imagens, valem alguns comentários sobre a distribuição destas ao longo das páginas dos livros. Tal distribuição implica numa contagem de cada um dos tipos de imagens existentes nas **unidades trabalhadas** de cada um dos manuais. O seguinte quadro traz tais dados:

Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino, 5ª. série, Unidade: Você pisa e se move no solo		Demétrio Gowdak e Eduardo Martins, 5ª. série, Parte: A Terra	
118 imagens:	92 fotografias (78%) 17 desenhos (14%) 3 mapas (2%) 5 gráficos (4%) 0 tabela	84 imagens:	66 fotografias (78%) 11 desenhos (13%) 2 mapas (2%) 2 gráficos (2%) 3 tabelas (4%)

Quadro 3.5.1: Distribuição geral das imagens na unidade trabalhada para cada um dos dois livros

Vimos que, da mesma maneira que no livro completo, o tipo de imagem que predomina na unidade trabalhada é a fotográfica. Devido ao grande número destas e dos desenhos, optamos por

fazer uma análise mais aprofundada somente **destes dois tipos imagéticos**, de modo que não nos detivemos nos mapas e gráficos.

Para a apresentação da análise, não destacamos somente as imagens, pois nossa intenção era que o leitor tivesse acesso também ao texto. Justamente por isso, quando ocorrer a apresentação da imagem, esta estará conforme se encontra no livro didático, com uma redução do tamanho da página deste, para que seja possível a visualização completa por parte do leitor. A imagem a ser discutida será destacada no texto, pois é quase uma regra as páginas apresentarem mais de uma ou duas imagens por páginas, embora não déssemos atenção a todas estas.

A análise que segue, além disso, vai privilegiar um tipo imagético após o outro, mas destacaremos quais imagens pertencem a cada um dos livros. Assim, descreveremos primeiramente as fotografias pertencentes a cada um dos livros e depois os desenhos. Há dois casos em que aproximamos imagens de ambos os livros, buscando uma comparação entre cada uma.

Esta análise será guiada justamente segundo as idéias descritas nos capítulos precedentes. Deste modo, é certo que não faremos análises semióticas das imagens. Faremos, isto sim, uma descrição associada às nossas interpretações das imagens. Destacaremos eventuais erros conceituais e concepções de ciência que aflorarem após as análises das páginas dos manuais, apesar de não centrarmos nossa atenção nesses aspectos.

3.6 Um comentário geral das imagens, segundo nossa leitura.

3.6.1 Fotografias e textos

Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino

Devido à grande quantidade, não foi possível privilegiarmos todas as imagens fotográficas. A seleção foi feita a partir de determinadas funções que acreditamos ser desempenhadas por tais imagens e que valeria a pena destacar.

Vejamos as figuras 3.6.1.1, 3.6.1.2 e 3.6.1.3 (p. 91, 95 e 97 desta dissertação). Todos os capítulos deste livro iniciam-se com a apresentação de uma imagem como esta: fotografias coloridas que ocupam quase 50% da página e que apresentam alguma relação com o texto que se apresentará.

A figura 3.6.1.1 representa um vulcão em erupção, fenômeno denominado pela própria legenda. A proposta do capítulo é estudar as rochas magmáticas. Ao estudante que desconhece a relação entre um vulcão e as rochas magmáticas, que sentido deve haver nesta combinação? O movimento do olhar é totalmente voltado para a imagem, não só pela sua posição superior na página, mas talvez pelo próprio fenômeno que a imagem representa.

Diferentemente do que se pode pensar ao ver a imagem, nem todas as rochas magmáticas possuem relação direta com a erupção vulcânica. Estas rochas podem ser classificadas em rochas intrusivas e extrusivas. Somente o segundo tipo delas tem ligação com a erupção vulcânica, uma vez que são justamente as rochas formadas pela lava, o material **liberado** nas erupções. O primeiro tipo é formado pelo magma que se resfria lentamente no interior da crosta terrestre. Para esclarecer melhor: ambas as rochas têm origem a partir do magma, mas, quando este entra em contato com a atmosfera – a partir das erupções –, ocorre a perda de materiais voláteis e água, tornando-o lava. A imagem proporciona uma generalização entre um vulcão e todas as rochas magmáticas, mas, apesar disso, este possível engano é remediado pelo texto.

Sobre o texto, ele apresenta-se como sendo descritivo e não faz menção alguma à imagem fotográfica. Desta maneira, há ainda uma aproximação por parte do leitor, ao tema em questão, feito primeiramente pela imagem, e somente depois pelo texto. Destacamos a legenda como um elemento que restringe a ocorrência dos vulcões à Islândia, pois o texto não traz outras localidades onde ocorre o fenômeno.

A figura 3.6.1.2 (p. 95) representa um aglomerado de fósseis. Quem fornece uma orientação exata da leitura da imagem é a legenda e o texto que se encontra em seguida. Assim, a legenda, por um lado, descreve a imagem fotográfica e questiona e instiga o estudante sobre o aparecimento de fósseis de seres do fundo do mar no topo de altas montanhas. O pequeno texto, que inicia o capítulo, segue a mesma tendência, e ainda acrescenta as palavras “história” e “milhões de anos”. Tais palavras tentam conferir uma construção textual um pouco menos descritiva daquela que comumente encontramos, chegando a aproximar-se de uma narrativa. A imagem entra, portanto, na própria construção histórica de formação das rochas sedimentares.

Da mesma maneira que anteriormente, a imagem é destacada antes do texto. Em seguida, ela é descrita pela legenda e utilizada para introduzir o tema das rochas sedimentares. A relação de fósseis com as rochas sedimentares não é um conhecimento tão trivial, afinal, o aluno pode saber o que são fósseis, mas não necessariamente deve saber que eles são formados através da

Rochas magmáticas ou ígneas



Erupção vulcânica na Islândia

O *magma*, que forma o manto terrestre, é o material que origina as rochas *magmáticas* ou *ígneas*. Estas são as rochas mais antigas que se formaram na crosta terrestre.

A palavra *magmática* vem de *magma*. *Ígneo* define as coisas que dizem respeito ao fogo, que são da *natureza do fogo*.

Explicando a formação das rochas magmáticas

As rochas magmáticas podem ser classificadas em *extrusivas* e *intrusivas*.

Extrusivas. São as rochas magmáticas que se formaram externamente, isto é, na superfície

da crosta terrestre. Vulcões em atividade podem lançar na superfície da crosta grande quantidade de magma. A *lava*, que é o magma ligeiramente modificado, escorre de suas crateras lembrando um rio incandescente. A lava então resfria-se e solidifica-se (torna-se sólida), formando a rocha; é o caso do basalto e da pedra-pomes.

Intrusivas. São as rochas magmáticas que se formaram no interior da crosta terrestre através de um vagaroso resfriamento e solidificação do magma. Essas rochas são muito duras, mais do que as extrusivas, e não contêm fósseis; é o caso do granito.

Fósseis são restos ou simples vestígios de seres extintos, que viveram em épocas remotas. Exemplo de restos fósseis: fragmentos de osso; exemplo de vestígios fósseis: pegadas.

Figura 3.6.1.1: Função motivadora

sedimentação de sucessivas camadas de rochas, logo, a mesma questão que fizemos para a imagem anterior, repete-se agora: qual a relação existente entre os fósseis e as rochas sedimentares?

A legenda, além das dicas que propomos acima, parece também convidar o aluno para desvendar como acontece o fenômeno que a legenda (e não só a imagem) deixa em suspense. O texto que em seguida lemos, segue o mesmo princípio da legenda, com uma diferença, pois trata o assunto como algo que faz parte de uma história. Em seguida, ao entrar no tópico “Mudanças naturais da Terra”, o texto torna-se descritivo e a imagem perde seu destaque.

A figura 3.6.1.3 (p. 97) também nos diz muito quando a associamos à sua legenda e ao seu texto. Ela representa o morro do Pão de Açúcar, além de um movimento de um bondinho (de subida ou descida do Morro). Da mesma maneira que nos exemplos anteriores, esta imagem, em princípio pode não auxiliar numa construção direta entre o conceito “rochas metamórficas” e “Pão de Açúcar”. Apesar de haver uma relação mais direta determinada pela legenda, pois esta diz que o Pão de Açúcar é uma rocha metamórfica, é a própria legenda quem convida/instiga o estudante a conhecer por que este morro é uma rocha metamórfica. Neste sentido, este exemplo guarda alguma similaridade com o exemplo anterior. O texto inicia-se com um “Imagine (...)” e por isso, somos levados a crer que iniciar-se-á uma história que busca desvendar o porquê o Pão de o Açúcar ser uma rocha metamórfica. Entretanto, trata-se de uma breve descrição de como se formaram as rochas metamórficas.

Alguns aspectos que merecem atenção nestas três fotografias são:

1. Não há alusão ao tamanho real destas representações, isto é, nada se comenta sobre as escalas das fotografias. Sendo assim, o vulcão em erupção, os fósseis e o morro do Pão de Açúcar parecem possuir o mesmo tamanho.
2. Um fator crucial para compor um pleno entendimento geocientífico é a questão temporal, mais especificamente a dimensão do fator tempo. Só encontramos alguma indicação da ordem temporal no texto sobre as rochas sedimentares. Todavia, não cremos que a construção desta idéia seja feita com uma simples citação.

Estes três exemplos (figuras 3.6.1.1, 3.6.1.2 e 3.6.1.3) nos mostraram como a função de uma imagem fotográfica pode ser alterada, quando buscamos elementos além dos textuais. Tais elementos foram expressos aqui pela legenda e texto. Um outro aspecto que merece ser citado aqui é este uso pouco convencional das fotografias. Poderíamos dizer que estas imagens são

meramente ilustrativas, ou ainda, comprobatórias dos fenômenos e da existência dos monumentos naturais, contudo, estas imagens antecipam o conteúdo científico que será tratado, além de construir um conjunto “imagem-texto” importante para o seguimento do estudo. As imagens fornecem indícios daquilo que será tratado pelo texto e isso ocorre, não simplesmente pela imagem, mas pela sua posição em relação ao texto e também, devido às legendas, no caso das figuras 3.6.1.2 e 3.6.1.3.

Outras figuras que destacamos são a 3.6.1.4 e 3.6.1.5 (p. 101 e p. 103).

Na figura 3.6.1.4, temos exemplos de como a fotografia pode tornar-se, ao nosso ver, repetitiva. Trata-se dos tópicos referentes aos diferentes usos dos solos, cujos exemplos, nestes casos, são lavouras, pastagens e jardins (nas próximas páginas existem outros exemplos).

Partindo de uma visão de natureza (solo) como produtora de recursos para a espécie humana³², as páginas que seguem constituem-se como manuais que exemplificam a utilização do solo para o bem estar social, por exemplo, solo para a produção de alimentos, para a criação de animais indispensáveis para a espécie humana, para a formação de jardins e casas e para a construção de casas, hospitais, escolas e estradas (este último exemplo de uso está expresso na página seguinte do livro didático).

Ao falar das lavouras, a fotografia apresenta um quadro de trabalhadores numa colheita de tomates. Ao falar das pastagens para criação de animais, a foto que segue apresenta a pastagem de carneiros. O mesmo ocorre com a fotografia seguinte, quando esta representa uma praça. Justamente este exemplo foi dado pelo texto e reiterado pela legenda. Esta por sua vez, torna a leitura linear, indiferenciada, porque não acrescenta novidades em relação ao texto.

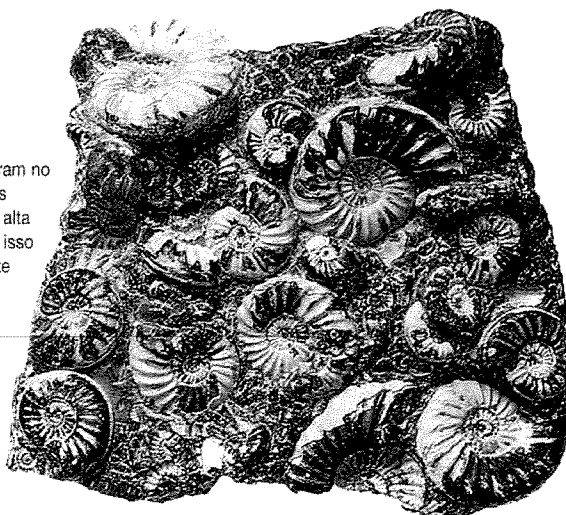
Nos três exemplos, não podemos nos esquecer dos títulos que antecedem o desenvolvimento dos tópicos, que são, antes de qualquer um dos elementos, os primeiros a fornecerem um caminho para a leitura textual e visual, embora digam o mesmo que o texto, a fotografia e a legenda. O que temos, então, é uma relação um pouco diferente dos três exemplos anteriores; neste caso, o título, o texto, a fotografia e a legenda são utilizados da mesma maneira, isto é, nenhum destes elementos apresenta informações novas. Isso pode ser verificado quando imaginamos a leitura de um dos três quadros sem os textos respectivos. Ou ainda sem as legendas.

³² Há mais páginas sendo utilizadas para descrever o solo como produtor de recursos do que seus cuidados e maneiras de melhorá-lo. Adiante falaremos melhor sobre esta questão.

Capítulo 7

Rochas sedimentares ou estratificadas

Fósseis de seres que viveram no fundo do mar, encontrados no topo achatado de uma alta montanha rochosa. Como isso se explica? Estudando este capítulo você saberá.



Fósseis de animais marinhos já foram encontrados em topos de altas montanhas. Os picos sempre cobertos de neve do Himalaia, por exemplo, guardam peixes e outros seres marinhos fossilizados.

Como isso se explica, sendo a superfície do mar e, mais ainda, seu fundo tão distantes do topo de altas montanhas?

Essa é uma história que demorou milhões de anos para acontecer e que você vai conhecer neste capítulo.

Mudanças naturais da Terra

Sabemos que a superfície da Terra está em constante mudança e que essas mudanças acontecem muito lentamente, ao longo de milhões de anos.

Existem vários *fenômenos naturais* responsáveis por essas mudanças. Vamos nos deter nos quatro fenômenos principais:

- ♦ *erosão* ou *desagregação* das rochas, que vão se fragmentando pela ação das chuvas, dos ventos, do calor do Sol e das ondas do mar, entre outros agentes;

- ♦ *transporte dos fragmentos* de rocha para locais distantes, através das chuvas e dos ventos, por exemplo;
- ♦ *deposição*, devido à *ação da gravidade*, dos fragmentos transportados; no mar, esses fragmentos vão aos poucos depositando-se no fundo; ali eles formam camadas ou estratos que gradualmente são comprimidos uns sobre os outros;
- ♦ *soerguimento* ou *levantamento*, através tanto da colisão de placas tectônicas continentais e oceânicas como pelo lento levantar de camadas sedimentares. O soerguimento por colisão de placas faz surgir imensas cadeias montanhosas.

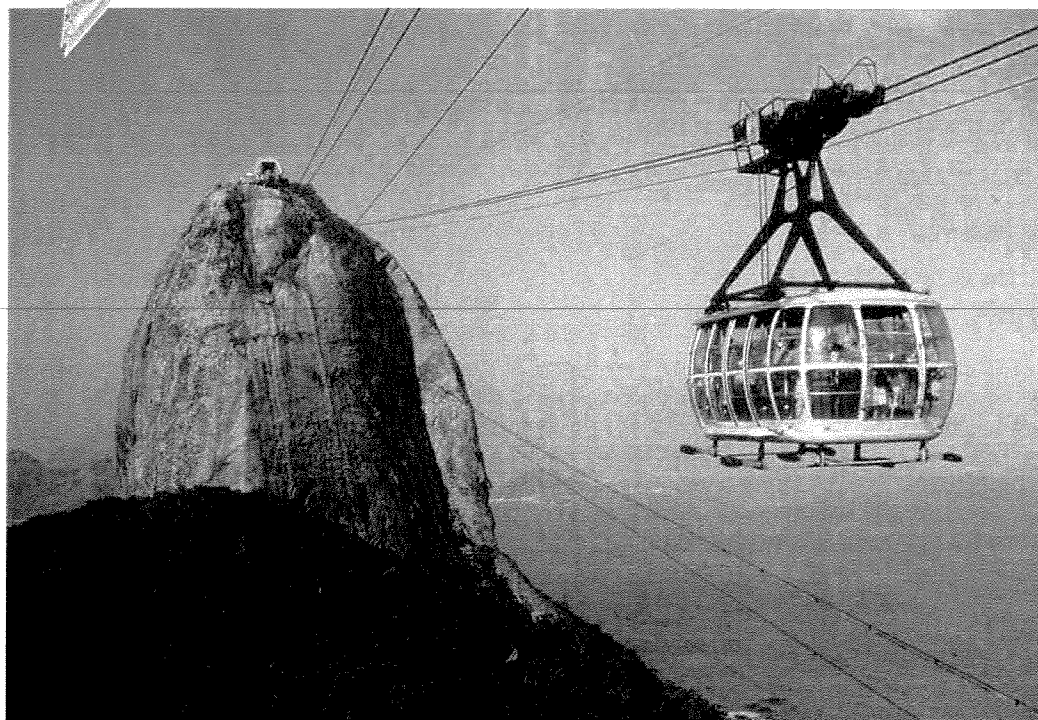
Um fenômeno que comprova o *soerguimento* são os *fósseis de seres do fundo do mar*. Encontrados mesmo em topos de altas montanhas, esses fósseis ficaram aprisionados em camadas de rocha que se formaram no fundo do mar, elevando-se por *colisão de placas tectônicas*.

Figura 3.6.1.2: Função motivadora

Capítulo

8

Rochas metamórficas



O Pão de Açúcar, na cidade do Rio de Janeiro, é um exemplo de rocha metamórfica. Por quê? Estudando este capítulo, você saberá.

Imagine uma rocha magmática, por exemplo, que afundou na crosta terrestre. Além de receber fortes pressões de camadas superiores, essa rocha será submetida ao intenso calor liberado pelo magma. Essa rocha, então, terá sua estrutura alterada, isto é, os minerais que a formam serão ordenados ou arranjados de maneira diferente. A rocha, portanto, sofrerá uma transformação ou metamorfose: depois de transformada, será uma *rocha metamórfica*.

As rochas metamórficas resultam da transformação de rochas magmáticas, de rochas sedimentares ou mesmo de outras rochas metamórficas. O *gnaisse*, a *ardósia* e o *mármore* são exemplos de rochas metamórficas.

Gnaisse: o granito transformado

O gnaisse é uma rocha metamórfica que se originou do granito.

.....

No Rio de Janeiro,
os morros da Urca, do Corcovado
e do Pão de Açúcar são formados
de gnaisse.

.....

Figura 3.6.1.3: Função motivadora

Consideramos este uso meramente ilustrativo, beirando algo que serve unicamente como adorno dos textos. Isto porque, é muito provável que os estudantes já conheçam cada um dos fenômenos discutidos pelos textos e descritos pelas legendas.

A figura 3.6.1.5 (p. 103) é bastante similar às idéias propostas para a figura 3.6.1.4, onde o conjunto título-texto-imagem-legenda parece revelar as mesmas informações. É complicado falarmos de quantidade de informações, quando o elemento central é a imagem. Afinal, caso o estudante não conheça o mar, a primeira fotografia é uma referência ímpar para que ele o veja, ao menos. O mesmo podemos dizer para a segunda fotografia. Entretanto, acreditamos que nem uma nem outra imagem consiga promover uma noção razoável sobre cada um dos ambientes, pois o ângulo e o tamanho de cada fotografia não promove uma visão geral e ampla das regiões marinhas e polares.

Esta figura mostra-nos um dos tópicos referentes ao estudo da erosão e, num aprofundamento, a erosão hídrica. O início deste capítulo fala sobre a erosão e, na página 75 do livro didático, há um rápido tratamento para a questão temporal, onde os autores destacam: *“São necessários alguns séculos para que se forme 1 cm de solo na natureza; a erosão em poucos anos, pode remover do solo o que a natureza demorou séculos para produzir”*.

Tais idéias, entretanto, não se expressam nas imagens, nem tampouco nos textos e legendas que as acompanham. Assim, ao mostrar uma fotografia de uma onda quebrando nas rochas e denominando-a como erosão marinha, pode-se promover a falsa impressão de estar vendo a ocorrência de uma erosão marinha. Reconhecemos que uma imagem pode suscitar diferentes leituras, e neste sentido, tal imagem pode servir de referência ao estudante que nunca tenha visto o mar ou regiões congeladas, como já falamos, mas acreditamos que ela devesse vir acompanhada de uma explicação mais pormenorizada, dizendo, por exemplo, que a “quebra da onda” nas rochas é somente um dos motivos que auxiliam o aumento do processo erosivo.

Os textos referentes a estes últimos dois exemplos descrevem os tipos de erosão e não fazem menção alguma às imagens.

A figura 3.6.1.6 (p. 107) apresenta em uma página, como a relação texto-imagem pode se fazer íntima. Em outras palavras, como uma estrutura da imagem, pode ser similar à estrutura do texto. O assunto em questão são as principais pedras preciosas.

No primeiro parágrafo, o autor destaca que o estudo será apresentado da pedra mais rara e dura para a de menor valor comercial. Esta mesma estruturação é utilizada também na colocação das imagens, consolidando uma estrutura coerente do conjunto imagem-texto. Em outras palavras, a pedra mais rara e dura é o diamante e ele é o primeiro a ser apresentado. Entretanto, como podemos ver, ele não divide espaço com nenhuma outra pedra e encontra-se lapidado. Ele é único na sua apresentação. Seguindo a leitura, encontramos a imagem do rubi e da safira. Estão lado a lado em fotografias separadas, mas a legenda convoca a unicidade para ambas as imagens. Por último, representada em seu estado bruto, e já nem tanto nítida como as anteriores, encontra-se a pedra de menor valor comercial, a esmeralda.

O texto, neste caso, oscila entre um texto descritivo e/ou explicativo, e não faz referência à imagem fotográfica. É a ordenação entre tais elementos (primeiro o texto e depois a imagem) que reforça uma função ilustrativa para as imagens, muito embora a imagem funcione como referência ao estudante que nunca tenha visto as pedras preciosas mencionadas no texto.

No caso da figura 3.6.1.7 (p. 109) damos destaque para a imagem abaixo do subtítulo, que é justamente o responsável pela apresentação daquilo que vemos na fotografia (Composição do Granito). A legenda, por sua vez, complementa a leitura, pois indica um a um dos minerais que formam o granito e que estão representados na imagem. Caso não houvesse legenda nesta fotografia, teríamos a imagem de um simples e indistinguível mosaico. O texto que segue descreve e ilustra algumas variedades dos minerais que fazem parte do granito, mas também de outras rochas.

A figura 3.6.1.8 (p. 113) ilustra uma outra relação de texto-imagem e é expressa pelas fotografias dos quatro minerais vistos na parte superior da página. Com exceção da citrina, que de fato possui tons amarelados, os outros minerais (ágata, feldspato e mica) são representados por uma única cor. Até certo ponto isto não é verdadeiro, pois estes minerais apresentam-se nos mais variados tons. Esse eventual equívoco é remediado pelo texto, que promove a diversidade de minerais, embora de maneira repetitiva: o subtítulo e a legenda trazem as mesmas informações.

Seres vivos podem se instalar na superfície pulverizada da rocha: líquens ou algumas plantas rasteiras por exemplo. As raízes das plantas podem penetrar nas fendas da rocha, fragmentando-a ainda mais.

Folhas e galhos que caem, fezes de animais e os organismos que morrem são incorporados nesse solo em formação. Esse material incorporado irá formar a *parte orgânica* do solo. O material orgânico será decomposto por bactérias e fungos, originando sais minerais diversos.

Ao mesmo tempo, a parte mineral e a parte orgânica deixam espaços ou poros entre si; os poros serão preenchidos pela água e pelo ar. Este solo, agora completamente formado, poderá então abrigar várias espécies de seres vivos e contribuir para a sua sobrevivência.

O subsolo, abaixo do solo, contém pouca ou nenhuma matéria orgânica. Nele, o número de microrganismos é muito pequeno e a água e o ar circulam com maior dificuldade.

A importância do solo

O solo é importantíssimo porque, junto com a água, o ar e a luz do Sol, mantém a vida das plantas. É nele que pisamos, nos locomovemos, construímos nossas casas, etc. É nele que plantamos os vegetais de que precisamos para nossa alimentação e outras finalidades.

Lavouras: produção de alimentos

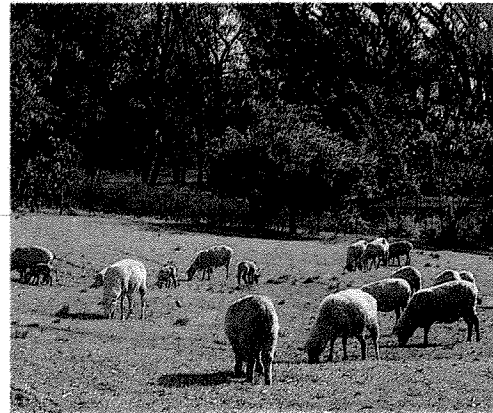
O solo fértil é indispensável para as plantações. As lavouras de milho, café, feijão, arroz, laranja, cacau e muitas outras são essenciais para a *produção dos alimentos*.



Colheita de tomate em Porto Ferreira, São Paulo.

Pastagens: a criação de animais

As pastagens são necessárias para a *criação de animais*, como bois, carneiros, cavalos, etc. Muitos desses animais servem de alimento (bois, carneiros) e ainda fornecem outros produtos (couro, lã) para os seres humanos.



O solo é indispensável para a formação de pastagens. Estas, por sua vez, são indispensáveis à criação de animais.

Jardins e praças: enfeites do ambiente

No solo também se cultivam *jardins* — que enfeitam residências — e se constroem *praças* — que nos propiciam momentos de lazer.

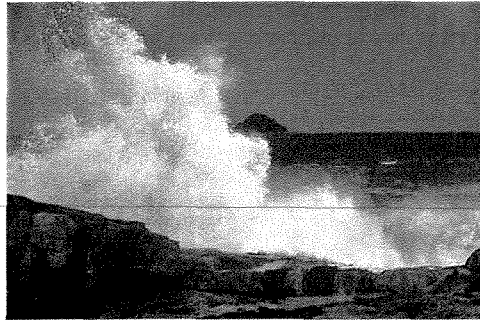


É no solo que se cultivam jardins. Na foto, praça da Liberdade, em Belo Horizonte.

Figura 3.6.1.4: Função facilitação redundante

Erosão marinha

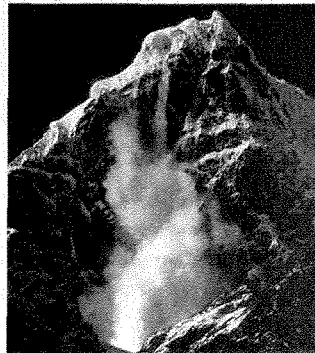
É a erosão provocada pela *água do mar*. O choque das ondas do mar contra uma rocha promove lentamente o seu desgaste. A erosão marinha também forma ilhas, baías e cabos.



Erosão marinha

Erosão glacial

É a erosão provocada pelo *gelo*.



Erosão glacial

Em países de clima muito frio, o gelo pode provocar erosão de duas maneiras:

- ◆ a água penetra entre as fendas das rochas e ali se congela, dilatando-se e aumentando as fendas;
- ◆ os blocos de gelo que saem das geleiras *deslizam* pelas encostas das montanhas, quebrando as rochas ou raspando e rasgando o solo como se fossem arados.

Erosão eólica

É a erosão provocada pelo *vento*.

Os ventos fortes removem o solo superficial. Além disso, levantam muitos grãos de areia. Estes, sendo transportados em grande velocidade, desgastam as folhas das plantas. A deposição de

grãos de areia num certo lugar pode formar montes que cobrem as plantas pequenas.

O vento, como vimos, provoca também o desgaste de rochas: as partículas sólidas transportadas pelo vento se chocam contra as rochas, agindo como se fossem lixas. No capítulo 7 você já observou as formações rochosas de arenito que existem em Vila Velha. Aquelas formações foram “desenhadas” por erosão eólica.

Ação do homem: a mais preocupante forma de degradação do solo

O homem é apontado como um dos maiores responsáveis por grande parte da degradação sofrida pelo solo. A derrubada de florestas é um exemplo disso.

Desmatamentos: um grave problema mundial

As florestas protegem o solo contra a erosão, assim:

- ◆ diminuem a velocidade do vento;
- ◆ impedem que a água das chuvas fortes destrua o solo; a água cai sobre a copa das árvores e só depois chega ao solo, suavemente.

Além disso, a vegetação diminui a velocidade das enxurradas e as raízes dão mais firmeza ao solo, impedindo a erosão.

No entanto, o homem derruba florestas inteiras para dar lugar a cidades, estradas, pastagens ou para retirar madeira. Isso está ocorrendo com a floresta Amazônica, com a floresta do Vale do Rio Doce, em Minas Gerais, e com grandes áreas de mata no Paraná, em Mato Grosso e em São Paulo.

Plantando de maneira errada

Outra forma de colaborar para a destruição do solo é o plantio feito de modo inadequado.

Muitas vezes o lavrador usa técnicas erradas, que acabam favorecendo a erosão. É o caso de plantações em *terreno inclinado*, em que os sulcos onde se colocam as sementes são cavados na direção do declive. Esse tipo de semeadura, feita no mesmo sentido do curso da água, favorece as enxurradas e se transforma em agente da erosão.

Figura 3.6.1.5: Função facilitação redundante

Demétrio Gowdak e Eduardo Martins

Este livro inicia também seus blocos com uma fotografia e, possui para cada início de unidade uma fotografia que chega a ocupar cerca de 50% da página. Destacamos as imagens que abrem cada uma das unidades pertencentes ao bloco analisado. Assim, a figura 3.6.1.9 (p. 115) é uma fotografia já bastante conhecida, sendo difícil não perceber que se trata do planeta Terra – ainda assim esta informação é dada pelo título, escrito em branco: “Nosso Planeta”. Apesar de ser uma imagem muito bonita, apresenta função meramente ilustrativa e não apresenta escala alguma, sendo negado ao leitor o conhecimento da distância com que foi retratada a Terra. Além disso, julgamos um conhecimento importante o fato desta imagem ser obtida a partir de satélites, e não sabemos se o autor espera que este conhecimento esteja/seja subentendido pelo estudante e pelo professor.

A figura 3.6.1.10 (p. 119), por sua vez, abre a unidade referente ao solo (pois nesta mesma página, temos o título conferido à unidade). É mostrada uma paisagem, completamente tomada por cultivo agrícola e somente ao longe se observam duas árvores. A imagem antecipa uma tendência que parece reinar nos livros didáticos (já vimos no livro de Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino), que é a idéia de um solo, unicamente tido como gerador de recursos para a sobrevivência humana, neste caso, a imagem expressa uma paisagem tipicamente rural e, devido ao título, parece ainda que o solo é o mesmo que agricultura.

Nestes casos, as imagens “falam” justamente sobre o que o texto vai tratar. É claro que isso é auxiliado pelo título da unidade: no primeiro caso, ‘Nosso Planeta’, somos levados a crer que a fotografia é a do nosso planeta; no segundo caso, ‘O Solo’, temos uma paisagem tomada por práticas agrícolas, que é, segundo os autores do livro, a importância primordial do solo. Vejamos as figuras 3.6.1.11 e 3.6.1.12 (p.121 e p. 125). Na primeira, não encontramos legendas. Neste caso, a referência que temos da fotografia está presente no texto, ao longo do seu discurso, e não de modo a apresentar a imagem. A figura 3.6.1.12, por sua vez, apesar de nos apresentar uma legenda para cada uma das fotos, também não é apresentada pelo texto, mas consideramos isto algo implícito, tanto neste caso, como no anterior, uma vez que as imagens encontram-se exatamente ao lado do texto que as comenta. Contudo, a função mais proeminente destas imagens é a ilustração do discurso verbal. Além disso, a imagem é declaração de que, aquilo que foi dito, existe e ocorre na natureza. Os textos endossam esta utilização da fotografia, de modo que se expressam de maneira descritiva e ao lado da imagem que se destina a descrever.

3.6.2 Desenhos e textos

Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino

A primeira ilustração que descreveremos é a figura 3.6.2.1 (p. 127). Ela representa um perfil de solo bastante esquemático e transparente, isto é, o leitor pode ver o que há internamente ao corte de solo. Esta imagem possui uma estreita relação com a legenda que a acompanha, uma vez que na ilustração, vemos números (de 1 a 3) indicados para serem identificados na legenda, ao lado. Entretanto, esta legenda poderia ser suprimida, pois o texto que segue abaixo traz as mesmas informações que esta destaca.

Pensando no papel da imagem para o aprendizado deste tópico, teríamos duas ressalvas a fazer. A primeira é que, de fato, uma imagem auxiliaria numa facilitação da construção conceitual por parte do educando, pois este assunto faz parte do tópico maior: *A estrutura da Terra*, o que requer algum exercício com escalas e, neste caso, como a crosta é uma camada quase desprezível em relação ao restante, é possível que um exercício interessante com imagem pudesse ser desenvolvido. Além disso, a utilização da imagem é bastante pertinente, uma vez que não é possível visualizar o que há sob o solo e que faz parte da crosta terrestre.

Contudo, e esta seria a segunda ressalva, o que temos representado no esquema é um perfil de solo, e não a constituição da crosta terrestre³³. Na verdade, o perfil de solo é um dos constituintes da crosta continental. Também o texto acompanha este erro conceitual. Nossa discussão visa a integração do texto e a imagem, e neste caso, não cabe qualquer relação: a crosta não deve ser confundida com perfil de solo e vice-versa.

É claro que, se a imagem de um perfil de solo fosse utilizada com a finalidade de representá-lo, poderíamos argumentar sobre a necessidade de o texto fazer menção a um corte longitudinal no solo, sendo que o resultado seria um modelo altamente esquemático de um solo. No entanto, fica bastante complicado criticarmos esta imagem, uma vez que ela expressa um conceito completamente errado.

³³ A crosta terrestre se divide em parte continental e parte oceânica. Cada uma das quais com espessuras bastante variáveis: a crosta continental tem cerca de 30-40 km nas regiões mais antigas e 60-80 km nas cadeias de montanhas, como por exemplo, o Himalaia e os Andes. Já a crosta oceânica varia entre 5-10 km em média. (ASSUMPÇÃO e NETO, 2000).

formados há milhões de anos, quando as rochas se formaram. Essas cristalizações aconteceram no interior de rochas ígneas. Assim, geralmente as gemas são encontradas na natureza como partes constituintes de rochas ígneas ou em depósitos de aluvião originados pela decomposição dessas rochas.

Cristalização é a passagem de uma substância do estado líquido para o estado sólido, formando um cristal. Cristal é todo sólido cujas partículas estão arrumadas de maneira regular.

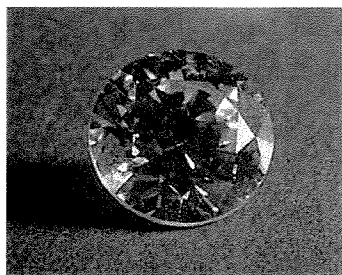
Pedras preciosas: cor, brilho, raridade e beleza

Diamante, rubi, safira e esmeralda são *pedras preciosas* encontradas no território brasileiro. Vamos estudá-las na ordem aqui apresentada, que vai da pedra mais rara e dura, para a de menor valor comercial.

Diamante. Depois de lapidado, o *diamante* fica com um brilho muito bonito e, então, recebe o nome de *brilhante*. Geralmente incolor, pode apresentar ligeira coloração azul, amarela, vermelha, rosa ou verde.

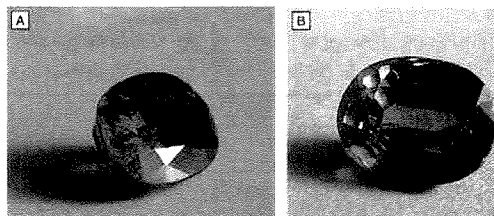
No Brasil, diamantes são encontrados em Diamantina (Minas Gerais), sendo separados, por garimpeiros, do cascalho e da areia de rios.

Diamante lapidado, ou seja, um brilhante.



O diamante é a pedra mais rara que existe na natureza. E a mais dura também: é capaz de riscar todas as outras pedras, sem sofrer qualquer dano. O diamante é usado na confecção de jóias e também na fabricação de ferramentas de corte e de perfuração.

Rubi e safira. São variedades de um mesmo mineral, chamado *corindon*. Depois do diamante, estas são as pedras mais raras e duras.



(A) Rubi e (B) safira, ambos lapidados.

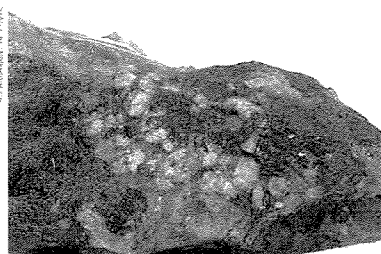
A coloração do *rubi* pode variar do rosa ao vermelho-escuro.

Quando límpido, sem nenhuma mistura, o rubi é mais caro que o diamante, pois essa limpidez no rubi é bastante rara.

A *safira* é uma pedra de cor azul, que varia do azul-celeste ao azul-escuro.

Rubis e safiras são gemas cada vez mais raras no Brasil. Por isso, têm alto valor comercial.

Esmeralda. Reflete um verde intenso. É uma pedra preciosa bastante dura também.



Esmeralda bruta

As esmeraldas brasileiras têm pouco valor comercial, pois contêm muitas impurezas.

Pedras semipreciosas: cor, brilho e beleza

Água-marinha, turmalina, topázio, ametista e cristal de quartzo são algumas pedras semipreciosas brasileiras. Também aqui fizemos uma escala de estudo que vai da pedra de maior valor comercial para a de menor valor.

Água-marinha. Apresenta uma variedade muito grande de tonalidades, entre o azul-esverdeado e o azul-escuro.

Figura 3.6.1.6: Função facilitação redundante

Tipos de rochas magmáticas

Vamos estudar as seguintes rochas magmáticas: o granito, o basalto e a pedra-pomes.

O que é rocha

Rocha é um agregado natural de minerais.

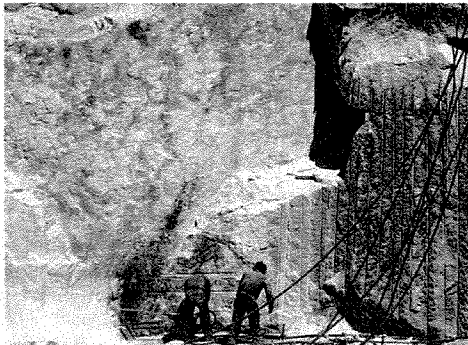
Os minerais são substâncias naturais que se formam na crosta terrestre.

Certas rochas apresentam apenas um mineral em sua constituição; é o caso do *mármore*, formado por um mineral chamado de *calcita*. Mas a maioria das rochas apresenta vários tipos de minerais; é o caso do *granito*, formado por três tipos de minerais: *quartzo*, *feldspato* e *mica*.

Granito: intrusivo, beleza pura

Rocha magmática *intrusiva*, o *granito* apresenta uma resistência muito grande à fragmentação.

O granito dificilmente se altera. Por isso, é largamente usado na pavimentação de ruas e na construção de casas e edifícios.



Rocha compacta de granito, sendo quebrada para se transformar em paralelepípedos.

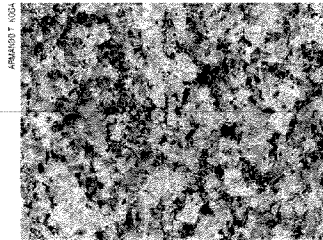


Os paralelepípedos são usados na pavimentação de ruas como esta, da cidade de Sabará (MG).

Composição do granito

O granito é formado por três minerais: *quartzo*, *feldspato* e *mica*.

Os minerais *quartzo*, *feldspato* e *mica* também aparecem na composição de outras rochas. Mas no *granito* eles são *visíveis a olho nu*, permitindo o reconhecimento de cada um deles.



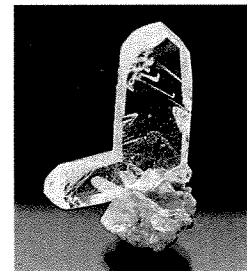
A parte cinza do granito é o quartzo; a amarelada é o feldspato; a preta é a mica.

Quartzo

Mineral encontrado em abundância na crosta da Terra, o *quartzo* é um dos principais componentes do granito. A variedade de cristais de quartzo é muito grande na natureza. Veja alguns exemplos:

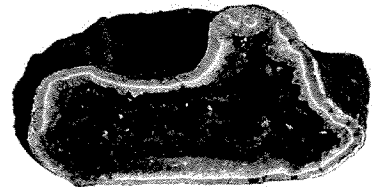
Cristal de rocha.

É uma variedade de cristais incolores e transparentes de quartzo.



Cristal de rocha

Ametista. Trata-se de um quartzo de *cor roxa*. A *ametista* geralmente é encontrada preenchendo cavidades — denominadas *geodos* — no interior das rochas.



Ametista em cavidade de bloco cristalino, chamado geodo.

Figura 3.6.1.7: Função facilitação redundante

Há um outro erro trazido nesta mesma seção referente à crosta e litosfera serem tratadas como sinônimos (ver 2ª. coluna da página, sob o título de “Continentes: flutuando sobre as placas”). Sobre este problema falaremos adiante.

Outra figura que destacamos é a 3.6.2.2 (p. 131). Sua intenção é representar o movimento das placas tectônicas que geraram a cadeia montanhosa do Himalaia. A figura tenta representar dois acontecimentos distintos, que ocorreram em planos também distintos, com apenas uma imagem, cujos elementos são: duas setas e um mapa. Dizendo em outras palavras, esta imagem representa o movimento da placa da Índia deslocando-se para a região asiática. Mas, na mesma imagem já temos representado o resultado deste deslocamento, que por sua vez origina a cadeia do Himalaia. Esta cadeia, é indicada pelas pequenas montanhas que vemos elevadas no mapa.

O texto fornece noções gerais sobre o deslocamento das placas tectônicas. A formação do Himalaia é somente um dos exemplos de colisão de placas. A legenda da ilustração é que aprofunda um pouco a explicação sobre o Himalaia, mas se trata de informações gerais, que não se relacionam à imagem. Na verdade, há uma descrição bastante breve do fenômeno que não auxilia no esclarecimento do fenômeno e da imagem. Quando se observa a imagem com mais atenção, vemos que a Índia está se dirigindo para a Ásia. Mas, ao mesmo tempo, a ilustração já mostra o resultado da colisão. Cremos que esta imagem poderia ser melhor aproveitada se fosse decomposta em duas, a fim de representar uma sequência temporal: uma imagem antes e outra depois, após a movimentação e colisão da placa. Não há referência à questão temporal, somente o dado de que os especialistas estimam o aumento do Himalaia em cerca de 5 cm por ano. Alerta-se também para a indicação, na própria imagem, sobre a movimentação continental, pois se tem destacada que é a **atual Índia** que se desloca na direção norte. Um pouco acima desta descrição, há uma outra dizendo que a **atual Índia** colide com a Ásia. A todos pareceria estranho imaginarmos que a **atual Índia** poderia ter-se deslocado e, principalmente, se chocado com um outro continente. O texto não melhora este (provável) equívoco.

É interessante que abaixo desta ilustração, temos a fotografia do Himalaia numa provável tentativa de transpor algum realismo à imagem algo confusa encontrada acima. Nesta foto, é difícil (talvez impossível) identificarmos o tamanho desta pequena (?) porção da cadeia do Himalaia.

A figura 3.6.2.3 (p. 133), ilustra um esquema tridimensional de uma caverna. Neste caso, não há referência à imagem no texto e a legenda parece bastante genérica, já que não indica as estruturas que constituem a caverna, dentre elas, o material rochoso, qual o papel da água que infiltra na caverna. Novamente, temos o uso do recurso de transparência, permitindo ao aluno visualizar o que há por dentro de uma caverna. Entretanto, cremos que este recurso deva ser acompanhado por um detalhamento da legenda, pois, para um estudante que nunca viu uma caverna, certamente continua sem uma noção razoável do que elas são: não temos indicação de escala, do que representam aqueles “espinhos” – estalactite e estalagmite - pendurados no teto da caverna e postos no solo destas, nem tampouco sobre o tempo de formação destas mesmas estruturas. Contudo, como dissemos, não temos alusão a tais estruturas. O texto descreve que as cavernas se formam principalmente em rochas calcárias sedimentares, e que a maioria destas são de origem marinha, mas não relaciona nenhuma destas informações entre si e, muito menos, à imagem.

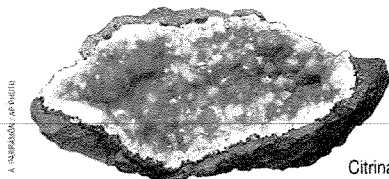
Na figura 3.6.2.4 (p. 137), damos destaque para a ilustração da formação do solo, situada inferiormente à página. A intenção da figura é apresentar o processo de formação do solo através de uma seqüência de blocos que evoluem à medida que se tornam colonizados por espécies vegetais. Neste caso, a **idéia da seqüência** é nítida e inclusive eficiente para transmitir o conceito, pois os diferentes quadrinhos dispostos lado a lado parecem potencializar a seqüência temporal. Entretanto, a ilustração não foi adequada para explicitar a diferenciação da rocha matriz ao longo do tempo, pois apesar das modificações que sabemos ocorrer com a rocha, da superfície para o interior, elas não foram destacadas com esta imagem, já que a primeira rocha é visualmente igual às posteriores. O texto é descritivo e desta maneira, cumpriria muito bem sua função se descrevesse os diferentes blocos, um a um. Diferentemente, porém, o texto somente lembra ao estudante para observar a ilustração abaixo. Após a apresentação da imagem, não encontramos uma retomada da ilustração, mas, há um texto curto e breve sobre como se dá o

Ágata. É um quartzo que apresenta *cores variadas* num mesmo fragmento.



Ágata

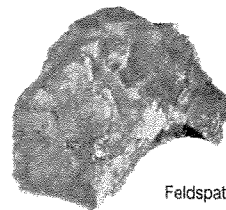
Citrina. É uma variedade de cristal de quartzo de cor *amarelo-clara*.



Citrina

Feldspato

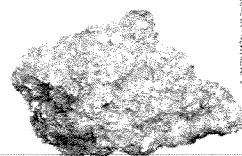
Outro mineral que entra na composição do granito é o *feldspato*. Ele pode se apresentar nas cores branca, rosa, cinza, amarela e verde.



Feldspato

Mica

A *mica* é um mineral que também faz parte da formação do granito; apresenta-se sob a forma de lâminas brilhantes.



Mica

Utilidades do quartzo

O **quartzo** tem sido utilizado na fabricação de objetos e peças diversas.

O *cristal de rocha*, por exemplo, é bastante empregado na indústria de *relógios* e na fabricação de *lentes* para óculos, microscópios, telescópios, etc. Além disso, depois de lapidado, o cristal de rocha fica transparente e brilhante, sendo por isso cada vez mais freqüente sua aplicação no *artesanato* (cinzeiros, chaveiros, abajures) e em *adornos* (pingentes para colares, brincos).

Com as belas e variadas cores da *ágata* também se produzem muitas peças *artesanais* e *enfeites diversos*.

A *ametista* (roxa) e a *citrina* (amarela) são pedras de quartzo que, depois de lapidadas, ficam bonitas e brilhantes. São, por isso, utilizadas em anéis, colares, pulseiras, brincos, etc.



Colares de ametista

São dois os principais tipos de mica:

- ♦ *muscovita* ou *malacacheta* — muito rica em alumínio, apresenta certa elasticidade;
- ♦ *biotita* — rica em ferro, magnésio e potássio.

Por ser um *isolante térmico*, a *mica* tem sido largamente utilizada na fabricação de *resistências de ferros elétricos*.

Depois de lapidada, a mica fica *transparente* e *incolor*. Assim, é também usada na cobertura de mostradores de relógios, *substituindo o vidro*.

Basalto: extrusivo, formador de terra fértil

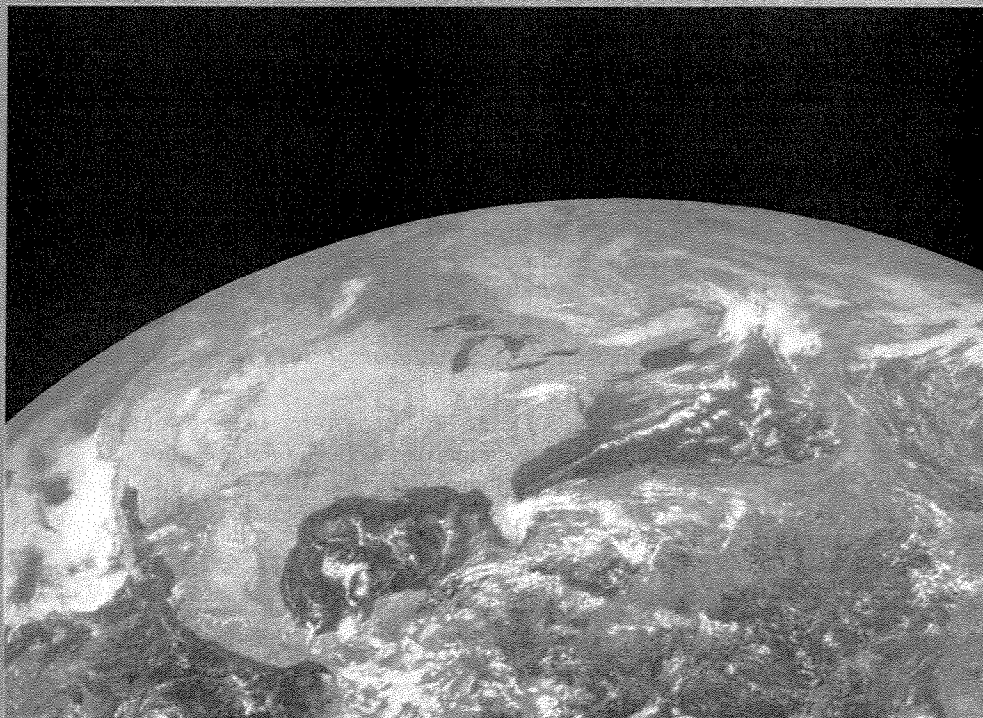
De cor escura, o *basalto* é uma *rocha magmática extrusiva* largamente empregada na pavimentação de calçadas.

Da mesma maneira que o granito, o *basalto* também é formado por *quartzo*, *feldspato* e *mica*. Só que no basalto não conseguimos distinguir esses minerais. Isso porque o resfriamento desse tipo de rocha, na superfície da crosta terrestre, foi relativamente rápido, formando cristais bem menores que os do granito e não visíveis a olho nu.

Figura 3.6.1.8: Função facilitação redundante

1

NOSSO PLANETA



CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS

- Regiões da Terra.
- Crosta terrestre.
- Manto e núcleo.
- Rochas e minerais.

OBJETIVOS

- Conhecer a Terra por dentro.
- Caracterizar as diferentes regiões da Terra.
- Diferenciar as camadas da Terra.
- Identificar tipos de rocha.
- Identificar minerais e pedras preciosas.

Figura 3.6.1.9: Função facilitação redundante

processo de decomposição da superfície exposta da rocha. É estranho que o texto cite elementos que atuam neste processo, sem que estes elementos estejam presentes na ilustração, como por exemplo, a instalação de líquens, a queda de folhas e galhos, fezes de animais e organismos mortos. Além disso, o texto faz referência explícita à fragmentação física da rocha ser o fator único na formação do solo, descartando os processos químicos.

Um outro recurso de que amiúde os livros didáticos se utilizam é o destaque para determinado local nas imagens, através da idéia de um aumento deste local. Seria como se víssemos através de uma lupa num determinado ponto da imagem. O resultado, isto é, a imagem ampliada estaria representada ao lado, mais destacada que a imagem que lhe deu origem, inserida em uma circunferência (figura 3.6.2.5, imagem situada no lado direito da página do livro didático e localizada na p. 139 desta dissertação). Entretanto, se o estudante nunca teve contato com este tipo de recurso, transpor uma imagem a partir de outra não é tão simples.

No texto, o erro relacionando ao perfil de solo e a crosta terrestre é novamente afirmado. Agora, de maneira mais confusa: *“Fazendo um corte na crosta terrestre desde o solo até a rocha matriz, podemos observar o que se chama perfil de solo”*, pois desta vez, o autor nos descreve algo real, isto é, se fizermos um corte na crosta, de fato é possível vermos um perfil de solo, mas não foi exatamente esta afirmação feita nas páginas anteriores do livro didático.

Este recurso do aumento parece não gerar, neste caso, tanta confusão, pois, a seção selecionada corresponde à ampliada³⁴ e a legenda explicita o detalhe do solo. Além disso, temos os mesmos elementos em cada uma das circunferências, com exceção da minhoca, que não aparece na imagem completa, somente no detalhe. No que respeita à última parte, vale ressaltar que o texto destaca a existência de um grande número de microorganismos, mas o organismo representado é um único “macroorganismo”: um ser vivo que apresenta morfologia semelhante à de uma minhoca.

³⁴ Em análise de imagens de digestão e excreção humana, PERES de EULATE et al (1999) encontraram que, nem sempre o detalhe ampliado tem a mesma orientação do fragmento de imagem selecionado, sendo que o aluno deve realizar uma rotação mental para compreender que parte está sendo mostrada numa escala maior.

O primeiro desenho que “abre” o capítulo encontra-se na página 143 desta dissertação (figura 3.6.2.6). Uma observação mesmo que rápida, já nos indica que se trata de uma imagem bastante confusa, e que não ilustra com clareza quais são as principais esferas da Terra³⁵.

Não se percebe um cuidado com a utilização das cores, afinal, a litosfera e a hidrosfera parecem constituir uma mesma estrutura. Além disso, a litosfera existe abaixo do chão oceânico e a figura deixa isto bastante confuso. A porção circular no meio da imagem é algo bastante questionável, pois, se a idéia é apresentar uma ampliação de uma determinada região, como já descrevemos na fig. 3.6.2.5, deveríamos ao menos reconhecer a região aumentada. Dentro deste círculo, as ilustrações mostram mata e solo, e, com exceção de alguns coqueiros ou palmeiras, nada acrescenta das ilustrações originais.

A figura 3.6.2.7 (p. 145) congrega três ilustrações diferentes para explicar a movimentação dos continentes. Da primeira à terceira, temos conceitos bastante complexos, que nem sempre são cuidadosamente construídos junto ao texto.

A primeira ilustração é referida no texto, através de uma chamada e um exercício de imaginação que os próprios autores propõem: “*Imagine sobre o manto pastoso uma série de placas sólidas, sem estarem unidas.*” A Terra é representada por um semicírculo, composto em sua superfície por 5 placas, que, segundo o texto, sustentam os continentes e os oceanos. Observa-se que as placas estão sobre um material pastoso³⁶, o manto, que, além de sustentar as placas tectônicas, pode se mover. A segunda ilustração parece mais complexa, pois acrescenta outros elementos além dos destacados na imagem anterior. Sabendo que o manto é pastoso e pode se mover, as setas rosadas que observamos nesta segunda imagem parecem realmente se referir ao movimento do manto pastoso. Há, nesta imagem, uma relação de causa e efeito, construída pelo texto e pela imagem, quando esta última apresenta-nos setas circulando no interior da Terra e movimento de placas e erupção vulcânica.

Assim, o fato do manto ser pastoso parece solucionar diversas questões, como o movimento das placas e a erupção vulcânica. Entretanto, reconhecendo que o manto não é pastoso, e que as

³⁵ Nesta página, podemos rever o grave erro conceitual trazido pelo outro livro: crosta e litosfera são as mesmas estruturas.

³⁶ Outro erro trazido pelo livro didático é a idéia do manto pastoso.

2

O SOLO



CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS

- Formação e componentes do solo.
- Tipos de solo.
- Modificações naturais e artificiais do solo.
- Solo e saúde.

OBJETIVOS

- Conhecer do que é feito o solo.
- Identificar os tipos de solo.
- Conhecer a drenagem, irrigação e rotação de culturas.
- Identificar as principais doenças transmitidas pelo solo.

Figura 3.6.1.10: Função motivadora

até 3400°C. É formado de material pastoso, denominado *magma*. Quando expelido pelos vulcões, o magma recebe o nome de *lava*. Os diferentes tipos de rocha da crosta tiveram origem no magma.

2.3 Núcleo

O núcleo é uma esfera do tamanho aproximado do planeta Marte. Sua porção mais externa vai até 4650 km de profundidade e compõe-se principalmente de ferro e níquel fundidos. A porção mais interna é uma esfera sólida devido ao enorme peso das camadas superiores; ela suporta a pressão equivalente a 3 200 toneladas/força por centímetro quadrado. Sua composição é de ferro e níquel metálicos e a temperatura deve chegar aos 6000°C.

Você sabe quais são os métodos usados pelos geólogos para estudar as camadas internas da Terra?

São métodos indiretos e baseiam-se na observação de terremotos, erupções vulcânicas, gêiseres e no grau geotérmico.

Os *terremotos* ou abalos sísmicos são produzidos por movimentos de acomodação que ocorrem na crosta. Esses movimentos produzem ondas de choque que se propagam pelas rochas da crosta terrestre. Tais ondas são registradas por aparelhos especiais, os sismógrafos, espalhados pela superfície da Terra. Os sismógrafos permitem a análise da direção das ondas de choque, sua intensidade e variação de velocidade. Foi estudando as ondas de choque provocadas pelos terremotos que os geólogos dividiram a Terra nas suas três camadas principais.



As *erupções vulcânicas* podem ser de vários tipos. Variam tanto a forma da erupção quanto a intensidade e o tipo de material expelido. Podem ocorrer erupções repentinas e explosivas ou lentas e contínuas. Um vulcão pode expelir gases e vapor de água, cinzas e fragmentos de rocha ou lava incandescente*.

Figura 3.6.1.11: Função facilitação redundante

setas no interior da “Terra” são, na verdade, as correntes de convecção (quando folheamos um livro didático de Geologia Geral, a mesma representação existe, justamente para explicar as correntes de convecção, que são as verdadeiras causas da movimentação das placas e outras ocorrências na parte interna da Terra), observamos que, a partir de um erro, o livro didático produz outro. As imagens (mais ou menos corretas) são usadas para asseverar sobre fatos equivocados³⁷.

Outra ressalva importante é que o texto não esclarece sobre a existência de outros continentes, além dos dois ilustrados, nem de outros vulcões na superfície da Terra. Isto é aceitável e, inclusive importante, quando se tem claro que estamos trabalhando com modelos, afinal, no ensino das ciências, a utilização destes é frequente. Nem por isso, entretanto, deve-se tomar tal informação como óbvia. Aliás, quando estudantes reconhecerem que o ensino e a prática das ciências implicam a produção de modelos, sentir-se-ão mais encorajados a construir seus próprios modelos, para auxiliar na construção das explicações dos fenômenos.

É de se destacar as cores usadas na primeira e nesta segunda imagem: enquanto o fundo da primeira possui um tom azulado, a região correspondente na segunda ilustração possui um tom amarelado. Na primeira imagem, este tom amarelado é o manto, que por sua vez é usado como fundo da segunda imagem. Esta troca de cores, mais do que auxiliar no embelezamento colabora com a sobrecarga de cores, propiciando uma certa confusão e um cansaço visual.

O último desenho, por sua vez, tem a intenção de apresentar as grandes placas tectônicas. Aqui, o estudante tem de transpor toda representação que viu até aqui, isto é, cortes que apresentavam o interior da Terra – embora esta informação seja suprimida - para a representação planificada, em estilo de mapa mundi. A legenda descreve as áreas internas às retas pontilhadas como sendo as seis grandes placas tectônicas, mas o desenho apresenta, na verdade, 7 placas tectônicas.

O texto se refere a um movimento a ser notado pelo estudante, que, na verdade, é impossível de ser visualizado com tais ilustrações: “(...) *a América do Sul e parte do oceano Atlântico estão sobre uma placa que está se deslocando para o oeste.*” A confusão aumenta, quando se atenta para o fator cromático, que, também para esta imagem, mostra-se problemático, devido à diversidade de cores, ao nosso ver, desnecessária.

³⁷ Não há referência sobre a existência e a importância da astenosfera.

Diversos problemas aparecem nestas três ilustrações. O uso da imagem para trabalhar tais conceitos é indispensável, entretanto, da maneira como vemos preparadas tais ilustrações, podemos questionar sua validade para a comunicação destes assuntos. Os conceitos são complexos o bastante, a ponto de exigirem outras linguagens e é por isso que um cuidado maior com as imagens deveria ter sido tomado. Dentre alguns dos problemas estão: não há alusão alguma ao corte feito no planeta Terra, a fim de ilustrar a posição das placas tectônicas e o manto. O mesmo deve ser dito para a segunda imagem. Esta, por sua vez, um pouco mais obscura devido à existência de alguns vulcões (2 vulcões) espalhados pela superfície – externa - do planeta, sem que o texto apresente o significado ou a relação destes vulcões com o restante do texto. Também, poderíamos esperar uma curta explicação sobre a existência de dois únicos continentes, numa imagem que procura representar o planeta.

A idéia que se tem do interior da Terra não é um conceito trivial e universal. AMADOR (1995) apontou algumas concepções prévias dos estudantes, que são oportunas para propor um tratamento mais cuidadoso por parte dos livros didáticos. Assim, os estudantes parecem reconhecer a existência de círculos concêntricos no interior da Terra, mas, em muitos casos, encontrou-se a idéia de vulcões no interior do planeta. NUSSBAUM (1989) aponta que, dentre algumas das noções primitivas das crianças, está a de uma Terra plana, que se estende infinitamente pelos lados e para baixo.

A terceira imagem poderia integrar as idéias levantadas pelas anteriores, já que apresentamos novamente o planeta Terra, com as respectivas direções dos movimentos das placas tectônicas, bem como as placas tectônicas. Contudo, o texto não se refere ao fato de que, desta vez, o planeta encontra-se planificado. Também não se refere ao fato de que os continentes apresentados encontram-se sobre a litosfera, esta sim em movimento. E que tudo isso está, de alguma maneira, relacionado. A classificação de cada uma destas imagens será feita respeitando a ordem que aparecem na página. Assim, 3.6.2.7a, será a ilustração mais superior; 3.6.2.7b será a ilustração encontrada no meio da página e finalmente, nomearemos a última das ilustrações como 3.6.2.7c.

Os vulcões são as válvulas de segurança da crosta terrestre. Quando a pressão a que o magma é submetido se torna muito grande, a lava escapa para a superfície.

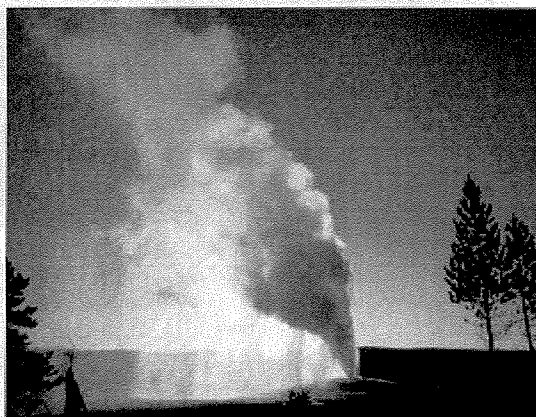
Parte do que se conhece a respeito da estrutura das camadas inferiores da crosta e do manto vem da análise do material expelido por vulcões.

Os gêiseres são fontes quentes que expõem jatos descontínuos de água, cuja temperatura pode ultrapassar 100°C.

Graças às observações feitas em minas profundas, em túneis ou em poços para petróleo, sabe-se que a temperatura da Terra aumenta proporcionalmente à profundidade. Dá-se o nome de *grau geotérmico* à distância vertical, a partir da superfície terrestre, necessária para que se verifique um aumento de 1°C. O valor médio do grau geotérmico é de 30 m, mas pode apresentar variação dependendo da região considerada. Por exemplo, na mina de Morro Velho, perto de Belo Horizonte, a 2500 m de profundidade, a temperatura chega a 64°C. Descontando-se a temperatura média anual, que é de 18°C, tem-se um aumento de 46°C, resultando para o grau geotérmico o valor de 54 m.



Vulcão



Gêiser

$$\begin{aligned} 64^{\circ}\text{C} - 18^{\circ}\text{C} &= 46^{\circ}\text{C} \\ 2500\text{ m} : 46^{\circ}\text{C} &= 54\text{ m}/^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

Com base no grau geotérmico, pode-se calcular a espessura da crosta terrestre e, assim, saber o que sobra para o manto e o núcleo. Admitindo-se que para 30 metros haja um aumento de 1°C na temperatura, chega-se à conclusão de que, a 60 km de profundidade, deverá existir uma temperatura de 2000°C. Tal temperatura é suficiente para derreter qualquer material sólido.

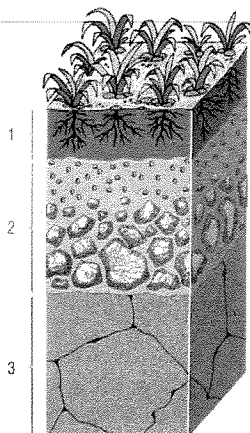
Crosta: a camada superficial

A *crosta terrestre* começa logo acima do manto; é também chamada de *litosfera*.

A espessura da crosta terrestre varia entre 10 e 70 quilômetros. Lembrando que para atingir o ponto mais profundo da Terra teríamos que imaginar um percurso de 6 370 quilômetros, você pode concluir que a crosta terrestre não passa de uma delicada “casca” externa.

Os principais elementos químicos que formam a crosta são o oxigênio, o silício e o alumínio. Em menores proporções, a crosta também contém ferro, cálcio, sódio, potássio, magnésio, fósforo e enxofre, entre outros.

A crosta terrestre tem três camadas: rocha matriz, subsolo e solo.



Esquema da crosta terrestre.

(1) Solo: camada em que se desenvolvem os vegetais, podendo ou não ser rica em substâncias nutritivas à vida das plantas.

(2) Subsolo: camada pobre em substâncias nutritivas; nele podem ser encontradas reservas de minério, por exemplo, de ferro.

(3) Rocha matriz: parte da rocha que deu origem ao subsolo e ao solo.

Rocha matriz. É a *camada mais inferior da crosta*. A rocha matriz ou rocha-mãe se formou a partir do resfriamento da parte mais superficial do manto; é a rocha matriz que originou as outras duas camadas acima dela (subsolo e solo).

Subsolo. É a *camada que fica entre a rocha matriz e o solo*; contém fragmentos de rocha originados da rocha matriz. O subsolo fornece ao homem muitos recursos naturais como o carvão, o petróleo e vários tipos de minérios (minérios de ferro, de alumínio, de cobre, de prata, etc.).

Solo. É a *camada mais fina da crosta terrestre*. Fica na *superfície externa da crosta*. O solo se formou a partir da desintegração de fragmentos das rochas do subsolo. É essa fina camada que garante o desenvolvimento das plantas, conforme veremos adiante.

Existe uma ciência especial que estuda a origem e a composição da Terra: a geologia.

Ela analisa o passado e os processos de transformação da Terra. Esse estudo começa pela análise de amostras (pedaços) de rochas.

Continentes: flutuando sobre placas

A litosfera ou crosta terrestre apoia-se em placas, chamadas *placas tectônicas*.

Portanto, sobre as placas tectônicas estão apoiados os *continentes*, esses imensos blocos da litosfera terrestre não cobertos pelos oceanos. Mas nas placas tectônicas também se apoia o solo do fundo dos oceanos, mares, rios, lagos.

Deriva continental: o que é isso?

As *placas tectônicas* ficam em constante movimento. Esse movimento é impulsionado pelo magma, que constitui o manto terrestre.

Portanto, *os continentes se deslocam sobre o magma*, como se estivessem flutuando. Esse fenômeno de flutuação dos continentes é chamado *deriva continental*.

Por que deriva? Essa palavra pode significar: desvio sem rumo certo; arrastado; solto. Por exemplo, um barco à deriva é um barco desgovernado.

No caso da deriva continental, trata-se de um movimento em que os continentes são arrastados pelo magma, sem rumo certo e sem que o homem possa interferir nesse movimento.

Explicando a deriva continental

Vamos resumir esse fenômeno em quatro itens:

- ♦ inicialmente havia na superfície terrestre um único continente;
- ♦ esse supercontinente — que os cientistas chamam de *Pangéia* — foi aos poucos se separando em grandes blocos;
- ♦ os grandes blocos separados deram origem aos continentes atuais;
- ♦ a deriva continental não cessa, mas esse movimento é tão pequeno que não podemos percebê-lo.

Figura 3.6.2.1

A ilustração da figura 3.6.2.8 (p. 149) (não analisaremos a relação dela com a fotografia) nos apresenta como ocorre a formação de rochas sedimentares. Para tanto, o texto apresenta as diferentes maneiras de se promover o desgaste de rochas, citando entre elas o desgaste químico (exemplo chuva ácida) e o desgaste físico (erosão pelo vento e variação de temperatura) (p. 29 e 30 do livro didático). Tais processos acabam degradando rochas magmáticas (?) e gerando sedimentos³⁸. Após esta descrição, temos a imagem.

Nesta figura os sedimentos que inicialmente aparecem no desenho (no primeiro quadro) desaparecem no segundo e no terceiro quadros. No segundo quadro não é possível entender a relação dos sedimentos com aquilo que aparece naquela espécie de bacia, e ainda mais, com água!! No terceiro quadro, não se compreende o que fez com que a água diminuísse de quantidade. Enfim, é difícil estabelecer alguma relação entre os sedimentos e o processo de formação das rochas sedimentares. Até porque, o texto não cita qualquer relação entre a formação destas e a presença de água neste fenômeno.

A próxima figura 3.6.2.9 (p. 153) representa um esquema simplificado do solo. Este texto não formaliza a nomenclatura usual, que identificaria este esquema como perfil de solo, nem tampouco explicita os horizontes B e C. Estes ficam suprimidos e parecem não possuir importância alguma para o entendimento da formação do solo. Não há representação da rocha-mãe, pois a ênfase na ilustração é dada para o solo composto por rochas desagregadas, vegetais e animais mortos. O leitor deve entender que, na camada em que encontramos o solo, as raízes dos vegetais estão representadas em branco e, o verde observado acima do solo representa os vegetais.

3.6.3 Desenhos e fotografias juntos

No livro de Demétrio Gowdak e Eduardo Martins observamos algumas imagens que, para discutir um dado assunto, lançavam mão de dois recursos conjuntamente: da fotografia e da ilustração, ainda que não fizesse referência sobre este uso. É o caso das figuras 3.6.3.1 e 3.6.3.2 (p. 155 e p. 159).

³⁸ No texto do livro didático não encontramos referência à degradação das rochas sedimentares e metamórficas, parecendo, erradamente, que o processo de formação de rochas sedimentares contempla somente as rochas magmáticas.

Na primeira figura, o texto narra a maneira como era a superfície terrestre há muito tempo, sem fazer um aprofundamento nesta ordem temporal: na superfície da crosta, havia somente rochas. Em seguida, propõe uma rápida demonstração de como o solo se forma. Podemos destacar, primeiramente, o perigo que está por traz de uma prática como a demonstrada pelas fotografias da figura 3.6.3.1. Também devemos questionar a analogia proposta pelos autores, referente ao choque térmico como sendo o principal agente responsável pela destruição das rochas³⁹. Em seguida, retoma a mesma idéia, porém, com uma ilustração. Esta, por sua vez, pretende ilustrar na forma de diferentes estágios a formação das rochas, sendo, portanto, uma complementação da fotografia expressa acima. Esta imagem, entretanto, é enganosa, pois, apesar de dar a idéia de uma seqüência de eventos que promovem a formação do solo, ela pode gerar a falsa idéia de que a formação do solo ocorre ao final de um dia. O primeiro quadro ocorre no período noturno, e as rochas estão expostas ao vento. O segundo quadro ocorre durante o dia, e desta vez as rochas estão expostas ao sol. O último quadro aparece à noite, com o solo já formado, somente alguns cascalhos soltos ao chão.

A idéia da figura 3.6.3.2⁴⁰ (p. 159) por sua vez, é apresentar um experimento para se conhecer os tipos de solo através da quantidade de água que ele consegue reter. Cabe esclarecer, antes de qualquer coisa, que a chamada do texto “Descobrimos os tipos de solos” está distante daquilo que o texto de fato alcança. Na realidade, este só consegue apresentar a permeabilidade da areia e da argila, mas não os diferentes tipos de solos. Assim, primeiramente na página 43 do livro didático, seguem os quadros contendo as imagens fotográficas e, na página seguinte temos um texto explicando o que ocorre em ‘A’ e em ‘B’, seguido por duas ilustrações que mostram o caminho da água, quando é possível que esta percorra por entre o obstáculo posto, neste caso, a areia e a argila. Na realidade, a imagem fotográfica somente nos apresenta o início e o resultado final do ensaio.

³⁹ Os processos físicos e químicos, explicados de maneira correta e completa ficam ao abandono.

⁴⁰ Esta é a única figura que foi montada, isto é, possui partes da página 43 e partes da página 44 do livro didático, como maneira de facilitar a discussão.

Saiba mais Sobre a CROSTA TERRESTRE

Rachaduras e abismos da crosta, terremotos e formação de montanhas

Sabemos que a crosta terrestre — tanto o fundo dos oceanos, como os continentes e as ilhas — apóia-se em placas tectônicas flutuantes sobre o magma. As placas tectônicas derivam entre si, ou seja, derivam umas em relação às outras. Esse movimento das placas tanto pode ser num mesmo sentido como em sentidos opostos.

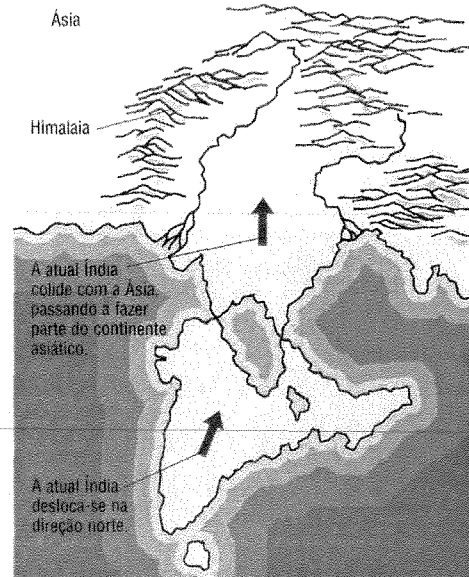
Quando duas placas se separam, formam-se fendas na região da crosta onde aconteceu a separação das placas tectônicas. Esse movimento pode criar abismos profundos no continente e no oceano.

Quando as placas se movem uma em direção à outra, uma delas mergulha sob a outra ou, então, elas colidem:

- o *mergulho* dá origem a abismos bastante profundos, podendo causar abalos sísmicos (tremores de terra e terremotos) de grandes proporções;
- a *colisão* entre placas tectônicas geralmente dá origem a terremotos e a montanhas. Um exemplo de formação de montanhas por colisão de placas tectônicas continentais e oceânicas é a imensa cadeia montanhosa do Himalaia, no continente asiático.

Quando as placas tectônicas deslizam umas sobre as outras, esse movimento pode causar rachaduras na crosta e terremotos.

[Adaptado de: *A Terra*. São Paulo, Ática, 1995. Série Atlas Visuais. p. 12 e 16.]



Embora seja tão alto e extenso, o Himalaia começou sua existência no fundo do mar: a placa tectônica que sustentava a Índia moveu-se para o norte, esmagando contra a Ásia o chão de um antigo mar. O chão do mar rompeu-se, projetando a terra asiática para cima. Com o transcorrer do tempo, essa terra foi elevando-se cada vez mais, transformando-se na imensa cadeia de montanhas que é o Himalaia. Essa intensa força para cima ainda não cessou. Estudiosos do assunto estimam que o Himalaia continua crescendo cerca de 5 centímetros por ano.

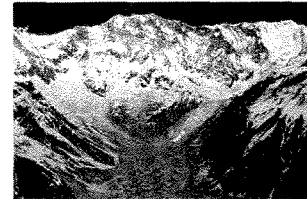


Foto do Himalaia

PARA TRABALHAR INDIVIDUALMENTE

Compare a figura sobre a formação do Himalaia com a figura da sequência da deriva continental dada na página 34.

Depois, numa folha a ser datada e colocada na pasta de *Trabalhos Individuais de Ciências*, identifique

aproximadamente o período em que a Índia colidiu com o continente asiático, passando a fazer parte dele. (Dica: a última figura da sequência já mostra a formação atual dos continentes; portanto, não está ali a sua resposta.)

Figura 3.6.2.2: Função sequencial

- 16 O que são:
a) estalactites?
b) estalagmites?
- 17 Quais os produtos que empregam o calcário como matéria-prima?
- 18 Cite duas utilidades da cal.

Sal-gema

- 19 Como se formaram as jazidas sedimentares de sal-gema?

Cascalhos e seixos

- 20 O que determina a forma dos seixos e cascalhos? Onde eles são geralmente encontrados?
- 21 Qual a origem dos seixos e cascalhos?
- 22 Como seixos e cascalhos se formam na base de montanhas dos litorais?

Saiba mais Sobre EROSÃO

Erosão das rochas

Os vários tipos de erosão provocada pela água recebem nomes especiais:

- *erosão pluvial* — ação das chuvas;
- *erosão fluvial* — ação dos rios;
- *erosão marinha* — ação do mar;
- *erosão glacial* — ação do gelo.

Acontece no AMBIENTE

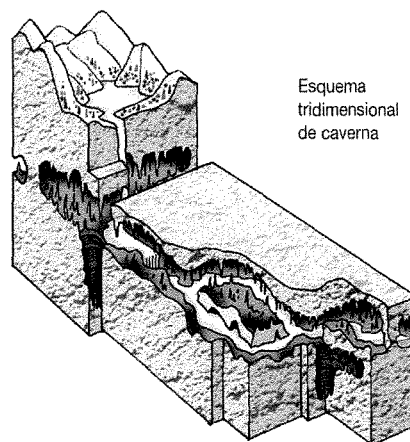
Cavernas, maravilhas no subsolo

As cavernas se formam principalmente nas rochas calcárias. Essas rochas são sedimentares e a maioria é de origem marinha. A água infiltra-se nas fissuras microscópicas da rocha e, graças aos ácidos que carrega, inicia o trabalho químico de dissolução. Em regiões onde há mais chuvas, o desenvolvimento de cavernas é favorecido. Em regiões de clima desértico, as cavernas são mais raras.

Existem também algumas cavernas em rochas de arenito, mármore, granito e até no gelo.

Para que uma caverna se forme, é necessário que a rocha calcária tenha grande espessura, com fissuras e fraturas que permitam a passagem da água. Essa água deve estar acima do nível do mar e do lençol freático, de forma que, graças à força da gravidade, ela possa circular.

Em seu curso, a água atravessa as partes da rocha que são mais facilmente dissolvidas pela ação dos ácidos contidos na água.



Esquema tridimensional de caverna

A ciência que estuda as cavernas chama-se *espeleologia* e os estudiosos de cavernas são os *espeleólogos*. A Sociedade Brasileira de Espeleologia já identificou 2 090 cavernas em território brasileiro.

[Extraído de: DOMINGOS, Mario D. e SANTOS, André C. A. dos. *Cavernas*. São Paulo, Ática. Série Investigando.]

Figura 3.6.2.3: Função catalização de experiência

Em ambos os casos, as ilustrações são as responsáveis por complementar as idéias propostas pelos textos e retratadas pelas fotografias. Pois, o que de fato mostra os processos dos fenômenos que estão sendo discutidos são os desenhos. Apesar destes desenhos não serem indicados pelo texto como algo próprio para esclarecer a idéia da fotografia, sua posição na página acaba conduzindo para uma leitura complementar e direcionadora.

3.6.4 Comparando algumas imagens

Neste ponto, aproximamos algumas imagens que tratam dos mesmos assuntos em ambos os livros.

As primeiras imagens a serem analisadas nesta seção são: a figura 3.6.4.1 (p. 161) pertencente ao livro de Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino e a figura 3.6.4.2 (p. 163) pertencente ao livro de Demétrio Gowdak. Tais ilustrações apresentam esquemas da estrutura interna da Terra. Apesar do assunto ser idêntico, além das imagens possuírem similaridades, cada uma apresenta suas especificidades, as quais trataremos agora.

Para começar, a primeira ilustração (figura 3.6.4.1) apresenta-nos uma Terra completamente segmentada, isto é, bem dividida em cada uma das camadas, que aparentam estar muito bem delimitadas: o texto apresenta-nos 3 camadas, entretanto, a imagem apresenta-nos 4. Além disso, a imagem deixa bem destacado o movimento que o planeta faz em torno de si mesmo, além do movimento do núcleo, apesar de não fazer uso desta informação. Parece haver uma preocupação para que o leitor visualize tridimensionalmente a Terra, pois nos apresenta diversos ângulos para tal visualização. Esta imagem não atentou para o fator escala, uma vez que apresenta a crosta terrestre como um casco relativamente grossa em relação ao restante da imagem. A descrição do texto, por outro lado, apresenta a crosta terrestre como uma “*delicada casca externa*” (p. 33 do livro didático). Perante uma tal descrição permanece para nós e provavelmente para muitos estudantes alguns questionamentos: que seria esta casca? Delicada é sinal de fina? Ou quebrável?

A outra imagem (figura 3.6.4.2) por sua vez, apresenta um cuidado menor com a questão da tridimensionalidade e não destaca tanto a delimitação entre as camadas da Terra (ou pelo menos isto não é tão nítido). Esta falta de delimitação é devida, basicamente, à pouca exploração das cores, já que o núcleo externo é quase imperceptível. Esta crosta apresenta-se mais fina do que a

primeira, fazendo mais justiça à descrição do texto, quando este a caracteriza como uma finíssima pele que envolve o manto.

Quando comparamos as imagens, percebemos que ambas trazem falhas. Enquanto a primeira destaca a idéia da tridimensionalidade, muito mais que a segunda imagem, ela apresenta informações na ilustração que não são tratadas no texto, como é o caso do movimento de rotação. Além disso, essa imagem destaca as diferentes camadas como sendo muito bem definidas, enquanto, na verdade, sabemos que esses limites não são tão precisos. Talvez a segunda imagem traga esta idéia, por não separar tão descritivamente estas camadas. Nenhum dos textos ou imagens problematiza a questão da escala, que nos desenhos vistos não pode, realmente, ser cumprida. Outro equívoco que destacamos é o manto tratado como estrutura pastosa, quando já se sabe há muito que esta é uma estrutura sólida.

Outro assunto que merece ser tratado conjuntamente é a Deriva Continental, com a figura 3.6.4.3 (p. 167) pertencente ao livro de Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino, e a figura 3.6.4.4 (p. 169) pertencente ao livro de Demétrio Gowdak e Eduardo Martins.

A primeira imagem, do livro de Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino, inicia o texto na página anterior, onde em poucas linhas explica o que é a deriva continental. Nós nos atentaremos somente à página em que está a imagem. Esta, por sua vez, inicia-se com um texto que apresenta uma relação de causalidade um tanto quanto questionável: “*Como a Terra existe há bilhões de anos, pode-se concluir que a posição dos continentes mudou bastante no decorrer desse tempo(...)*” (p. 34). É claro que esta descrição auxilia a leitura da imagem, mas, porque deveríamos supor que a posição da Terra teria mudado? Será que pelo fato dela existir há bilhões de anos? Outro ponto questionável é a própria ordem numérica do tempo: “*Como a Terra existe há bilhões de anos(...)*”. Para um estudante, o que serão estes bilhões de anos? Não encontramos nenhum tipo de atividade, ou sugestão de atividade que auxilie o professor no tratamento da ampla questão temporal.

O parágrafo seguinte faz referência à imagem, e é também um texto que apresenta alguns problemas. O autor destaca para que o leitor “*Observe que a primeira figura já começa pela separação do supercontinente (Pangéia) em grandes blocos, enquanto a última representa os continentes como estão distribuídos hoje.*” Apesar de haver uma brevíssima descrição da Pangea na página anterior, não foi concedido ao leitor observar este único bloco continental.

Capítulo 9

O solo – nosso piso, nossa pátria, nosso pão



O solo é uma fina camada da crosta terrestre. Geralmente possui poucos centímetros de profundidade, mas, sem ele, a Terra estaria morta. Existem vários tipos de solo, que serão estudados neste capítulo.

Você estudou no capítulo 5 que a crosta terrestre tem três camadas: rocha matriz, subsolo e solo.

Neste capítulo estudaremos o solo: como se forma, sua importância, composição e seus tipos básicos.

Como o solo se forma

O solo origina-se da rocha matriz ou rocha-mãe.

Imagine uma rocha matriz nua, exposta na superfície da crosta terrestre. Durante o dia essa rocha é aquecida e se dilata ligeiramente; à noite

ela se resfria e se contrai. Lentamente, com o tempo, esse processo vai fragmentando a rocha.

O vento e a água do mar ou de um rio se chocam contra a rocha. Ambos carregam partículas sólidas. O choque contínuo dessas partículas sólidas contra a rocha provoca, lentamente, a sua fragmentação.

Assim, o calor, o frio, o vento e a água, entre outros fatores, fragmentam, pulverizam, esfarinham a rocha, transformando a sua superfície e originando partículas cada vez menores; essas partículas irão formar a *parte mineral* do solo.

Observe, agora, a ilustração abaixo:

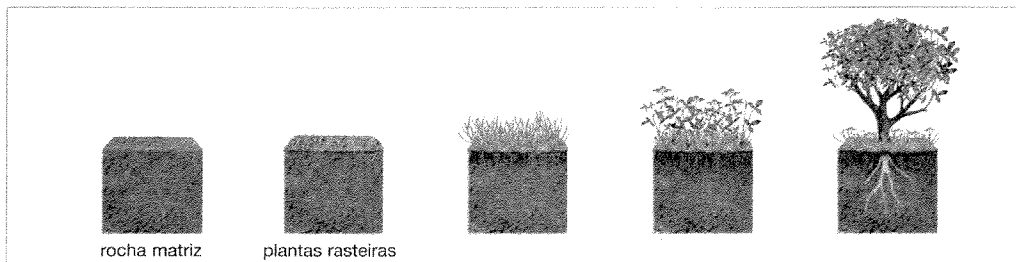
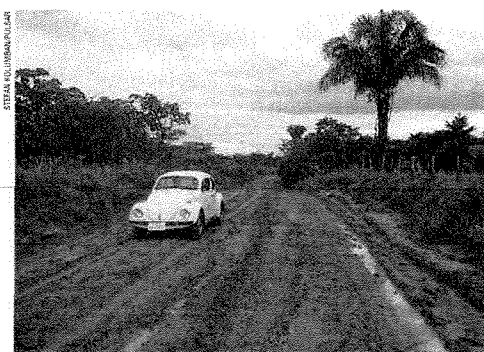


Figura 3.6.2.4: Função sequencial

Casas e hospitais, escolas e estradas

O solo apóia o alicerce das casas, dos hospitais, das escolas e de outros tipos de construção.

No solo constroem-se estradas, por onde trafegam ônibus, caminhões, automóveis, motos e trens, que transportam passageiros e cargas.

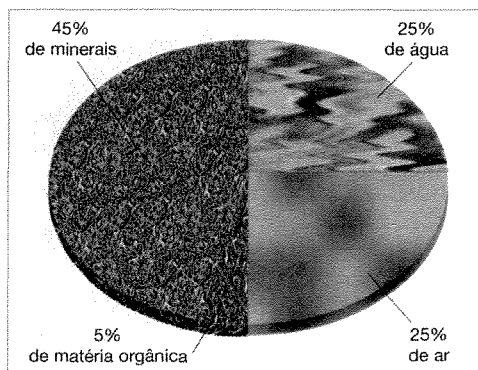


No solo construímos residências, ferrovias e estradas. Na foto, uma estrada de terra em más condições de uso.

A composição do solo

O solo geralmente contém partículas sólidas, água e ar. A parte sólida ocupa mais ou menos a metade (50%) da quantidade de um solo; desses 50%, aproximadamente 45% representam a matéria mineral e 5%, a matéria orgânica. A outra metade (os outros 50%) da quantidade de um solo é ocupada pela água e pelo ar: mais ou menos 25% para a água e 25% para o ar.

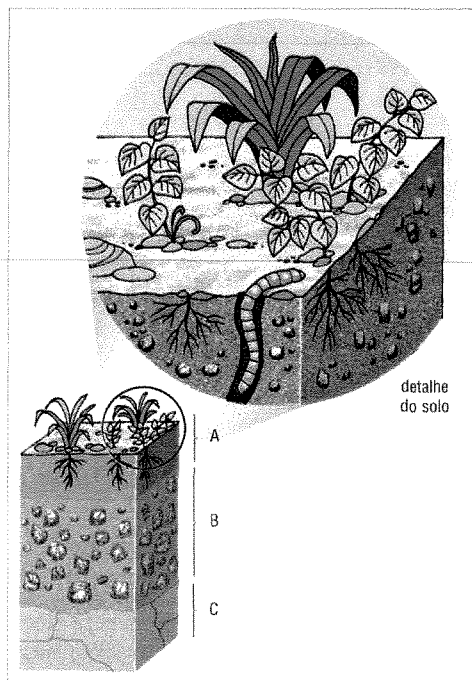
Veja a figura abaixo:



Composição do volume de um solo

O perfil do solo

Fazendo um corte na crosta terrestre desde o solo até a rocha matriz, podemos observar o que se chama *perfil do solo*. Nesse perfil, podemos reconhecer várias camadas ou horizontes.



Horizonte A. Também chamado *solo agrícola*, essa camada superficial — geralmente mais escura, fofa, úmida, rica em matéria orgânica e sais minerais diversos e com grande número de microrganismos — representa o solo propriamente dito. Sua profundidade é variável: em geral, 30 a 40 cm.

Horizonte B. É uma camada formada principalmente por fragmentos de rocha; contém pouca ou nenhuma matéria orgânica e poucos microrganismos. Esse horizonte constitui basicamente o subsolo.

Horizonte C. Contém grandes pedaços e inúmeros fragmentos de rocha. Abaixo desse horizonte, encontra-se a rocha matriz ou rocha-mãe.

Areia, argila, humo e calcário

Entre os vários componentes sólidos de um solo, destacaremos agora a areia, a argila, o humo e o calcário.

Figura 3.6.2.5: Função catalização de experiência

O objetivo principal da imagem, por sua vez, é construir a evolução/modificação da posição dos continentes nos diferentes momentos, indicados, estes últimos, pelos distintos globos. Essa seqüencialidade, no entanto, apresenta-se bastante confusa, pois ela é indicada através do tempo, encontrado abaixo de cada um dos globos. Desta forma, enquanto poderíamos supor que, após o primeiro globo ($\pm$ de 200 a 135 milhões de anos), teríamos aquele localizado à sua direita, respeitando a ordem usual de nossa leitura, o segundo é aquele localizado abaixo a este que comentamos ($\pm$ de 135 a 65 milhões de anos). Não há a utilização das setas, que certamente responderiam bem à questão do ordenamento dos globos. Ressaltamos ainda, o tratamento tangencial que é dado à questão temporal.

A legenda desta imagem ressalta a observação da 1ª. figura, que corresponde ao Jurássico, era em que surgiram os dinossauros, mas, qual a utilidade desta informação? O leitor pode de fato observar, mas, não há um contexto para esta informação e, visualmente, nada é favorável a uma tal observação.

A segunda imagem, existente no livro de Demétrio Gowdak e Eduardo Martins (figura 3.6.4.4, p. 169) utiliza um tópico inteiro para tratar a Deriva Continental. O texto introduz o assunto da mesma maneira que anteriormente, isto é, através de uma relação de causalidade difícil de se compreender: “*Se as placas tectônicas estão se movendo, então é justo pensar que há muito tempo o tamanho e a forma dos continentes e oceanos seriam diferentes*” (p. 21). Porque seria justo pensar que o tamanho e a forma dos continentes seriam diferentes, quando se sabe que as placas tectônicas estão se movendo. Ora, até então, o estudante pode não saber que essa movimentação sempre foi constante na história do planeta.

A imagem, da mesma forma que a anterior, é também uma seqüência de globinhos, cuja disposição continental é diferente em cada um. Aqui, a seqüência parece mais clara, graças às setas indicando a direção correta da leitura. Apesar disso, não parece haver um cuidado maior no preparo das imagens, uma vez que se apresentam opacas.

Podemos acrescentar que ambas as figuras apresentam-nos imagens e textos, cujas idéias não nos permitem fazer uma construção mais próxima de algo ideal. Assim, se na primeira figura temos a indicação temporal, não temos um aprofundamento desta questão; se na segunda figura temos a indicação da movimentação dos continentes, não há nenhuma alusão ao tempo, nem indicativa, muito menos aprofundada.

A última comparação a ser feita é referente ao estudo sobre os vulcões, apresentado por ambos os livros. Podemos observar a figura 3.6.4.5 (p. 173) pertencente ao livro de Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino e a figura 3.6.4.6 (p. 175) pertencente ao livro de Demétrio Gowdak e Eduardo Martins.

A figura 3.6.4.5 nos traz um estudo mais pormenorizado dos vulcões, já que ao longo do capítulo ele não recebe nenhum tratamento mais específico. A proposta da imagem e texto é apresentar como ocorre o processo vulcânico. Com a pergunta: “Você conhece um vulcão por dentro?”, é que o texto faz referência à imagem.

Um recurso que se repete para esta imagem e diversas figuras que vimos é a transparência, permitindo ao leitor observar o que existe dentro de um vulcão⁴¹. Para isto, a imagem é bastante simplista, uma vez que não destaca muito bem a tridimensionalidade, nem mesmo a idéia de um corte, que permite observar o que existe por dentro da estrutura representada, mas consegue ilustrar as partes principais do vulcão, além de apresentá-lo em franca atividade. Fica por ser explicado o que é chaminé e cratera. Além disso, apresenta os vapores e cinzas expelidos como nuvens e não explica que os estratos representados abaixo do solo referem-se à crosta terrestre. O manto, que, na figura 3.6.4.1 é separado das outras camadas de maneira sistemática, agora é apresentado como algo sem uma forma definida, estando muito distante da estrutura vista páginas atrás. Além disso, a escala novamente é tratada como algo secundário, pois o manto agora é representado muito próximo à crosta, e que parece ter um fim brusco, acompanhando os limites da imagem.

Finalmente a figura 3.6.4.6 (p. 175) em pouco se difere da imagem anterior, exceto pelas camadas de rochas que encontramos neste caso: são duas camadas de rochas, em seguida, a crosta e, por último, o manto. Isto pode fornecer a falsa impressão de que as rochas não pertencem à crosta terrestre. No texto, não temos referência alguma à representação do vulcão, sendo assim, da mesma maneira que anteriormente, abdica-se de uma informação acerca das estruturas (chaminé, chaminé secundária, etc.)

⁴¹ Segundo Amador (1995), em Geologia, a utilização deste tipo de imagens é bastante comum, uma vez que apresentam uma simplificação do funcional, tentando ao mesmo tempo simbolizar o genérico e o conceitual. “Deste modo, produzem-se imagens estereotipadas que simulam ser possível uma visão do interior das formas”. (p. 43)

1 Regiões da Terra

Sabemos que a Terra, vista no espaço, aparece como uma bola azulada. A sua superfície mostra uma crosta sólida, com a maior parte coberta por água.

A Terra compreende várias regiões com características próprias: litosfera (do grego *lithos*, pedra e *sphaira*, esfera), hidrosfera (do grego *bydor*, água e *sphaira*, esfera), atmosfera (do grego *atmos*, vapor e *sphaira*, esfera) e biosfera (do grego *bios*, vida e *sphaira*, esfera).

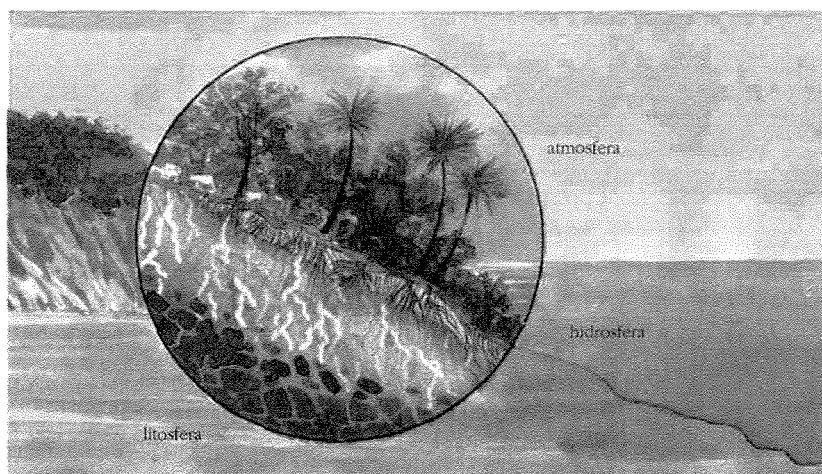
A *litosfera* é a região sólida da Terra; é o mesmo que crosta terrestre. Sua parte mais superficial, acima do nível das águas, é o solo, onde vivem as espécies adaptadas ao ambiente terrestre, isto é, que utilizam o oxigênio do ar.

A *atmosfera* é a região gasosa que envolve a Terra. É constituída por uma mistura de gases, vapor de água e partículas em suspensão.

Os cientistas fizeram várias pesquisas com foguetes de sondagens e com satélites artificiais de observação para descobrir como o ar se distribui sobre nosso planeta. Chegaram à conclusão de que a massa de ar que envolve a Terra vai ficando mais rara, à medida que se afasta dela.

A atmosfera costuma ser dividida em quatro camadas: troposfera, estratosfera, mesosfera e termosfera.

A *hidrosfera* compreende a parte líquida da Terra; nela vivem todas as espécies que utilizam o oxigênio dissolvido na água e aquelas poucas que utilizam o oxigênio diretamente do ar, embora sejam aquáticas, como a baleia e o golfinho. A maior parte da hidrosfera é constituída por água salgada.



16

Figura 3.6.2.6: Função facilitação redundante

Fique mais informado

Você já deve ter ouvido falar que os continentes se movem.

Ninguém pode perceber isso porque esse movimento é muito lento. Poucos centímetros por ano.

Mas, como ocorre esse movimento?

Ainda há muitos estudos a respeito, pois entender o que está acontecendo em grandes profundidades à Terra é tarefa muito difícil. Há, entretanto, idéias que parecem explicar os fenômenos originados pelo movimento dos continentes. Uma idéia é relativa à presença de placas tectônicas.

Imagine sobre o manto pastoso uma série de placas sólidas, sem estarem unidas.

Veja o desenho.

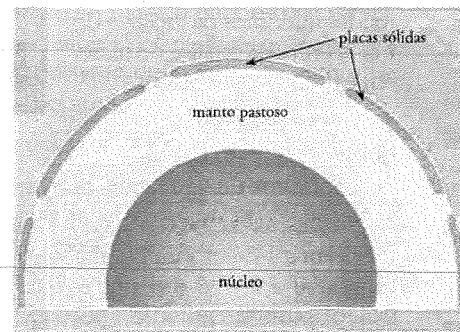
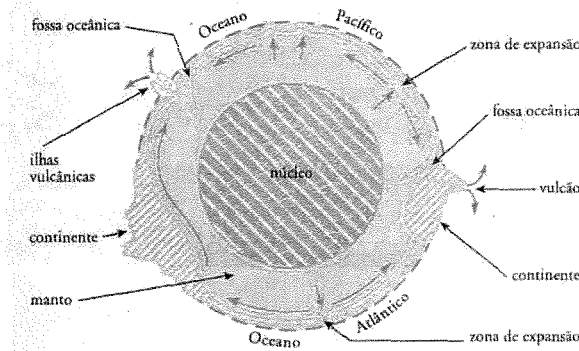


Figura 3.6.2.7a:
Função
catalização de
experiência

Figura
3.6.2.7b:
Função causal



Sobre as placas ficam partes de continentes e de oceanos.

Essas placas estão sobre um material pastoso que pode se mover.

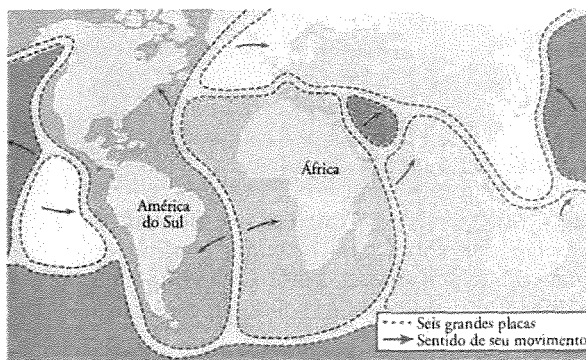
Acredita-se que esse magma pastoso do manto esteja se movendo conforme o desenho ao lado.

Quando o magma vai se movendo, leva a placa para uma direção.

Numa das extremidades da placa vai ocorrendo uma destruição de material, que vai derretendo. Na outra extremidade vai se formando nova borda da placa.

Veja no desenho ao lado um exemplo conhecido: a América do Sul e parte do oceano Atlântico estão sobre uma placa que está se deslocando para o oeste.

Figura
3.6.2.7c:
Função
seqüencial



Os dois textos tratam o fato dos vulcões estarem localizados nas bordas das placas tectônicas. Mas, onde estariam e o que seriam estas últimas? Por que os vulcões estariam aí localizados? Encontramos o mapa de distribuição geográfica dos terremotos somente no livro de Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino (p. 36), mas o próprio livro não retoma a informação dada pelo mapa.

3.7 Organizando as imagens e textos geocientíficos

Apesar de restringirmos este trabalho a somente dois tipos de imagens: as fotografias e os desenhos, foi possível considerarmos, com base nas discussões acima, diversas diferenças entre tais imagens. Assim, nesta seção, agruparemos as imagens que foram comentadas anteriormente em categorias. Estas categorias possuem um duplo papel: em primeiro lugar, buscam identificar características específicas das imagens que são utilizadas no ensino de Geociências e, em segundo lugar, buscam identificar a própria função desempenhada pela imagem no contexto em que se apresenta. Este primeiro papel que identificaremos vai proporcionar um alto nível de especificidade para esta classificação, afinal trata-se de destacar características específicas de um tipo de imagem, a saber, aquelas destinadas ao ensino de Geociências/Geologia. Por outro lado, esta caracterização certamente nos proporcionará alguma abertura, uma vez que não está relacionada sempre exclusivamente ao conteúdo com que trabalhamos, mas com as características das imagens de maneira geral.

Nesta tentativa de classificar as imagens, recorreremos a diversas fontes, a fim de aproximarmos tais referências às imagens geológicas/geocientíficas dos livros didáticos brasileiros. Tais investidas foram bastante instrutivas, mas sentíamos que nas diversas classificações vistas existiam lacunas, uma vez que as classificações são formuladas de acordo com as características do material a ser classificado. Apesar das dificuldades, optamos por continuar com a idéia de se utilizar uma classificação já existente, pois isto nos auxiliaria na obtenção de um conjunto de tipos de imagens que se destinam a comunicar os assuntos geológicos, sem a preocupação de produzir categorias específicas.

Seguem, portanto, as classificações que forneceram suporte para a atividade classificatória. Começaremos por MONTANERO e BLÁSQUEZ (1997) que propõem a classificação de imagens estáticas e dinâmicas encontradas em livros didáticos de ciências. As imagens estáticas servem fundamentalmente como apoio à definição de um dado objeto de estudo, como a representação da

anatomia humana, por exemplo. Neste caso, enquadram-se as fotografias. As imagens dinâmicas possuem a característica de representar um certo movimento no tempo e buscam, dentre outras atividades, explicitar as relações de causalidade. As imagens dinâmicas seriam dos seguintes tipos:

- a) Imagem Causal: Estas imagens possuem função explicativa. Elas servem para explicitar os vínculos lógico-causais que regem um processo de mudança. Segundo os autores, há forte predominância do verbal, porque a compreensão da idéia causal do processo requer uma inferência proposicional. A imagem serve como um apoio, e por isso, as imagens apareceriam carregadas de símbolos, elementos esquemáticos e palavras que se integram ou superpõem ao elemento icônico. Dessa forma, a compreensão da imagem é difícil sem a informação do texto escrito. A imagem que pode ilustrar a função de causalidade é a 3.6.2.7b (p. 145).
- b) Imagem Sequencial: neste caso, a complementação texto-imagem é mais equilibrada, sendo que a função desta imagem não é estritamente explicativa, mas sim, descritiva. A imagem não atua propriamente para indicar o caráter processual, mas, a sequência temporal dos fatos concretos, o que caracteriza este tipo de imagem como inferindo padrões episódico-temporais. Isso as torna menos dependentes da esquematização e do apoio verbal. Imagens que indicam seqüências podem ser as presentes na figura 3.6.2.2 (p. 131) e na figura 3.6.2.4 (p. 137), por exemplo.
- c) Imagem de procedimento: sua função é predominantemente prescritiva e tem aplicação de caráter executivo. Pelo fato da prescrição de um método não necessitar de leis lógicas, isto torna tais imagens bastante independentes dos textos escritos. Os conteúdos processuais são representados, freqüentemente, com mais facilidade e economia através das imagens, com menos superposição de elementos verbais e simbólicos. Os autores citam como exemplo de imagem de procedimento, a ilustração da produção de pão, em que temos indicado os distintos elementos que compõem a massa, respeitando uma ordem e uma quantidade na utilização. Nos livros didáticos, não encontramos exemplos satisfatórios.

- Erosão causada pela variação de temperatura:

A variação de temperatura faz com que a rocha aumente ou diminua de volume. Quando aquecida, aumenta de volume. Quando esfriada, diminui de volume.

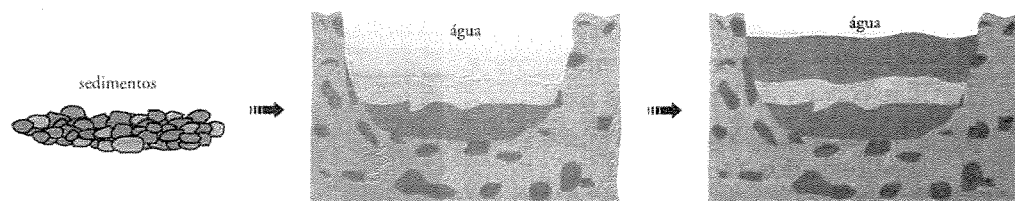
Isso faz com que a rocha se quebre.

Essa erosão pode também acontecer quando entra água em cavidades da rocha e depois se congela. Ao congelar, a água aumenta de volume provocando rachaduras na rocha.

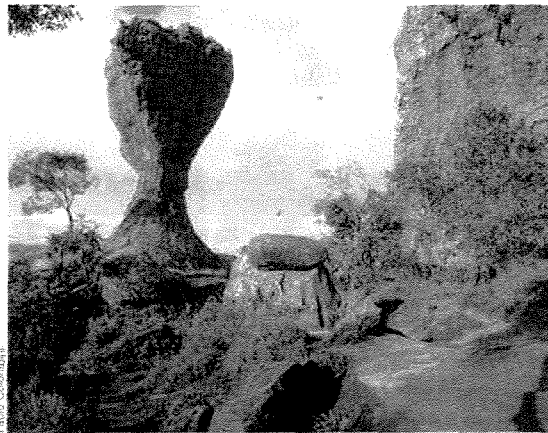
Lembrem-se dos refrigerantes e cervejas com casco de vidro esquecidos no congelador!

Através desses desgastes as rochas magmáticas vão se fragmentando em partículas menores como areia, argila e seixos. Essas partículas podem ser denominadas sedimentos. Esses sedimentos vão sendo transportados pelo vento, pela água, por geleiras e depositados em depressões do terreno juntamente com restos de animais e plantas.

Após muito tempo, as camadas mais profundas dos sedimentos sofrem pressão das camadas mais superficiais e acabam por endurecer. Forma-se assim uma rocha sedimentar.



Um exemplo de rocha sedimentar é o *arenito*, uma rocha formada por grãos de areia compactados. No estado do Paraná, a região turística de Vila Velha, próxima de Ponta Grossa, constitui-se num belo exemplo de blocos de arenito formados pelo acúmulo de partículas de areia, argila e óxido de ferro. Ali a erosão esculpiu formas pitorescas, que deixam a impressão de uma cidade em ruínas.



Aspecto de Vila Velha (Ponta Grossa, Paraná)

Outro exemplo de rocha sedimentar é o *calcário*, de origem marinha. Em contato com ácido, que pode ser da chuva ácida, o calcário reage com produção de bolhas de gás carbônico. Por isso afirma-se que

Além disso, os autores destacam que a classificação não é somente icônica, mas é também cognitiva, estando dirigida a esclarecer especificamente como aproveitar melhor o valor da imagem no processo de instrução e, mais precisamente, como ferramenta de mediação cognitiva. Ao longo do texto, os autores destacam os diferentes processos cognitivos ligados a cada tipo de imagem.

Foi possível encontrarmos imagens causais e sequenciais entre as imagens vistas – como veremos adiante -. Entretanto, a relação apresentada com o texto que as acompanhavam não era tão exata, isto é, quando encontrávamos imagens causais, o texto não era categoricamente explicativo. No caso das imagens sequenciais, em que, segundo os autores, devemos encontrar textos descritivos, julgamos ter sido mero acaso depararmos com este fato, uma vez que, a maioria dos textos dos livros didáticos são descritivos. Apesar de ser um artigo bastante interessante e muito nos ter auxiliado, não cremos que as relações entre um tipo de imagem e um tipo de texto precisem ser tão estreitas. Assim, uma imagem sequencial pode ser bem explorada, caso o texto seja explicativo e não descritivo.

Uma outra classificação que nos auxiliou num esclarecimento da diversidade de imagens foi a de RODRÍGUEZ DIÉGUEZ (1977), cuja discussão versa as diferentes funções que a imagem pode cumprir no processo pedagógico, a saber:

- a) Função motivadora. Esta imagem serviria à função da apresentação de ilustrações genéricas relacionadas com o título do tema, mas que não estabelece um processo interativo com o desenvolvimento verbal. *“As fotografias de uma truta e uma carpa em seus respectivos ambientes naturais, no começo de um tema intitulado ‘peixes de água doce’, e em cujo desenvolvimento apenas se nomeiam como exemplo estas espécies psícolas, (...), por exemplo, constituem uma mostra das imagens que podemos classificar neste grupo”* (p. 41).
- b) Função vicarial. A impossibilidade de verbalizar certos conteúdos originariamente não-verbais, de transcodificar com suficiente precisão, tornou necessária a utilização de imagens em certas disciplinas. A história da arte utiliza com grande frequência a apresentação de imagens por meio de imagens. *“A dificuldade de verbalizar, por exemplo, a fachada da Universidade de Salamanca, assim como a falta de precisão para a realização de tal exercício impõe a utilização deste tipo de imagens”* (p. 43).

- c) **Catalização de experiências.** Uma mensagem icônica pode apresentar como característica central a busca de uma organização da realidade que facilite a verbalização sobre um aspecto concreto e delimitado, ou que provoque a análise da informação em imagens com uma seqüência ou ordenamento propiciado pelas mesmas. Na aprendizagem lingüística e nos níveis iniciais se apresentam informações deste tipo: ilustrações que apresentam um ambiente mais ou menos matizado, que justapõe elementos de difícil proximidade, a fim de facilitar a expressão verbal. Um diapositivo que apresente em um desenho simplificador os elementos básicos de produção e distribuição de energia elétrica é um exemplo fornecido pelo autor. Esta imagem justapõe o dia e a noite, diferentes planos, já que apresenta não só a iluminação na cidade, mas também o sistema de produção da energia em uma usina (p. 43 e 44).
- d) **Função informativa.** A imagem ocupa o primeiro plano no discurso didático. É o único caso em que o texto, o verbal, não é outra coisa que a transcodificação da mensagem icônica, ou um esclarecimento. O exemplo do autor é a ilustração de um bosque ou um deserto apresentado ao estudante com textos que reforcem a mensagem (p. 45). O autor chama a atenção para o parentesco entre esta função e a vicarial, que declara serem variantes de um mesmo tipo.
- e) **Função explicativa.** A manipulação da informação icônica permite a superposição freqüente de códigos (p. 45). À utilização de imagens reais ou realistas se somam códigos direcionais, explicações incluídas na ilustração. Deste tipo de imagens parecem derivar os três tipos de imagens dinâmicas propostas por MONTANERO e BLÁSQUEZ (1997).
- f) **Facilitação redundante.** Supõe expressar iconicamente uma mensagem já expressa com suficiente clareza e precisão pela via verbal (p. 45).
- g) **Função estética.** Aqui, há a necessidade de alegrar uma página, de dar cor ao espaço (p. 46).

Além destas, existem outras categorizações que nos mostraram outras maneiras de se lidar com as imagens. Entre estas, estão a de ENGELHARDT e ZIMMERMANN (1988) e AMADOR (1998). Assim, os primeiros elaboraram uma classificação para textos baseada nas teorias de comunicação e lingüística. Por acreditarem que as representações não verbais cumprem, em princípio, as mesmas funções nos processos de comunicação que as expressões verbais, descrevem as mesmas funções para as imagens. A seguir as apresentamos:

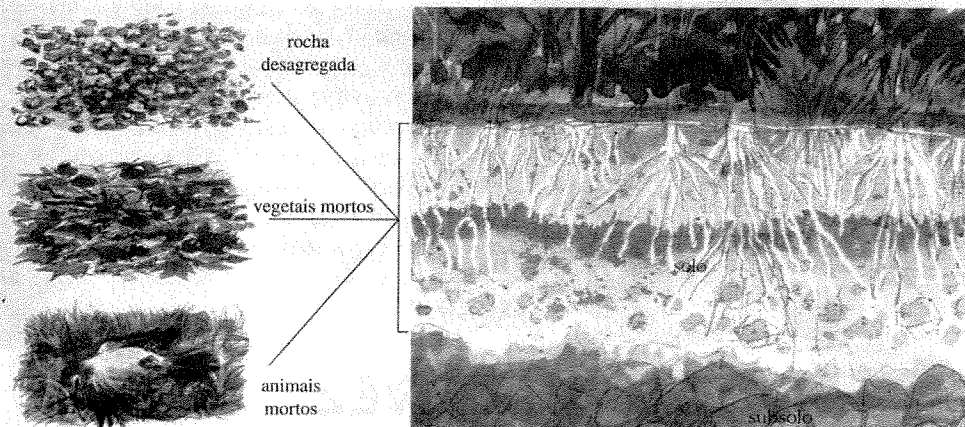
2 Componentes do solo

O solo não é constituído somente de partículas das rochas, mas também de restos de plantas e de animais. As partículas das rochas são os componentes minerais e os restos de plantas e animais, os componentes orgânicos.

Os componentes minerais variam conforme o tipo de rocha-mãe.

A rocha-mãe é aquela que se desagregou para dar origem ao solo. Se a rocha-mãe for o granito, o solo terá muitos fragmentos dos minerais que formam o granito, como o quartzo, o feldspato e a mica. Se a rocha-mãe for o basalto, a desagregação vai formar uma argila vermelha ou arroxeada que dará um excelente solo para a agricultura.

Entre a rocha-mãe e o solo há uma região intermediária denominada *subsolo*, onde a rocha-mãe não está inteira, mas também não está totalmente desagregada.



Fique mais informado

Os componentes orgânicos de um solo são aqueles que derivam de restos de seres vivos. A palavra "orgânicos" é usada porque os restos são de organismos.

Dentro da Biologia e da Química fala-se em substâncias orgânicas e substâncias inorgânicas. As substâncias orgânicas são

compostas basicamente pelo elemento químico carbono.

Os seres vivos são feitos principalmente por substâncias que têm como base o carbono. As proteínas, as gorduras, os açúcares são substâncias orgânicas. Em todas elas existe carbono.

Figura 3.6.2.9: Função catalização de experiência

1 Formação do solo

Houve um tempo em que a superfície da crosta terrestre era revestida só por rochas e não havia solo. Depois que as rochas foram sendo modificadas pela ação do tempo formou-se o solo.

Para você entender como o solo se forma, veja o que acontece.

Deixando um copo comum de vidro no congelador e, depois de uma hora, retirando-o e despejando água quente sobre ele, o que vai acontecer? O copo vai trincar. O copo trincou porque a mudança de temperatura foi muito brusca.

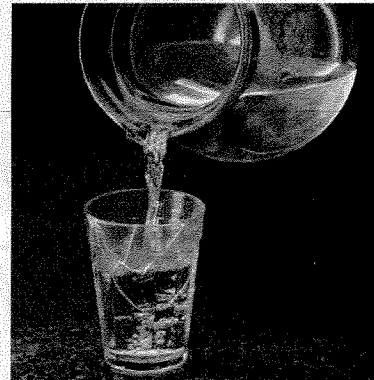


Figura 3.6.3.1a:
Função facilitação
redundante

Foto: Alexandre Dória/The Next

O que isso tem que ver com a formação do solo? O copo de vidro nessa comparação representa uma rocha. Submetido a variações de temperatura trincou, desagregou-se.

Imagine uma rocha submetida a variações de temperatura e pressão e, ainda, a ação do vento e da água sobre ela.

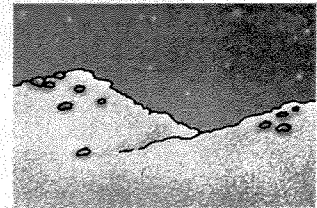
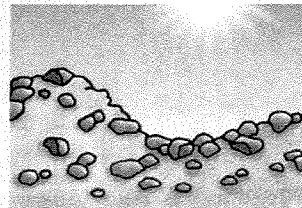


Figura
3.6.3.1b:
Função
seqüencial

Nessas condições a rocha vai se desgastando, vai se desagregando. Vai formar pequenos pedaços denominados fragmentos. Esses fragmentos minerais misturam-se com restos de animais e plantas mortos e formam o solo. Então, solo é uma camada de material resultante do desagregamento de rochas, mais água, ar e restos de animais e plantas mortos e em decomposição. Pode ter apenas alguns centímetros de profundidade ou então muitos metros.

- a) Função referencial: sua principal proposta é transmitir informação do autor para o leitor. A característica da informação comunicada varia de acordo com o método de representação.
- b) Função metalingüística: este tipo de representações deve auxiliar desde que alguns termos geocientíficos possam ser comunicados mais facilmente e inteligivelmente com representações gráficas do que com palavras.
- c) Função intencional: é expressa quando as representações gráficas são usadas para esboçar uma hipótese acerca de uma ocorrência, de modo que supere qualquer dificuldade de explicação remanescente e expresse uma opinião pessoal mais efetivamente do que pode ser feito com palavras.
- d) Função apelativa: representações que desempenham esta função comunicam com mais clareza, facilitando o entendimento, de modo a prender a atenção do leitor. Segundo os autores, tais representações são usadas nos textos didáticos, e são usadas quando o autor está interessado em apresentar suas descobertas com clareza ao leitor, tentando atrair e manter sua atenção.

AMADOR (1995) por sua vez, propõe uma adequação à classificação destes primeiros, onde acrescenta duas categorias: a função epistemológica e a função estética. Além disso, retira de sua publicação a função intencional. Adiantamos, porém, que as categorias destes autores – ENGELHARDT e ZIMMERMANN e AMADOR - serviram somente para ilustrar um outro tratamento com as imagens, mas que não foi feito neste trabalho, já que as categorizações anteriores já foram suficientes para estabelecermos algum padrão dentre as imagens.

3.7.1 A classificação das imagens dos livros didáticos analisados

Utilizaremos as classificações que melhor se enquadraram nas imagens que destacamos no tópico anterior deste capítulo. A fim de facilitar a identificação dos tipos de imagens, junto às respectivas imagens classificadas, o leitor deve retornar às imagens e verificar a descrição/identificação de cada imagem. No texto que segue, esta descrição também é dada, entretanto, cremos facilitar o acompanhamento da leitura aproximando a classificação das respectivas imagens. Nas figuras que possuírem mais de uma imagem, a classificação estará descrita ao lado da imagem tratada e, para referir a esta imagem no quadro seguinte, utilizaremos as letras do alfabeto. Por exemplo, a figura 3.6.2.7 possui três imagens, sendo que cada qual será classificada, então, elas serão nomeadas 3.6.2.7a, 3.6.2.7b e 3.6.2.7c, respectivamente.

Acrescentamos que a figura 3.6.2.1 não recebeu classificação, uma vez que ela representa um conceito científico completamente equivocado.

O quadro seguinte resume a classificação que cada imagem recebeu.

Tipo de imagem	Figuras
Função motivadora	3.6.1.1, 3.6.1.2, 3.6.1.3, 3.6.1.10
Função facilitação redundante	3.6.1.4, 3.6.1.5, 3.6.1.6, 3.6.1.7, 3.6.1.8, 3.6.1.9, 3.6.1.11, 3.6.1.12, 3.6.2.6, 3.6.3.1a
Função seqüencial	3.6.2.2, 3.6.2.4, 3.6.2.7c, 3.6.2.8, 3.6.3.1b, 3.6.4.3, 3.6.4.4
Função causal	3.6.2.7b
Função catalização de experiência	3.6.2.3, 3.6.2.5, 3.6.2.7a, 3.6.2.9, 3.6.3.2a, 3.6.3.2b, 3.6.4.1, 3.6.4.2, 3.6.4.5, 3.6.4.6

Quadro 3.7.1.1: Classificação das imagens dos livros didáticos

As imagens que foram classificadas como possuindo **função motivadora**, estão relacionadas à descrição de Rodríguez Diéguez, quando este destaca que a finalidade essencial das ilustrações está ligada ao título do tema, entretanto, a imagem não estabelece um processo interativo com o desenvolvimento verbal. De fato, as imagens assim classificadas podem motivar o estudante, à medida que se constituem num bom tamanho, o que acaba por atrair a atenção do leitor, mas cremos que esta função possa ser ampliada, dependendo da abordagem dada em sala de aula. Devemos notar que tais imagens não são meramente ilustrativas, o que pode parecer a primeira vista. As figuras 3.6.1.1, 3.6.1.2 e 3.6.1.3 possuem imagens que, diferentemente do que descreve a classificação, são retomadas no texto, porém, não entram num contexto explicativo mais aprofundado, isto é, faz-se referência à representação existente na imagem, mas não é evocada a própria imagem nisto que chamamos de contexto explicativo.

3.1 Descobrimos os tipos de solo

Uma das maneiras de se conhecer o tipo de solo é verificar quanta água ele consegue reter. Observe as fotos abaixo:

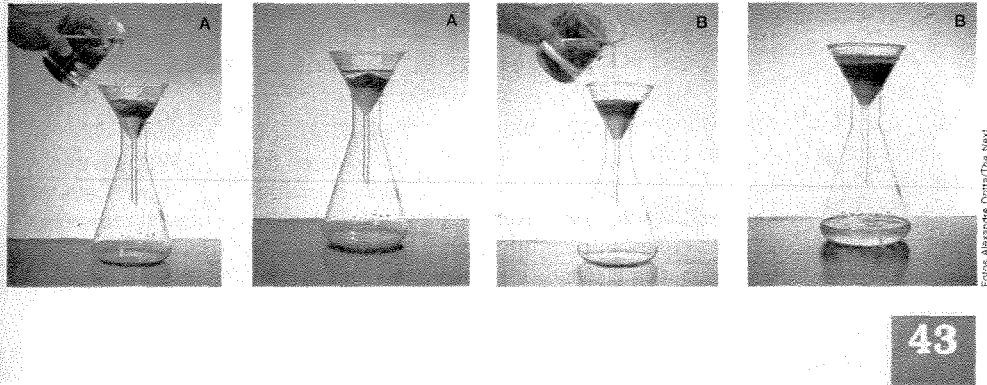


Figura 3.6.3.2a: Função catalização de experiência

Em A: colocada sobre a argila, a água passa em pequena quantidade para o vidro.

Em B: colocada sobre a areia, toda a água passa para o vidro.

Conclusão: a areia não retém a água, mas a argila sim.

Essa capacidade de retenção de água depende do tamanho das partículas.

A areia tem partículas grandes, que deixam espaço entre si, por onde a água passa.

A argila é feita de partículas pequenas que quase não deixam espaço entre si e dificultam a passagem da água.

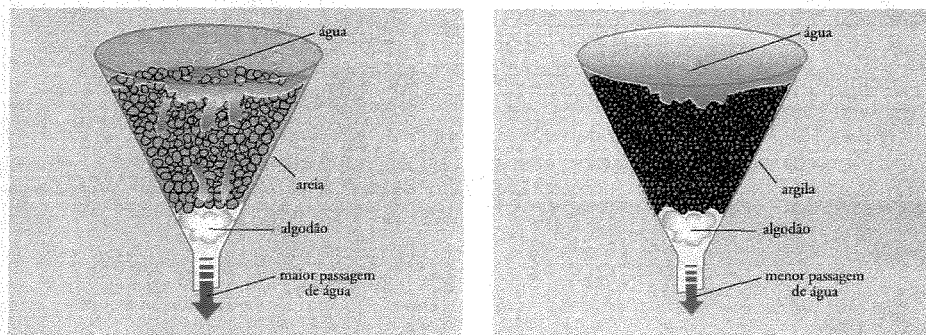
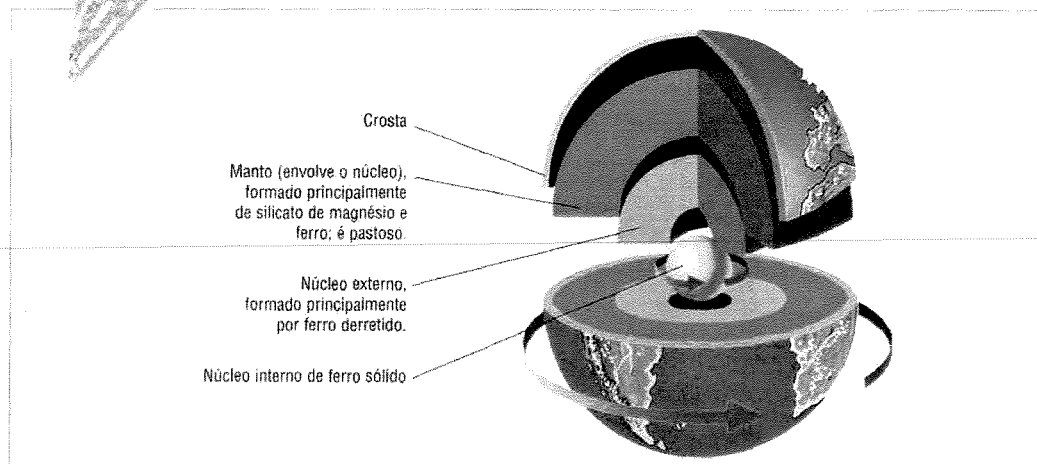


Figura 3.6.3.2b: Função catalização de experiência

Figura 3.6.3.2

Capítulo 5

O que existe abaixo do solo



Esquema da estrutura da Terra. Observe que o núcleo interno gira no mesmo sentido que a rotação da Terra.

Se fosse possível atingir o ponto mais profundo de nosso planeta, teríamos que percorrer 6 370 quilômetros a partir do nível do mar. Nessa descida imaginária seriam reconhecidas três camadas: a crosta terrestre, o manto e o núcleo.

Neste capítulo vamos estudar essas três camadas que formam a Terra.

Núcleo: o centro da Terra é de ferro!

O núcleo é a porção central do nosso planeta. Ele tem cerca de 3 400 quilômetros de espessura. Possui duas partes: o núcleo interno e o núcleo externo.

O núcleo interno é um imenso cristal de ferro sólido. O núcleo externo é líquido, pois é formado de ferro derretido.

O núcleo interno tem uma temperatura de cerca de 4 000 graus Celsius e está imerso no núcleo externo. Acredita-se que o núcleo interno gira no mesmo sentido e um pouco mais rápido que a Terra.

Manto: pastoso, fervente, em constante movimento

Envolvendo o *núcleo*, existe uma grossa camada pastosa com cerca de 2 900 quilômetros de espessura: o *manto*.

O manto terrestre é formado de *magma*, uma mistura fervente principalmente de silicato de magnésio e ferro. O manto tem uma temperatura aproximada de 3 500 °C.

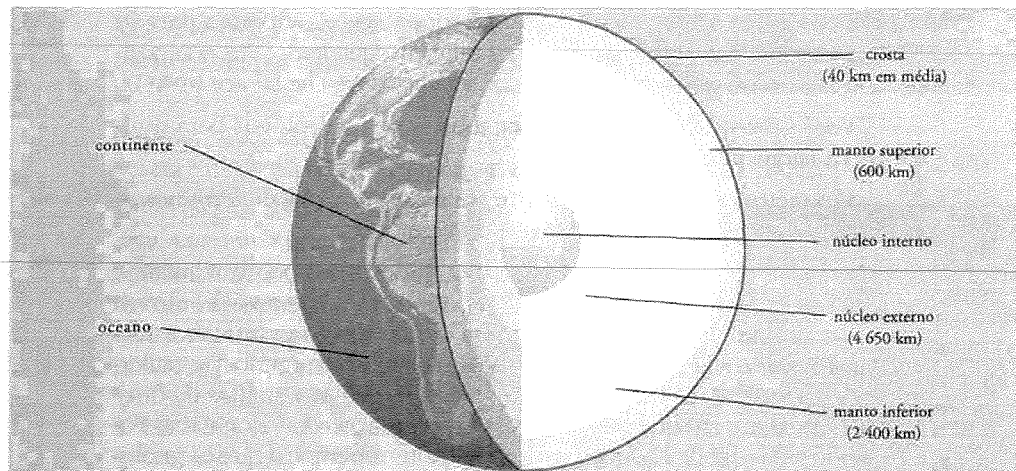
O magma e o núcleo externo estão em constante movimento. Isso acontece porque o calor do núcleo interno (sólido) se propaga para o núcleo externo (líquido) e para o magma (pastoso), criando movimentos de subida e descida nessas partes líquida e pastosa.

A lava que sai de vulcões em erupção é formada de magma.

Figura 3.6.4.1: Função catalização de experiência

A *biosfera* é a parte do nosso planeta habitada biologicamente. Estende-se desde uns 8000m acima do nível do mar até aproximadamente 4000m de profundidade nos oceanos.

2 Estrutura da Terra



Estrutura da Terra

A ciência que estuda a estrutura do nosso planeta é a Geologia (do grego *ge*, terra e *logos*, ciência). De acordo com os geólogos, a Terra compõe-se das seguintes camadas: crosta, manto e núcleo.

2.1 Crosta ou litosfera

A crosta ou litosfera é a camada sólida externa da Terra. Sua espessura varia de 30 km a 60 km nas regiões continentais, e de 5 km a 10 km sob os oceanos; ela é, em média, quinhentas vezes menor que o manto e o núcleo juntos. Por isso, comparada com o tamanho do planeta, a crosta é como uma finíssima pele envolvendo o manto.

A maior parte da crosta está coberta de água salgada, formando os oceanos e mares. A parte não coberta pela água forma os continentes e as ilhas.

2.2 Manto

O manto vai até cerca de 3000 km de profundidade. Está subdividido em manto superior, que vai até cerca de 600 km abaixo da crosta, e manto inferior, com cerca de 2400 km de espessura. A temperatura vai

Quanto à **função de facilitação redundante**, é preciso uma pequena discussão a respeito do seu próprio significado, uma vez que a palavra redundante pode promover um entendimento pejorativo da facilitação fornecida pela imagem. Entretanto, esta categoria engloba imagens que, apesar de já terem sido expressas pelas vias verbais, novamente são expressas por meio de imagens. Não há dúvida que possuem um caráter repetitivo, mas, este mesmo caráter pode ser benéfico. É o caso, por exemplo, das figuras 3.6.1.5; 3.6.1.6; 3.6.1.7; 3.6.1.8; 3.6.1.11 e 3.6.1.12. Somente nestes casos, encontramos exemplos que, eventualmente, não foram vistos pelo estudante, a saber, o mar, uma região polar, um terremoto, um vulcão em erupção, por exemplo. Todas estas imagens são, de alguma maneira, citadas e comentadas pelos textos e repetidas nos quadros ilustrativos. De maneira diferente, porém, temos imagens como as da figura 3.6.1.4, cuja obviedade já comentamos no tópico anterior. Ela representa pastagens, trabalhadores rurais e jardins públicos que certamente fazem parte do universo dos estudantes, se não pessoalmente, por meio dos meios de comunicação. A figura 3.6.1.9, nesta perspectiva certamente nunca fora vista pessoalmente, embora esteja bastante desgastada no meio didático. A figura 3.6.2.6, por sua vez, parece confundir mais do que auxiliar, para uma leitura de imagens (como vimos no tópico anterior), entretanto, para fins classificatórios, vemos que ela expressa as mesmas esferas, verbalmente e visualmente. A figura 3.6.3.1a é inutilmente repetida em relação ao texto por dois motivos: pela obviedade de um processo como este, mas também por aumentar o risco de um acidente.

As figuras 3.6.2.2; 3.6.2.4; 3.6.2.7c; 3.6.2.8; 3.6.3.1c; 3.6.4.3; 3.6.4.4 compõem o conjunto de imagens, cujo objetivo é promover um entendimento de uma mudança espacial, ao longo do tempo. Segundo Montanero e Blásquez, estas imagens poderiam ser classificadas como imagens sequenciais, cuja função é explicativa. Para Rodriguez Diéguez, as imagens com função explicativa estão estritamente ligadas à superposição freqüente de códigos, o que é válido para os três tipos de imagens de Montanero e Blásquez. Sendo assim, adequamos à função explicativa, a categoria **seqüencial**, pois tais imagens promovem justamente a idéia da seqüencialidade.

O mesmo pode ser estendido às imagens causais de Montanero e Blásquez, em que neste caso, propomos a **função causal**. A imagem que indica esta propriedade de causa e efeito expressa nesta função é a 3.6.2.7b.

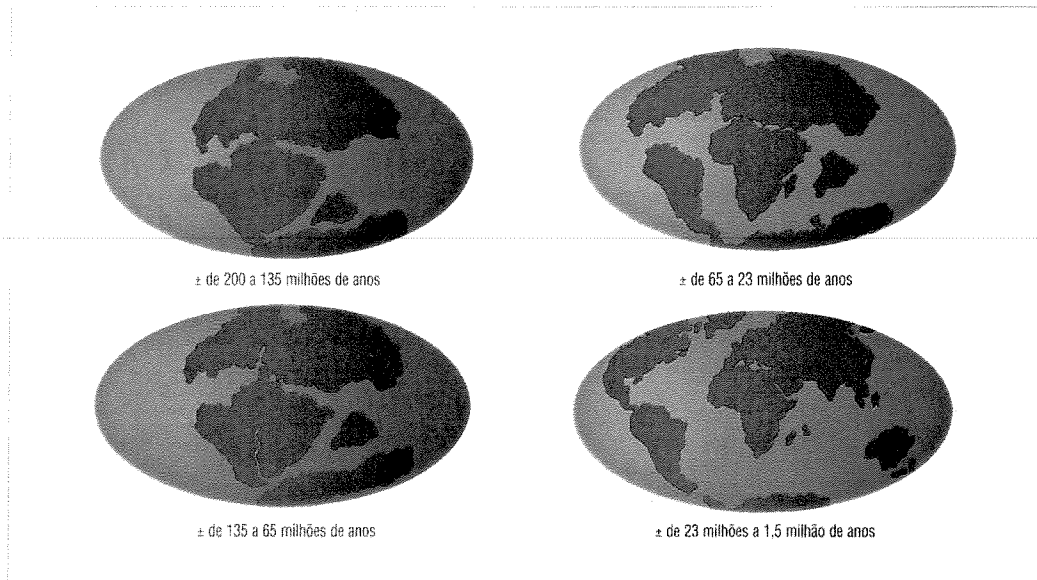
Finalmente, as imagens com **função de catalização de experiências** são dos mais diversos tipos. Com relação à figura 3.6.2.3, apesar de já termos admitido que a ilustração revela muito pouco do que é uma caverna, há nesta imagem uma disposição tal, que permite observar os fatores de formação da caverna, a localização da fonte de água, bem como sua importância, além das estruturas que compõem, parcialmente, uma caverna. A figura 3.6.2.5 permite observar, além dos diferentes horizontes, o que há no horizonte A, pois faz uso do recurso de ampliação/detalhe especificamente para um dado local. A figura 3.6.2.7a resume a superfície externa da Terra às placas sólidas. Estas, por sua vez, estão distribuídas de maneira homogênea, como maneira de facilitar a representação. As figuras 3.6.2.9; 3.6.3.2a; 3.6.3.2b; 3.6.4.1; 3.6.4.2; 3.6.4.5 e 3.6.4.6, cada qual com suas especificidades, propõem uma organização da realidade visando a facilitação da verbalização/explicação/entendimento sobre um certo aspecto. Assim, as imagens da estrutura da Terra de ambos os livros mostraram diferentes maneiras de se tratar as diferentes camadas, utilizando-se ou não do recurso tridimensional. Além disso, exageraram na crosta, para que pudéssemos compreender sua existência. Os diferentes desenhos do vulcão também parecem descuidar da questão escala quando apresenta-nos o manto logo abaixo de um vulcão, para que sejamos capazes de perceber a relação existente entre o vulcão e o manto, bem como a observação de alguns dos fatores de formação dos vulcões.

3.7.2 Algumas reflexões sobre a classificação

Embora possa tratar de aspectos relevantes ao ensino das Geociências/Ciências, a classificação das imagens nos apresentou diversos problemas, inerentes à própria prática classificatória. Vimos que, em quase todos os casos, poderíamos ter outras categorias para uma mesma imagem. Em alguns casos, diferentemente, as categorias pareciam não dar conta das características de certas imagens. Tal sensação tornou-se evidente durante o exercício classificatório. Quando o elemento textual entra em jogo, o trabalho não diminui, pois em muitos casos, são os textos, ou as legendas que conferem diferentes funções às imagens. A partir desta idéia, é importante frisarmos que as imagens existentes nos livros didáticos desempenham diferentes funções, mas sempre em associação com seus respectivos textos. Admitimos que as imagens podem ser entendidas sem auxílio da linguagem verbal e isto tem grande valor nas práticas educacionais, mas, no caso específico do livro didático, a linguagem passa a ser um recurso que possibilita uma leitura mais direcionada.

Como a Terra existe há bilhões de anos, pode-se concluir que a posição dos continentes mudou bastante no decorrer desse tempo, por causa da deriva continental.

Nas figuras abaixo você tem um exemplo da deriva continental que as placas tectônicas realizaram ao longo do tempo. Observe que a primeira figura já começa pela separação do supercontinente (Pangéia) em grandes blocos, enquanto a última representa os continentes como estão distribuídos hoje.



Esquema da deriva continental. Observe que a 1ª figura corresponde ao Período Jurássico, era em que surgiram os dinossauros.

QUESTÕES PARA AVALIAR O APRENDIZADO

Núcleo e manto

- 1 Quais as características do núcleo da Terra?
- 2 O que forma o manto terrestre?
- 3 Por que o manto e a camada externa do núcleo se movimentam constantemente?

Crosta terrestre

- 4 Onde começa a crosta terrestre? Qual o outro nome que ela recebe?
- 5 Do que é formada a crosta terrestre?
- 6 Desenhe a crosta terrestre, nomeando as suas camadas.
- 7 Uma das camadas da crosta terrestre garante o desenvolvimento das plantas. Outra dessas camadas fornece ao homem diversos recursos naturais, como o petróleo e vários minérios. Qual o nome dessas duas camadas? E a terceira, como se chama?

leo e vários minérios. Qual o nome dessas duas camadas? E a terceira, como se chama?

- 8 O que é geologia?
- 9 O que são as placas tectônicas? O que elas sustentam sobre si?
- 10 O que determina o movimento das placas tectônicas?
- 11 Explique com suas palavras o fenômeno da deriva continental. Se for necessário, analise novamente as ilustrações dadas no texto. Não se esqueça de explicar por que o homem não percebe esse movimento, mesmo fazendo parte dele.

Figura 3.6.4.3: Função seqüencial

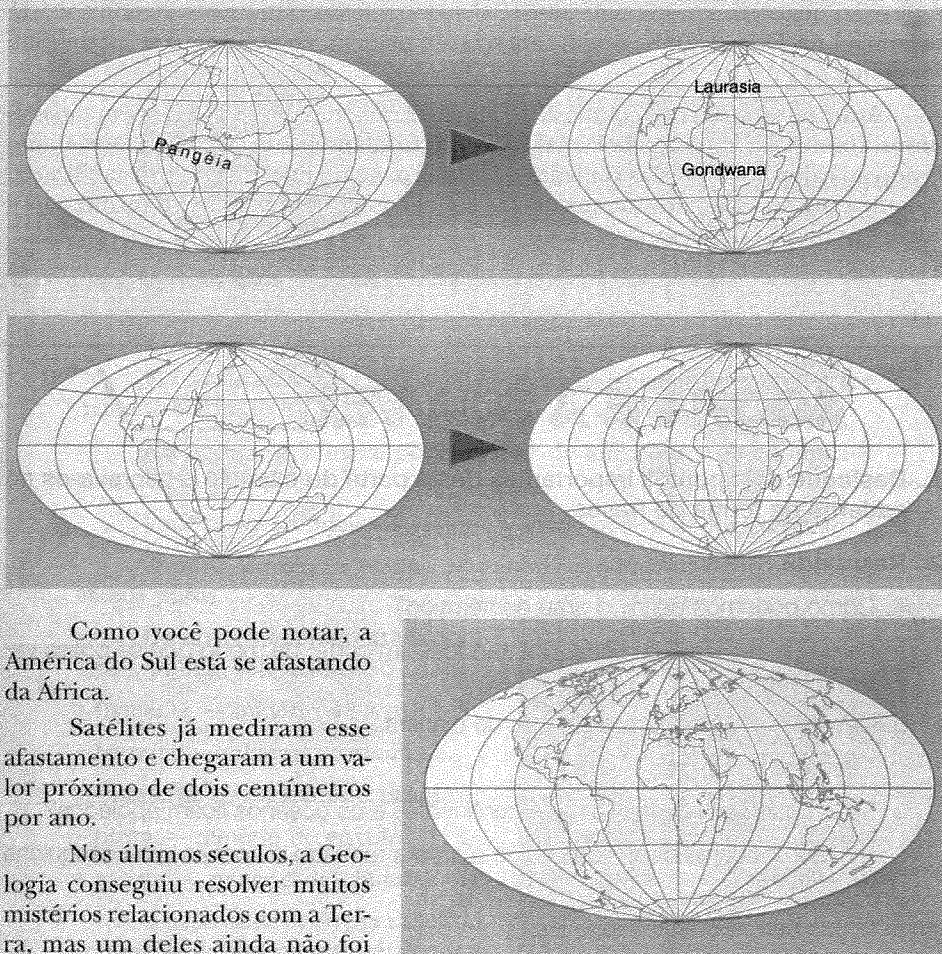
ESCLARECENDO

A DERIVA DOS CONTINENTES

Se as placas tectônicas estão se movendo, então é justo pensar que há muito tempo o tamanho e a forma dos continentes e oceanos seriam diferentes.

Realmente, pelas informações de que a Ciência dispõe, há 200 milhões de anos o planeta era bem diferente. Havia praticamente uma única massa de terras, um único supercontinente, a pangéia, rodeada pela massa de água de um superoceano.

De lá para cá, essa grande massa de terras emersas foi se quebrando e se separando, num movimento conhecido como *deriva dos continentes*. Acompanhe a movimentação dos continentes nas ilustrações a seguir.



Como você pode notar, a América do Sul está se afastando da África.

Satélites já mediram esse afastamento e chegaram a um valor próximo de dois centímetros por ano.

Nos últimos séculos, a Geologia conseguiu resolver muitos mistérios relacionados com a Terra, mas um deles ainda não foi

Figura 3.6.4.4: Função seqüencial

Quando começamos a estudar as classificações, diversos aspectos negativos começaram a aparecer, essencialmente porque não conseguíamos inserir as nossas imagens nas classificações já existentes. Tais classificações pareciam atuar como camisas de força, em que as imagens selecionadas deveriam se adequar. Este primeiro exercício nos mostrou os limites gritantes de qualquer classificação e, também, como uma só imagem poderia desempenhar mais de uma função. Podemos fazer nossas as palavras de PERAYA (1996) quando este diz que a grande diversidade de imagens não responde nem às mesmas intenções de comunicação nem às mesmas finalidades sociais. E é justamente por este motivo que diversos autores arriscaram-se na tentativa de estabelecer classificações.

Um problema que podemos citar a respeito da classificação, está ligado à discussão de Montanero e Blásquez sobre as imagens dinâmicas e estáticas, que por sua vez, possui alguma importância para as imagens geológicas/geocientíficas. Poderíamos supor uma ampla utilização das imagens dinâmicas no contexto deste ensino devido à amplitude do tempo, associado aos fatores espaciais, por exemplo. Alguns exemplos de imagens dinâmicas poderiam ser as figuras 3.6.2.2 e 3.6.2.4, além das duas últimas imagens da figura 3.6.2.7 e outras. Mas, mesmo se considerarmos as fotografias como imagens estáticas por excelência, como não inferirmos, por exemplo, a erupção do vulcão expresso na fotografia um certo movimento no tempo? Ou ainda, o movimento de subida ou descida do bondinho da figura 3.6.1.2, por exemplo. Assim, diversas imagens poderiam estar classificadas como estéticas, devido fundamentalmente ao contexto em que se relaciona ao texto e ao tipo de imagem. Exemplos poderiam ser, novamente a figura 3.6.1.1 ou ainda a figura 3.6.1.9. São fotografias que retratam eventos de grande beleza, mas que, quando associadas à legenda, deixam de ser imagens somente estéticas, adquirindo outras funções. Tal discussão guarda alguma importância aos educadores, pois, ainda que tenhamos artigos nos indicando a função de alguns tipos de imagens, são os professores que vão propor/deslindar as diferentes funções de uma imagem, o que deve depender do contexto, do perfil dos estudantes, da disciplina, dos objetivos, para citar apenas alguns condicionantes.

A seguir, comentamos um pouco os resultados encontrados, pois a quantidade de um tipo de imagens em relação a outros tipos merece alguma discussão. Pelo quadro 3.7.1.1 (p. 158), vimos a seguinte ordem decrescente de tipos de imagens:

F. catalização de experiência

F. facilitação redundante

F. seqüencial

F. motivadora

F. causal

Antes de partirmos para uma possível explicação destes resultados, destaca-se que apesar das imagens de facilitação redundante estarem em segundo lugar dentre os tipos de imagens encontradas nos livros didáticos, ela certamente se sobressairia se nossos resultados contemplassem todas as imagens da unidade trabalhada. Assim, podemos dizer que a maior parte das imagens existentes nestas unidades refere-se a imagens cuja função é de facilitação redundante, representadas, por sua vez, pelas fotografias. Isso só vem confirmar uma utilização destas imagens como algo que constata um fato, que demonstra que o que foi fotografado está lá: a fotografia é a prova de que algo existe/existiu/acontece/aconteceu. Sendo desta maneira, este tipo de imagem acaba por dispensar, por parte dos educadores e educandos, qualquer esforço de decifração, de entendimento crítico, já que ela é concebida como algo natural, que simplesmente mostra o que transparentemente se deixou fotografar. **Reconhecer a ambigüidade da objetividade fotográfica implica em um passo para o alfabetismo visual.**

Com relação aos outros resultados, houve alguma correspondência entre estes e o tema das Geociências. Quando no capítulo 2 desta dissertação destacamos as diferentes características das Geociências como sendo interessantes para o desenvolvimento cognitivo, este destaque auxiliou também na construção de subsídios para a análise das imagens. Assim, a questão espacial, cuja importância muito se discute no ensino das ciências da Terra, é tratada, em certa medida, pelas imagens com função de catalização de experiências, uma vez que estas imagens arranjam e/ou ordenam ambientes para que sejam percebidos pelos estudantes da maneira mais geral (no sentido de completa) possível, ainda que genericamente.

Exemplos que nos recordam tais imagens são: figura 3.6.2.5, onde se tem o detalhamento de uma camada de solo, a partir de uma ilustração do perfil de solo; a figura 3.6.2.3, que mostra os principais elementos que compõem a caverna, etc.

Quando se associa este fator espacial ao temporal, temos as imagens com função seqüencial, que denotam não só uma mudança espacial, mas envolvem alguma idéia sobre o tempo, sem explicitar a ordem temporal, já que tais imagens não se referem

QUESTÕES PARA AVALIAR O APRENDIZADO

- 1 Qual é o material que origina as rochas magmáticas ou ígneas?
- 2 Dê o significado das palavras:
 - a) magmática;
 - b) ígnea.
- Formação das rochas magmáticas**
- 3 Explique o que são as rochas magmáticas:
 - a) extrusivas e dê dois exemplos;
 - b) intrusivas e dê um exemplo.
- Tipos de rochas magmáticas**
- 4 Qual o nome dos três tipos de rochas magmáticas que você estudou?
- 5 Defina rocha.
- Granito, beleza pura**
- 6 O que faz com que o granito seja largamente usado na pavimentação de ruas e na construção de edifícios?
- 7 De que é composto o granito?
- 8 Relacione os tipos de quartzo que você estudou, identificando as características principais de cada um.
- 9 Como o quartzo vem sendo utilizado pelo homem?
- 10 Qual o componente do granito que é usado na feitura de resistências de ferros elétricos? Explique por que esse componente tem tal aplicação.
- 11 Explique o que são muscovita e biotita, caracterizando cada uma.
- Basalto e terra fértil**
- 12 O basalto e o granito são formados pelos mesmos tipos de minerais e ambos podem ser usados na pavimentação de calçadas. Então, responda: quais as características que diferenciam esses dois tipos de rochas magmáticas?
- 13 De que maneira o basalto originou a fértil terra roxa? Que tipo de agricultura essa terra favorece?
- Pedra-pomes, a porosa**
- 14 Por que a pedra-pomes é tão leve e porosa?
- 15 Quais as utilidades da pedra-pomes?

Saiba mais Sobre ROCHAS MAGMÁTICAS

Vulcões

Sabemos que a massa incandescente que os vulcões em erupção lançam com violência, através da chaminé até escapar pela cratera, é uma parte do *magma* fervente.

Uma erupção vulcânica indica, portanto, que o interior do vulcão está ligado ao *manto terrestre*.

Sabemos também que a pedra-pomes se forma pelo resfriamento da espuma de *lava* (rica em gases) que sai dos vulcões.

Mas, afinal, o que os vulcões expõem? Magma ou lava?

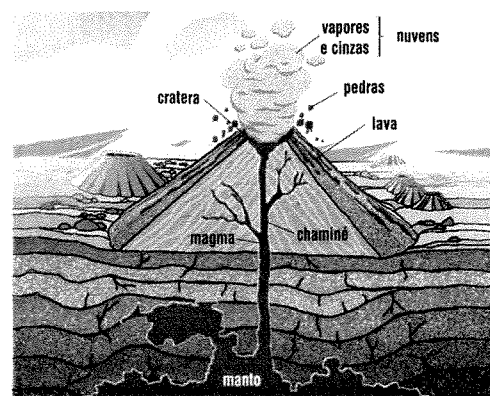
O magma é uma mistura de vários materiais. Alguns desses materiais são *voláteis*, ou seja, liberam-se rapidamente assim que o magma é expelido do vulcão.

O *magma sem os materiais voláteis recebe o nome de lava*. A lava — substância que tanto pode ser líquida como pastosa — escorre vulcão abaixo.

Numa erupção vulcânica, portanto, o magma é expelido pela cratera e as lavas que se formam escorrem, destruindo tudo o que encontram pela frente.

Os vulcões localizam-se geralmente nos limites das placas tectônicas.

Você conhece um vulcão por dentro?



Esquema de um vulcão

Figura 3.6.4.5: Função catalização de experiência

Fique mais informado

Os vulcões

O que é um vulcão? O buraco de onde a lava sai ou a montanha que possui esse buraco?

As duas coisas nós chamamos de vulcão.

Como explicá-lo?

Há regiões na crosta terrestre que são um pouco mais frágeis e que não conseguem suportar as gigantescas pressões submetidas pela lava móvel do manto.

Nesses lugares ocorrem em intervalos de tempo erupções que lançam para fora grande quantidade de magma.

Esse magma pode estar mais líquido e deslocar-se até que resfrie e forme rochas.

Pode também estar um pouco menos fluido e nesse caso se acumula no topo do vulcão.

Onde há vulcões no planeta?

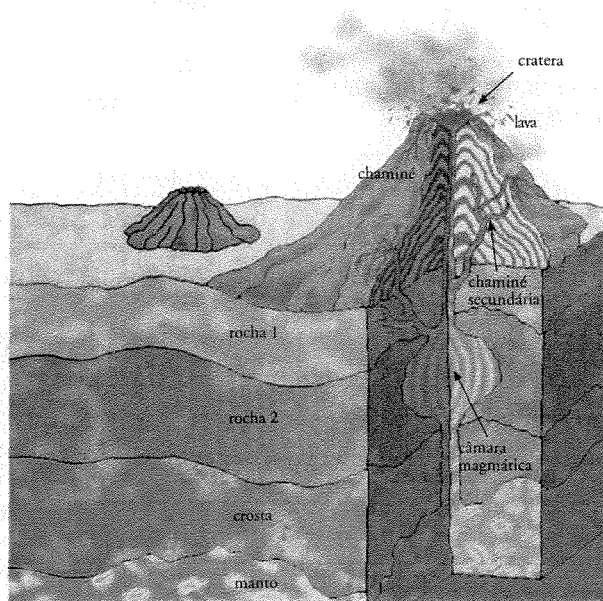
Basicamente os vulcões estão em cadeias que ficam nas bordas das placas tectônicas.

O Brasil não está na borda de placa tectônica, por isso não há vulcanismo no Brasil.

Nas ilhas do Havaí, um Estado americano, há grande atividade vulcânica.

Lá existe o vulcão Kilauea, que ficou em atividade durante toda a década de 1980.

Jogou tanta lava que a ilha onde fica acabou crescendo. Isso aconteceu porque a lava em contato com o mar endureceu e formou rochas novas.



Vulcão visto em corte esquemático

ao tempo geológico ou outras noções temporais. As imagens com função motivadora expressam um uso interessante das imagens, não só para o ensino das Geociências, mas para o ensino de modo geral. A imagem aparece nestes casos como um elemento que se liga brevemente ao texto. Isto pois, em cada um dos casos, a imagem perde rapidamente seu destaque e o texto já não pede/utiliza este recurso. As imagens causais aparecem em menor número, embora pudéssemos esperar mais imagens com esta função, devido às mais diversas relações de causa e efeito e em possibilidades que estas imagens apresentam para representar grandes escalas espaciais e temporais existentes nas Geociências.

A última ressalva importante a se fazer é referente à produção de uma nova categoria por nós elaborada. Diversas vezes fomos levados a crer que o melhor seria promover uma classificação para ser usada unicamente pelas imagens ora contempladas. Entretanto, isso exigiria um trabalho ainda maior, pois deveríamos levantar os critérios de classificação e justificá-los com muitos pormenores. Além disso, elaborar uma classificação exclusiva para um tipo de imagem é senão impossível, bastante difícil, como vimos a partir do presente exercício. Sendo assim, uma elaboração distinta e mais específica talvez seja possível somente num próximo trabalho.

3.8 Tecendo relações entre as imagens e alguns aspectos inerentes a estas.

3.8.1 O pensamento visual guiando a análise das imagens

Esta questão é particularmente importante para os educadores, pois reconhecer que o pensamento possui duas raízes – a intuição e a racionalidade – e que ambas são necessárias nas tarefas de aprendizado, pode trazer benefícios nas práticas escolares.

Durante a análise, à medida que fazíamos uma leitura das imagens, éramos guiados, seguramente, por tudo o que trazemos sobre o assunto em questão, pelas idéias que a imagem nos apresentava, e possíveis outros elementos dos quais depende a percepção. Sem a presunção de fazermos análises gestaltistas, pois que isso demandaria outros referenciais, seria interessante aqui relacionar os dois componentes do pensamento a partir da análise das imagens, para que possa ficar evidente a importância de uma análise deste tipo. Destacamos, entretanto, que tudo

aquilo que está descrito a seguir, representa uma parcela muito pequena do que pode ser trabalhado tendo-se como referencial a dialética entre o racional e o intuitivo.

Vimos que as imagens não podem ser tidas como matéria-prima para o ensino, isto é, na maioria das vezes, não podemos tomar a imagem como um instrumento que simplesmente fornece as bases iniciais para a posterior construção daquilo que se está tratando. Isto significa que não se deve esperar que o **pensamento** tenha início após o recebimento da informação, uma vez que **ele** deve se realizar por meio de propriedades estruturais inerentes à imagem (ARNHEIM, 1989). Não daremos procedência a esta complexa discussão, mas a utilizaremos para apresentar a especial importância dela quando nos lembramos de diversas imagens dos livros didáticos e sua produção. Estivemos a todo o momento lembrando do papel do professor para se trabalhar com imagens, mas há poucas dúvidas de que o estudante já teria folheado seu livro didático muito antes da aula em questão, ou antes que o professor fornecesse as instruções. Por isso, será que não seria o momento de se direcionar um cuidado maior com as ilustrações que sobrecarregam os livros? Imaginar que o realismo que se confere a estas já dê conta de produzir uma idéia concreta sobre o assunto é bastante ingênuo. Imaginar também que as imagens são entendidas da maneira que nós, educadores, queremos que elas sejam entendidas é igualmente ingênuo e, possivelmente, autoritário.

A imagem seja fotográfica, seja gráfica, etc, deve pecar pelo excesso de clareza entre os seus elementos: com suas cores, com o texto e legenda, com o assunto, enfim. Sendo harmônica (e somente sendo harmônica), tal relação pode gerar um entendimento satisfatório do conhecimento científico, já que o simples olhar (captar, transformar e utilizar) envolve o próprio pensamento. Quando falamos em harmonia entre os elementos, estamos nos referindo à clareza entre as diferentes partes que o compõem, por exemplo, às imagens e os textos que a circundam, à imagem e sua legenda, às distintas partes de uma imagem.

Numerosos exemplos destas relações podem ser enumerados. As fotografias das figuras 3.6.1.1; 3.6.1.2 e 3.6.1.3 mostram relações frágeis entre as imagens e seus textos, pois, quando se poderia imaginar um uso interessante da imagem, para além da simples ilustração, o texto não favorece esta construção, como já descrevemos.

Quando não se nota uma organização inteligente capaz de promover um exercício imaginativo, as relações entre título-texto-imagem-legenda tornam-se simplórias, pelo que vimos nas figuras 3.6.1.4; 3.6.1.5; 3.6.1.6; 3.6.1.7; 3.6.1.8; 3.6.1.9; 3.6.1.10; 3.6.1.11 e 3.6.1.12.

Dentre as ilustrações, as relações entre os componentes do desenho são mais facilmente discutíveis do que nas imagens fotográficas e isto faz com que seja mais fácil propormos as idéias de Arnheim junto a tais imagens.

A figura 3.6.2.2 pretende apresentar a movimentação continental ao longo do tempo, utilizando-se dos seguintes elementos: setas, mapas e montanhas inseridas nos mapas. Todos estes componentes fazem parte de uma só ilustração e isto dificulta um pouco o entendimento da imagem. Apresenta-se o movimento de um bloco continental em direção a outro. A seta fornece a direção deste movimento, mas é importante termos claro que o movimento inicial ocorre num plano e o resultado, isto é, a sublevação das montanhas quando finaliza o primeiro movimento não é aparente nos desenhos. Ou seja, a causa e o efeito acontecem em planos diferentes, mas a ilustração não evidencia este fator. Além desta questão, há o fator temporal, que longe de ser um simples capricho, desempenharia uma lúcida importância neste entendimento, afinal, houve o deslocamento de uma massa continental e que resultou naquilo que “conhecemos” hoje, considerando-se uma longa escala temporal. Assim, o tempo é tratado simploriamente, se lembrarmos das palavras que fazem parte das ilustrações: “a atual Índia desloca-se...” e depois do movimento estar concretizado: “a atual Índia colide com a Ásia...”. A legenda poderia remediar esta falta de clareza da imagem, mas adiciona mais uma informação que não auxilia, mas torna mais complexa a compreensão.

Falamos também do exemplo da deriva continental, figuras 3.6.4.3 e 3.6.4.4. Em ambas as figuras, as imagens apresentam globinhos que se modificaram com o passar do tempo, entretanto esta modificação não é facilmente perceptível no primeiro caso e nem inteligível no que se refere à ordem em que acontecem os eventos. A figura 3.6.4.4 mostra uma preocupação maior em indicar a seqüência correta de modificação, mas sobrepõe nomes, tais como Pangéia, Laurásia e Gondwana em massas continentais sem uma explicação do que sejam tais nomes (com exceção do primeiro caso). Não falamos sequer na maneira de representar a Terra, que comumente é vista como uma esfera (nestes livros, por exemplo, o planeta, em algumas páginas anteriores, é representado por esferas) e, quando representam a deriva, encontram-se em forma de mapa mundi.

Ao observarmos a figura 3.6.3.1b, resta pouca dúvida sobre o cuidado que se deve ter ao produzir uma imagem junto ao seu texto, caso a idéia seja construir algum conceito científico. Os três blocos da ilustração pretendem, conjuntamente, expressar a variação de temperatura e outras

ações da natureza sobre a rocha. A leitura do texto conduz a uma só leitura da imagem: o primeiro bloco ilustra a rocha – não modificada – à noite; o segundo bloco ilustra alguns cascalhos de rochas, mas durante o dia; e o terceiro bloco ilustra novamente a noite, sem vento como no primeiro bloco, com muito solo e alguns pedaços de rochas. A conclusão pode não ser uma só, mas, podemos inferir que houve a transformação da rocha, durante um ciclo de noite e dia da terra.

Os exemplos são muitos e aqui não os descreveremos na íntegra para não alongar a discussão que já foi sinalizada na primeira vez que propomos a análise das imagens. A idéia desta parte do trabalho foi apresentar aos leitores o quanto as imagens, embora sendo muitas, ainda carecem de rigor no momento de serem inseridas num livro didático de ciências. Citando ARNHEIM (1989), *“pouca atenção é dada à maneira como as formas e disposições visuais chegam aos olhos dos alunos, ou às relações entre o que é visto e o que é compreendido”* (p. 156).

3.8.2 Imagens, textos e legendas.

As relações mais interessantes voltadas às imagens e legendas foram encontradas nas fotografias. Durante a análise primeira destas, estava longe de nossas pretensões esgotar qualquer descrição destas imagens. Percebemos que, se somente as imagens já se apresentam complexas o bastante para serem trabalhadas, quando se propõe analisar conjuntamente o texto, o trabalho não é menor. Talvez as “fotografias-texto” tornem-se menos polissêmicas, mas nem por isso tornam-se objetos de leituras únicas. Esta polissemia deve diminuir ainda mais, quando, além dos textos, estas imagens são acompanhadas de suas legendas, passando a ser reconhecidas como “fotografias-texto-legenda”. Como vimos, a maioria delas, em ambos os livros, apresenta-nos este aspecto.

Assim, foi possível nos depararmos com fotografias, cujas imagens antecipavam o conteúdo, uma vez que não o ilustravam simplesmente. Essa antecipação estava associada à leitura da legenda, que era justamente o elemento que determinava o que estava sendo representado, e, além disso, questionava a relação do conteúdo à imagem vista. Tais figuras são as 3.6.1.1, 3.6.1.2 e 3.6.1.3. Estes exemplos nos respondem, parcialmente, a questão lançada por BARTHES (1964c, p. 38, apud SANTAELLA, 1999, p. 54): *“será que a imagem é simplesmente uma duplicata de certas informações que um texto contém e, portanto um fenômeno de redundância,*

ou será que o texto acrescenta novas informações à imagem?” Parece que, em alguns casos do livro didático, esta última idéia é a mais correta.

A regra, tomada por raras exceções como vimos, parece ser um uso mais simplório da legenda-imagem-texto. Pois, encontramos fotografias cuja legenda somente asseveravam o caráter ilustrativo da imagem, pois forneciam uma leitura unívoca à do texto e, em alguns casos, à do próprio título. Estamos nos referindo às figuras 3.6.1.4 e 3.6.1.5.

No caso do livro de Demétrio Gowdak e Eduardo Martins, as relações entre as legendas, quando presentes, são similares ao uso indicado para as figuras 3.6.1.4 e 3.6.1.5, com uma diferença: no livro de Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino, as legendas não são curtas, mas repetem aquilo que traz o texto. No livro de Demétrio Gowdak, as legendas apresentam-se curtas e não constroem um conjunto texto-imagem mais elaborado. Para relembrar tais imagens, a figura que usamos foi a 3.6.1.12. Nos casos em que as fotografias vinham sem suas respectivas legendas, elas estavam sempre muito próximas aos textos, numa relação de interferência tal que era difícil não associarmos uma forma de linguagem à outra (figura 3.6.1.11).

Tudo isso nos lembra a diferenciação de KALVERKÄMPER (1993, p. 207), citado em SANTAELLA (1999, p. 54), de três formas de relação imagem-texto, que amiúde encontramos:

1. A imagem é inferior ao texto e simplesmente o complementa, sendo, portanto, redundante. A autora nos lembra que ilustrações em livros preenchem ocasionalmente essa função, quando, por exemplo, existe o mesmo livro em uma outra edição sem ilustrações.
2. A imagem é superior ao texto e, portanto, o domina, já que ela é mais informativa do que ele. Exemplificações enciclopédicas são freqüentemente deste tipo: sem a imagem, uma concepção do objeto é muito difícil de ser obtida.
3. Imagem e texto têm a mesma importância. A imagem é, nesse caso, integrada ao texto.

As relações em nossos textos são as mais diversas e encontram alguma similaridade com cada um dos itens destacado por Santaella. Encontramos casos em que as imagens somente ilustravam o texto (algumas das imagens com função de facilitação redundante), mas também encontramos casos onde a imagem era central na construção conceitual (ilustrações da estrutura interna da Terra, imagens que ilustram a deriva continental). Alguns assuntos destacam ambos os recursos, como as imagens que possuem função motivadora. A figura 3.6.2.7 parece explorar

ambos os recursos, de modo que, caso não houvesse qualquer um destes, haveria um comprometimento da comunicação do assunto.

Os desenhos, por sua vez, também podem apresentar relações diversas com os textos que o comentam. Em primeiro lugar, da mesma maneira que as fotografias, podem existir desenhos que possuem legendas curtas, que se limitam à rápida descrição daquilo que está representado. As figuras exemplares deste caso podem ser as figuras 3.6.2.3; 3.6.2.5; 3.6.4.2; 3.6.4.5 e 3.6.4.6. Por outro lado, o livro de Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino apresenta alguns exemplos de desenhos, cujas legendas trazem informações indicando aspectos que na realidade não se expressam nas imagens e, por isso, acabam por ser construídos pela própria legenda. As figuras referentes a tal descrição são: 3.6.2.2; 3.6.4.1; 3.6.4.3. Encontramos em quase todas as ilustrações (somente uma figura não apresentou tal aspecto – 3.6.3.1) palavras inseridas nos desenhos, indicando estruturas, direção de movimento ou mesmo nomeando objetos ou coisas.

BARTHES (1990) chama a atenção para duas relações de imagem-texto: a de *relais* e a de fixação. A primeira seria mais rara em relação ao segundo tipo de relação e é encontrada, sobretudo, nas charges e nas histórias em quadrinhos. A palavra e a imagem relacionam-se complementarmente.

O segundo tipo de relação apontado por Barthes faz algum sentido na presente discussão, pois diz que o texto – neste caso a legenda – conduz o leitor por entre os significados da imagem, fazendo com que se desvie de alguns e assimile outros (BARTHES, 1990). Dentre os diversos casos de fixação para que o autor chama a atenção, a linguagem possui uma função elucidativa, embora seletiva: *“trata-se de uma metalinguagem aplicada não à totalidade da mensagem icônica, mas unicamente a alguns de seus signos; o texto é realmente a possibilidade do criador de exercer um controle sobre a imagem: a fixação é um controle, detém uma responsabilidade sobre o uso da mensagem, frente ao poder de projeção das ilustrações; o texto tem um valor repressivo em relação à liberdade dos significados da imagem(...)”* (p. 33).

Como vimos, a legenda realmente é capaz de interferir na leitura de uma imagem e isto é importante no ensino, afinal, de que maneira estaremos aptos a ler, interpretar uma imagem se desconsiderarmos um elemento que, como acabamos de propor, é parte dela?

3.8.3 A construção conceitual da disciplina

Neste ponto, tentaremos responder à seguinte indagação: será que as imagens e textos propiciam uma construção conceitual das Geociências nos livros didáticos? Esta indagação exige que reflitamos, por um lado, sobre os problemas conceituais existentes nos livros e, por outro, sobre aquilo que está subjacente aos conceitos, quando se fala em estudar Geologia/Geociências. Em outras palavras, esta segunda idéia implicaria numa exploração do potencial educacional da área.

Assim, no primeiro plano, embora esteja longe dos nossos objetivos avaliarmos os conceitos dos livros didáticos, não é possível nos abstermos deste aspecto, uma vez que as imagens também foram os veículos da construção conceitual das ciências geológicas. A seguir, destacamos estes erros e algumas situações em que o conceito não foi a contento esclarecido, quando do uso das imagens.

A figura 3.6.2.1 é capaz de nos apresentar dois erros numa mesma página: primeiro a relação de sinonímia entre a crosta e a litosfera. Depois, apresenta-nos um perfil de solo, como sendo a crosta terrestre. Este segundo erro é destacado no texto, mas também a imagem reforça a idéia de que a crosta pode ser representada por um perfil de solo. A leitura da imagem, por sua vez, é direcionada pela legenda, ao lado da ilustração, indicando o que significa cada uma das estruturas.

Construir a noção de movimento no espaço requer alguns cuidados que a figura 3.6.2.2 parece não ter apresentado. Quando as palavras existentes na imagem indicam que a atual Índia teria se deslocado em direção norte, isto pode provocar alguma confusão para o leitor, afinal, quem não pode estimar a imensidão do tempo geológico, e não possui uma informação concreta a este respeito, pode mesmo imaginar que a Índia que vemos atualmente pela TV teria se deslocado pela superfície da Terra, até encontrar seu “porto” no continente asiático.

A variação de um objeto ao longo do tempo, como por exemplo, a variação da rocha matriz à medida que esta sofre os efeitos dos processos físicos e químicos e da colonização de espécies vivas também possui importância ímpar para o entendimento da formação do solo. Não há dúvida de que a imagem pode auxiliar nesta construção, entretanto esta mesma modificação de que falamos não aparece representada no modelo de formação do solo da figura 3.6.2.4. Temos,

isto sim, uma idéia que envolve a noção temporal, ainda que os valores não estejam indicados na imagem, mas a modificação da rocha matriz não é mostrada.

Diversos outros exemplos poderiam ilustrar como a imagem pode, ao invés de auxiliar, comprometer a construção de alguns conceitos importantes da disciplina. Quanto ao tratamento do livro didático às peculiaridades das Geociências, também temos algumas idéias a discutir.

Por meio do que descrevemos no capítulo 2, vimos que as Geociências são ciências interessantes, do ponto de vista pedagógico, por conterem um alto potencial educacional, como descrevem diversos autores já citados. Justamente algumas destas características nos forneceram um “pano de fundo” para que pudéssemos analisar as imagens geocientíficas. Em outras palavras, o caráter histórico, as dimensões espaciais e temporais, a idéia de natureza que perpassa a concepção geológica, enfim, todas estas especificidades nos auxiliaram na análise das imagens e textos, uma vez que procuramos nestes elementos que pudessem destacar tais características.

Contudo, os livros didáticos nos fornecem uma idéia bastante questionável dos assuntos geológicos. Trata-se de uma **visão geológica descritiva**, cujos fenômenos não se integram a uma problematização maior, fazendo com que tenhamos uma idéia bastante abjeta da Geologia (e talvez das ciências de modo geral). Na realidade, parece-nos, com a leitura, que os conteúdos devem ser aprendidos e pronto. Não encontramos conteúdos que fossem utilizados para um questionamento maior ou cujo “exercício de aprendizagem” auxiliasse na construção de outro assunto. Os textos são estanques: começa e termina o capítulo 1; começa e termina o capítulo 2, e assim por diante. Desconsidera-se o que a Geociência possivelmente faria de melhor: propiciar uma visão integrada de fenômenos espaciais, temporais, antrópicos, dentre outros.

As relações espaciais são tomadas como relações costumeiras, a que o estudante deve ter acesso diariamente. Para citar um só exemplo, podemos nos valer da ilustração da estrutura da Terra, na qual, apesar de serem expressos os valores das distâncias entre uma camada e outra, não há relação destes valores com algo conhecido pelo estudante. Isto não confere importância aos valores numéricos, pois, a menos que o professor busque possíveis relações, estes dados não possuem significado para aquilo que se aprende. A espacialidade pode ser analisada também sobre a esfera da modificação espacial, e, como citamos acima, pouca importância se dá para esta finalidade.

No que se refere à concepção de natureza que perpassa a esfera geológica, devemos acrescentar que a idéia premente no livro didático está aquém de qualquer concepção: a natureza

enquanto geradora de recursos para a espécie humana. Pelo menos, é o que podemos interpretar a partir da leitura dos capítulos 9, 10, 11 e 12 do livro de Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino, mas não tanto da unidade 2 do livro de Demétrio Gowdak e Eduardo Martins. Na realidade, com relação ao primeiro livro, o que temos são diversas páginas tomadas pela questão da importância do solo para o homem (figura 3.6.1.4). Por exemplo, o capítulo 10 denomina-se: *Aproveitamento do solo na agricultura*. O capítulo 11, por sua vez, denomina-se: *O solo pode ser melhorado*, e apresenta-nos diversas técnicas de melhoramento para a agricultura. Não podemos deixar de citar o capítulo 12: *Como combater o desgaste do solo*, que destaca em um de seus itens o desmatamento. É certo que depois retoma a questão agrícola, destacando técnicas de combate à erosão em locais onde se faz cultivo agrícola.

No caso do segundo livro, ele traz alguns conceitos questionáveis do ponto de vista científico, e trata bastante superficialmente a questão agrícola. Quando trata a erosão, separa os diferentes tipos destas em modificações naturais, isto é, aquelas não provocadas pelo homem (entre elas, cita diferentes tipos de erosão) e, aquelas provocadas pelo homem: drenagem, irrigação, rotação de culturas, desmatamento e queimadas⁴².

O exemplo do solo é aquele que melhor ilustra como a natureza é cocebida, pelo menos, na unidade trabalhada. É fácil supor, então, que o homem, perante o livro didático, não é parte integrante da natureza, mesmo em sua postura degradadora. Por outro lado, o ser humano é aquele que se utiliza dos bens naturais. A Geologia descrita por Potapova, que integra as distintas esferas, inclusive a social, não encontra respaldo nesta que encontramos nos livros didáticos.

Vimos também que o raciocínio histórico não é, em momento algum, citado, exercitado ou requisitado. Isto nos leva a crer que o aspecto temporal não é tido como algo tão importante para

⁴² Em artigo conjunto, YUS RAMOS e REBOLLO (1993), têm demonstrado a concepção dos estudantes em relação à estrutura e formação do solo. Dentre as diversas conclusões de pesquisa, podemos observar alguma similaridade entre as concepções dos alunos e aquilo que encontramos nos livros didáticos, no que somos levados a crer que muito das concepções destes estudantes provêm de fontes didáticas carentes, dentre outros aspectos. Para citarmos alguns exemplos, pode-se destacar a noção de como o solo se forma. São destacados fatores físicos/mecânicos, e nenhuma alusão é feita à importância dos fatores químicos. No caso de um país tropical, como o Brasil, a abundância das chuvas teria muito que explicar sobre este assunto. O tempo de formação do solo em relação ao tempo de deterioração do solo não é colocado neste capítulo, entretanto encontramos alguma advertência para isto na página 75 do livro de Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino. Além disso, apesar de haver referência à existência de seres vivos na constituição da parte orgânica do solo, a importância da manutenção da associação entre os seres vivos não é sequer tratada. Temos, em contrapartida, um item que versa sobre a importância do solo, cujos subitens são: Lavouras: produção de alimentos; Pastagens: a criação de animais; Jardins e praças: enfeites do ambiente e, Casas e hospitais, escolas e casas. É por isso que declaramos que nestes livros a concepção expressa é a de um solo como gerador de recursos para o homem. Os mesmos autores destacam a existência de diversas dificuldades na compreensão do conceito científico do solo.

as Geociências que temos nos livros didáticos. Por diversas vezes, os textos se referiam a milhões ou bilhões de anos, ou simplesmente à ocorrência vagarosa de certos fenômenos. Exemplos deste caso estão expressos nas figuras: 3.6.1.1 (“São as rochas magmáticas que se formaram no interior da crosta terrestre através de um vagaroso resfriamento...”); 3.6.1.2 (“Essa é uma história que demorou milhões de anos para acontecer e que você vai conhecer neste capítulo.”); 3.6.2.2 (“... Com o transcorrer do tempo...”); 3.6.4.3 (“Como a Terra existe há bilhões de anos...”); 3.6.4.4 (“Se as placas tectônicas estão se movendo, então é justo pensar que há muito tempo o tamanho e a forma dos continentes e oceanos seriam diferentes. Realmente, pelas informações de que a ciência dispõe, há 200 milhões de anos o planeta era bem diferente. (...)”) – Notar que somente uma figura do livro de Demétrio Gowdak e Eduardo Martins faz referência à questão temporal. Mas, o que significam, de fato, tais valores? Como auxiliar o estudante a interpretar um valor como este, quando até mesmo o geólogo possui dificuldades para iniciar-se no entendimento do tempo geológico?

Para nossa sorte, neste trabalho, não nos cabe dizer o que é possível ou não e de que maneira algo deve ser feito. Aqui podemos defender a necessidade de se aprofundar esta questão, pois, como vimos, a escala temporal é intrínseca à própria Geologia. PEDRINACI (1993) afirma que possuir algumas noções básicas da ciência geológica exige a construção do conceito de tempo geológico. Se nos posicionarmos a favor da tendência de Pedrinaci, então, certamente não temos o ensino de uma autêntica Geologia/Geociências nas páginas dos manuais, uma vez que não se constrói “exercício” algum buscando entendimentos acerca do tempo.

Devemos, contudo, chamar a atenção para um exemplo que parece ter iniciado uma exploração mais cautelosa da imagem e do texto. Esta exceção não constrói a idéia de ciência histórica para a Geologia/Geociência, mas, trilha caminhos interessantes que poderiam culminar nesta construção.

Começaremos discutindo sobre um raciocínio inerente à Geologia, que é a elaboração de hipóteses no momento da construção da explicação de um dado fenômeno. Lembrando que, muito do que vemos hoje, representa uma consequência de algum evento, que, devido à sua ocorrência passada, não foi possível tomar registro do fato. Assim, a partir de dados significativos, o geólogo infere como ocorreu, porque ocorreu, quando ocorreu aquilo que todos observam. Ora, este tipo de raciocínio, no ensino da Geologia/Ciências (de modo geral), tem

muito a colaborar para o desenvolvimento do estudante, pois tende a estimular elaborações que vão além da dedução.

A imagem da figura 3.6.1.2 consegue, ao nosso ver, promover, ao menos parcialmente, um raciocínio deste tipo. Ao apresentar a imagem, impossível de passar despercebida, dado seu tamanho e posição, a legenda procura instigar o estudante com a questão: como os seres apresentados na imagem foram parar no topo de uma montanha? A imagem primeiro fornece a informação de que representa seres e a legenda fornece uma questão para ser pensada, trabalhada, ao longo do texto ou da aula. Dizemos que a idéia é promovida parcialmente, porque tudo pára aí. Em outras palavras, o texto não promove a continuidade da indagação, de modo que, após questionar o fenômeno, a matéria é apresentada. Os fósseis, a imagem, o questionamento, todos perdem seu destaque.

Diversos assuntos poderiam ter usado este tipo de discurso, elencando imagem e texto e convidando o estudante a resolver o problema.

3.8.4 Relação do uso da imagem por parte da Geologia e o uso desta imagem no livro didático da 5ª. série

Em sua obra: *Theory of Earth Science*, ENGELHARDT e ZIMMERMANN (1988) destacam algumas funções e usos das imagens para a ciência geológica. Não encontramos paralelos entre aquilo que os autores descrevem e o uso de algumas imagens nos livros didáticos.

Os autores assinalam em seu texto que, apesar de toda a similaridade com o objeto representado, a fotografia permite uma interpretação considerável, isto é, pode ser “lida” a partir de vários caminhos, o que vai depender das concepções prévias do leitor, bem como das explanações do autor, isto é, do contexto. Tudo isso tem, é claro, muita ligação com a leitura de qualquer imagem fotográfica, seja esta geológica ou não. Neste mesmo trabalho, vemos que as fotografias devem aparecer nos textos geocientíficos como objetos de pesquisa ou como suplemento icônico para a apresentação verbal. No primeiro caso, a fotografia deve substituir o objeto real, bem como as observações qualitativas e quantitativas. Para os autores, as fotografias cumprem a função substitutiva quando “*estes – os objetos – são muito pequenos ou quando estão muito distantes, ou quando não podem ser diretamente observados*” (p. 55). O exemplo dos autores são os mapas topográficos e geológicos preparados a partir de imagens fotográficas da

superfície da Lua ou de outros corpos. Além disso, há também registros de eventos únicos, como trajetórias de meteoros.

No segundo caso, isto é, quando as imagens são usadas como suplemento icônico das apresentações verbais, diversas funções são distinguidas:

1. Fotografias são usadas para caracterizar um objeto, a ponto de poder ser reconhecido ou encontrado por qualquer pessoa. Um ponto em particular no campo pode ser, com toda a certeza, registrado fotograficamente; um fenômeno particular (superfície de duna) pode ser representado por fotografia, de modo que um leitor entenderá o que está sendo discutido muito mais claramente do que se somente palavras forem usadas.
2. A fotografia é útil para representar um objeto singular com muitas de suas características perceptíveis visualmente, onde isto seria difícil ou impossível verbalmente, ou onde o autor não espera comprometer-se a uma descrição verbal, cuja escolha deve promover, inevitavelmente, alguma perspectiva de interpretação.
3. O significado de um termo geral pode facilmente tornar-se claro usando uma fotografia, por apontar uma dada característica conceitual do objeto. A fotografia do ETNA, por exemplo, pode ser usada para apontar características de todos os vulcões pertencentes à classe dos estratovulcões. As características morfológicas de um fóssil de mexilhão podem ser mostradas mais claramente através de uma amostra fotográfica do que através de palavras.
4. É possível usar fotografias para representar uma variedade de formas ou estruturas pertencentes aos objetos de uma classe, por exemplo, as diferentes formas da bomba vulcânica.

Transpondo tais idéias para os livros didáticos, percebemos que são praticamente indistinguíveis as duas funções (objetos de pesquisa e/ou suplemento icônico para a apresentação do verbal) destacadas pelos autores, afinal, algumas das imagens que vimos podem representar objetos a serem pesquisados, isto é, melhor trabalhados em sala de aula, e da mesma forma, já atuam como suplementos icônicos das expressões verbais, por meio das diversas interações texto-imagem de que já falamos. Um exemplo deste uso pode ser, por exemplo, a figura 3.6.1.2, que representa um aglomerado de seres fossilizados. Em geral as escolas não são providas destes materiais, e o contato do aluno com estes seria somente em algum museu. Por meio da imagem fotográfica, o estudante poderia não somente conhecer um tipo específico de fósseis, como

também o professor poderia questionar sobre aquilo que se vê na imagem, isto é, os seres que estão fossilizados guardam alguma semelhança com seres atuais? Por que ou como isso é possível? Por que são encontrados no topo de altas montanhas?

Quanto aos desenhos, os autores iniciam sua explanação, dizendo que estes são menos icônicos, querendo com isso dizer que é possível eliminar-se uma série de leituras que, ainda que sejam possíveis, são menos relevantes para aquilo que o autor deseja retratar. *“O autor usa os desenhos em preferência às fotografias, quando deseja sugerir uma certeza, a saber, sua própria interpretação dos objetos percebidos.”* (p. 56). Devido ao seu caráter redutivo, entretanto, eles são melhor indicados do que as fotografias para expressar o típico, isto é, para designar características de um objeto individual, o qual indica os membros de uma classe de objetos, ou o objeto em particular. Acrescentamos que a própria questão espacial impõe o uso de modelos através de representações por desenhos, afinal, as fotografias não são suficientes para implementar tal discussão.

Voltemos às figuras 3.6.2.7; 3.6.4.1; 3.6.4.2; 3.6.4.5 e 3.6.4.6. Na primeira, é possível percebermos justamente o aspecto suscitado pelos autores acima: quando o autor da imagem deseja expressar algo, ele pode fazer um bom uso dos desenhos, uma vez que isto que ele deseja expressar pode ser bastante destacado. A figura 3.6.2.7 serve para indicar o lugar das placas em relação à estrutura da Terra e, para isso, não faz uso de desenhos mais realistas, mas simplesmente, desenhos que demonstram a posição.

As figuras 3.6.4.1 e 3.6.4.2, da mesma maneira que a primeira imagem da figura 3.6.2.7, ilustra a estrutura interna da Terra, e podemos perceber uma super esquematização, cuja idéia é tornar o entendimento deste conteúdo o mais assimilável possível. Para tanto, os ilustradores de ambas as imagens fazem uso desta mesma esquematização, cujo interesse está próximo de uma percepção rápida dos estudantes das distintas camadas internas da Terra.

As figuras 3.6.4.5 e 3.6.4.6, de que já falamos, apresenta-nos a estrutura interna dos vulcões. Ambas as ilustrações optam pela representação de um vulcão em erupção, afinal, se a idéia é apresentar as estruturas de um vulcão, deve-se representar o magma existente em seu interior e o caminho que este percorre desde as camadas do manto até a atmosfera terrestre. A fim de ilustrar todas estas estruturas, optou-se por um esquema que revele as partes internas de um vulcão. Sem indicar nada no texto, o autor da imagem faz um desenho que representa um corte

longitudinal no vulcão e abusa da idéia de “transparência”, para que possamos visualizar a parte interna do vulcão.

Em muitos casos, cremos que uma elaboração mais cuidadosa poderia auxiliar em muito, no esclarecimento do tema em questão. É o caso, por exemplo, dos desenhos das figuras 3.6.2.8 e 3.6.3.1, de que já falamos. Nestes casos, se a pretensão do autor da ilustração é representar, respectivamente, a formação de uma bacia sedimentar e a seqüência temporal para a formação do solo, então, poderia ter feito uso de esquemas mais elaborados, além de um uso mais cauteloso e criativo das cores. No caso da figura 3.6.3.1, há um outro fator que a imagem deve expressar, além da modificação espacial: o tempo.

Sobre as imagens encontradas nos livros didáticos, ainda vale um comentário sobre a aproximação destas e das imagens presentes nos livros didáticos de ensino superior. De fato, uma proximidade maior entre o que dizem os autores acima citados e o que encontramos nos livros didáticos nos traria uma preocupação maior, afinal, a maneira de produzir e indicar os dados e de interpretá-los deve ser diferente da prática de ensinar e aprender Geologia/Geociência⁴³. Mas, é interessante que, em geral, muitas imagens que se encontram em um livro, também se encontram em outro, com algumas modificações. É o caso por exemplo, da deriva continental, da estrutura interna da Terra, o uso das imagens fotográficas como ilustração dos textos. Convenções (que são na verdade representações) como o corte da Terra, o interior do vulcão, a deriva continental e outras mostram-se, em muitas vezes, adequadas para representar um certo objeto ou fenômeno, no entanto, deveriam ser acompanhadas de uma descrição mais detalhada nos livros didáticos de ensino básico, devido não só à complexidade do assunto em questão, mas também, devido ao papel relevante das imagens para este ensino.

⁴³ Quando destacamos a idéia de Paschoale (1984) do fazer e ensinar Geologia, estávamos nos referindo ao raciocínio geológico, que deve ser interessante para se exercitar também com estudantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As discussões que propusemos neste trabalho não encontram similaridade com a maior parte dos trabalhos sobre a imagem na educação. A fundamentação que se encontra versa sobre a importância da imagem no ensino e, como nós, defendem uma utilização crítica desta no processo educativo. A leitura das imagens, por outro lado, quase nunca é feita nestes trabalhos. Na presente proposta, vimos que foi justamente esta leitura que nos auxiliou num entendimento prévio das imagens e tornou possível a classificação destas, segundo as categorias usadas, mesmo sem haver um esgotamento desta leitura, que, como já descrevemos, não acreditamos que possa ocorrer.

Esta leitura, um tanto “solta” das imagens, encontra suporte no que descrevemos na primeira parte do capítulo 1, sobre o tratamento do “ver” em educação, já que não só defendemos o pensamento visual para o ensino, como também tentamos tornarmo-nos sensíveis às nossas percepções, buscando uma leitura o mais ampla possível das imagens e textos. O resultado desta interpretação, em associação com algumas idéias sobre as Geociências (expostas no capítulo 2) permitiu-nos tecer algumas relações que encerram os objetivos propostos no início deste trabalho e permitiu-nos, também, galgarmos alguns degraus em busca de uma construção metodológica para a leitura de imagens, do ponto de vista educacional.

Descrito desta forma, não é nossa intenção enquadrar o ato de “ver” como sendo explicitamente natural, ao contrário. Cremos num alfabetismo visual, porém, desprovido de toda didatização que se possa supor para o termo. Este trabalho traz a preocupação de ler as imagens e seus textos de maneira crítica, tendo em vista o ensino das Geociências e neste contexto o consideramos, (porque não?) um exercício rumo ao alfabetismo visual, quando não o próprio.

Já falamos sobre a grande quantidade de imagens encontradas nas páginas dos manuais aqui analisados e tentamos inferir diversas hipóteses para esta abundância, principalmente, no que diz respeito às imagens fotográficas. Resta ainda, frente a esta grande utilização, advogarmos em favor do desenvolvimento de outros projetos, que visam entender melhor a linguagem visual no ensino de Ciências. Na realidade, a carência de fundamentos metodológicos é perceptiva e muito nos fez sentir com este trabalho. Isto nos faz pensar que estamos diante de uma clara contradição: os tempos são favoráveis à exploração/estudo de outros recursos, já que a técnica encontra-se por demais desenvolvida, entretanto, muito pouco se pesquisa sobre estes outros

recursos. Esta contradição se estende ao universo escolar, que parece não explorar o potencial dos recursos visuais.

Esta discussão faz com que os pesquisadores da área de ensino de Ciências (e áreas afins) mesquem seu objeto com aquele entregue aos pesquisadores da área da “Tecnologia Educacional”. É necessária da parte dos educadores e dos pesquisadores em Ciência alguma tentativa, mesmo que não se faça tão erudita ou cercada de farto conhecimento tecnológico ou artístico, pois é justamente nossa postura que deve, em alguma medida, ser modificada. As interessantes pesquisas voltadas para as linguagens no ensino das Ciências (MARTINS, 1997; MARTINS et al, 1997; COMPIANI, 1996b, 1997) nos fazem suspeitar que esse é um campo rico e frutífero para tais investidas, afinal, vimos, como EDENS e POTTER (2001) descrevem, que as representações pictóricas proporcionam um ótimo caminho para o aprendizado dos conceitos científicos. Neste artigo, os autores defendem a produção de imagens e sua utilização em outros ramos escolares, além da educação artística.

É por isso que acreditamos na importância deste trabalho. As imagens possuem um alto potencial comunicativo das ciências de modo geral e, como descrevemos aqui, merecem ser atentamente olhadas em conjunto com seus outros tantos elementos, dentre eles, texto, legendas e mesmo outras imagens. Além disso, é importante que os educadores saibam desse potencial das imagens, reconhecendo nestas mais um recurso que amplie os modos de comunicação das explicações científicas e, que sobretudo, favoreça o ensinamento de posturas críticas perante a mídia atual.

No que tange a Geologia/Geociência, foi possível observarmos a negligência com que os tópicos destas áreas são tratados pela escola. Na verdade, somente pelo efeito da discussão das imagens e textos da unidade analisada, é plausível supormos que esse descaso seja realmente verdadeiro, uma vez que justamente os elementos que compõem o livro didático não são formulados a fim de gerar um aprofundamento das questões da área, ainda que diversos estudos apontem as vantagens deste aprofundamento. Além disso, apesar dos conteúdos estarem presentes nos livros, não se faz referência exclusiva às Geociências, de modo a defini-la ou apresentar sua importância e sua incrível extensão nas Ciências Naturais.

Como alterar um quadro como este? Sem dúvida, necessário se faz uma alteração curricular, mas outro aspecto é a própria inserção de uma cultura geológica/geocientífica na prática dos educadores. Sendo assim, a alteração curricular deve ser feita justamente neste nível,

a fim de demonstrar a necessidade dos conteúdos geológicos/geocientíficos para as determinadas faixas etárias. Concomitante a esta alteração cremos que o crescente surgimento das pesquisas acadêmicas voltadas para o ensino das Ciências da Terra vêm dando conta, ao menos parcialmente, de demonstrar o potencial educacional geocientífico.

Um dado importante a ser novamente discutido é o fato da maior parte das imagens apresentarem função de facilitação redundante, representada pelas fotografias. Esta função possui um paralelo bastante próximo à função ilustrativa das imagens, principalmente nos casos em que a redundância não desempenha um papel de importância, como salientamos algumas vezes, nas páginas em que propomos uma leitura das imagens. Entretanto, por se tratar de temas geocientíficos, poderíamos supor a existência de imagens que desenvolvessem mais profundamente as noções de espacialidade e temporalidade, isto é, aquelas que chamamos imagens seqüenciais ou causais, segundo MONTANERO & BLÁSQUEZ (1997). Esta desconexão encontrada caracteriza, de certa maneira, o conteúdo visto, pois as imagens e textos não são estruturados de modo a permitir um entendimento das Geociências como uma ciência histórica, mas sim, como uma ciência essencialmente descritiva, informativa e restritiva no que respeita a abordagem dada ao tema, afinal, percebe-se que não há referência para a área. Conseqüentemente, não há a preocupação em destacá-la como uma área de conhecimento que poderia integrar as diversas áreas científicas e proporcionar ao estudante algumas habilidades cognitivas. Apesar disso, não se pode dizer que os autores reservem pouco espaço para as Geociências, uma vez que praticamente todo o volume da 5ª. série é voltado para a mesma.

Não cremos que esta pesquisa esteja concluída. É fácil detectarmos diversos pontos onde se vislumbra alguma continuidade, seja em termos teóricos, seja em termos práticos. Sendo assim, é importante apontarmos alguns possíveis e futuros alcances deste trabalho, que poderão servir como fio condutor para as próximas pesquisas com este objeto, tanto de nossa parte, como de outros autores.

Em primeiro lugar, destacamos que tudo o que ora analisamos representa uma fração muito pequena do que possui o livro didático. Basta pensarmos que se trata da primeira unidade de ambos os livros. Sendo assim, é possível supormos que outros assuntos deverão exigir outros recursos, textuais (talvez) e imagéticos, afinal, apresentam processos e fenômenos da natureza que são diferentes destes ora analisados, sendo justo esperarmos outras relações entre as imagens e textos, bem como outras funções das primeiras.

Como dissemos no início deste trabalho, ele representa parte do projeto: *Geociências e a formação continuada de professores em exercício no ensino fundamental*, por isso, devemos prever alguma relação entre os professores e este trabalho, a partir dos resultados que propomos. Se o projeto foi o mote para desenvolvermos a presente pesquisa, devemos retornar ao mesmo, tecendo relações encontradas aqui, junto aos novos professores que o reintegrarão. Assim, a importância da Geologia/Geociências para os estudantes e a ligação desta disciplina à linguagem visual nos indicarão a necessidade de se discutir alternativas ao predomínio do uso da linguagem verbo-escrita nas escolas. Um aprofundamento destas discussões certamente poderá indicar a necessidade de se alterar o reinado da linguagem verbal nas salas de aula, que, seguramente não dá conta das numerosas relações que apontamos no caso das Geociências. Também no que tange ao livro didático, as discussões devem conduzir a um posicionamento mais esclarecedor e crítico por parte dos educadores.

Além disso, reconhecemos a necessidade de aprofundarmos alguns aspectos que, nesta dissertação, foram somente indicados. A começar pelas idéias sobre a percepção e a racionalidade, que aqui foram previamente sinalizadas e poderão ser aprofundadas num próximo trabalho e junto aos educadores e seus estudantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ALMEIDA JR., J. B. de **Ter olhos de ver: subsídios metodológicos e semióticos para a leitura de imagens**. 1989. 190p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- AMADOR, F. As imagens no ensino de Geologia. **Formação de Professores**. 1. ed. Aveiro: Universidade de Aveiro, 1998. 74. (Série Ciências, n. 2)
- AMARAL, I.A. do. **Em busca da planetização do ensino de ciências para a educação ambiental**. 1995. 2v. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de Campinas, São Paulo.
- AMARAL, I.A. do. **O conteúdo e o enfoque dos livros de Geologia introdutória (estudo descritivo e analítico com base nas macro estrutura das obras atuais destinadas ao nível superior de ensino)**. 1981. 259p. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- ANGUITA, F. Geología, Ciencias de la Tierra, Ciencias de la Naturaleza: Paisage de un aprendizaje global. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v.12, n.1, p.15-21, mar. 1994.
- ANGUITA, F. Geología y las ciencias de la Tierra: etimologia y un poco de historia. **Enseñanza de las ciencias de la Tierra**, Córdoba, v.4, n.3, p. 177-180, dic. 1996.
- ARNHEIM, R. **Intuição e intelecto na arte**. Tradução de Jefferson Luiz Camargo. 1. ed. brasileira, São Paulo: Martins Fontes, 1989. Cap. A Duplicidade da mente: A intuição e o intelecto, p. 13-30. Cap. Em defesa do pensamento visual, p. 141-159.
- ASSUMPÇÃO, M. e NETO C. M. D. Sismicidade e estrutura interna da Terra, p. 43-62. In Teixeira, W. et al. (Orgs.). **Decifrando a Terra**, São Paulo: Oficina de Textos, 2000 568p.
- AUMONT, J. **A imagem**. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Campinas. 2.ed., São Paulo Papirus, 1993. I- A Parte do Olho, p. 17-21.
- BARROS, A. M. de. Tratamento das imagens na formação do pedagogo. **Comunicação e Educação**, São Paulo, n. 15, p. 21-28, mai/ago. 1999.

- BARTHES, R. **O óbvio e o obtuso: ensaios críticos III**. Tradução de Léa Novaes. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1990. Cap. A escritura do visível, p. 9-27.
- BELMIRO, C. A. A escolarização da imagem nos livros didáticos. **Presença Pedagógica**, Belo Horizonte, v. 6, n. 31, p. 29-37, jan/fev., 2000.
- BEZZI, A. What is this thing called Geoscience? Epistemological dimensions elicited with the repertory grid and their implications for scientific literacy. **Science Education**, v. 83, n. 6: p. 675-700, nov. 1999
- BONAZZI, M.; ECO, U. **Mentiras que parecem verdades**. Tradução de Giacomina Faldini. 3.ed. São Paulo: Summus, 1980, 131p.
- CALADO, I. **A utilização educativa das imagens**. Porto: Porto Editora, 1994. 128p.
- CALVINO, I. **Seis Propostas para o Próximo Milênio**. Tradução de Ivo Barroso. 2.ed. São Paulo: Companhia das Letras, 1990. 4- Visibilidade, p. 95-114.
- CARNEIRO, M. H. DA SILVA. As imagens no livro didático. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 1, 1997, Águas de Lindóia. **Atas...** Porto Alegre, IF/UFRGS, 1997, p. 129 - 138.
- COLLINS, H; SHAPIN, S. Experiment, science teaching, and the New History and Sociology of Science. In: SHORTLAND, M.; WARRICK, A. (orgs.) **Teaching the history of science**. Oxford: British Soc. Hist. Science: Basil Blackwell, 1989. p. 67-79. (Tradução de Silvia F. de Mendonça Figueirôa).
- COMPIANI, M. Geologia pra que te quero no ensino de Ciências. **Educação e Sociedade**, Campinas, n. 36, p. 100-117, ago. 1990.
- COMPIANI, M.a A narrativa historica das Geociencias no ensino fundamental (EGB): um exemplo com o tema “A Formação do Universo”. **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, nº extra, p. 64-69, 1996.
- COMPIANI, M. b **As Geociências no ensino fundamental: um estudo de caso sobre o tema: a formação do universo**. 1996. 216p. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- COMPIANI, M.c Geociências no Ensino Fundamental: “Formaram Galáxias divididinhas”- Alguns exemplos com um Estudo sobre o Tema ‘A Formação do Universo’. **Cadernos IG/UNICAMP**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 123-157, dez, 1996.

- COMPIANI, M. Os aspectos visuais e espaciais no ensino de Geociências - o uso dos desenhos. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, nº extra, p. 329-330, 1997.
- COMPIANI, M. et al. **Projeto Geociências e a Formação Continuada de Professores em Exercício do Ensino Fundamental**. Encaminhado ao PROGRAMA ESPECIAL FAPESP-ENSINO PÚBLICO, Depto. de Geociências aplicadas ao Ensino, Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas, abril, 1996.
- CUNHA, C. A. L. DA S. **A Geologia Introdutória dos Livros Didáticos no Brasil: um estudo da coerência interna dos textos através do conceito de geossinclinal**. 1986. 283p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- CUNHA, C. A. L. da S. **Geologia Introdutória nas Instituições de Ensino Superior no Brasil: análise dos cursos de Ciências e Geografia**. 1995. 268p. + 22p adendos. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- DAVIES, N. A ilustração no livro didático de história. **Tecnologia Educacional**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 92/93, p.36-39, jan./abr. 1990.
- DONDIS, D. A. **Sintaxe da linguagem visual**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1997. Cap. 1, p. 5-28; cap. 9, p. 227-233.
- DUNCUM, P. Visual Culture: Developments, Definitions, and Directions for Art Education **Studies in Art Education**, v. 42, n. 2, p. 101-112, winter, 2001.
- DUSCHL, R. A. Earth System Science: A Better Way to Teach Science Enquiry. **Teaching Earth Sciences**, v. 26, n. 3, p. 89-93, 2001.
- EDENS, K.M.; POTTER, E.F. Promoting conceptual understanding through pictorial representation. **Studies in Art Education**, v. 42, n. 3, p. 214-233, spring. 2001.
- ENGELHARDT, W.; ZIMMERMANN, J. **Theory of Earth Science**. 1.ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1988. Cap. 2, p. 33-70.
- ESCP (Earth Science Curriculum Project). Investigando a Terra: Guia do professor. Tradução, adaptação e redação final Desna Celoria, São Paulo: McGraw – Hill do Brasil, 1978.
- FANTINEL, L. M. **Práticas de campo em Geologia Introdutória: papel das atividades de campo no ensino de fundamentos de Geologia do curso de Geografia**. 2000.

- 124p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- FINCO, G. Geociências e a Formação continuada de professores em exercício no ensino fundamental. **1º Relatório Parcial de iniciação científica**, Processo: CNPq – 524360/96-0, Depto. de Geociências Aplicadas ao Ensino, IG/UNICAMP, 1997, 13p + 6p. anexos.
- FRACALANZA, H. **O conceito de ciência veiculado por atuais livros didáticos de Biologia**. 1982. 203p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- FRACALANZA, H. **O que sabemos sobre os livros didáticos para o ensino de Ciências no Brasil**. 1992. 293p. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- FREITAG, B; MOTTA, V.R.; COSTA, W.F. da. **O livro didático em questão**. São Paulo: Cortez, 1989. 155p. (Coleção educação contemporânea).
- FRODEMAN, R. A Epistemologia das Geociências. In: MARQUES, L.; PRAIA, J. (Coord.) **Geociências nos currículos dos ensinos básico e secundário**. 1. ed. Aveiro: Universidade de Aveiro, 2001. p. 40-57
- FRODEMAN, R. O raciocínio geológico: a Geologia como uma ciência interpretativa e histórica. **GSA Bulletin**, v. 107, n. 8, p. 960-968, 1995. Tradução livre de Lúcia Maria Fantinel e Estevan V. D. Santos.
- GALDABINI, S.; ROSSI, O. Using Historical papers in ordinary physics teaching at high school. **Science & Education**, Holanda, v.2, n.3, p.239-242, 1993.
- GONÇALVES, P.W. Problemas do ensino de cartografia: questões de teoria e método. In: REUNIÃO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 22, 1999, Caxambu. **Anais...** Caxambu: ANPEd, 1999a. (CD-ROM).
- GOUVEIA, M. S. F. **Cursos de Ciências para professores do 1o. grau: Elementos para uma política de formação continuada**. Campinas UNICAMP/Faculdade de Educação, 1992, 274p.
- GUIA DE LIVROS DIDÁTICOS. Programa Nacional do Livro Didático/Ensino Fundamental 2002. <http://www.fnnde.gov.br/pnld/guia/guia2002/000/introdução.htm>. Acessado em 10/04/02.

- GUTIERREZ PÉREZ, F. **Linguagem Total: uma pedagogia dos meios de comunicação**. Tradução de Wladimir Soares. 3ed. São Paulo: Summus, 1978. 106p. (Novas Buscas em Educação).
- HAGNER, A. F. **Aspectos filosóficos das ciências geológicas**. In: Albritton, Jr. C. C. Filosofia de la Geologia. Tradução por José M. Lopez Rubio, Barcelona, Cia. Ed.Continental S.A., 1970. Material que compõe a Coleção de Conrado Paschoale, Biblioteca Conrado Paschoale, IG/Unicamp.
- HODSON, D. Philosophy of science, science and science education. **Studies in Science Education**, University of Leeds, v. 12, p. 25-57, 1985.
- KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. Tradução de Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira, 2ed., São Paulo: Perspectivas, 1987, 257p. (Debates).
- LEANDRO, A. Da imagem pedagógica à pedagogia da imagem, **Comunicação e Educação**, São Paulo, n. 21, p. 29-36, mai/ago, 2001.
- LEVESON, D.J. The Geologist's Vision. **J. Geological Education**, v. 36, p. 306-309, 1988 (Tradução de Vívian Branco Newerla)
- LINS, O. **Do Ideal e da Glória: Problemas Inculturais Brasileiros**. 3ed., São Paulo: Summus, 1977. O Livro Didático – 2o. tempo.
- MACHADO, A. **A ilusão especular**. São Paulo: Brasiliense, 1984.
- MARTINS, I.; OGBORN, J.; KRESS, G. & MC GILLICUDDY, K. Explicações, representações visuais e retórica na sala de aula de ciências. In: ENCONTRO SOBRE TEORIA E PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 1997, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, FE/UFGM, 1997. p. 129 - 138.
- MARTINS, I. O papel das representações visuais no ensino-aprendizagem de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 1, 1997, Águas de Lindóia, **Atas...** Porto Alegre, IF/UFRGS, 1997, p. 224 – 299.
- MONTANERO, M.F.; BLÁZQUEZ, F. E. Las imágenes dinámicas en el libro de texto: una clasificación desde el punto de vista cognitivo. In: CONGRESO S/ LIBRO DE TEXTO Y MATERIALES DIDÁCTICOS, 5, 1997, Madrid. **Actas, tomo I ...** Madrid: Univ Complutense de Madrid, 1997, p.223-237.
- NOVAES, M. H. O papel da imagem, da imaginação e do imaginário na educação criadora **Tecnologia Educacional**, Rio de Janeiro, v.14, n.63, p.28-31. 1985.

- NUSSBAUM, J. La tierra como cuerpo cósmico. In: DRIVER, R.; GUESNE, E. & TIBERGHIE, A. **Ideas científicas em la infância y la adolescência**. Madrid: Ed Morata, 1989, p. 259-290.
- ORION, N.; THOMPSON, D. B.; KING, C. Earth Sciences Education: an extra dimension to science education in schools. **Cadernos IG/UNICAMP**, Campinas, v. 6, n. 1, junho, 1996.
- PASCHOALE, C. **Geologia como Semiótica da Natureza**. 1989. 138p. Dissertação (Mestrado em comunicação e semiótica) – Pontifícia Universidade Católica, Campinas.
- PASCHOALE, C. et al. A Geologia e a escola de 1o. e 2o. Graus. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE O ENSINO DE GEOLOGIA NO BRASIL, vol.1, 1981. BH. **Teses...** BH, 1983, p. 157-167.
- PASCHOALE, C. Alice no país da Geologia e o que ela encontrou lá. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 1984. v. 5, p. 242-249.
- PEDRINACI, E. La historia de la Geología como herramienta didáctica. **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, Madrid, v. 2, n. 2-3, p. 332-339. set. 1994.
- PERAYA, D. Análise da prática pedagógica. **Educação e Sociedade**, Campinas, n. 56, p. 502-505, dez. 1996.
- PÉREZ DE EULATE, LLORENTE ENRIQUE Y ANDRIEU, A. Las imágenes de digestión y excreción en los textos de primaria. **Enseñanza de las ciencias**, v. 17, n. 2, p. 165-178, 1999.
- PINO, A. O conceito de mediação semiótica em Vygotsky e seu papel na explicação do psiquismo humano. **Cadernos CEDES**, Campinas, n. 24, p. 32-43, 1991.
- POTAPOVA, M.S. Geology as an historical science of nature. In: **Interaction of sciences in the study of Earth**. Moscou: Progress Publisher, p. 117-126 (Tradução por Conrado Paschoale).
- PRETTO, N. DE L. **A ciência nos livros didáticos**. 1.ed. Campinas: Editora da Unicamp, 1985, 95p.
- RODRÍGUEZ DIEGUEZ, J.L. **Las funciones de la imagen en la enseñanza**. Barcelona: Gustavo Gili, 1977. 196p., 1. ed. Cap. 1, p. 1-52 (Colección Comunicación Visual).

- ROGERS, R. D. Use of observational patterns in geology. **Geology**, v. 17, p. 131-134, feb. 1989.
- RUDWICK, M. J. S. **El significado de los fósiles: Episodios de la historia de la Paleontología**. Madrid: Hermann Blume, 1987.
- RUDWICK, M. J. S. The emergence of a visual language for geological science 1760-1840. **History of Science**, v. 14, p.149-195, 1976.
- SANTAELLA, L.; NÖTH, W. **Imagem: Cognição, semiótica, mídia**. São Paulo: Iluminuras, 1999. 222p., 2.ed.
- SCHÄFFER, N.O. O livro didático e o desempenho pedagógico: anotações de apoio à escolha do livro texto, p. 136. In CASTROGIOVANNI, A. C. **Geografia em sala de aula: práticas e reflexões**. Porto Alegre, 1998.
- SICARD, M. Os paradoxos da imagem, **Rua**: Campinas, v. 6, p. 25-36, 2001.
- SILVA, F. K. M. da. Geociências e a formação continuada de professores em exercício do ensino fundamental. **Relatório científico de iniciação científica**, Processo: CNPq - 524350/96-0. Depto. de Geociências Aplicadas ao Ensino, IG/UNICAMP, 1998, 18p. + 5p. de anexos.
- SILVA, F. K. M. da. **A visão de ciência em livros didáticos de ciências**. Campinas, 2000. Monografia da disciplina História da Ciência e Ensino, DGAE/UNICAMP.
- SOUZA, M. J. L. de; COMPIANI, M. As interações discursivas na sala de aula de ciências com o tema: “As interações solo-planta”. In: CONGRESSO DE LEITURA DO BRASIL, 12, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: Associação de Leitura do Brasil, 1998. CD.
- SOUZA, T. C. C. de. A análise do não verbal e os usos da imagem nos meios de comunicação **Rua**, Campinas, v. 7, p. 65-94, 2001.
- SOUZA, S. J.; NETO, M. F. A tirania da imagem na educação. **Presença Pedagógica**, Belo Horizonte, v. 4, n. 22, p. 28-33, jul.-ago. 1998.
- SUGAHARA, N. N. G.; COMPIANI, M. Explicações, representações visuais sobre o ensino da água mineral nas salas de aula de ciências. In: CONGRESSO DE LEITURA DO BRASIL, 12, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: Associação de Leitura do Brasil 1998. CD.

- TEIXEIRA, L. M. G.; COMPIANI, M. Leitura e produção de textos a partir de representações visuais geocientíficas. In: CONGRESSO DE LEITURA DO BRASIL, 12, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: Associação de Leitura do Brasil, 1998. CD.
- VAN DJIK, T. A. **La ciencia del texto**. 4^a. ed. Barcelona: Paidós Ibérica, 1996. 2.3: Macroestruturas de los textos, p. 54-78.
- WALTY, I.L.C.; CURY, M.Z.F. Imagens na educação. **Presença Pedagógica**, Belo Horizonte, v.4, n.19, p.15-21, jan./fev. 1998.
- WERNECK, R. Y. M. Leitura de imagens. **Presença Pedagógica**, Belo Horizonte, v. 4, n. 19, jan./fev. 1998.
- YUS RAMOS, R.; REBOLLO BUENO, M. Aproximación a los problemas de aprendizaje de la estructura y formación Del suelo en el alumnado de 12 a 17 años. **Enseñanza de las ciencias**, v. 11, n. 3, p. 265-280, 1993.

ANEXO I

Sumário do livro de Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino

UNIDADE I — OS SERES VIVOS E O AMBIENTE	6
Capítulo 1 — Ecologia, a ciência que estuda o ambiente	7
Capítulo 2 — Ecossistema: onde a vida acontece	10
Capítulo 3 — Cadeias alimentares: a transferência de energia e matéria num ecossistema	19
Capítulo 4 — As relações entre os seres vivos	24
REVISÃO DA UNIDADE I	30
 UNIDADE II — VOCÊ PISA E SE MOVE NO SOLO	 31
Capítulo 5 — O que existe abaixo do solo	32
Capítulo 6 — Rochas magmáticas ou ígneas	38
Capítulo 7 — Rochas sedimentares ou estratificadas	45
Capítulo 8 — Rochas metamórficas	53
Capítulo 9 — O solo — nosso piso, nossa pátria, nosso pão	56
Capítulo 10 — Aproveitamento do solo na agricultura	62
Capítulo 11 — O solo pode ser melhorado	67
Capítulo 12 — Como combater o desgaste do solo	74
Capítulo 13 — O subsolo brasileiro	80
Capítulo 14 — Solo e saúde	90
REVISÃO DA UNIDADE II	97
 UNIDADE III — VOCÊ SOBREVIVE GRAÇAS À ÁGUA DO AMBIENTE	 99
Capítulo 15 — Mais água do que terra	100
Capítulo 16 — A água pode mudar de estado físico	105
Capítulo 17 — O ciclo da água na natureza	113
Capítulo 18 — Água: separação dos componentes e principais tipos	119
Capítulo 19 — A água como solvente	124
Capítulo 20 — O que afunda e o que flutua na água	129
Capítulo 21 — Água: pressionando e transmitindo pressão	138

Capítulo 22 – Água e vida	146
Capítulo 23 – Tratando a água insalubre	153
Capítulo 24 – Água e saúde	160
REVISÃO DA UNIDADE III	169
 UNIDADE IV — VOCÊ VIVE RESPIRANDO O AR DO AMBIENTE	171
Capítulo 25 – Atmosfera: camada protetora da Terra	172
Capítulo 26 – Composição do ar	179
Capítulo 27 – O ar e a combustão	187
Capítulo 28 – Propriedades do ar	192
Capítulo 29 – A previsão do tempo	202
Capítulo 30 – Ar e saúde	210
REVISÃO DA UNIDADE IV	215
 UNIDADE V — VOCÊ DEVE PRESERVAR O AMBIENTE	216
Capítulo 31 – Preservando o ambiente aquático	217
Capítulo 32 – Preservando o ar atmosférico	222
Capítulo 33 – Preservando ambientes com parques, reservas, estações, florestas	229
Capítulo 34 – Explorando o ambiente sem destruí-lo	232
Capítulo 35 – O saneamento básico e a saúde pública	237
REVISÃO DA UNIDADE V	245
 UNIDADE VI — VOCÊ VAI CONHECER O AMBIENTE MAIOR — O UNIVERSO	246
Capítulo 36 – Conhecendo o Universo a partir da astronomia	247
Capítulo 37 – O Sistema Solar	255
Capítulo 38 – A conquista do espaço	267
REVISÃO DA UNIDADE VI	274
 GLOSSÁRIO	275
BIBLIOGRAFIA	278

Sumário do livro de Demétrio Gowdak e Eduardo Martins

INTRODUÇÃO	7	3.1 Onde há mais ar?	71
1. IDENTIFICANDO O AMBIENTE	8	3.2 Troposfera	72
2. A TERRA NO SISTEMA SOLAR	8	3.3 Estratosfera	73
3. O AR	13	3.4 Mesosfera	73
4. O SOLO	15	3.5 Termosfera	74
1. REGIÕES DA TERRA	16	3.6 Exosfera	75
2. ESTRUTURA DA TERRA	17	4. O AR E A PREVISÃO DO TEMPO	79
2.1 Crosta ou litosfera	17	1. AR, UMA MISTURA DE GASES	80
2.2 Manto	17	2. NITROGÊNIO	80
2.3 Núcleo	18	3. OXIGÊNIO	81
3. DE QUE É FEITA A CROSTA TERRESTRE	23	4. GÁS CARBÔNICO	82
3.1 Rochas magmáticas ou ígneas	24	5. GASES NOBRES E VAPOR DE ÁGUA	83
3.2 Rochas sedimentares	29	6. POEIRA E MICROBIOS	84
3.3 Rochas metamórficas	32	7. OS SERES VIVOS MODIFICAM O AR	87
4. MINERAIS VALIOSOS: PEDRAS PRECIOSAS	35	7.1 A respiração	88
5. O AR E A SAÚDE	39	7.2 A fotossíntese	88
1. FORMAÇÃO DO SOLO	40	7.3 Comparando a respiração com a fotossíntese	89
2. COMPONENTES DO SOLO	41	6. O AR E A PREVISÃO DO TEMPO	92
3. TIPOS DE SOLO	43	1. O AR É COMPRESSÍVEL E EXPANSÍVEL	93
3.1 Descobrimos os tipos de solo	43	2. O AR TEM MASSA E PESO	93
4. O SOLO SE MODIFICA	46	3. O AR SE MOVIMENTA	96
4.1 As modificações naturais	46	3.1 O vento e as correntes de ar	97
4.2 As modificações artificiais	48	3.2 As massas de ar	98
5. O SOLO E A SAÚDE	53	7. PREVISÃO A PARTIR DO TEMPO	102
5.1 O tétano	53	1. A PRESSÃO DO AR	103
5.2 O amarelão	54	2. A EXPERIÊNCIA DE TORRICELLI	104
5.3 O bicho geográfico	55	3. A PRESSÃO VARIA COM A ALTITUDE	105
5.4 O bicho-de-pé	55	4. O BARÔMETRO ANEROIDE	106
5.5 Doenças por compostos químicos	56	5. A PREVISÃO DO TEMPO	109
5.6 O lixo e a coleta seletiva	57	5.1 Como é feita a previsão do tempo?	110
6. O AR	63	8. A CONDIÇÃO DO AR	117
7. O AR E A COTA DA TERRA	65	1. É DIFÍCIL VOAR	118
1. VERIFICANDO QUE O AR EXISTE	66	2. OS BALÕES	119
2. DO QUE É FEITA A MATÉRIA?	67	3. OS AVIÕES	119
3. A ATMOSFERA	70	9. O TEMPO	123

1 PERIGOS INVISÍVEIS NO AR	124	5. A ÁGUA É UM SOLVENTE	177
1.1 Víruses	124	5.1 Soluções	177
1.2 Doenças bacterianas	125	5.2 Água: solvente universal	177
2 COMO EVITAR DOENÇAS TRANSMITIDAS		5.3 Água pura e água boa para beber	178
PELO AR	126	5.4 Suspensões	178
2.1 Vacinas	127	5.4.1 A água e o saneamento básico	182
3 A ÁGUA	133	1. ÁGUA PARA BEBER	183
3.1 A importância da água	135	1.1 Como podemos obter água potável	183
1. RELAÇÃO ÁGUA-TERRA	136	1.2 Distribuição e armazenamento	186
2. A ÁGUA NOS SERES VIVOS	136	1.3 O filtro caseiro	186
3. A ÁGUA FORA DOS SERES VIVOS	137	1.4 Esterilização caseira da água	187
4. DE QUANTA ÁGUA PRECISAMOS?	138	2. SANEAMENTO BÁSICO	191
5. SEPARAÇÃO DOS COMPONENTES DA ÁGUA	141	2.1 Como construir uma privada	192
5.1 O gás hidrogénio	141	3. AS DOENÇAS TRANSMITIDAS PELA ÁGUA	194
5.2 O gás oxigénio	141	3.1 Leptospirose	195
6. A ÁGUA E A VIDA	144	3.2 Cólera	196
1. AS FASES DA ÁGUA	145	3.3 Esquistossomose	197
2. AS MUDANÇAS DE FASE DA ÁGUA	146	3.4 Amebíase	197
2.1 Fusão	147	7. O AMBIENTE	201
2.2 Solidificação	147	7.1 O AMBIENTE E OS SERES VIVOS	203
2.3 Evaporação	148	1. O AMBIENTE DOS SERES VIVOS	204
2.4 Ebulição	148	1.1 Organismo, população e comunidade	205
2.5 Condensação ou liquefação	149	1.2 Ecossistema e biosfera	207
3. O CICLO DA ÁGUA	154	2. O AMBIENTE E OS SERES VIVOS	211
3.1 A água nos oceanos, mares, rios e lagos	154	2.1 Os fatores abióticos interferem nos seres vivos	211
3.2 A água na atmosfera	155	2.2 Os seres vivos modificam o ambiente	214
3.3 A água no solo	155	3. A DANÇA DA MATÉRIA NO ECOSSISTEMA	218
4. PRESSÃO	159	3.1 A cadeia alimentar	218
1. PRESSÃO	160	3.2 A teia alimentar	221
2. A PRESSÃO DA ÁGUA	161	3.3 Produtores, consumidores e decompositores	221
2.1 A água transmite pressão	161	8. A VIDA E O AMBIENTE	226
3. PRINCÍPIO DOS VASOS COMUNICANTES	163	1. RELAÇÕES HARMÔNICAS	227
4. FLUTUAÇÃO NA ÁGUA	166	1.1 Mutualismo	227
4.1 Densidade	166	1.2 Protocooperação	228
4.2 Princípio de Arquimedes	167	1.3 Comensalismo	229
4.3 Peso = empuxo	168	1.4 Sociedade	229
4.4 Medindo densidades	168	1.5 Epititismo	230
5. A ÁGUA E A ENERGIA	172	2. RELAÇÕES DESARMÔNICAS	230
5.1 O monjolo	172	2.1 Predatismo	230
5.2 Os moinhos	173	2.2 Parasitismo	231
5.3 As turbinas das hidroelétricas	173	2.3 Canibalismo	231
		3. O RESPEITO À NATUREZA	236