A CONTRIBUIÇÃO DA GEOLOGIA NA CONSTRUÇÃO DE UM PADRÃO DE REFERÊNCIA DO MUNDO FÍSICO NA EDUCAÇÃO BÁSICA

EDI MENDES GUIMARÃES

Abstract *THE CONTRIBUTION OF GEOLOGY FOR BUILDING A REFERENCE STANDARD FOR THE PHYSICAL WORLD IN THE BASIC EDUCATION* As geologic issues were included in the National Curriculum Parameters of the Brazilian Basic Education, this paper intends to discuss how the geological approach can provide better formation to basic education students, developing their abilities and skills through a better understanding of natural processes. It presents a "reference standard" of the physical world to be built under Geosciences approaches, providing a real and contextualized knowledge. It also shows the results of evaluation tests on Basic Education's teachers, in charge to teach geologic issues. This text also suggests measures to improve the Basic Education teaching of Natural Sciences, like the implementation of courses of formation of teachers in Geosciences, that the Ministry of Education should include geologists whenever it decides to establish guidelines for the elaboration or evaluation of programs on Natural Sciences teaching, as well as in the elaboration and execution of projects in the schools. It suggest also the incentive to activities for teachers and students of the Basic Education in Museums, centers of research and in the Geology courses.

Keywords: Geosciences education, Basic Education, National Curriculum Parameters

Resumo Tendo em vista a inserção de temas geológicos nos Parâmetros Curriculares Nacionais da Educação Básica, o presente trabalho trata da contribuição da Geologia na abordagem destes temas, para a formação da cidadania através do desenvolvimento das competências e habilidades. Assim, é apresentado um padrão de referência do mundo físico a ser construído de forma concreta e contextualizada sob o enfoque das Geociências. É apresentado ainda o resultado de testes de avaliação que procuram conhecer o perfil dos professores da Educação Básica, aos quais é atribuída a responsabilidade pelo ensino desses temas. São sugeridas medidas para a melhoria do ensino de Ciências Naturais na Educação Básica, tais como a realização de cursos de pós-graduação e de graduação para a formação de professores de Geociências, a participação de geólogos tanto nas propostas e avaliações de competência do MEC, como na elaboração e execução de projetos nas escolas. Sugere-se também o incentivo a atividades destinadas a professores e estudantes da Educação Básica em museus, em centros de pesquisa e nos cursos de Geologia.

Palavras-chave: ensino de Geociências, Educação Básica, Parâmetros Curriculares Nacionais

INTRODUÇÃO Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) - implementados pelo Ministério de Educação e Desporto (1997, 2002) - atribuem à Educação Básica a responsabilidade pelo desenvolvimento de competências e habilidades para o exercício da cidadania. Esse desenvolvimento deve se dar através do estudo contextualizado, levando em consideração as condições locais e a participação ativa dos estudantes.

Na área das Ciências Naturais no Ensino Fundamental é incluído o estudo da Terra, sob responsabilidade principalmente dos professores de Ciências. Para as Ciências da Natureza, no Ensino Médio, os PCN sustentam que "*assuntos relacionados a outras Ciências, como Geologia e Astronomia, serão tratados em Biologia, Física e Química, no contexto interdisciplinar que preside o ensino de cada disciplina e o do seu conjunto*".

Entretanto, a importância da Geologia não está nas informações repassadas aos estudantes da Educação Básica. A sua contribuição é centrada muito mais na formação de atitudes e habilidades adequadas ao estudo e à compreensão da Terra (Orion *et al.* 1996). Através do raciocínio e de procedimentos (métodos e técnicas) específicos da Geologia é feita a caracterização (descrição, identificação, função e relações) dos materiais, das formas de energia e das suas interações no espaço e no tempo, definindo-se um con-

junto de parâmetros interrelacionados, que serve como padrão de referência do meio físico. Construído pelo estudante, este padrão leva à compreensão do ambiente físico local e de suas relações com o contexto sócio-cultural, estendendo-a para contextos cada vez mais amplos, até chegar à concepção da Terra como um sistema evolutivo complexo, que favoreceu o surgimento e evolução dos organismos, bem como da humanidade, os quais, por sua vez modificam a superfície terrestre.

Por outro lado, a orientação para construir o padrão de referência exige o domínio tanto da lógica da Geologia e dos seus conceitos, como da utilização dos seus métodos de investigação e dos seus códigos.

A nossa preocupação com o preparo dos professores das áreas de Ciências e Geografia para o estudo da Terra antecede em muitos anos a implantação dos PCN, tendo sido motivo de várias atividades de capacitação, a partir de 1986 (Guimarães 1992, 1994a). Desde então, procurou-se avaliar o conhecimento dos professores com relação ao contexto ambiental, à Geologia e às inter-relações dos conteúdos das diferentes áreas de conhecimento. Dentre as formas de avaliação, utilizou-se teste de sondagem aplicado a professores de várias áreas - Ciências Naturais, Geografia, Biologia, Física e Química - em exercício em escolas públicas e privadas do

Distrito Federal. O mesmo teste tem sido aplicado a estudantes dos cursos de agronomia, engenharia florestal, biologia, engenharia civil e geografia, matriculados na disciplina Geologia Geral.

Neste trabalho é discutida a construção do padrão de referência do mundo físico, são apresentados resultados dos testes aplicados a professores e estudantes, justificados pela orientação dada à formação dos professores da Educação Básica, sugerindo-se ainda medidas para a abordagem adequada das Geociências na Educação Básica.

PCN DAS CIÊNCIAS NATURAIS NA EDUCAÇÃO BÁSICA

O estudo das Ciências, de acordo com os PCN da Educação Básica, compreende as áreas de "Ciências Naturais" no Ensino Fundamental e "Ciências da Natureza" no Ensino Médio. Para a primeira, os objetivos gerais *"são concebidos para que o aluno desenvolva competências que lhe permitam compreender o mundo e atuar como indivíduo e como cidadão, utilizando conhecimento de natureza científica e tecnológica"*.

Para o Ensino Médio *"os objetivos em cada área do conhecimento devem envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo..."* Os objetivos explicitamente atribuídos às Ciências da Natureza incluem *"compreender as Ciências da Natureza como construções humanas e a relação entre conhecimento científico-tecnológico e a vida social e produtiva..."* *"Esses objetivos, compatíveis com valores e atitudes que se pretende desenvolver... podem ser agrupados por competências e habilidades,... em três categorias: investigação e compreensão científica e tecnológica; representação e comunicação; contextualização sócio-cultural e histórica da ciência e da tecnologia."*

Uma das características dos PCN é a flexibilização dos currículos, nos quais os conteúdos são apresentados a título de orientação e cuja implementação depende do projeto pedagógico de cada escola.

Ensino Fundamental Neste nível, as Ciências Naturais incluem de 1^a a 4^a séries (primeiro e segundo ciclos), assuntos tão variados como o Universo, Sistema Solar e os seres vivos, sendo enfatizada a necessidade da contextualização. Para a 5^a a 8^a séries (terceiro e quarto ciclos) são previstos os eixos temáticos: "Terra e Universo", "Vida e Ambiente" e "Ser Humano e Saúde". Enquanto os dois últimos já são tratados tradicionalmente nos programas de Ciências, a novidade é a introdução do eixo temático "Terra e Universo". Alguns tópicos desse eixo e de "Vida e Ambiente", mais estreitamente relacionados com o Sistema Terra são listados a seguir, como citados nos PCN:

TERRA E UNIVERSO "Observação direta, busca e organização de informações sobre: eventos cíclicos na Terra, corpos celestes, caracterização da constituição da Terra. Identificação de algumas constelações e astros, suas distâncias da Terra" e "atração gravitacional como a força que nos mantém presos ao solo, faz os objetos caírem e é responsável pela manutenção de um astro em órbita de outro". "Estabelecimento de relações entre diferentes períodos iluminados de um dia e as estações do ano, através da observação direta local e interpretação de informações deste fato nas diferentes regiões terrestres, para compreensão do modelo heliocêntrico". "Comparação entre as teorias geocêntricas e

heliocêntricas..." "Valorização dos conhecimentos de povos antigos para explicar os fenômenos celestes" e "do conhecimento historicamente acumulado, conhecendo o papel das novas tecnologias..."

VIDA E AMBIENTE "Coleta, organização, interpretação e divulgação de informações sobre transformações nos ambientes provocados pela ação humana e medidas de proteção e recuperação, particularmente da região em que vivem e em outras regiões brasileiras. Investigação da diversidade dos seres vivos... Comparação de diferentes ambientes em ecossistemas brasileiros quanto a vegetação e fauna, suas inter-relações e interações com o solo, o clima, a disponibilidade de luz e de água, e com as sociedades humanas. Investigação de diferentes explicações sobre a vida na Terra, sobre a formação dos fósseis e comparação entre espécies extintas e atuais... Compreensão de relações entre a história geológica do planeta e a evolução dos seres vivos, considerando mudanças na composição e na fisionomia da biosfera, atmosfera e litosfera. Comparação das estruturas do corpo... de seres vivos que habitam ecossistemas diferentes, hoje e em outros períodos do passado geológico, para a compreensão de processos adaptativos. Reconhecimento de formas eficientes de dispersão... Estabelecimento de relações entre os fenômenos da fotossíntese, da respiração celular e da combustão para explicar os ciclos do carbono e do oxigênio de forma integrada ao fluxo unidirecional de energia no planeta. Investigação dos fenômenos de transformação de estados físicos da água ocorridos em situações de experimentação e na natureza, em que há alteração de temperatura e pressão, compreendendo o ciclo da água em diferentes ambientes, identificando o modo pelo qual os mananciais são reabastecidos. Investigação de alterações de determinados ambientes como resultado da emissão de substâncias, partículas e outros materiais produzidos por agentes poluidores, compreendendo os processos de dispersão de poluentes no planeta."

Ensino Médio Os PCN de Ciências da Natureza atribuem à Física, à Química e à Biologia a responsabilidade pelo ensino das Ciências da Natureza, incluindo-se os *"assuntos relacionados a outras Ciências, como Geologia e Astronomia"*. Assuntos relacionados com a Geologia em cada uma daquelas disciplinas, citados nos PCN:

BIOLOGIA Contribuições da Geologia e da Paleontologia para a compreensão da origem e da evolução da vida na Terra, fazendo-se referência à composição da atmosfera e dos mares primitivos. Escala de tempo geológico. Configuração das "águas e continentes... formas de vida que marcam cada período e era geológica", referindo-se também às extinções.

FÍSICA Origem dos Sistema Solar e da Terra. Escalas de dimensões desde cósmicas até atômicas e às transformações de energia.

QUÍMICA "Transformação química de alguns materiais naturais, para obtenção de objetos e de energia, para a utilização humana. Compreensão da interação do ser humano com a atmosfera, da sua origem, de como permitiu a manutenção de vida na Terra, da importância tanto como matéria-prima, quanto da sua poluição". Estudos "a partir da atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera... são apropriados para aprofundar a interdisciplinaridade, pois o entendimento da participação de cada uma dessas partes... requer não só o conhecimento específico, mas... os resultados das

interações entre os conhecimentos químicos... físicos, biológicos e geológicos.”

GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS NATURAIS NA EDUCAÇÃO BÁSICA O estudo da Natureza de forma integrada e interdisciplinar é próprio das Geociências (Amaral 1978, Amaral 1980, Hevia 1998, Menegat & Fernandes 1994, Menegat *et al.* 1998), distinguindo-se da abordagem analítica necessária às Ciências Exatas e Experimentais.

A Geologia, ao lado de sua forma de raciocínio e métodos próprios de investigação, integra os conhecimentos da Química, da Física, da Biologia, da Matemática e mesmo das Ciências Humanas para o conhecimento e representação do geoambiente, fornecendo as bases para a contextualização sócio-cultural. O estudo interdisciplinar, em atividades práticas de laboratório e de campo, desenvolve no estudante a habilidade de registrar, caracterizar, relacionar evidências, criar modelos e compará-los com outros já existentes (Compiani 1991, Compiani & Carneiro 1994).

Geologia e a formação do padrão de referência do mundo físico

Como a ciência natural que investiga a Terra, a Geologia tem por objeto de estudo os materiais inorgânicos naturais (e orgânicos fósseis), as formas de energia que os produzem e os transformam, bem como as suas relações espaço-temporais. Mais do que um acervo de informações relativo à Terra a ser dado ao estudante, a Geologia forma esquemas cognitivos para a compreensão da Natureza.

No Ensino Fundamental, os métodos de investigação inerentes à Geologia, partindo do geoambiente escolar nas séries iniciais e ampliando-se (quadra, cidade, região, país) nas séries subsequentes, abrangerá tanto a caracterização macroscópica dos materiais, das formas de energia, a sua distribuição e relações espaço-temporais, bem como o estabelecimento das suas inter-relações com contextos sócio-culturais (Carvalho *et al.* 1989). Essa abordagem oferece assuntos contextualizados e concretos para a aprendizagem da leitura, da escrita, da formulação de resolução de problemas e para a construção de modelos explicativos. O estudante adquire ainda habilidades de compreensão e de utilização da linguagem e de códigos básicos de representação dos espaços (plantas, mapas, perfis, blocos-diagrama, gráficos e outros) e das quantidades nos estudos do meio físico natural e transformado pelo ser humano.

O estudo do ambiente mais restrito e concreto nas séries iniciais do Ensino Fundamental, a partir da escola e do seu entorno, leva à compreensão de contextos sucessivamente mais extensos e complexos, propiciando a construção de um “Padrão de Referência” do mundo físico (Fig. 1).

O PERFIL DOS ATUAIS PROFESSORES DE CIÊNCIAS NATURAIS (DA NATUREZA)

Atualmente, o ensino de Ciências Naturais é feito por professores que concluíram a Licenciatura Curta em Ciências ou as Licenciaturas em Biologia, Química, Física e, por vezes, Matemática, enquanto no Ensino Médio o ensino das Ciências da Natureza é de responsabilidade de professores formados em curso de licenciatura específica.

O conhecimento da Natureza pelos professores da Educação Básica e estudantes universitários Como responsável pelo Museu de Geociências, ou pela realização de atividades de extensão para professores e o público em geral, ou como professora da disciplina “Geologia Geral” destinada a estudantes de diversos cursos

universitários, ou ainda em aulas para cursos diversos, inclusive de pós-graduação, temos constatado numerosos equívocos e desinformação sobre a Natureza. Esta situação é confirmada na bibliografia (Imbernon *et al.* 1994), na troca de informações com colegas, na observação direta no contato com o público, pelas notícias veiculadas nos meios de comunicação, bem como nos textos didáticos ou paradidáticos. Os conceitos equivocados e o desconhecimento da Natureza contribuem para o comportamento inadequado da população, no que se refere à utilização de materiais, à ocupação da superfície, à falta de gerenciamento dos recursos hídricos, bem como para as generalizações e simplificações das questões ambientais (Guimarães 1994b, Espinet 1999), inclusive na abordagem de alguns assuntos nos próprios PCN (Guimarães & Fortes 1998). Diante dessas considerações e da ênfase dada, desde o início da década de noventa às questões ambientais, foi elaborado um teste a ser aplicado a estudantes e professores, com o objetivo de avaliar o conhecimento do contexto local e das inter-relações das áreas de conhecimento no estudo do ambiente.

O TESTE E SEUS RESULTADOS O teste foi aplicado a: 1) estudantes universitários dos cursos de agronomia, engenharia florestal, biologia (licenciatura), engenharia civil, geografia, que já haviam cursado no mínimo dois semestres na UnB, estando a maioria nos 4º e 5º semestres; 2) professores da Educação Básica em exercício nas redes particular e pública do Distrito Federal, inscritos em cursos de Extensão, ministrados pelo Instituto de Geociências. Responderam ao teste professores das áreas de Ge-

Figura 1 - Representação esquemática do padrão de referência do mundo físico, como um sistema integrado estudado pela Geologia. A linha tracejada representa a percepção do geoambiente pelo ser humano, em que os fatores físicos - matéria, energia, tempo, espaço - são: (1) indistintos para o bebê; (2) e (3) distintos, inter-relacionados e se ampliam sucessivamente nos períodos de ensino Fundamental e Médio; (4) de dimensões cósmicas na idade adulta.

ografia, Ciências, História, Práticas Agrícolas, Biologia, Química, Matemática.

Aplicado pela primeira vez no segundo semestre de 1994 o teste foi repetido esporadicamente desde então, com resultados semelhantes. No presente trabalho, são apresentados os resultados dos testes respondidos em 1994 por 22 estudantes e 17 professores, bem como por um grupo de 25 professores no ano 2000, sendo que cinco destes já haviam participado de algum dos cursos de Extensão oferecido pelo Instituto de Geociências. O teste foi aplicado no início da primeira aula da disciplina Geologia Geral (estudantes) e do curso de Extensão (professores). Com tempo livre para as repostas, a duração média oscilou em torno de uma hora, com um mínimo de cinquenta minutos e um máximo de uma hora e meia. Embora tenha sido solicitado que as respostas fossem individuais, vários professores trocaram informações, resultando em respostas iguais.

As questões (Tabela 1) abordaram aspectos relacionadas com: 1) a compreensão da representação cartográfica a partir de mapa de uma parte do Distrito Federal para testar a habilidade da utilização de mapa plani-altimétrico na obtenção de informações sobre o contexto ambiental, tais como distâncias, topografia, rede de drenagem, orientação, toponímia; 2) o conhecimento do meio físico do Distrito Federal e da interação dos fatores naturais entre si e com atividades humanas, além das inter-relações da região com contextos maiores; 3) conhecimento das áreas específicas - Química, Física e Biologia - para a compreensão do Sistema Terra; 4) capacidade de raciocínio lógico-dedutivo e espacial característico da Geologia, a partir de conhecimentos específicos elementares, representados em bloco-diagrama (Fig. 2).

As respostas - discriminadas como corretas, parcialmente corretas, erradas e sem resposta (Tabela 1) - mostram que o grau de omissão, acertos e erros das respostas dos três grupos são relativamente semelhantes, embora note-se um desempenho ligeiramente melhor dos professores do ano 2000, que teve a contribuição de professores participantes de cursos de extensão anteriores.

O resultado do teste mostrou: 1) omissão de cerca de 50% de respostas ao item sobre o uso de informações de mapa, com menos de 10% de respostas corretas. Nas respostas parcialmente corretas, observou-se o uso inadequado da escala para obtenção da distância, a falta de compreensão das curvas de nível e da orientação geográfica. O desempenho neste item indica falta de domínio no uso dessa linguagem básica (mapas) e de habilidade para obter as informações relacionadas ao ambiente; 2) das questões sobre o meio físico do Distrito Federal, apenas aquela relacionada com a vegetação foi respondida por mais de 50% em todos os grupos, sendo que cerca de 10% indicaram relações entre as variações fitofisiográficas e suas condicionantes. A predominância da falta de respostas nas demais questões e o baixíssimo índice de respostas corretas demonstra o conhecimento precário de aspectos elementares do contexto natural da região e da sua relação com atividades econômicas; 3) no item sobre o conhecimento das áreas específicas (Biologia, Física, Química) relacionado com o Sistema Terra, apenas duas questões - mecanismos de fixação do gás carbônico, elementos e compostos mais comuns na Terra - foram respondidas por mais de 50% em todos os grupos, das quais apenas três respostas estão corretas, enquanto as demais estão parcialmente corretas e erradas; assim nota-se a dificuldade da integração dos conteúdos específicos com o conhecimento do sistema Terra; 4) o item referente aos conhecimentos elementares da Geologia e suas formas de raciocínio apresentou o maior número

de omissões de respostas e alto índice de erros, mostrando o despreparo dos grupos avaliados com o trato dos assuntos da Geologia.

Apesar do pequeno número de respostas tabuladas, o resultado do teste é reforçado pelo convívio com estudantes universitários, com estudantes e professores da Educação Básica que visitam o Museu de Geociências da UnB, além dos testes aplicados e não tabulados.

A formação acadêmica dos atuais professores da Educação Básica

Os professores que responderam ao teste cursaram, na sua quase totalidade um curso superior de licenciatura nas áreas específicas (Geografia, Biologia, Física, Química, Matemática). A falta de habilidades para a investigação da Natureza, demonstrada pelos professores e pelos estudantes (des)preparados pelos primeiros, pode ser explicada quase totalmente pela própria formação acadêmica. Os cursos de licenciatura, hoje existentes no Brasil, foram criados dentro da orientação vigente a partir da década de setenta, da necessidade da especialização em cada área do conhecimento. Essa orientação está bem representada no Parecer nº 107/70 do relator Roberto Figueira Santos, aprovado pelo Conselho Federal de Educação, como justificativa para a extinção do curso de História Natural, que até então formava professores e pesquisadores: *"...O prestígio dos cursos de História Natural, tanto de licenciatura como de bacharelado, é ainda o reflexo do papel de indiscutível importância desempenhado no passado pelos 'naturalistas' polivalentes, dedicados sobretudo à descrição dos fenômenos naturais, quando não eram bem conhecidos os respectivos mecanismos físicos e químicos, nem se vinha aplicando tão amplamente quanto agora a análise matemática ao seu estudo. É verdade que as fronteiras entre os vários ramos da ciência se estão apagando cada vez mais, o que coloca em maior voga os chamados 'estudos interdisciplinares'. Mas, é também verdade que a rapidez com que se vem acumulando as informações de cunho científico obriga a maior especialização... Ora, as técnicas aplicadas ao estudo da grande maioria dos fenômenos biológicos diferem acentuadamente das que se adaptam ao estudo das geociências (grifo nosso). Para a formação da maioria dos pesquisadores em Biologia, de um lado, e em Geociências, de outro, já não cabe a conjugação das matérias oferecidas no bacharelado de História Natural. Nem será justo contra-argumentar com base na orientação dos trabalhos da maioria de cientistas especializados, onde se encontram e até se fundem os interesses da Biologia com os das Geociências... A licenciatura em Ciências para o 1º ciclo atende melhor às exigências do ensino das matérias do ginásio que a licenciatura em História Natural... Por sua vez, para preparar professores de Biologia, no 2º ciclo, o curso de História Natural está desnecessariamente sobrecarregado com o estudo das Geociências, enquanto nada oferece sobre os fundamentos matemáticos, físicos e químicos, necessários ao bom entendimento dos fenômenos biológicos... O currículo mínimo para a licenciatura de Ciências Biológicas, o qual, como era de se esperar, dá menos destaque às Geociências que o de História Natural, enquanto oferece maior ênfase ao estudo das bases físicas e químicas dos fenômenos biológicos. Veio o currículo de Ciências Biológicas atender às exigências de inevitável processo de especialização, o que o torna mais adequado à formação de professores de Biologia para o ciclo colegial."*

Assim, a formação dos professores da área de Ciências passou a ser feita pelos cursos de licenciatura de curta duração e licenci-

Tabela 1 - Respostas dos teste de sondagem. Número de respostas corretas (C), parcialmente corretas (PC), erradas (E) e sem respostas (SR), dadas por 22 estudantes (A) e 17 professores (B) em 1994 e por 25 professores no ano 2000 (C), perfazendo um total de 64 testes. * Questão não tabulada para o grupo A.

Questões	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1- De acordo com o mapa, faça o que se pede:												
1.1- assinale as áreas mais altas e as mais baixas, indicando as cotas e a distância entre elas.	*	4	2	*	5	15	*	0	0	*	4	8
1.2- assinale os cursos d'água mais importantes, informando: nomes, cota da nascente, sentido de escoamento	2	0	4	7	6	5	3	0	0	10	11	16
2. Com relação ao Distrito Federal, responda:												
2.1- Quais são as relações entre a hidrografia do DF e as principais bacias hidrográficas do Brasil?	1	0	2	7	5	10	3	1	0	11	11	13
2.2- Explique a relação entre latitude/altitude e o clima do DF.	1	0	3	10	6	8	0	1	1	11	10	13
2.3- Quais são as causas dos desníveis topográficos no DF?	0	0	4	3	2	2	5	1	2	14	14	17
2.4- Qual a média pluviométrica anual do DF e como é a distribuição das chuvas?	1	0	2	9	4	6	2	1	0	10	12	17
2.5- Quais são as rochas mais comuns no DF?	0	0	5	4	4	6	0	1	1	18	12	13
2.6- Quais os minerais mais comuns nas rochas e nos solos do DF?	0	1	1	1	2	3	5	1	7	16	13	14
2.7- Quais os principais tipos de vegetação do DF, quais as causas da diversidade (caso exista)?	1	2	3	15	8	14	0	0	0	6	7	8
2.8- Quais são as substâncias minerais exploradas comercialmente no DF e a que se destinam?	0	0	3	3	6	10	2	0	2	17	11	10
3- Com relação ao planeta Terra, responda:												
3.1- Quais os mecanismos naturais existentes na Terra para retirada de CO ₂ da atmosfera?	0	1	0	15	10	18	0	0	2	7	6	5
3.2- Qual é a origem dos elementos químicos?	0	0	0	2	3	2	2	1	5	18	13	18
3.3- Quais são os elementos e compostos naturais mais comuns na Terra?	0	2	1	1	0	6	3	3	12	18	12	6
3.4- Qual é a origem da água na Terra?	0	2	1	1	0	3	6	7	5	15	8	16
3.5- Como se processa a formação e decomposição do ozônio na atmosfera?	1	0	0	1	2	6	2	3	0	18	12	19
3.6- Quais são as ondas geradas naturalmente na Terra e como se propagam?	1	0	0	2	7	12	0	0	0	19	10	13
3.7- A aceleração da gravidade na superfície da Terra é a mesma em qualquer ponto? Justifique.	2	0	3	8	8	9	2	2	5	10	7	8
3.8- A idade absoluta das rochas pode ser determinada através da relação entre elementos radioativos e radiogênicos, como por exemplo Urânio/Chumbo. Quais são os fundamentos desta datação?	0	2	4	5	0	3	1	2	0	16	13	18
3.9- Qual é a importância de organismos dos reinos Monera e Protista na formação de rochas e no estudo da história da Terra?	0	1	0	2	1	2	1	2	5	19	13	17
4- Com relação à compreensão do ambiente, responda de acordo com o desenho da figura 2:												
4.1- identifique e assinale: falha - F dobra - D aquífero - A	0	1	3	3	3	3	4	5	17	15	8	2
4.2- Onde você aconselharia a perfuração de poço para água, na área baixa? Justifique.	1	0	1	3	1	3	4	6	0	14	10	21
4.3- Quais seriam as possíveis consequências da plantação de soja na área elevada, sobre o aquífero e superfície?	0	0	0	2	2	7	1	4	0	19	11	18
4.4- Assinale a área para obtenção de pedra para brita. Justifique.	1	3	4	2	2	0	1	1	0	18	11	21
4.5- Assinale um local para construção de pequena barragem. Justifique.	1	0	0	2	3	0	2	2	0	17	12	25
4.6- Numere em ordem cronológica decrescente os eventos ocorridos na área: deposição de sedimentos arenosos; erosão superficial; formação de solo; vulcanismo; deposição de material argiloso; dobramentos e falhamentos;	0	0	1	2	7	2	2	2	7	18	8	15

Figura 2 - Bloco diagrama utilizado para as questões do item 4 do teste.

atura plena. Enquanto o primeiro destinava-se à preparação dos professores de Ciências para o Ensino Fundamental (5^a à 8^a séries), o último forma professores para o Ensino Médio, nas áreas específicas de Biologia, Física, Química e Matemática.

Pelo currículo mínimo definido para a formação de professores de Ciências (5^a à 8^a séries), é obrigatório o ensino do tema Geologia, incluindo Paleontologia (MEC 1981). Na maioria dos cursos, essa exigência é atendida por uma (ou duas) disciplina(s) ministrada(s) sob várias denominações, perfazendo um total de 60 a 120 horas aula (Cunha 1995, 1996). Como exemplo pode ser citado o caso da UnB, na qual até o ano 2000, a disciplina Geologia Geral, com 90 horas, era obrigatória para o curso de licenciatura em Biologia, mas não o era para o curso de bacharelado. Atendendo à solicitação do curso de Biologia, essa disciplina foi substituída por outra de 60 horas (Fundamentos da História da Terra), estendida também ao bacharelado, a partir de 2001.

Por outro lado, o currículo mínimo para a licenciatura e o bacharelado em Química prevê o assunto Mineralogia, que na UnB é tratado ou na disciplina Fundamentos de Mineralogia ou em Cristalografia Estrutural, cada uma delas com 60 horas/aula.

Para os cursos de Física e de Matemática não há exigência de nenhum conhecimento sobre a Terra, mas alguns cursos de licenciatura incluem uma disciplina relacionada com o assunto Geologia, visando oferecer aos licenciados a oportunidade de atuar no Ensino Fundamental.

A substituição dos currículos mínimos dos cursos superiores pelas "diretrizes curriculares" ainda em implantação nos últimos anos não garante a inclusão dos procedimentos adequados ao estudo da Terra.

Convém lembrar, ainda, que a quase totalidade dos professores universitários - responsáveis pelas disciplinas das licenciaturas - têm formação em cursos de bacharelado, considerados mais adequados às necessidades da pesquisa científica. Assim, a abordagem da Natureza como um sistema complexo, uno e indiviso é omitida na formação dos professores das áreas de Ciências, formados nos cursos de licenciatura, com uma orientação altamente especializada, carente de conhecimento do "Sistema Terra" e da abordagem interdisciplinar no estudo da Natureza.

DISCUSSÃO E PROPOSTAS Considerando o destaque dado pelos PCN de Ciências Naturais (da Natureza) ao tema Terra, fica evidente a necessidade de professores que possuam uma formação básica teórico-prática nesse tema e, sobretudo, o domínio dos métodos de investigação e da linguagem das Geociências. Entretanto, conforme mostrado no item anterior, no sistema de ensino

atual, este não é o caso. Deficiências na formação dos professores no que se refere ao conhecimento ambiental favorecem a utilização de informações desvinculadas do cotidiano dos alunos, por vezes tendenciosas, incompletas ou incorretas, obtidas não só nos livros, mas agora também por meios eletrônicos.

A própria sugestão de assuntos relacionados com a Terra, Universo e Ambiente, contida nos PCN dá margem à priorização das informações (*busca e organização de informações; investigação de diferentes explicações sobre; contribuições da Geologia e da Paleontologia para a compreensão da origem e da evolução da vida; origem dos Sistemas Solar e da Terra; a atmosfera... sua origem, de como "permitiu a manutenção de vida na Terra"*), mais que à formação de atitudes e de habilidades de investigação (observação, descrição, mensuração, procura das relações para elaboração de modelos) adequadas à compreensão do meio físico natural. Mas a "transmissão de informações" - não raro distorcidas, fragmentadas ou equivocadas - dissociada do processo de construção do conhecimento geológico não traz em si qualquer valor cognitivo.

A abordagem da Geologia pelas diversas áreas - Biologia, Química e Física - segundo a orientação dos PCN, implica a fragmentação de um conhecimento uno, indivisível e integrado, construído por procedimentos e formas de raciocínio específicos.

Da mesma forma que a soma das partes não necessariamente constrói um todo, a justaposição dos conceitos da Física, da Química e da Biologia é insuficiente para levar ao entendimento da Terra, que é dado pelos modelos elaborados por meio do raciocínio lógico-dedutivo próprio da Geologia, integrando seus conceitos e métodos específicos, àqueles das outras áreas de conhecimento.

A interdisciplinaridade que caracteriza a Geologia pode ser verificada nos currículos (ou diretrizes) dos seus próprios cursos, como por exemplo o da Universidade de Brasília. O conhecimento tipicamente geológico - mineralogia, petrologia, sedimentologia, paleontologia, estratigrafia, geologia estrutural e geologia histórica - além de técnicas de estudo específicas, necessita da contribuição de técnicas de apoio - topografia, desenho técnico, fotogeologia e processamento de imagens - bem como de conhecimentos de Biologia, Matemática, Física e Química. O conhecimento elementar de Fundamentos de Ecologia e Evolução (60 horas) serve à Paleontologia (90 horas). As disciplinas de cálculo e estatística somam mais de 300 horas/aula. Cerca de 200 horas/aula no Instituto de Física e outro tanto no de Química, são complementadas pelas disciplinas de Geofísica e Geoquímica (mais de 200 horas/aula em cada uma delas). O conjunto desses conhe-

cimentos é aplicado à hidrogeologia, à prospecção mineral, à caracterização de materiais, ao conhecimento geoambiental e, sobretudo, à compreensão da Terra, desde contextos locais e atuais, até sua dimensão planetária numa visão histórico-evolutiva.

A Lei nº 4.076 de 23-6-62, que regulamenta a profissão de Geólogo, determina que, dentre outras, são suas atribuições: “*estudos relativos às ciências da Terra*” e o “*ensino das ciências geológicas nos estabelecimentos de ensino secundário e superior*”.

Embora atribuição legal do geólogo, a maioria das disciplinas geológicas no ensino superior (fora dos cursos de Geologia) é ministrada por profissionais de outras áreas (Cunha 1995). A mesma situação é agora estendida ao Ensino Médio, pelos PCN.

Assim, tem-se uma situação crítica em que os professores da área de Ciências, encarregados do ensino do tema “Terra”, não dominam o conhecimento da Geologia, enquanto o geólogo que o domina é excluído do sistema. Esta situação acarreta imenso prejuízo à formação do indivíduo e do cidadão. O primeiro tem mutilada a sua percepção do mundo físico, enquanto ao último falta o conhecimento das bases naturais que determinam a própria cidadania e que deveriam embasar o manejo dos materiais, das formas de energia e do espaço da nação.

A construção do padrão de referência do mundo físico pelo estudante, por meio da qual desenvolve habilidades e competências necessárias ao entendimento das interações no mundo físico tem que ser orientada por professores que detenham o domínio das Geociências.

A solução mais adequada é a criação de cursos de licenciatura em Geociências, a exemplo de que está sendo proposto pela USP (Machado & Toledo, 2002). Aliadas a esta, outras medidas imediatas devem ser tomadas, tais como: 1) criação de cursos de pós-graduação para a área de Ciências que permitam a capacitação de geólogos para atuação na Educação Básica. 2) formação de equipes multidisciplinares nas escolas, com a participação de geólogos, que teriam a função de coordenar e orientar os professores nos projetos interdisciplinares relacionados com o ambiente local e com o Sistema Terra (Mendes-Guimarães 1996, Compiani 1999); 3) atuação junto ao MEC, pela SBG e Fórum dos Coordenadores de

Graduação em Geologia, para incluir a participação de geólogos nas equipes de elaboração de propostas de diretrizes curriculares dos cursos de licenciatura, de avaliação dos livros didáticos e no Exame Nacional para o Ensino Médio – ENEM; 4) incentivo às atividades destinadas a estudantes da Educação Básica relacionadas com o conhecimento do ambiente local e da Terra, desenvolvidas por cursos de Geologia, museus e centros de estudo/pesquisa.

CONCLUSÕES A construção do padrão de referência do mundo físico é a forma ideal de desenvolvimento de habilidades e competências para a compreensão da Natureza como um sistema integrado, relacionado ao contexto social.

Os PCN para a Educação Básica enfatizam a importância da interdisciplinaridade e da contextualização, as quais estão na base da construção do padrão de referência do mundo físico. Entretanto, os atuais professores da Educação Básica na área das Ciências Naturais e da Natureza tiveram sua formação orientada para a especialização em áreas específicas (Biologia, Física, Química, Matemática).

O resultado do teste aplicado a professores da Educação Básica, no Distrito Federal, mostra deficiências nas habilidades e competências para o estudo contextualizado e interdisciplinar das Ciências Naturais (ou da Natureza).

A criação de cursos de licenciatura na área das Geociências é a medida mais efetiva para a formação de professores capazes de desenvolver as habilidades e competências para o estudo contextualizado e interdisciplinar das Ciências Naturais (ou da Natureza), conforme preconizado pelos PCN.

Geólogos devem atuar na Educação Básica, participando em equipes do MEC e das escolas. Finalmente, a formação dos estudantes pode ser melhorada pelo incentivo às atividades destinadas aos alunos da Educação Básica e à produção de material paradidático, já em desenvolvimento em diversos cursos de Geologia e sociedades científicas ligadas ao estudo da Terra.

Agradecimentos Aos revisores da RBG pelas sugestões ao manuscrito.

Referências

- Amaral I.A. do (coord.). 1978. *Investigando a Terra* (livro do professor). 1ª ed. São Paulo. McGraw-Hill do Brasil. Vol. 01, 573 p.; Vol. 02, 317 p.
- Amaral I.A. do (coord.). 1980. *Investigando a Terra* (livro do aluno). 1ª ed. São Paulo. McGraw-Hill do Brasil. Vol. 01. 448 p.; Vol. 02, 248 p.
- Carvalho M.J. de, Mendes-Guimarães E., Moraes E. de, Oliveira F.M. de. 1989. O “Fazer Ciência” como metodologia do estudo de Ciências. Mérito Educacional, Fundação Educacional de Distrito Federal (inédito). 143 p.
- Compiani M. 1991. A relevância das atividades de campo no ensino de geologia na formação de professores de ciências. Cadernos IG/UNICAMP. Campinas- SP. 1:02-25.
- Compiani M. 1999 - Reflexiones y resultados parciales del Convenio de Colaboración Universidad/Escuela Pública para la formation permanente de profesores en ejercicio con temas de Geociencias. Enseñanza de las Ciencias de la Terra, 7: 38-46.
- Compiani M. & Carneiro C.D.R., 1994. The didatic role played by geological excursions. In: D.A.V. STOW & G.J. McCall (eds)
- “Geoscience Education and Training - In schools and universities, for industry and public awareness”. AGID, Special Publication Series nº 19:233 - 241.
- Cunha C.A.L.S. 1995. Geologia Introdutória nas Instituições de Ensino Superior no Brasil: análise dos cursos de Ciências e Geografia. Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas, Tese de Doutorado, 226 p.
- Espinet B. 1999. Los problemas ambientales (PA) y la education ambiental: una reflexión. Enseñanza de las Ciencias de la Terra, 7: 02-07.
- Guimarães E.M. 1992. O «Fazer» como metodologia de Ensino/Aprendizagem aplicado a nível de Graduação, Reciclagem e 1º Grau. In: SBG, Congr. Bras. de Geol., 37, São Paulo, *Resumos Expandidos*, 2: 262-264.
- Guimarães E.M. 1994a - O trabalho de Extensão no Ensino de 1ª e 2ª graus e sua Relevância para a Geologia; Cadernos do IG/UNICAMP. 4:3-13.
- Guimarães E.M. 1994b. Geologia: a profissão e a ciência. In: SBG, Congr.

- Bras. de Geol., 38, Camboriu, *Anais*, 2: 233-235.
- Guimarães E.M. & Fortes P.T.F. 1998. Abordagem da Geologia nos parâmetros curriculares - PCN - Ensino Fundamental. *In*: SBG, Congr. Bras. de Geol., 40, Belo Horizonte, *Anais*: 367.
- Hevia I.M. 1998. La Teoría de Sistemas en las Ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 6:64-73.
- Imbernon R.A.L., Sigolo J.B., Toledo M.C.M. 1994. Análise crítica dos conhecimentos em Geociências de alunos de 1^ª, 2^ª e 3^ª graus e professores de 1^ª e 2^ª graus. Primeiros resultados. *Cadernos do IG/UNICAMP*, Volume Especial: 3-10.
- Machado R. & Toledo M.C.M. 2002. Reflexão sobre a criação de cursos de licenciatura em Geologia/Geociências com vistas aos ensinos Fundamental e Médio. *In*: SBG, Congr. Bras. de Geol., 41, João Pessoa, *Anais*: 574.
- Mendes-Guimarães E. 1996. *O "Fazer Ciência": a construção de um caminho para uma visão de totalidade na educação*. Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, Dissertação de Mestrado, 117 p.
- Menegat R. & Fernandes L.A.D. 1994 - O método da investigação científica na Geologia: uma abordagem através do exemplo heurístico da caixa-preta. *Rev. Bras. Geoc.*, 24:177-188.
- Menegat R., Porto M.L., Carraro C.C., Fernandes L.A.D. (orgs.), 1998. *Atlas Ambiental de Porto Alegre*. 2^a ed. Ed. Universidade, UFRGS. 228 p.
- Ministério da Educação e do Desporto/Secretaria de Educação Fundamental. 1997. *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental* (10 volumes). Brasília.
- Ministério da Educação e do Desporto/Secretaria de Ensino Médio. 2002. *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. Brasília. <http://www.mec.gov.br/semtec/ensmed/pcn>.
- Orion N., Thompson D.R., King C. 1996. Educação em Geociências: uma dimensão extra para a educação científica escolar. *Cadernos do IG/UNICAMP*, 6: 122 - 133.

Manuscrito A-1404

Recebido em 13 de janeiro de 2003

Revisão da autora em 15 de novembro de 2003

Revisão aceita em 20 de novembro de 2003