

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO**

**ABORDAGEM DO CICLO DO NITROGÊNIO NAS AULAS DE  
CIÊNCIAS: O LIVRO DIDÁTICO E AS NECESSIDADES DO  
PROFESSOR**

ELBA NINFA DE LIMA

Recife, agosto de 2006

**ELBA NINFA DE LIMA**

**ABORDAGEM DO CICLO DO NITROGÊNIO NAS AULAS DE  
CIÊNCIAS: O LIVRO DIDÁTICO E AS NECESSIDADES DO  
PROFESSOR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências (PPGEC), nível de Mestrado, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino das Ciências.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ângela Campos

Recife, agosto de 2006

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO**

**ABORDAGEM DO CICLO DO NITROGÊNIO NAS AULAS DE  
CIÊNCIAS: O LIVRO DIDÁTICO E AS NECESSIDADES DO  
PROFESSOR**

Dissertação avaliada pela Banca Examinadora:

Orientadora: \_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ângela Fernandes Campos

Examinador: \_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Alice Miriam Happ Botler

Examinador: \_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Helaine Sivine Ferreira

Examinador: \_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Suely Alves da Silva

Dissertação defendida no dia \_\_\_/\_\_\_/2006, no Departamento de Educação da  
UFRPE

## **DEDICATÓRIA**

*À Telça, minha mãe, que, agora eterna, sempre orientou os meus caminhos e certamente está feliz comigo.*

## AGRADECIMENTOS

São muitas as pessoas a agradecer e que contribuíram em diferentes momentos da construção deste trabalho, entretanto, existem aquelas com as quais, independentemente das dificuldades, pude contar sem ressalvas. A essas, faço um agradecimento muito especial:

**A Deus**, pai celeste a quem sempre recorri pedindo forças.

**Aos meus pais**, responsáveis pela minha formação ética e moral.

**À minha Orientadora Dr.<sup>a</sup> Ângela Campos**, por ter indicado os passos da minha pesquisa, pela paciência, dedicação e pelas palavras de estímulo e confiança que nunca deixaram de existir.

**À Diva**, irmã presente com orações e estímulo e que personifica toda a minha família.

**A Rui, Carminha e Gabriela**, pelo apoio e presença nas resoluções dos problemas mais práticos e urgentes.

**À amiga-irmã Rosana Teles**, pela presença, força e incentivo nos momentos mais difíceis, e pelas correções feitas nos textos desta pesquisa.

**Ao amigo-irmão Robson Teles**, por ter incentivado a “começar de novo” e pelos empréstimos sempre úteis.

**À Albenita Oliveira**, por estar sempre por perto nos momentos de silêncio que a vida nos impõe.

**Aos amigos do Colégio Visão**, em especial, **Aninha, Lia, Lalá, Mozeiner**, por tudo que representam e pelos exemplos que são.

**À Ana Maria**, exemplo de luta e persistência dos ideais mais legítimos da educação.

**A todos os professores do mestrado.**

**A todos os colegas do mestrado.**

## RESUMO

O currículo de Ciências tem sofrido intensas mudanças nas últimas décadas, devido às constantes transformações da sociedade e a seu conseqüente avanço científico. É possível perceber, nessa panorâmica atual, que no plano das idéias existe uma evolução crescente, entretanto, no campo das ações, ainda há muito por fazer. Este estudo apresenta como tema a dependência que tem existido do professor em relação ao livro didático para a abordagem de determinado conteúdo em sala de aula, no caso específico deste trabalho, o Ciclo do Nitrogênio. O objetivo está em identificar se os livros didáticos de Ciências apresentam uma abordagem adequada sobre o referido ciclo, de modo que atenda às necessidades do professor. Esse conteúdo foi definido por se entender que seu estudo é de fundamental importância, pois desse ciclo depende o equilíbrio energético na natureza, a manutenção da riqueza do solo em nutrientes e a formação dos compostos nitrogenados vitais para o organismo de todos os seres vivos. Em sala de aula, o estudo possibilita a compreensão desses, mas o professor deve, sobretudo, estabelecer as relações entre os diferentes conceitos científicos das diferentes áreas envolvidas nesse ciclo. O trabalho de pesquisa foi realizado, primeiramente, por meio de análise dos livros didáticos de Ciências indicados pelo Guia do Livro Didático 2005, considerando-se que, supostamente, ao serem aprovados e sugeridos pelo PNLD, já se apresentam qualificados para serem adotados pelos professores. Por fim, analisou-se o pensamento do professor através dos comentários escritos sobre afirmativas relacionados ao tema. Com a presente pesquisa, constatou-se que existem diferentes limites na abordagem do Ciclo do Nitrogênio, tanto por parte dos livros didáticos quanto do professor. Entretanto, essa constatação não é suficiente para resolução de um problema real; acredita-se, contudo, que perceber a existência dessa problemática e entender os motivos que a originam tende a tornar menos distante e conflituosa uma possível solução para essa questão.

Palavras-chave: livro didático, professor, Ciclo do Nitrogênio.

## ABSTRACT

The science curriculum has undergone great changes in the past decades due to the constant transformations of the society and its consequent scientific advance. It is possible to perceive, in this current panorama, that as to ideas there is an ever-growing evolution, however, as to actions much remains to be done. This study focuses as a topic on the existing teacher's dependence on the textbook to approach a certain subject matter in the classroom, being the focus of this paper on the Nitrogen Cycle. Its main purpose is to know if science textbooks have an adequate approach to the aforementioned cycle, so that it meets the teacher's needs. This subject matter was selected based on the understanding that its study is of the utmost importance, since the energetic balance in nature, the maintenance of nutrients in the soil and the formation of nitrogenous compounds vital to the organic structure of living beings depend on such a cycle. In the classroom, the study makes understanding such phenomena possible, but the teacher should above all, identify the relations between different scientific concepts of different areas involved in this cycle. The research work was carried out at first, through the analysis of the science textbooks recommended by the Textbooks Guide 2005, considering that, supposedly, upon being approved and suggested by the National Textbooks Program, they are already qualified to be adopted by teachers. Finally, teachers' thoughts were analyzed through written comments on statements related to the subject. From this research we reached the conclusion that there are different limits to approach the Nitrogen Cycle, both in textbooks and in teachers' presentation. However, this conclusion is not enough to solve a real problem; it is believed, however, that becoming aware of the existence of this set of problems and understanding what brought it about tend to make a possible solution to this question less distant and less conflictive.

Key-words: textbooks, teacher, Nitrogen Cycle.



## SUMÁRIO

DEDICATÓRIA

AGRADECIMENTOS

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE FIGURAS.....	11
LISTA DE TABELAS.....	12
INTRODUÇÃO.....	13
CAPÍTULO 1 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	18
1.1 - Breve comentário sobre as teorias de aprendizagem: comportamentalismo e cognitivismo.....	18
1.2 – Teoria do Ensino.....	20
1.3 - Considerações sobre a abordagem do Ciclo do Nitrogênio.....	28
1.3.1 – Um estudo sobre o Ciclo do Nitrogênio.....	29
1.3.1.1 – Nitrogênio propriedades e utilização.....	30
1.3.1.2 – O Ciclo do Nitrogênio.....	32
1.3.2 – Ciclo do Nitrogênio:algumas possibilidades de abordagem em sala de aula.....	38
1.4 – Algumas considerações sobre o Livro Didático.....	42
1.4.1- A importância do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD).....	47
1.4.2- O que dizem os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).....	51

CAPÍTULO 2 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	54
2.1 - Procedimentos para escolha dos livros analisados.....	60
2.2 – Procedimentos para coleta de dados sobre o pensamento do professor acerca do uso do livro didático e a abordagem do Ciclo do Nitrogênio em sala de aula.....	61
2.2.1 - Técnicas e instrumentos de pesquisa.....	62
CAPÍTULO 3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	65
3. Resultados e discussões das coleções indicadas pelo Guia de Livros Didáticos de Ciências 2005 – 5ª à 8ª série.....	65
3.1 – Resultados das análises realizadas sobre as abordagens do Ciclo do Nitrogênio nas obras selecionadas.....	71
3.2 – Análise dos comentários do professor em relação às afirmativas propostas.....	84
CAPÍTULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	91
REFERÊNCIAS.....	96
APÊNDICE A: questionário para o professor.....	100
ANEXO A: capas das coleções analisadas – 1, 2, 3, 4.....	102
ANEXO B: capas das coleções analisadas – 5, 6, 7, 8.....	103

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 .....	34
Diagrama bioquímico do Ciclo do Nitrogênio	
Figura 2 .....	35
Raízes de vegetais leguminosos	
Figura 3 .....	35
Nódulos radiculares	
Figura 4.....	37
Ciclo do Nitrogênio na natureza	
Figura 5.....	72
Figura ilustrativa no livro didático de Fernando Gewandszajder	
Figura 6.....	74
Figura ilustrativa no livro didático de Daniel Cruz	
Figura 7.....	76
Figura ilustrativa no livro didático de Alvarenga	
Figura 8 .....	78
Figura Ilustrativa no livro didático de Gowdak	
Figura 9 .....	80
Figura ilustrativa no livro didático de Bertolozzo	
Figura 10.....	81
Texto do livro didático de La Luz sobre o Ciclo do Nitrogênio	
Figura 11.....	83
Figura ilustrativa no livro didático de Carlos Barros	

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.....	31
Propriedades físico-químicas do Nitrogênio	
Tabela 2 .....	50
Relação das oito coleções de ciências analisadas	
Tabela 3 .....	59
Indicação da presença de imagens sobre o Ciclo do Nitrogênio nas coleções indicadas pelo Guia de Livros Didáticos 2005	
Tabela 4.....	61
Nível de formação acadêmica dos professores entrevistados	
Tabela 5 .....	66
Livros de Ciências indicados pelo Guia de Livros Didáticos – 2005 os quais trazem uma abordagem do Ciclo do Nitrogênio	
Tabela 6.....	69
Critérios de análise da coerência teórica encontrada nas coleções indicadas	
Tabela 7.....	84
Respostas e justificativas dos professores à afirmativa 1	
Tabela 8.....	85
Respostas e justificativas dos professores à afirmativa 2	
Tabela 9.....	86
Respostas e justificativas dos professores à afirmativa 3	
Tabela 10.....	87
Respostas e justificativas dos professores à afirmativa 4	
Tabela 11.....	88
Contradições nos comentários dos professores	

## INTRODUÇÃO

As discussões referentes ao Ensino de Ciências, como concepções teóricas, currículo, metodologia, uso de materiais didáticos e de novas tecnologias, entre outras questões, são temas inegavelmente bastante explorados em artigos, dissertações, teses e livros. As análises desses diferentes aspectos envolvem, primordialmente, a idéia de que todos esses estudos sirvam para suscitar nos professores uma atitude crítica em relação à prática docente.

Vivem-se atualmente momentos de constante revisão de pensamentos e de ações relacionadas ao Ensino de Ciências e, dentre tantas questões, o currículo continua sendo um dos pontos de preferência nessas discussões. Isso se justifica frente ao fato de que durante muito tempo os conteúdos de Ciências no Ensino Fundamental foram caracterizados por fragmentações e pela falta de contextualização, fruto de um currículo que apresentava de forma linear a construção do conhecimento.

Com as mudanças que a sociedade vem sofrendo nas últimas décadas, devido principalmente ao avanço tecnológico e científico no campo das Ciências Sociais e Exatas (CARVALHO, 2004, KRASILCHIK, 1987, CHASSOT, 2004), não se pode mais aceitar que a prática escolar esteja desvinculada dessa realidade, que ela não seja transformadora de homens. A sociedade da tecnologia exige indivíduos capazes e com diferentes habilidades para lidar com desafios, com isso, torna-se urgente criar condições para que os que formam a complexa teia da sociedade estejam mais aptos a enfrentar a dinâmica social que hoje se impõe, promovida por essas mudanças.

Teóricos cognitivistas, como Bruner (1977), afirmam que o processo da aprendizagem se constrói ao longo do tempo. Ele lança a idéia de um currículo em espiral, em contraposição ao currículo linear. Segundo esse estudioso (1977, p.36), “...um currículo, à medida que se desenvolve, deve voltar repetidamente a estas idéias básicas, aprofundando-as, até que o aluno tenha aprendido todo o aparelho formal que o acompanha”. Com isso, ele propõe que os conteúdos das disciplinas sejam retomados várias vezes em diferentes níveis de abordagens, pois só assim o estudante terá o domínio das idéias básicas do conteúdo e, conseqüentemente, poderá usar com eficácia a aprendizagem.

Nesse sentido, percebe-se a necessidade cada vez maior de se evitarem as fragmentações que a má distribuição da programação dos conteúdos de Ciências nos impõe por meio de sua história curricular. Segundo Canto (1999, p.14), “O ensino de Ciências no Brasil vem se tornando, de um modo geral, insatisfatório em resultados... É preciso mudar. É preciso que a aprendizagem escolar envolva conteúdos relevantes à vida em sociedade”.

Com base nessa visão de mudança, na década de 90, foi ampliado e fortalecido um movimento de crítica e contraposição à organização do currículo cujos conteúdos estivessem dispostos linearmente. Nessa década, surgiram os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), com a proposta de romper essa visão linear e, apoiando-se no pensamento de Bruner, tentar se aproximar de um currículo mais coerente com o novo contexto social.

Trata-se, portanto, de organizar atividades interessantes que permitam a exploração e a sistematização de conhecimentos compatíveis ao nível de desenvolvimento intelectual dos estudantes, em diferentes momentos do desenvolvimento. (BRASIL, 1998, p.28)

Nos PCN, os conteúdos de Ciências estão reunidos em quatro eixos temáticos, assim dispostos em todos os ciclos do Ensino Fundamental: Terra e Universo; Vida e Ambiente; Ser Humano e Saúde; Tecnologia e Sociedade. Nesta pesquisa, é dado um tratamento especial ao conteúdo ciclo biogeoquímico, em especial ao Ciclo do Nitrogênio, o qual nos PCN está inserido no eixo Vida e Ambiente.

Não é, entretanto, interesse deste estudo transformar o tema em questão em mais um conteúdo a ser trabalhado nas aulas de Ciências, mas fazer com que o conhecimento adquirido a partir das informações sobre esse ciclo possa contribuir para o aluno interagir com o ambiente de forma crítica e ética. Nesse sentido, é importante que o estudante perceba, por exemplo, o funcionamento das trocas de energia existente entre os seres vivos e a interdependência desses com os ciclos biogeoquímicos.

O Ciclo do Nitrogênio representa um ciclo biogeoquímico complexo, pois envolve um processo dinâmico de troca de energia entre a atmosfera, a matéria orgânica e o solo. Dessa forma, o estudo desse tema pode gerar no aluno o conhecimento de certos conceitos químicos e biológicos, além de proporcionar questionamentos e suscitar temáticas que exigem um aprofundamento em áreas do conhecimento como Geografia, Meio Ambiente, entre outras. Em especial, deve-se ter atenção às pesquisas e aos estudos atuais que têm chamado a atenção para a questão ambiental.

Ao lado dos processos naturais, atividades humanas, tais como indústria, agricultura e pecuária, aglomeração em grandes cidades, todas dependentes de grandes quantidades de variados insumos e energia, também interferem significativamente nos diversos ciclos, ocasionando transformações na composição dos diversos constituintes da atmosfera. (MARTINS, 2003, p.39).

Faz-se necessário entender que a Ciência é viva, e esse é um dos pontos mais importantes para conceber o ensino de Ciências como um instrumento ativo na vida do estudante. Como mostra Delizoicov (2000, p.33), “o desafio de pôr o saber científico ao alcance de um público escolar em escala sem precedentes (...) não pode ser enfrentado com as mesmas práticas docentes de décadas anteriores ou da escola de poucos e para poucos”.

Face à possível ausência de trabalhos com esse tema em sala de aula, e considerando que os professores planejam suas aulas munindo-se de instrumentais didáticos que o ajudam a realizar a sua prática, o grande desafio do professor é escolher materiais de apoio cuja qualidade seja menos questionada.

O livro didático tem sido, em alguns casos, utilizado como o único instrumento que orienta o trabalho dos professores (FERREIRA & SELLES, 2003; BITTENCOURT, 1997; MENDONÇA, 2004) e considerado o grande responsável pelos equívocos que muitos deles cometem. Por esse motivo, ele assumiu durante muito tempo uma imagem negativa e limitante para o trabalho do docente.

Não há dúvida de que é o professor o responsável por selecionar os materiais de que necessita para a sua prática, entre eles, o livro didático. Dessa forma, é indispensável que esse profissional assuma o seu papel no processo de escolha desse material. E para que o livro didático possa atender a essa necessidade, ele vem sofrendo intensas modificações quanto à questão editorial, à diagramação, a correções conceituais, entre outras, o que não impede que equívocos ainda aconteçam.

Entendendo-se a importância do professor nesse processo de escolha e também as mudanças às quais esse material tem sido submetido, esta pesquisa dá



um tratamento específico ao conteúdo Ciclo do Nitrogênio, procurando responder às seguintes indagações:

- o conteúdo ciclo biogeoquímico, especificamente o Ciclo do Nitrogênio, é abordado nos livros didáticos de Ciências sugeridos pelo Guia Nacional do Livro didático – 2005, como orienta os PCN?
- a presença desse conteúdo nos livros didáticos e a forma como ele é abordado são fatores determinantes para que o professor trabalhe o respectivo conteúdo em sala de aula?

Esses e outros questionamentos suscitaram os seguintes objetivos:

#### 1. Geral:

Analisar a forma como é abordado o Ciclo do Nitrogênio nos livros didáticos de Ciências indicados pelo Guia Nacional de Livros Didáticos – 2005 (5<sup>a</sup> à 8<sup>a</sup> série).

#### 2. Específicos:

- Realizar uma análise comparativa entre a abordagem que os livros escolhidos apresentam sobre o Ciclo do Nitrogênio e as orientações dos PCN;
- investigar, através do professor, se esse material atende às suas necessidades a ponto de ser utilizado em sala de aula como principal recurso para construção dos conceitos relacionados ao tema em questão.

Na tentativa de atender a esses objetivos, este estudo foi organizado em três capítulos, além das considerações finais. O primeiro está dedicado à fundamentação teórica, tomando como referência os PCN e os trabalhos propostos por Bruner. O segundo aborda os procedimentos metodológicos que possibilitaram a efetivação da pesquisa e, no terceiro capítulo, encontram-se as análises dos resultados obtidos.

## 1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

É impossível encontrar uniformidade em relação ao conceito de aprendizagem. Algumas pessoas dão maior ênfase às mudanças de comportamento observáveis nos indivíduos, ou seja, observam o resultado final da aprendizagem; outras dão prioridade ao processo de construção pessoal advinda das experiências vividas e, nesse ponto de vista, valorizam o processo no qual a aprendizagem vem inserida. Os diferentes pensamentos quanto à forma ou às formas de aprendizagens estão apoiados em bases teóricas distintas. No que concerne aos pensamentos anteriormente mencionados, identificam-se as teorias behaviorista e cognitivista, respectivamente.

### **1.1 Breve comentário sobre as teorias de aprendizagem: Comportamentalismo e Cognitivismo**

A teoria behaviorista ou comportamentalista considera a aprendizagem como um processo de estímulos e respostas que objetiva observar unicamente o comportamento humano; assim sendo, a aprendizagem nada mais é do que uma resposta ou reação a estímulos predeterminados. Um dos maiores estudiosos dessa teoria foi, sem dúvida, o psicólogo clínico B. F. Skinner, o qual, segundo Tavares (1985, p.95), “considera a aprendizagem como uma forma de condicionamento”.

A idéia de reforço é um outro ponto importante no comportamentalismo. Diz respeito a uma situação em que determinada resposta a determinado estímulo é recompensada positiva ou negativamente, o que deve ser associado à aprendizagem como condicionamento.

Traçando-se um paralelo com a teoria cognitivista, que no tocante à relação aluno-aprendizagem não comunga do mesmo pensamento, no comportamentalismo a aprendizagem acontece a partir da mudança externa do aluno e da feitura de tarefas a aprender. Como perfil de estudante, espera-se passividade e fácil moldagem aos objetivos predeterminados pelo professor.

Segundo esse pensamento, o educando seria capaz de, através de alguns mecanismos como o uso da memorização, da repetição e do estudo individualizado, dar respostas cada vez mais adaptadas aos estímulos, até adquirir o equilíbrio necessário para a aprendizagem definitiva.

Contrariamente ao pensamento comportamentalista, Tavares (1985, p.100) afirma que os psicólogos cognitivistas caracterizam a aprendizagem a partir da mudança na estrutura cognitiva do sujeito, ou ainda, como este percebe, seleciona e organiza as informações e passa a lhes atribuir significados. Nessa perspectiva, o aluno não é um ser passivo e receptor de estímulos, ao contrário, ele age ativamente na construção da sua aprendizagem e no entendimento do mundo que o cerca.

Vários são os psicólogos que têm estudado os fenômenos cognitivos do indivíduo, entre eles Piaget, Ausubel e Bruner. Este último propõe uma Teoria do Ensino que, para esta pesquisa, serve de norteador teórico, tendo em vista que a proposta apresentada por esse autor permite que se façam abordagens adequadas, em vários níveis de aprofundamento, sobre o conteúdo Ciclo do Nitrogênio, numa linguagem que trate e respeite honestamente o educando nas etapas cognitivas em que ele se encontra.

## 1.2 Teoria do Ensino

Um dos pressupostos do pensamento de Bruner é que a aprendizagem se dá a partir do momento em que o indivíduo se depara com situações problemáticas, sobre as quais ele cria expectativas, desperta curiosidade e levanta hipóteses, o que contribui para que ele chegue às descobertas.

No texto de apresentação do livro “O Processo da Educação”, de J. Bruner (1977, p.7), Morão retrata com desalento o fato de esse autor não ser um dos psicólogos mais conhecidos no âmbito da educação. Morão também afirma que, apesar da falta de conhecimento acerca do trabalho desse estudioso, ele é um dos nomes mais relevantes na área da psicologia cognitivista relacionada à aprendizagem.

Jerome Bruner nasceu em Nova York, em 1915, e formou-se em Harvard, em 1941. Consagrou-se nas pesquisas sobre o desenvolvimento cognitivo tendo como contemporâneos Piaget e Ausubel. Suas pesquisas versavam sobre o desenvolvimento intelectual e sobre uma teoria de ensino que levasse em consideração esse desenvolvimento (MOREIRA, 1999).

Bruner pesquisou o trabalho em sala de aula e desenvolveu uma teoria instrucional de ensino que sugere caminhos para o educador, diferentemente dos demais psicólogos cognitivistas. Sua teoria é, antes de tudo, prescritiva, enquanto os demais tentaram explicar como o desenvolvimento cognitivo ocorre.

Na teoria proposta por Bruner, a questão de “como ensinar” pressupõe basicamente quatro fatores fundamentais a serem considerados:

1. a forma como a matéria de ensino está estruturada;
2. a seqüência da apresentação dos conteúdos a serem trabalhados;

3. a predisposição para aprender;

4. um professor com profundos conhecimentos dos conteúdos de sua matéria.

Um dos pontos mais relevantes, senão o mais importante, no pensamento de Bruner, e que dele depende toda a seqüência de sua teoria, é a idéia de desenvolvimento intelectual. Nesse sentido, em analogia aos períodos de desenvolvimento propostos por Piaget – pré-operacional, operacional concreto e operacional formal – (FURTH, 1974), do ponto de vista de Bruner, a principal questão a considerar está no que ele chama de representação (BRUNER, 1977). Ou seja, a pesquisa sobre o desenvolvimento intelectual da criança indica o estágio de desenvolvimento cognitivo em que ela se encontra e que é denunciado pela forma como esta vê o mundo e explica-o a si própria.

Essas formas de representar que determinam, até certo ponto, a aprendizagem da criança são as seguintes:

- i. Representação Ativa (pré-operatório) – estágio no qual a criança consegue representar o mundo exterior mediante a sua ação, ou seja, ela estabelece relações entre a experiência e a ação.
- ii. Representação Icônica (operacional concreto) – diferentemente do estágio anterior, que era apenas ativo, esse estágio é operatório, pois, com a manipulação direta dos objetos, a criança começa a fazer relações mentais entre os símbolos e o que eles representam no meio.
- iii. Representação Simbólica (operacional formal) – nessa fase, a criança já tem capacidade de lidar com situações hipotéticas, ou seja, além de lidar com o experimental, ela consegue pensar em diferentes e possíveis variáveis de acontecimentos.

Apesar da ordem em que as representações mentais foram apresentadas anteriormente, não se pode ter a errônea impressão de que o desenvolvimento intelectual da criança acontece de forma seqüencial, rígida e uniforme para todas elas. Já foi explicitado que o primeiro estágio caracteriza-se pela manipulação de objetos; o segundo, pela manipulação e percepção das imagens daquilo que ela vê; e finalmente o terceiro, no qual a criança se utiliza de simbologia para representar o mundo. É plenamente possível, por exemplo, a criança vivenciar simultaneamente as três fases.

... o desenvolvimento intelectual de uma criança não é uma seqüência regular e infalível de acontecimentos; reage também às influências do ambiente, sobretudo ao ambiente escolar. Assim, a aprendizagem de idéias científicas, mesmo a um nível elementar, não precisa seguir exatamente o curso natural do desenvolvimento cognitivo da criança. Pode, também, conduzir o desenvolvimento intelectual, fornecendo-lhe oportunidades úteis, que desafiem a avançar. A experiência mostrou que vale a pena apresentar-lhe problemas que a entusiasmam a transitar para um estágio de desenvolvimento mais avançado. (BRUNER, 1977, p.55).

Essa afirmativa de Bruner deve, entretanto, ser cercada de cuidados, para que equívocos não aconteçam. Isso implica afirmar que a forma como determinado conteúdo é apresentado ao educando define o sucesso ou não dos objetivos predeterminados pelo professor, devido à forma como o aluno pode representá-lo para si. É importante perceber o fato de que as representações feitas pelos alunos, independentemente da fase cognitiva em que eles se encontrem, são fortemente assimiladas pelas suas estruturas cognitivas.

A aprendizagem de determinada matéria passa basicamente por três processos quase que simultaneamente. Primeiramente a aquisição de uma nova informação, seja ela realmente nova, modificada ou melhor elaborada. O segundo ponto é a transformação, quer dizer, o processo de modificar o conhecimento para

realizar novas tarefas. O terceiro e último aspecto é a avaliação, na qual se verifica se a manipulação das informações é adequada a novas tarefas. Essa avaliação pode ser intermediada pelo professor ou por meio de análise da coerência dos resultados.

A teoria instrucional de Bruner leva em consideração a curiosidade do aluno, e o papel do professor é fundamental nesse despertar de motivação, pois é ele que vai instigar essa curiosidade, e isso pode propiciar ao estudante novas descobertas. A teoria de Bruner, também chamada de teoria da descoberta, é prescritiva, ou seja, tenta mostrar como otimizar a aprendizagem, facilitar a transferência de informações.

Bruner afirma que uma teoria de aprendizagem será eficiente se ela tiver as seguintes características básicas:

- “Em primeiro lugar, deve apontar experiências mais efetivas para implantar em um indivíduo predisposição para a aprendizagem. (...)
- Em segundo lugar, especificar como deve ser estruturado um conjunto de conhecimentos para melhor ser apresentado ao estudante.(...)
- Em terceiro lugar uma teoria de ensino deverá citar qual a seqüência mais eficiente para apresentar as matérias a serem estudadas. (...)
- Deve, finalmente, uma teoria da instrução deter-se na natureza e na aplicação de prêmios e punições, no processo de aprendizagem e ensino” (in MOREIRA,1999, p.85).

Na tentativa de clarear esses pontos considerados por Bruner, propõe-se uma pequena discussão sobre algumas questões por ele abordadas.

- Predisposição para aprendizagem:

Mesmo considerando fatores culturais e sociais como elementos importantes para suscitar o desejo de aprender, Bruner acredita na predisposição individual de explorar alternativas que toda e qualquer criança tenha. Isso faz com que, procurando solucionar problemas e explorando alternativas, o processo de

construção do conhecimento seja facilitado. Acredita-se que a partir dessa busca problemas são levantados, expectativas e hipóteses são criadas, verificações são possíveis e, finalmente, descobertas são realizadas.

Esses conhecimentos adquiridos são, então, sistematizados e organizados em categorias e relacionados a conhecimentos preexistentes, e posteriormente são assimilados nas estruturas mentais. Esses fatores caracterizam a base da teoria de Bruner e que ele definiu como Ensino por descoberta, pois

...pressupõe atividade de pesquisa, observação e exploração, análise de problemas e resultados, integração de novos dados em conceitos anteriormente adquiridos. É um ensino que tem como corolário uma aprendizagem ativa. Um ensino que pressupõe, da parte do professor, uma capacidade de lançar perguntas que despertem a curiosidade, mantenham o interesse, provoquem e desenvolvam o pensamento. (TAVARES, 1985, p.103).

Observa-se, porém, que nas salas de aula algumas atividades didáticas ainda se defrontam com questionamentos vindos dos alunos, tais como “Para que estudar isso?” – “Para que esse assunto vai me servir?”. Na verdade, respostas evasivas – como “para aumentar seus conhecimentos”, ou mesmo “porque você precisa”, ou, ainda pior, “porque cai na avaliação” – não podem mais ser utilizadas como lógicas, se é que o foram em algum momento. A justificativa da utilização desses conteúdos disciplinares deve estar pautada no projeto de vida do aluno.

Pensar ingenuamente que basta conhecer o conteúdo que se ensina, ser um professor que mantém o aluno atento e supor que por isso ele esteja aprendendo (CARVALHO, 2004) é, no mínimo, um grande equívoco. Cabe ao professor mostrar as inter-relações entre as mais recentes pesquisas em sua área de atuação e o cotidiano do aluno. Incorporar essas informações de forma equilibrada certamente facilitará o processo de aprendizagem que deverá ser desenvolvido pelo aluno.



Sendo assim, é indispensável ressaltar a importância da relação entre as pesquisas científicas e a prática em sala de aula.

Nesse sentido, buscar uma prática diferente para trabalhar temas relevantes, a exemplo do Ciclo do Nitrogênio, caracteriza-se como um desafio mais que estimulante no fazer do professor. Representa a sintonia entre o ensino de Ciências e a adoção de uma postura crítica e determinante para o envolvimento com questões ambientais e de qualidade de vida.

- Estrutura de uma matéria

Perceber os fundamentos principais de uma matéria faz com que todos os assuntos possam ser relacionados com o todo, e isso implica torná-los mais facilmente compreensíveis, pois aprender os princípios fundamentais faz a memória ser exigida sempre que necessário.

É fácil perceber que partes do todo que não tenham importância são esquecidas por qualquer indivíduo, daí a necessidade de buscar-se a essência da matéria para que o aluno aprenda os princípios dela e possa ser assegurado que a perda da memória em relação a algumas partes não represente a perda da essência da informação.

- Seqüência eficiente

Considerando-se o processo da descoberta como fundamental para a construção do conhecimento, é indispensável ter uma seqüência ideal do material a ser apresentado ao aluno. É necessário identificar a possibilidade de exploração das atividades para que ele seja encorajado a explorar diferentes e divergentes caminhos antes de definir-se por uma das alternativas. Nesse sentido, o professor é

fundamental na preparação da seqüência ideal desse material, pois deverão ser criados níveis diferenciados de atividades, a fim de que a motivação do estudante esteja sempre ativa.

- Prêmios e punições

Diferentemente da idéia de reforço da teoria comportamentalista, os prêmios e punições sugeridos por Bruner trazem a idéia de que a aprendizagem depende dos resultados, pois é a partir deles que serão oportunizados momentos de correções e avanços.

Nesse sentido, Bruner destaca em seus estudos a forma de organizar os conteúdos com a intenção de que se apresente ao aluno um determinado tópico ou assunto de uma disciplina em diferentes níveis de aprofundamento, de acordo com o estágio cognitivo dos educandos. Desse modo, o psicólogo afirma que

“se respeitarmos os modos de pensar da criança em crescimento, se tivermos cuidado de traduzir o material para suas formas lógicas e se este for suficientemente interessante para o desafiar a prosseguir, então é possível apresentar-lhe, desde muito cedo, as noções e os métodos que, mais tarde, farão dela uma pessoa instruída.(...) Qualquer matéria pode ser ensinada corretamente a qualquer criança – então o currículo deve ser elaborado à volta dos grandes problemas, princípios e valores, que a sociedade considera dignos de contínua preocupação” (BRUNER, 1977, p. 64-65).

Pode-se perceber, por conseguinte, que o ensino por descoberta depende basicamente de um ambiente de aprendizagem apropriado, no qual os conteúdos devem ser concebidos em forma de desafios, numa seqüência ideal, em que o aluno possa fazer as relações possíveis entre as idéias apresentadas. Percebe-se também que, quanto ao currículo em espiral, o estudante deve ter oportunidade de entrar em contato com um mesmo conteúdo mais de uma vez, em diferentes níveis cognitivos e com diferentes níveis de aprofundamento.

Apoiados nessa perspectiva cognitivista, os PCN consideram o estudo dos ciclos biogeoquímicos como um conteúdo possível de ser trabalhado em diferentes séries do Ensino Fundamental. É essencial, no entanto, não perder de vista que, para isso, é preciso o estudante estar munido de informações, por exemplo, sobre a composição da esfera terrestre – um dos temas em que se pode introduzir o estudo do gás Nitrogênio - e dos processos químicos que nela ocorrem. Assim, o aluno terá condição de sistematizar e perceber, por exemplo, as diferentes relações entre os fenômenos dos ciclos do carbono, da água e do Nitrogênio.

Dessa forma, fica claro que organizar um currículo em espiral e preparar um ambiente de ensino que propicie a descoberta privilegiam a idéia de que, para uma matéria de ensino, o importante é a estrutura na qual se apóiam as idéias e as relações fundamentais que são estabelecidas pelo conteúdo. Ou seja, a forma estrutural na qual a matéria se organiza é fundamental para que a aprendizagem aconteça.

Entretanto, a aprendizagem não ocorre independentemente da realidade em que o aluno se encontra. Por conta disso, aliada à forma como o professor organiza e planeja seus trabalhos, é necessária também a percepção do meio no qual o educando está inserido. Nesse sentido, segundo Moreira (1999, p.92), os argumentos de que os alunos precisam ser motivados para realizar a aprendizagem e que o meio socioeconômico determina certas habilidades para que haja aprendizado levaram Bruner a rever a ênfase na estrutura das disciplinas, em favor de que elas sejam ensinadas no contexto dos problemas com os quais os discentes estão envolvidos.

Sendo assim, apóia-se na teoria de Bruner a possibilidade de que, dependendo da forma como o conteúdo Ciclo do Nitrogênio está estruturado, da

etapa do desenvolvimento cognitivo em que o aluno se encontra e, finalmente, do contexto em que ele está inserido, é perfeitamente possível a abordagem desse tema nas séries do Ensino Fundamental, em especial, como sugere os PCN, no 3º e 4º ciclos.

Comparativamente, ao se tomar como exemplo o assunto fotossíntese, nota-se que, independentemente da complexidade final que esse tema apresente, é possível tratar os diferentes conceitos que o envolvem, respeitando-se os estágios cognitivos dos alunos, seja no Ensino Fundamental, seja no Ensino Médio. Assim, faz-se necessário adequar a forma de “traduzir” o tema Ciclo do Nitrogênio para as diferentes séries do Ensino Fundamental, a fim de que haja uma apropriação devida, não só do ciclo em si, mas também de alguns conceitos químicos e biológicos que envolvem esse conteúdo.

### **1.3 Considerações Sobre a abordagem do Ciclo do Nitrogênio**

O eixo desta pesquisa é o estudo de formas de abordagens do Ciclo do Nitrogênio em alguns livros de Ciências do Ensino Fundamental e a relação que o professor tem com esses materiais ao trabalhar o tema em sala de aula. Para isso, foram analisadas algumas coleções de Ciências, cujos critérios de escolha estão explicitados no capítulo seguinte, bem como o pensamento do professor em relação ao uso desse material.

Identificam-se nas diferentes obras didáticas perfis de concepções teóricas sobre educação no que tange à forma como os autores apresentam os textos ao leitor. Posturas mais tradicionais que priorizam a informação sobre determinado fenômeno, sem considerar reflexões contextualizadas se contrapõem claramente a

um texto cujo autor busca apresentar o mesmo fenômeno intrinsecamente relacionado com outros, de forma contextualizada e dinâmica.

Independentemente de qual seja a abordagem teórica nos livros analisados, é indispensável que o professor tenha consciência de qual a teoria em que está apoiada a sua prática, pois, além de isso interferir na escolha desse material, determina, de certo modo, o alcance dos seus objetivos na prática didática.

Para melhor esclarecer o tema, apresentam-se a seguir diferentes possibilidades de abordagens nas perspectivas das duas visões anteriormente apresentadas. Antes, porém, são imprescindíveis informações sobre o que é o Ciclo do Nitrogênio e qual a sua importância para o ecossistema.

### **1.3.1 Um estudo sobre o Ciclo do Nitrogênio**

A natureza é cíclica, de modo que a morte de um organismo determina a vida de outro. A matéria orgânica representa uma fonte de reaproveitamento de materiais químicos dentro de um ecossistema dinâmico. Esses materiais resultantes da degradação dos seres vivos são constantemente reaproveitados por outros seres vivos. Esse ciclo de elementos químicos – ciclos biogeoquímicos – caracteriza a constante movimentação de energia e elementos vitais para os seres de um ecossistema.

Entre os ciclos biogeoquímicos estão o do Carbono, o do Oxigênio, o do Hidrogênio e o do Nitrogênio. Os elementos químicos desses ciclos são os quatro mais importantes, pois a partir deles todos os compostos vitais para os seres vivos são produzidos.

A sistematização sobre esses ciclos deverá ser conduzida pelo professor, o qual deverá apontar todas as relações de interdependência dos ciclos e destes com os seres vivos. Percebe-se, entretanto, que ao contrário dos demais ciclos que são trabalhados nas séries do Ensino Fundamental, o do Nitrogênio parece ser menos abordado em relação aos demais, o que representa um grande erro. O Ciclo do Nitrogênio é responsável pelo fornecimento desse elemento químico ao organismo, para produção de compostos como as proteínas, por exemplo, sem as quais os seres vivos não existiriam.

### 1.3.1.1 Nitrogênio: propriedades e utilização

O vocábulo *nitrogênio* vem do grego *nitros* (de nitratos) e *gênio* (formador de). O nome foi dado por Jean-Antoine Claude Chaptal, em 1790, quando se percebeu que o Nitrogênio era constituinte do ácido nítrico e de nitratos. Na verdade, a descoberta desse gás foi anunciada em 1772, por Daniel Rutherford, após estudos com um certo volume de ar residual resultante da queima de uma substância orgânica estudada por Joseph Black. A esse gás residual, Rutherford passaria a chamar de ar nocivo, porque não permitia a manutenção da vida.

O Nitrogênio (N) é o quarto elemento mais abundante nas plantas, sendo superado apenas pelo Carbono(C), o Oxigênio(O) e pelo Hidrogênio(H). É constituinte essencial de compostos vitais, como as proteínas<sup>1</sup>, os aminoácidos<sup>2</sup>, os ácidos nucleicos<sup>3</sup>, entre outras moléculas. É um elemento que apresenta baixa

---

<sup>1</sup> **Proteínas:** são macromoléculas complexas, de alto peso molecular e constituídas de unidades menores (monômeros) denominadas aminoácidos (Paulino, 2000).

<sup>2</sup> **Aminoácidos:** unidades orgânicas formadoras das proteínas que contêm sempre um grupo amina (-NH<sub>2</sub>) e um radical ácido(R-COOH). (Paulino, 2000)

<sup>3</sup> **Ácidos Nucleicos:** macromoléculas orgânicas constituídas por nucleotídeos (monômeros) e que são responsáveis pelo controle de processos vitais básicos em todos os seres vivos (Paulino, 2000)

reatividade (tabela 1), e na forma molecular é um gás que, em condições normais de temperatura e pressão, não apresenta cheiro, cor ou sabor. Esse gás apresenta-se como uma molécula diatômica ( $N_2$ ), na qual dois átomos de Nitrogênio compartilham três pares de elétrons (ATKINS, 1999).

A tripla ligação formada entre os dois átomos é muito forte ( $N : : N$  (Estrutura de Lewis, ATKINS, 1999)  $\rightarrow N \equiv N$ ), pois apresenta alta energia de dissociação ( $932 \text{ KJ.mol}^{-1}$ ), o que justifica tanto a baixa reatividade quanto a necessidade de fornecimento de grande quantidade de energia, para que a ligação seja quebrada e os átomos retornem à sua estrutura original (ATKINS, 1999).

Tabela 1

## Propriedades físico-químicas do Nitrogênio

<i>Número atômico</i>	7
<i>Peso atômico</i>	14,0067g/mol
<i>Ponto de fusão</i>	- 209,8°C
<i>Ponto de ebulição</i>	- 195,8°C
<i>Distribuição eletrônica</i>	$1s^2 2s^2 2p^3$

Fonte: PEIXOTO, 1997, página final.

Juntamente com o Carbono, o Oxigênio e o Hidrogênio, o Nitrogênio forma o material estrutural das plantas, e pode ser encontrado em até cerca de 5% nas estruturas dos vegetais. Ele é parte integrante das proteínas, da clorofila e das enzimas existentes nos seres vivos, por isso é um componente indispensável para a estrutura e as funções da célula (MORGANTE, 2005; MALAVOLTA, 1986). Participa,

ainda, de todas as reações enzimáticas nos vegetais, e é ativamente exigido durante a fotossíntese.

O teor de Nitrogênio que existe nos vegetais varia de acordo com a espécie, o tipo de solo, a idade do vegetal, sua fase de desenvolvimento, e até de acordo com as suas diferentes partes. A falta de Nitrogênio para o vegetal pode provocar acúmulo de carboidratos nas células vegetativas, o que acaba por impedir o desenvolvimento da planta e promover, em alguns casos, crescimento lento e aparência raquítica. Essa deficiência pode levar a uma clorose (perda de clorofila, folhas amareladas e desprendendo-se do vegetal) e conseqüente interferência na fotossíntese (MALAVOLTA,1997).

Quando a quantidade de Nitrogênio é ideal, as condições são favoráveis ao crescimento e à produção de compostos nitrogenados, entre eles, os aminoácidos e as proteínas. Além disso, os vegetais, participando ativamente da cadeia alimentar, fornecem material estrutural para todos os participantes da cadeia, e isso acontece de forma direta (através dos consumidores primários) ou indireta (através dos demais consumidores).

### **1.3.1.2 O Ciclo do Nitrogênio**

Apesar do fato de cerca de, aproximadamente, 79% do volume do ar contido na atmosfera ser composto de Nitrogênio gasoso ( $N_2$ ) (SOARES, 1999; PEIXOTO, 1997; GALLO, 2005), este é relativamente escasso na crosta terrestre. Independentemente dessa proporção, a grande maioria dos seres vivos não consegue absorvê-lo e fixá-lo de forma direta em suas células. Somente através da ação de algumas bactérias é possível a absorção desse elemento pelos vegetais,



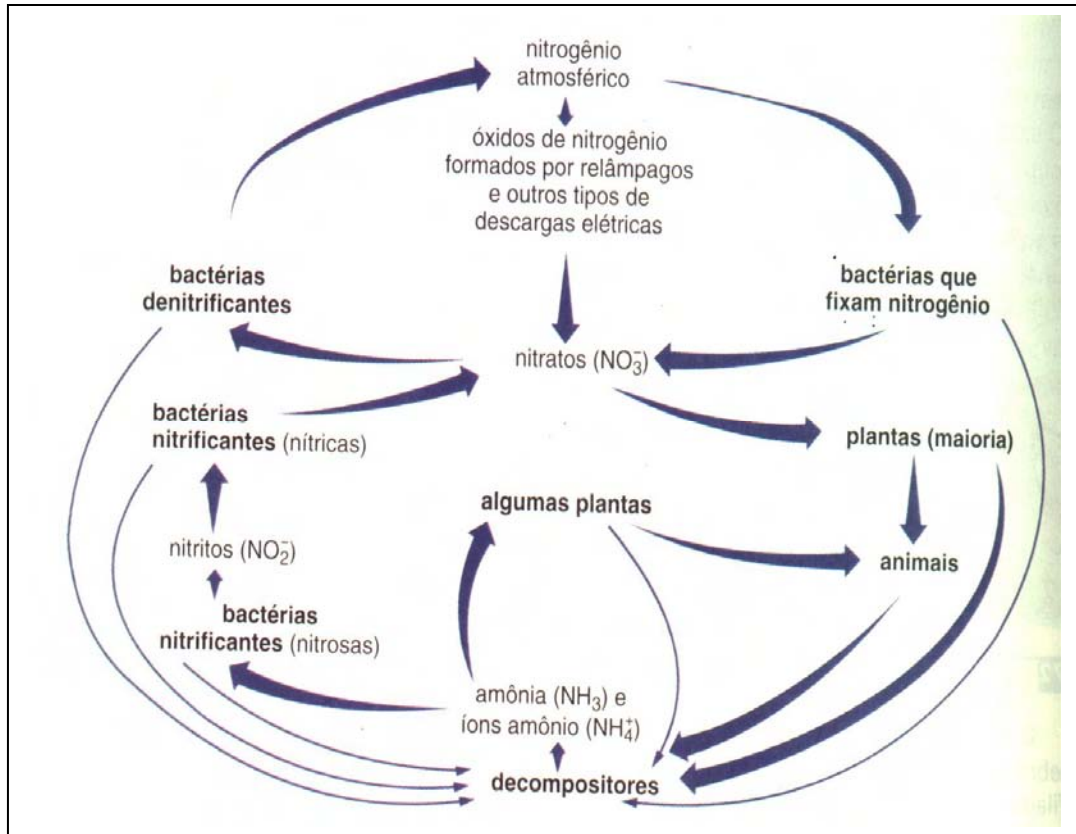
ocorrendo, assim, uma série de processos bioquímicos, como é mostrado na figura 1, os quais indicam as vias diretas e indiretas de aquisição do Nitrogênio por todos os seres vivos.

Embora o Nitrogênio seja indispensável na constituição dos ácidos nucléicos e das proteínas, os vegetais superiores não o utilizam na forma gasosa ( $N_2$ ). Retiram-no do solo sob forma de nitratos e, para isso, dependem de microorganismos conhecidos genericamente como fixadores de Nitrogênio (GALLO, 2005; MORGANTE, 2005; LOPES, 1997) que são capazes de utilizar diretamente o Nitrogênio gasoso ou em forma de nitratos, fixando-o em suas moléculas orgânicas.

Os nitratos ( $NO_3^-$ ) podem aparecer na natureza em decorrência de fenômenos meteorológicos ou pela atividade metabólica realizada por microorganismos presentes no ciclo biogeoquímico. A obtenção de nitratos através de fenômenos meteorológicos não é suficiente para suprir a necessidade dos vegetais. Assim, os microorganismos assumem um papel fundamental na fixação do Nitrogênio molecular ( $N_2$ ), através do Ciclo desse elemento.

Esses microorganismos participam diretamente do Ciclo do Nitrogênio na natureza, fenômeno chamado de fixação biológica do Nitrogênio (UZUNIAN, 2002; GALLO, 2005; MORGANTE, 2005). Nessa fase, ele é retirado da natureza e utilizado pelos seres vivos e, em um momento posterior, é devolvido para ela pelos próprios seres vivos. Esses microorganismos são representados, sobretudo, pelas bactérias e por alguns fungos que estão presentes em ecossistemas aquáticos e terrestres.

Figura 1  
Diagrama Bioquímico do Ciclo do Nitrogênio



Fonte: SOARES, 1999, p.458

Especificamente no ecossistema terrestre, sem que se faça uso de fertilizantes, a fixação biológica do  $N_2$  é feita por bactérias, do gênero *Rhizobium*, que vivem em associação com várias raízes de plantas chamadas leguminosas. Nesse sentido, Martins (2003) afirma que essa associação “representa um exemplo interessante de simbiose, onde há benefícios para ambas as espécies: a leguminosa fornece local e alimento (açúcar) para a bactéria e, por outro lado, recebe o Nitrogênio em forma assimilável”.

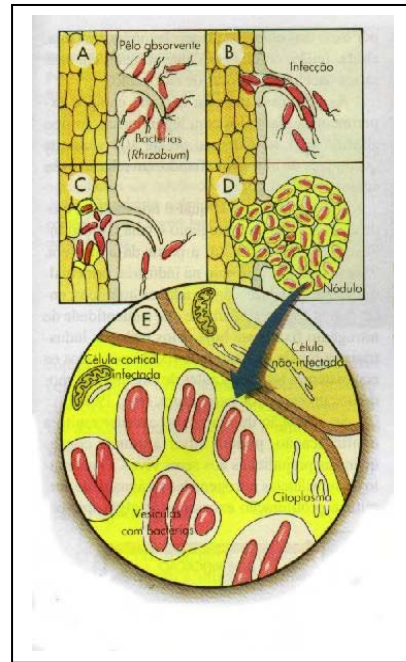
Essas bactérias infectam, através dos pêlos absorventes, a raiz de plantas leguminosas (figura 2) e, ao penetrar no córtex, induzem a uma multiplicação celular, formando nódulos característicos das raízes dessas plantas (figura 3).

Figura 2  
Raízes leguminosas



Fonte: SOARES, 1999

Figura 3  
Nódulos radiculares

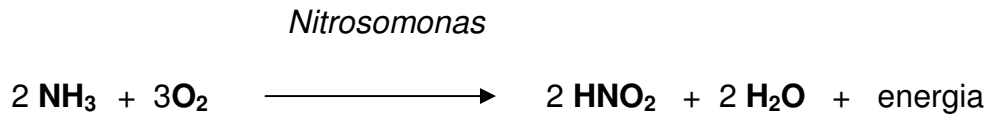


Fonte: SOARES, 1999

Quando os vegetais morrem, são decompostos por microorganismos, liberando, entre outros resíduos, o Nitrogênio em forma de amônia ( $\text{NH}_3$ ), que, ao se combinar com a água existente no solo, forma o hidróxido de amônio ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ). Este, ao sofrer ionização, produz o íon amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) e a hidroxila ( $\text{OH}^-$ ).

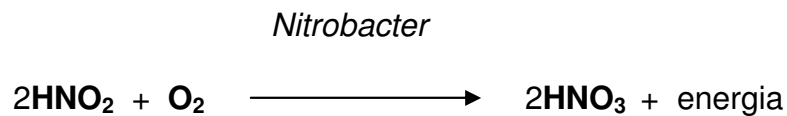
Esse processo, chamado de amonização, propicia dois destinos para o íon amônio. Ele poderá sofrer a ação das bactérias desnitrificantes, que transformam o  $\text{NH}_4^+$  em  $\text{N}_2$ , fazendo com que esse gás seja devolvido diretamente para a atmosfera, ou pode passar a ser utilizado por bactérias (*Nitrosomonas* e *Nitrosococos*) quimiossintetizantes (reação 1) que, ao oxidarem o  $\text{NH}_4^+$  (íon amônio) liberando energia, produzam compostos orgânicos a partir de  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ .

Reação 1:



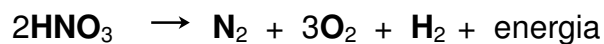
De acordo com a reação 1 (AMABIS, 2002, p.25), o ácido nitroso ( $\text{HNO}_2$ ) formado deverá sofrer ionização no solo, dando origem ao íon  $\text{H}^+$  e  $\text{NO}_2^-$ . Os nitritos formados a partir das bactérias nitrosas serão absorvidos por um outro grupo de bactéria (do gênero *Nitrobacter*) (reação 2) que promoverá a oxidação dos nitritos ( $\text{NO}_2^-$ ), formando nitratos que, ao serem liberados para o solo, poderão ser utilizados pelas plantas.

Reação 2:



Enquanto a ação das bactérias nitrosas (*Nitrosomonas* e *Nitrosococos*) e nítricas (*Nitrobacter*) realiza a transformação da amônia em nitratos, as desnitrificantes (*Pseudomonas denitrificans*) retiram o oxigênio contido nos nitratos, reação 3, e liberam para a atmosfera o Nitrogênio molecular ( $\text{N}_2$ ) (AMABIS, 2002, p.25).

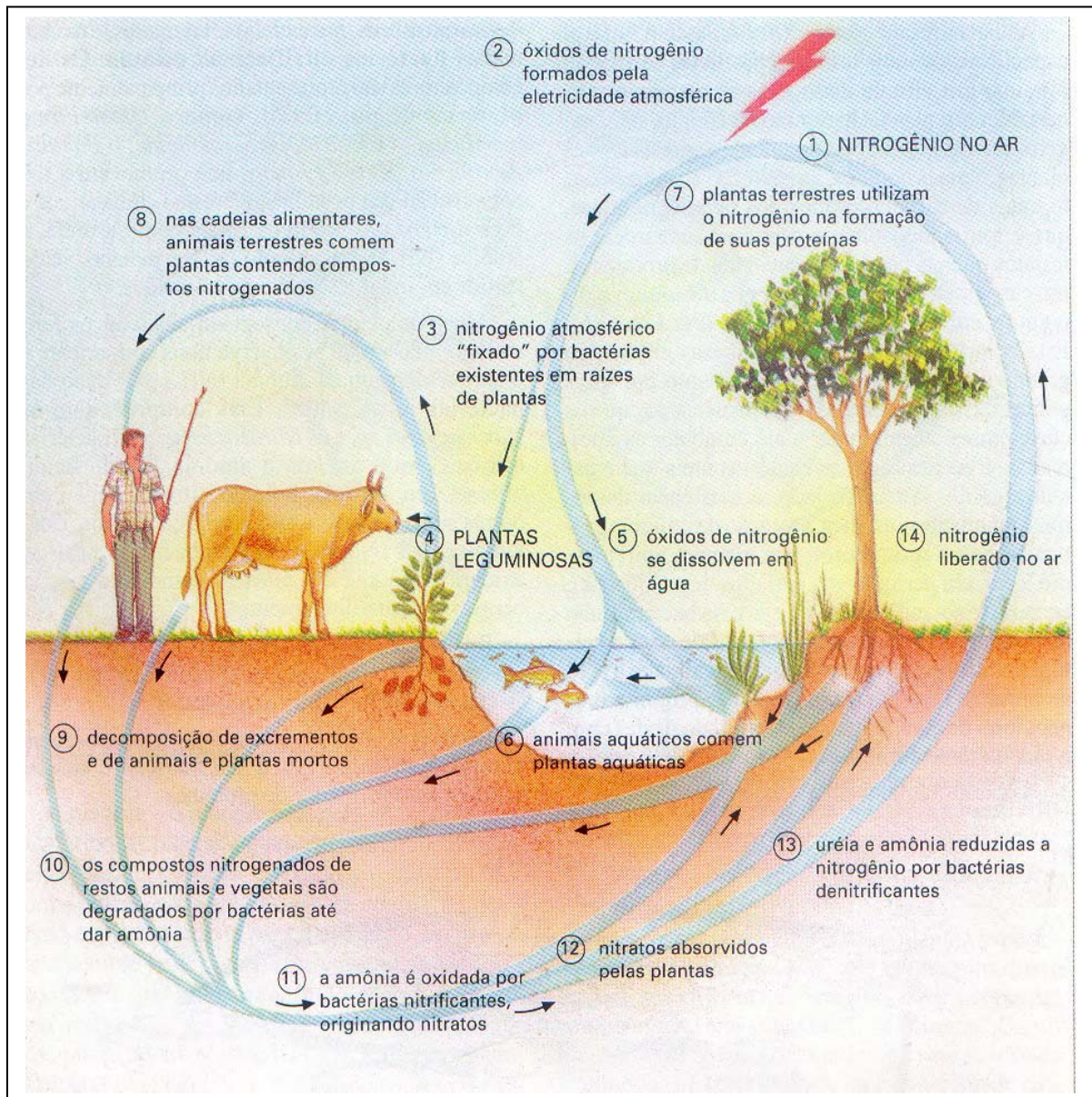
Reação 3





Com a ação das bactérias desnitrificantes, o Ciclo do Nitrogênio (fig. 4) na natureza se completa. Esse fenômeno promove a contínua reciclagem do Nitrogênio e demais elementos para a manutenção do ecossistema, o que permite a manutenção da vida no planeta.

Figura 4  
Ciclo do Nitrogênio na natureza



Fonte: SOARES, 1999, p. 340)

### **1.3.2 Ciclo do Nitrogênio: algumas possibilidades de abordagem em sala de aula**

Conforme já foi dito, o estudo do Ciclo do Nitrogênio nas séries do Ensino Fundamental é de relevância extrema, uma vez que, dentre outros fatores, evita lacunas conceituais causadas, sobretudo, por fragmentações impostas pelo currículo de Ciências.

Esta pesquisa traz algumas reflexões, acerca especificamente desse ciclo, com base em uma proposta prática que possa exemplificar uma forma de organização de atividades apoiada no pensamento teórico de Bruner. Além dos estudos desse pesquisador, buscou-se também apoio nos PCN, os quais propõem abordagens dos conteúdos de Ciências que favoreçam a compreensão da intrínseca articulação entre os fenômenos naturais, a fim de que o aluno possa se perceber como elemento participante do meio.

Não se quer, com a escolha desse conteúdo, sugerir que ele seja o mais importante dos ciclos biogeoquímicos, tampouco aventar o pensamento de que as formas de abordagem propostas sejam as melhores. O objetivo é mostrar, em conformidade com Bruner, a possibilidade de se trabalhar o tema nas séries do Ensino Fundamental, buscando uma abordagem dinâmica, que respeite o estágio cognitivo no qual a criança se encontra e que seja atraente para despertar o interesse do aluno.

Para tanto, não se pode deixar de considerar que os conceitos centrais envolvidos em temas relacionados à Ecologia, a exemplo do Ciclo do Nitrogênio, são construções teóricas que não podem ser vistas diretamente, só podem ser interpretadas a partir de evidências. Segundo Brasil (1998, p.43), são idéias

construídas a partir de outras mais simples e que devem ser objeto de investigação por meio da observação e da experimentação direta.

O professor, ao trabalhar este ou qualquer outro tema em sala de aula, traz consigo diferentes concepções de educação que se revelam nas atitudes mais diferenciadas da sua prática docente. E o professor de Ciências, em especial, traz concepções de um ensino de Ciências sedimentadas em posturas extremamente conteudistas e que, durante muito tempo, caracterizaram-se por uma idéia de que “*Aprender significa repetir ‘certo’*. Aprender Ciências parece ser repetir palavras difíceis” (BIZZO, 1998, p.38).

Trabalhar o assunto Ciclo do Nitrogênio, com a complexidade bioquímica que lhe é peculiar, numa perspectiva tradicional e superficial, não caracteriza nada além do que a memorização e a repetição de um fenômeno que não terá significado nenhum para o aluno. Isso porque denota apenas “repassar” a representação do ciclo sem favorecer nenhum tipo de reflexão, expor de forma pontual as etapas existentes nele, sem estabelecer relações com o meio, ou seja, simplesmente transmitir informações.

Em contrapartida e apoiando-se no pensamento elaborado por Bruner, o professor com concepções acentuadamente construtivistas deverá, prioritariamente, ter domínio da disciplina, em todos os aspectos. E para trabalhar com o Ciclo do Nitrogênio, ele deve ter total conhecimento do mecanismo desse ciclo na natureza, da relação deste com os demais ciclos, da sua importância para o fluxo de energia na natureza, enfim, ter todo o conhecimento necessário sobre o tema.

Com base nesse pensamento, é preciso que o professor, munido desse conhecimento específico, procure elaborar uma série de atividades que visem despertar o interesse do aluno pelo tema, promovendo situações didáticas que

estimulem a curiosidade (ensino por descoberta). Atividades que partam primeiramente das concepções prévias que o aluno tenha acerca de questões relacionadas à temática, como, por exemplo, tentar perceber qual a idéia que o aluno traz sobre de onde provém a energia utilizada pelos seres vivos, ou por que os seres vivos precisam de energia, ou ainda se eles interferem de alguma forma na produção de energia em nosso planeta.

Conhecendo o pensamento dos alunos, o professor poderá aperfeiçoar o seu programa de estudo, o que lhe permitirá colocar à prova os modelos trazidos pelos discentes. Bruner (1977) e demais cognitivistas caracterizam esse momento como o mais delicado no processo de aprendizagem, pois toda aprendizagem vem interferir com algo “já existente” (aspas da autora) nas estruturas mentais da criança, daí o cuidado que ele afirma ser necessário ter, considerando-se as representações mentais que a criança poderá ter sobre aquilo que se quer trabalhar com ela.

Por fim, o professor deve fazer comentários e anotações sobre a melhor forma de trabalhar a temática proposta. Todos os caminhos escolhidos por ele devem ser analisados e avaliados continuamente durante o trabalho e posterior a este. São necessárias anotações, tendo em vista que elas normalmente contribuem para uma estruturação ou reestruturação das atividades planejadas. É também de suma importância considerar que os modelos trazidos previamente pelos alunos sinalizam a direção que o professor deve tomar para estruturar melhor a sua aula, optar por usar determinada metodologia ou material didático.

Os PCN (Brasil, 1978) chamam a atenção para o grande desafio que representa o aluno interpretar determinado fenômeno, seja este químico ou bioquímico. Destacam também que, para aprendizagem ser significativa, é necessário propiciar ao estudante diversas atividades nas quais ele possa verificar



esses fenômenos na natureza, e assim relacionar todos os elementos que integram os ciclos da matéria na natureza.

Desse modo, cabe ao professor, ao trabalhar o conteúdo Ciclo do Nitrogênio, estruturar suas aulas nesse sentido. Para isso, ele deve apoiar-se, além do livro, em materiais didáticos diversificados, a exemplo da construção de modelos desse ciclo e dos demais utilizando-se de materiais recicláveis, por meio de aulas experimentais com uso de vegetais.

Entende-se que a busca de materiais que atendam às expectativas do professor, em especial o livro didático, tendo em vista a própria estrutura profissional a que estão submetidos os docentes, quais sejam, dar aulas em diversas escolas, a possível diversidade de séries em que lecionam, entre outras questões, ainda representa um fator constante de pesquisa para o aperfeiçoamento deste trabalho.

Por esse motivo, torna-se indispensável que pesquisas indiquem parâmetros de análises para auxiliar o professor a tomar consciência da responsabilidade que ele assume ao utilizar esse material didático.

O fato é que fica difícil entender o porquê de um tema importante, como o Ciclo do Nitrogênio não ter nesse material uma abordagem adequada ou que ao menos possibilite ao professor utilizá-lo de forma apropriada na elaboração do planejamento de suas aulas. São necessárias abordagens que indiquem uma funcionalidade, que destaquem o ciclo desse elemento na natureza e que propiciem a percepção dos fenômenos envolvidos, desde a obtenção e transformação do Nitrogênio até a sua importância para todo o sistema energético dos seres vivos.

Nessa perspectiva, é válido refletir acerca do livro didático, para tentar entender algumas distorções que esse material vem sofrendo ao longo do tempo como instrumental de apoio a prática do professor.

#### **1.4 Algumas Considerações Sobre o Livro Didático**

A escola é um lugar especial para se aprender, visto que é normalmente a partir dela que as maiores transformações acontecem. Desse modo, especial é tudo o que diz respeito a ela, e aí é possível afirmar que tudo aquilo que ajuda na aprendizagem que a escola se propõe a suscitar é igualmente especial. Da mesma forma, tudo de que a escola se utiliza para produzir transformações torna-se especial. Então, é especial, também, o material escolar, e entenda-se por material escolar todo e qualquer instrumental utilizado para se fazer cumprir a atividade-fim do professor e da escola – a aprendizagem.

O “fazer” da escola pressupõe alguns instrumentos e estratégias que se configuram como essenciais no apoio tanto para o professor quanto para o aluno. Nessa perspectiva, é necessário dimensionar a extrema importância dos materiais didáticos disponíveis para o desempenho das atividades do professor e da escola. Essa importância começa a partir do momento em que se tem consciência do número cada vez maior de contribuições de recursos paradidáticos, como livros, revistas, CD-ROMs, TVs educativas, jornais, Internet. Não basta, no entanto, saber que esses materiais existem, urge a utilização deles em sala de aula, sistematicamente.

É importante ressaltar que aliados à escola estão os espaços que divulgam cultura, ciência e informação, os quais podem fazer parte de estratégias previamente definidas no auxílio ao processo ensino/aprendizagem. Esses espaços devem ser cada vez mais aproveitados de forma planejada, sistematizada e articulada, visto que contribuem para o fazer eficiente do professor.

Entretanto, o livro didático ainda é o recurso do qual professores e alunos mais têm se servido em sala de aula (BITTENCOURT, 1997; MACHADO, 1997;

FREITAG, 1997). Embora haja, para alguns, a clareza de que esse material não pode ser o único disponível ao “fazer” do professor e da escola, vários materiais alternativos e os espaços de divulgação científica não estão igualmente disponíveis a todos os professores ou escolas, e isso é decorrente de fatores diversos.

É injusto que professores e populações de alunos não tenham acesso à utilização plural e sistemática dos meios alternativos ao livro didático e àqueles espaços, quer pela dificuldade na disponibilidade imediata de uso, pela desorganização das instituições escolares, pelo desconhecimento e até dificuldade de enfrentamento da utilização desses recursos. É preciso que sejam incorporados na prática do cotidiano escolar, em favor da melhoria do ensino e da aprendizagem. ( DELIZOICOV, 2002, p.38)

Ao longo do tempo, os livros didáticos assumiram um papel essencial na produção e circulação de conhecimentos, principalmente do conhecimento dito formal, cujo meio de difusão é a escola, daí a existência do livro didático. Em recebendo essa característica, ele assume uma dimensão ainda maior, pois sistematiza para um público específico, os professores e os alunos, informações do conhecimento produzido pelo homem.

Ao lançar mão desse instrumento de aprendizagem, a escola busca adequar-se às exigências da sociedade; assim sendo, quanto maiores forem as mudanças sociais, mais atualizado deve ser esse instrumento. E como o mundo contemporâneo exige cidadãos atuantes e competentes, cabe à escola ir em busca de materiais atualizados e contextualizados, os quais propiciem esse tipo de cidadão.

Algumas pesquisas mostram que, de forma equivocada, o livro didático tem sido utilizado como direcionador dos planejamentos de trabalho dos professores

(BITTENCOURT, 1997). Em algumas situações, ele passa a ser o orientador das informações mais prioritárias dos docentes e, conseqüentemente, dos alunos.

O professor abdica do privilégio de projetar os caminhos a serem trilhados em consonância com as circunstâncias – experiências, interesses, perspectivas de seus alunos, passando a conformar-se, mais ou menos criticamente, com o encadeamento de temas propostos pelo autor. (MACHADO, 1997, p.111).

É de fundamental importância entender a distorção do uso desse material como roteiro de trabalho por alguns professores. Silva (1996, p.8) retrata muito bem essa dependência ao se referir ao livro didático como “uma insubstituível muleta”. É justamente por ser “muleta”, que este passa a ter papel primordial na elaboração das atividades que o professor propõe. Logo, em tese, o livro didático “ocupa” praticamente todo o tempo que o aluno destina à leitura, seja ela na sala de aula ou em casa.

Por apresentarem conteúdos compactos e organizados, com informações diretas e específicas, os livros didáticos podem despertar no professor a falsa segurança da sistematização. Além disso, eles também podem favorecer uma situação de comodidade, o que acaba impedindo o profissional de ampliar temáticas ou optar pelas abordagens que ele deseja dar aos diferentes conteúdos que devem ser trabalhados em uma determinada série.

“... o vigor do livro didático advém da anemia cognitiva do professor. Enquanto este perde peso e importância no processo de ensino, aquele ganha proeminência e atinge a esfera da imprescindibilidade. De meio (que deveria ser), o livro didático passa a ser visto e usado como um fim em si mesmo”. (SILVA, 1996, p.8).

Nas palavras de Silva (1996), não é difícil perceber o papel negativo que o livro didático pode assumir nas concepções de uso desse material pelo professor e, em especial, do professor de Ciências. É uma realidade o fato de que as novas orientações curriculares acompanham os avanços tecnológicos e científicos dos nossos dias; é interessante, portanto, que o professor perceba com mais propriedade o seu papel nesse novo contexto e se muna de instrumentos didáticos adequados para uma aprendizagem mais significativa no novo contexto social.

Nesse sentido, torna-se necessário, também, que os livros didáticos tenham seus conteúdos voltados para essa realidade, respeitando a visão de que o indivíduo deve desenvolver valores e atitudes que visem capacitá-los a agir com competência no seu dia-a-dia.

Na verdade, poucas publicações respeitam ou seguem as orientações determinadas pelo MEC, através do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD 1997/98), distanciando-se, muitas vezes por questões mercadológicas, desses objetivos. Isso interfere diretamente na qualidade desse material. Mas será que todos os livros didáticos são de má qualidade? Machado (1997, p.110) afirma que “essa proposição é inteiramente inaceitável e que, seguramente, existem livros de má qualidade, e existem livros de boa qualidade no mercado; existem hoje e poderíamos dizer que sempre existiram”.

Diversas pesquisas mostram que muitos dos livros didáticos adotados pelos professores apresentam erros em suas concepções teóricas (BIZZO, 1998), insuficiência de informações (TIEDERMANN, 1998), criação de modelos de ensino (MILAGRES e JUSTI, 2001), recursos gráficos pouco satisfatórios (VASCONCELOS e SOUTO, 2003), entre outras incorreções que os qualificariam como sendo de má qualidade.

No pensamento de Machado (1997), uma palavra chama atenção – mercado – e deve-se ter bastante cuidado com todo o significado que ela carrega consigo. A concepção de que o livro didático tem de atender a um mercado, e que esse mercado, comprovadamente, prioriza fatores supostamente pedagógicos, como síntese e sistematização de conteúdos, questionários e exercícios que ocupam o aluno, ou ainda que facilitam o trabalho do docente, só faz com que uma situação de aparente calma percorra caminhos que, com a passividade do professor, em nada ajudam a já tão difícil autonomia intelectual do aluno.

No entanto, transportar culpas por falhas apresentadas nos livros didáticos para o não discernimento que o professor tem ao adotá-los é um erro grosseiro e injusto. Existem interesses ideológicos e econômicos que o caracterizam e caracterizaram desde 1937, momento em que surgiu como elemento divulgador de interesse educacional e cultural.

Com os novos rumos da educação, é necessário que o livro didático seja repensado em seus objetivos, pois ele precisa adequar-se à nova realidade, que exige do cidadão uma postura mais crítica e ética frente aos problemas do seu tempo. É indispensável, porém, que as mudanças não ocorram apenas nas concepções dos livros didáticos, é *mister* que o professor assuma o seu papel na escolha dos seus materiais de trabalho e não abandone o seu direito de planejar e projetar suas aulas de forma independente e coerente com seus objetivos e ideais.

“A articulação de todos esses recursos, tendo em vista as metas projetadas para as circunstâncias concretas vivenciadas por seus alunos, é uma tarefa da qual o professor jamais poderá abdicar e sem a qual o professor perde muito do seu fascínio”. (MACHADO, 1997:112).

Escolher um livro didático não deve ser *o caminho* do professor para iniciar o seu trabalho em sala de aula. O livro deve ser apenas mais um instrumental de apoio, juntamente com jornais, revistas, textos diversos, de gêneros diversos, entre outros materiais que deveriam ser disponibilizados para os alunos. A utilização desses recursos devidamente planejados, inclusive do livro didático, fará com que a autonomia intelectual do estudante possa acontecer de forma mais concreta e real. Foi nesses termos que o Programa Nacional do Livro Didático foi pensado, conforme se retrata a seguir.

#### **1.4.1 Importância do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD)**

No Brasil, a década de 80 foi marcada por dois fatos históricos importantes: o fim do Regime Militar e a promulgação da nova Constituição Brasileira, em 1988. Surgiu, com esses dois fatos, um novo contexto social e político que propiciou a redemocratização do país e a conseqüente retomada dos direitos dos cidadãos, em educação, habitação, política, entre outros.

No que concerne à educação, vários planos e ações foram criados para introduzir o Brasil no contexto mundial e apagar as seqüelas deixadas pelo antigo regime. Planos e ações tiveram na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (lei 9394/96) um marco para a incorporação de iniciativas de mudanças na prática educativa e de gestão, como, por exemplo, os Parâmetros Curriculares Nacionais para as quatro primeiras séries do Ensino Fundamental (PCN/96). Com os PCN/96, o governo encarregou-se de criar o Programa Nacional do Livro Didático, cujos objetivos eram tanto buscar a melhoria da qualidade e a inovação desse material

pedagógico quanto disponibilizar previamente para os professores os livros didáticos de diferentes áreas e autores.

Dessa forma, em 1996, foi criada uma comissão de professores, dentre os quais havia técnicos-pedagogos e coordenadores de diferentes áreas, a fim de analisar livros didáticos da primeira à quarta série do Ensino Fundamental. Em 1999, essa comissão deu continuidade à análise, observando livros das séries seguintes.

Esse trabalho teve como ponto de partida a seleção de critérios comuns a todas as áreas do conhecimento, pautados no equilíbrio e na coesão entre essas áreas. Após o alcance desse primeiro objetivo, a equipe lançou-se no esforço de identificar as especificidades de cada uma delas, para que fosse garantida e ampliada a qualidade do trabalho, bem como a possibilidade de encontrar em alguns livros didáticos, senão em todos, ao menos o maior número possível dos critérios predeterminados pela equipe.

Em linhas gerais, foram identificados os princípios e critérios que direcionaram o trabalho de análise dos livros e diziam respeito a construções de habilidades, atitudes e competências para o exercício da cidadania e qual o perfil de aluno o livro didático deve se propor a desenvolver (Guia de Livros Didáticos, 1999). Paralelamente, outras questões mais específicas das diferentes áreas foram trabalhadas, o que resultou nas sugestões de alguns manuais que seguissem, da melhor maneira possível, essas orientações.

As sugestões advindas desse trabalho resultaram na publicação de um Guia Nacional de Livros Didáticos, publicado em 1999, cujo objetivo era atender às necessidades do professor das escolas públicas, no momento da escolha do manual didático. Especificamente na área de Ciências, coordenada pelo professor Nélio



Bizzo e demais assessores técnicos, encontrava-se um total de oito títulos recomendados para as quintas séries e o mesmo quantitativo para as sextas séries.

Hoje, o Guia de Livros Didáticos 2005 – volume 4 (tabela 2) – referente às séries do 3º e 4º ciclos – traz oito coleções aprovadas para uso nesses ciclos, de acordo com as recomendações e os critérios definidos para a atualidade pelo PNLD, quais sejam:

### **1. Abrangência, progressão e correção conceitual**

Esse critério busca nas coleções um conhecimento científico sistematizado, com códigos próprios e acessíveis, focalizados no cotidiano, nos quais estejam inseridos os diferentes conceitos das diferentes áreas da ciência. Pressupõe respeito ao fato de que as situações de aprendizagem devem levar em conta o desenvolvimento das estruturas do pensamento do indivíduo. Esse critério apóia-se claramente na seqüência eficiente dos conteúdos, um dos pressupostos da Teoria da Aprendizagem proposta por Bruner (1977).

### **2. Compromisso com a eficiência e adequação metodológica**

Critério que analisa as formas de apresentação dos diversos fenômenos e a abordagem dos conceitos para os diferentes públicos a que se destina o material. A utilização de uma metodologia que respeite o contexto social e cultural e que seja eficiente para trabalhar conteúdos conceituais, possibilitando o desenvolvimento de procedimentos e atitudes, é algo indispensável na obra.

### **3. Compromisso com a construção da cidadania**

O texto didático deve atender às necessidades básicas sobre a formação do aluno em seus diferentes aspectos. Nesse critério, é analisado o nível e o tipo de

informações contidas nos textos verbais e nas imagens que interferem na formação intelectual, moral e ética do estudante.

#### 4. Compromisso com a integridade física do aluno

Esse critério analisa criticamente as sugestões de atividades experimentais a fim de identificar pontos importantes, tais como: relevância para a aprendizagem do fenômeno, possibilidades de problematização sobre o tema relativo à atividade e a imposição de algum tipo de risco à integridade física dos alunos.

Tabela 2

Relação das 8 coleções de Ciências (5<sup>a</sup> a 8<sup>a</sup> séries) indicadas pelo PNLD 2005

	COLEÇÃO	AUTOR(ES)	CIDADE	EDITORIA	ANO
1	Coleção Ciências	Gewandsznajder	São Paulo	Ática	2002
2	Coleção Ciências e Educação Ambiental	Daniel Cruz	São Paulo	Ática	2004
3	Coleção Ciências Naturais no dia-a-dia	Vários Autores	Belo Horizonte	Dimensão	2004
4	Coleção Ciências Novo Pensar	Demétrio Gowdak	São Paulo	FTD	2002
5	Coleção Série Link da Ciência	Silvia Bortolozzo e Suzana Maluly	São Paulo	Moderna	2002
6	Coleção Vivendo Ciências Nova Edição	M <sup>a</sup> de La Luz e Magaly T. Santos	São Paulo	FTD	2002
7	Coleção Ciências	Carlos Barros e Wilson Paulino	São Paulo	Ática	2002
8	Coleção Ciências	Cecília Vale	Curitiba	Positivo	2004

Fonte: Guia de Livros Didáticos 2005

É importante perceber que essas coleções, mesmo tendo sido aprovadas em uma avaliação promovida pelo PNLD, não dispensam a necessidade de análise do próprio professor em relação a elas. Ele deve verificar não só qual coleção escolher, mas, antes de tudo, se o material se ajusta à metodologia de trabalho definida por ele e ao que é informado pelos PCN.

#### **1.4.2 O que dizem os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN)**

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), a seleção e organização dos conteúdos a serem trabalhados no Ensino Fundamental (3º e 4º ciclos) atenderam a critérios que foram elaborados visando não só ao entendimento de termos relacionados ao meio ambiente, mas principalmente ao desenvolvimento de uma visão relacionada à realidade social e ambiental na qual o aluno está inserido. Além disso, busca-se favorecer o surgimento da capacidade de desenvolver valores básicos para o exercício da cidadania, com a aquisição de hábitos e atitudes que dêem ao aluno condições suficientes para agir em seu meio.

O conteúdo ciclos biogeoquímicos, que engloba os ciclos do Nitrogênio, do carbono, do oxigênio e da água, entre outros, foi encontrado fazendo parte do eixo temático Vida e Ambiente. Fica claro no texto que esse conteúdo deve ser trabalhado em todas as séries do Ensino Fundamental, tendo até a 8ª série para que todos os níveis de aprofundamento possíveis sejam feitos sobre o tema.

*“Ao final do quarto ciclo, os estudantes deverão ter condições para melhor explicitar diferentes relações entre o ar, a água, o solo, a luz, o calor e os seres vivos, tanto no nível planetário como local, relacionando fenômenos que participam do fluxo de energia na terra e dos ciclos biogeoquímicos, principalmente dos ciclos da água, do carbono e do oxigênio”. (BRASIL, 1998, p.96).*

O texto reforça o que Bruner (1977), entre outros cognitivistas, afirmava, que no processo de ensino-aprendizagem um conceito se constrói ao longo do tempo. Há a proposta de um modelo de currículo em espiral, no qual os conteúdos são revisitados várias vezes, em diferentes níveis de abordagens ou relacionados a novos e diferentes conteúdos. Pode-se, então, inferir que há a quebra do modelo de currículo linear.

Com relação ao conteúdo Ciclo do Nitrogênio, é necessário perceber a relação e interdependência com os demais ciclos, pois os ciclos energéticos do ambiente não são nada mais que uma troca constante de matéria e energia entre os diferentes componentes da natureza.

O entendimento do Ciclo do Nitrogênio passa, necessariamente, pelo conhecimento da composição atmosférica e da necessidade dos nutrientes pelos vegetais, pois eles só absorvem íons solúveis em água. Isso, além das transformações e do aproveitamento dos íons produzidos durante o ciclo, bem como da devolução desses nutrientes ao solo após a morte do vegetal. Todo esse emaranhado de informações faz parte de uma série de conceitos possíveis de serem trabalhados durante todas as séries do Ensino Fundamental.

Na tentativa de buscar caminhos para que a abordagem desse ciclo possa ser feita sem toda a complexidade bioquímica que lhe é peculiar, sugerem-se abordagens cujo tema esteja relacionado a conteúdos já comumente abordados, tais como cadeia alimentar, estudo das raízes, alimentos dos seres vivos, conceitos de ligações químicas, questões ambientais, entre outros. Deve-se levar em conta a forma como esse conteúdo será apresentado ao aluno, uma vez que é preciso priorizar o respeito às etapas cognitivas em que este se encontra.

Outra sugestão é trabalhar com temas geradores do conhecimento químico, como a poluição do solo, a poluição do ar e da água. Quadros, em seu artigo “A Água Como Tema Gerador de Conhecimento Químico”, explicita claramente esse pensamento, quando afirma

“A água, tão importante para a nossa vida e tão abundante no nosso planeta, se constitui em um assunto importante que permite trazer para o contexto os conceitos químicos que, por sua vez, podem permitir a formação do pensamento químico” (QUADROS, 2004).

## 2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa foi estruturada em dois momentos distintos de análise, a fim de que os objetivos inicialmente propostos fossem alcançados:

1. Análise das coleções de Ciências sugeridas pelo Guia de Livros Didáticos 2005 (5ª à 8ª série);
2. Análise das informações dadas por professores de Ciências a respeito da relação entre o uso do livro didático e a abordagem do Ciclo do Nitrogênio em sala de aula.

Nos dois momentos de análise indicados para a pesquisa, trabalhou-se exclusivamente com textos, seja no exame do livro didático, seja no exame da escrita do professor. Daí a necessidade de encontrar uma metodologia que guiasse o trabalho rumo à utilização de métodos apropriados para análise de textos. Assim, o método mais adequado de pesquisa foi o de Análise do Conteúdo, proposto por Bardin (1977).

Segundo Bardin, o método de Análise do Conteúdo pode ser definido como “Um conjunto de técnicas de análise das comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens” (Bardin, 1977, p.38). Em outras palavras, a análise do conteúdo, através de técnicas de análises específicas, busca extrair do texto os vários sentidos que lhe são possíveis.

As técnicas às quais Bardin se refere são as seguintes: Análise de Expressão, Análise de Relações, Análise de Enunciação e Análise Temática, sendo esta última a mais adequada aos objetivos desta pesquisa.

1. Análise da Expressão: indica a existência de uma relação entre o tipo de discurso e o perfil do locutor e o seu meio. Ou seja, o pesquisador busca traçar elos

entre a mensagem proferida e as influências pessoais do seu locutor. Ex.: texto com conotações políticas.

2. Análise das Relações: preocupa-se com as relações que os vários elementos textuais mantêm entre si. Está diretamente relacionada à organização do vocabulário e seus sentidos, presentes na mensagem. Ex.: técnica que os analistas utilizam na identificação das estruturas da personalidade de um indivíduo.

3. Análise da Enunciação: apóia-se no discurso como um ato que se renova constantemente, com todas as transformações possíveis e com todas as influências que, porventura, pareçam contraditórias, incoerentes, por serem marcadas de subjetividade. Observa-se que existe muito mais subjetividade no discurso do locutor, tendo em vista a necessidade de dar sentido ao texto. Ex.: textos com estilo literário.

4. Análise Temática: consiste em identificar os diferentes núcleos de sentido que compõem o texto. A idéia de tema está ligada a uma proposição ou a um assunto a ser estudado ou debatido, no caso específico desta pesquisa, os textos sobre o Ciclo do Nitrogênio serão objetos de análise.

“Tema é uma asserção sobre determinado assunto. Pode ser uma simples sentença (sujeito e predicado), um conjunto delas ou um parágrafo. Uma questão temática incorpora, com maior ou menor intensidade, aspecto pessoal atribuído pelo respondente acerca do significado de uma palavra e/ou sobre conotações atribuídas a um conceito”. (FRANCO: 2003, p. 36-37)

Identificando-se o tipo de análise ao qual a pesquisa está adequada, é importante respeitarem-se algumas etapas definidas para a análise propriamente dita. Assim, o processo realiza-se através de 3 etapas: a pré-análise, a exploração do material coletado e, por fim, o tratamento dos resultados.

## **Etapa 1: PRÉ-ANÁLISE**

Caracteriza-se pela seleção e organização dos documentos a serem analisados, no caso desta pesquisa, exclusivamente aquelas coleções indicadas pelo Guia de Livros Didáticos 2005 – Coleções de Ciências (rever tabela 2). Para que essa etapa seja cumprida, é necessário que se realizem as seguintes tarefas:

- **LEITURA FLUTUANTE** – o primeiro contato do pesquisador com o material coletado para análise. Devem-se estabelecer leituras exaustivas até que todo o material seja devidamente codificado.

“Esta fase é chamada de Leitura Flutuante, com analogia com a atividade do psicanalista. Pouco a pouco, a leitura vai se tornando mais precisa, em função das hipóteses emergentes, da projeção de teorias adaptadas sobre o material e da possível aplicação de teorias utilizadas com materiais análogos”. (BARDIN: 1977, p. 96)

Nesta pesquisa, por meio de uma leitura exaustiva das oito coleções analisadas, ocorreu uma dinâmica entre hipóteses novas e aquelas inicialmente propostas, entre teorias preexistentes e aquelas que surgiram durante as análises. Tudo isso foi tornando os textos das coleções cada vez mais compreensíveis e mais fáceis de serem analisados.

- **CONSTITUIÇÃO DO CORPUS** – organização do material para dar validade à pesquisa. Para isso, é necessário que os materiais contemplem todos os aspectos importantes a serem investigados, que representem o universo da pesquisa pretendida (amostra), que obedeçam a critérios definidos para o tema e que sejam adequados ao objetivo do trabalho.



- **FORMULAÇÃO DE HIPÓTESES** – o levantamento de hipóteses constitui afirmativas provisórias, que são confirmadas ou contestadas através dos procedimentos de análise. Entretanto, é importante ficar atento à possibilidade de surgimento de novas hipóteses (emergentes) a partir dos procedimentos de análises realizados durante a pesquisa.

## **Etapa 2: EXPLORAÇÃO DO MATERIAL**

Consiste em trabalhar o material para codificá-lo. Inicia-se com o momento de categorização, ou seja, o momento de recortes e organização de elementos que constituem o material analisado. Na pesquisa em questão, o primeiro ponto verificado foi se nas obras selecionadas o Ciclo do Nitrogênio é abordado direta ou indiretamente, ou se ainda não há nenhuma abordagem.

A indicação de abordagem inexistente refere-se ao fato de que em nenhum volume da coleção analisada o conteúdo em estudo é encontrado de forma direta ou indireta. Entende-se que a forma direta de abordagem é aquela em que o ciclo ou parte dele é descrito pelo autor. Quando este indica possibilidades de relacionar diferentes conteúdos com a temática em estudo, indica-se a forma indireta de abordagem.

De acordo com o que as coleções indicam, procurou-se estabelecer critérios de coerência teórica no enfoque científico, relacionado especificamente ao Ciclo do Nitrogênio, buscando a relação de equilíbrio entre o conteúdo trabalhado e o grau de cognição do público-alvo. Partindo-se da necessidade dessa adequação, os textos apresentados nas obras foram analisados com base na observação da clareza da exposição das informações, da adequação da linguagem utilizada e do nível de

informatividade, sendo atribuídas as seguintes classificações para os itens analisados: fraco, regular e bom.

Essa classificação, apesar de parecer subjetiva, está pautada no nível de qualidade dos textos apresentados pelos autores. Acredita-se que um texto é fraco quando não atende a um conjunto de requisitos que fazem com que a mensagem emitida não seja claramente percebida pelos leitores, apresente-se confusa quanto às informações e/ou não atenda ao público a que se destina. Por outro lado, o texto é considerado bom quando se apresenta ao leitor com uma idéia clara e objetiva da mensagem que o autor deseja emitir.

E não se pode perder de vista que o uso de imagens para a observação e compreensão dos fenômenos naturais, conforme atestam os PCN, é um recurso bastante útil e eficaz para auxiliar o professor em sua tarefa, talvez por isso, esse recurso seja tão utilizado pelos autores de livros didáticos. Sendo assim, apesar de não ser este o foco da pesquisa, tentou-se estabelecer as relações destas com o texto apresentado. Para a análise das ilustrações nos livros didáticos, partiu-se do pressuposto de que a função das imagens é “tornar as informações mais claras estimulando a compreensão do texto e a interação entre leitores e o texto científico” (VASCONCELOS e SOUTO, 2003).

O uso de figuras, gráficos, tabelas, fotos, entre outros recursos, deve ser feito com maior cautela por parte do autor, pois o uso inadequado desse expediente pode gerar erros conceituais, interpretações equivocadas e desinteresse pela leitura. Uma imagem, ao ser utilizada em um livro didático, deve “possuir legenda auto-explicativa, ter relação direta com o texto e ser inserida à medida que a informação é apresentada (VASCONCELOS e SOUTO, 2003). É necessário que ela esteja sempre a favor do texto e não expresse uma idéia isoladamente. A qualidade da

impressão e a inserção da imagem ao longo do texto são de relevância extrema para a compreensão daquilo que o autor se propõe a explicar.

Partindo-se desses pressupostos, para a análise das ilustrações contidas nos livros analisados (tabela 3), admitiram-se os critérios da coerência entre texto verbal e imagens, a qualidade gráfica e o grau de indução a interpretações corretas que as imagens possuem quando vistas isoladamente. E mais uma vez foram atribuídas as classificações fraco, regular e bom.

Tabela 3

Indicação da presença de imagens sobre o Ciclo do Nitrogênio nas coleções de Ciências indicadas pelo Guia de Livros Didáticos – 2005

	Coleção	Autor(res)	Série / página	Imagens
1	Coleção Ciências	Gewandszajder, F.	5ª série – p.178	Possui
2	Ciências e Educação Ambiental	Cruz, D.	5ª série – p.212	Possui
3	Ciências Naturais no dia-a-dia	Alvarenga, J.P. (org)	8ª série – p. 37	Possui
4	Ciências Novo Pensar	Gowdak, D.	5ª série – p. 40	Possui
5	Coleção Série Link da Ciência	Bertolozzo, S. & Maluhy, S.	8ª série – p. 61	Possui
6	Vivendo Ciências	Luz, M.L. & Santos, M.T.	5ª série – p.116	Não possui
7	Coleção Ciências	Barros,C. e Paulino, W.	5ª série – p.102	Possui
8	Coleção Ciências	Vale, C.	-----	Não possui

### **Etapa 3: TRATAMENTO DOS RESULTADOS OBTIDOS E INTERPRETAÇÃO**

A análise dos textos sobre o Ciclo do Nitrogênio que constam nos livros anteriormente especificados pôde levar, por meio da criação de categorias de análise, a inferências e interpretações, todas apoiadas na fundamentação teórica. Pôde, também, mostrar a necessidade de se criarem caminhos que orientem para uma prática crítica, construtiva e, antes de tudo, transformadora.

#### **2.1 Procedimentos para escolha dos livros analisados**

Por se entender que o livro didático é um instrumento utilizado pelo professor nas mais diferentes concepções de uso (NETO e FRACALANZA, 2003), na presente pesquisa analisaram-se as oito coleções indicadas pelo Guia de Livros Didáticos de Ciências – 2005 (tabela 2). O guia proposto apresenta resenhas sobre cada uma dessas coleções, indicando as análises feitas com base nos critérios definidos. Apresenta ainda indicações sobre as possibilidades de uso do material em sala de aula, o que sedimenta ainda mais o seu objetivo, que é apontar, para os professores, as possibilidades de uso desse instrumento como coadjuvante na elaboração do planejamento das aulas.

Neste trabalho, a análise foi feita com o intuito de verificar se esses manuais estariam em concordância com os PCN, no que diz respeito à contextualização, em relação à abordagem do conteúdo ciclos biogeoquímicos, especificamente o Ciclo do Nitrogênio. Além disso, verificou-se se essa abordagem se apresenta suficientemente adequada para que o professor possa utilizar esse material como fonte de informação e apoio para os seus trabalhos em sala de aula.

## 2.2 Procedimentos para coleta de dados sobre o pensamento do professor acerca do uso do livro didático para a abordagem do Ciclo do Nitrogênio em sala de aula.

A pesquisa foi realizada com a adesão voluntária de cinco professores de Ciências e Biologia, sendo um regente na rede privada, dois na rede pública estadual e dois na rede pública municipal. Quatro deles têm nível de formação acadêmica diferenciado (tabela 4) e todos cursaram a graduação e/ou pós-graduação nas Universidades Federal de Pernambuco e/ou Rural de Pernambuco.

Tabela 4  
Nível de formação acadêmica dos professores entrevistados

Formação	Prof.	Prof. cursando	Rede de Ensino
Especialização na área em que leciona	1	-	Privada
Especialização em outra área de conhecimento	2	-	Pública Municipal
Mestrado na área em que leciona	1	-	Pública Estadual
Mestrado na área em que leciona		1	Pública Estadual

*Obs: Todos têm graduação em Licenciatura em Ciências*

A escolha desses professores está baseada em dois critérios considerados importantes. Como determinante, os docentes deveriam estar regendo aulas de Ciências no terceiro e quarto ciclos, e paralelamente a essa condição, deveriam conhecer ou já ter trabalhado com uma das obras sugeridas pelo Guia Nacional do Livro Didático.

Em contrapartida, para que o momento com esses professores pudesse fluir de forma tranqüila e para que eles pudessem expor todas as opiniões que julgassem

relevantes acerca da temática, foi necessário atender a algumas condições por eles requeridas, as quais foram aceitas pela entrevistadora, a saber:

- ter um contato com o material antes do encontro;
- garantir sigilo e anonimato de cada um deles, que estão identificados apenas pelos códigos P1, P2, P3, P4 e P5. O número identifica o primeiro professor entrevistado, o segundo, e assim sucessivamente;
- respeitar as opiniões dadas.

### **2.1.1 Técnicas e Instrumentos de Pesquisa**

Para investigar os questionamentos inicialmente propostos, utilizou-se como instrumento de pesquisa um questionário aberto (apêndice A), o que permitiu a utilização da técnica de análise do conteúdo, para que se pudesse dar conta das questões propostas.

A escolha desse instrumento e o modo como foi estruturado deve-se ao fato de que o questionário aberto é uma forma de coleta de dados a qual contribui para descobrir na fala do professor as informações que ele tem sobre determinado tema, além de oportunizar a observação das diferentes visões dos profissionais entrevistados. Com relação a esta pesquisa, esse tipo de questionário tornou-se um meio de ajudar na compreensão do problema investigado, visto que possibilitou uma complementação às informações obtidas por meio das análises realizadas nos livros didáticos.

O instrumento foi estruturado em quatro afirmativas, e o objetivo que se tinha em cada uma delas foi oralmente explicitado ao professor no momento da entrega do material. As assertivas versam basicamente sobre dois aspectos do tema

proposto, a importância da utilização do livro didático para preparar uma aula sobre o tema em questão e a possibilidade de se abordar o tema nas séries do Ensino Fundamental. O questionário proposto permitiu, por meio das respostas e dos comentários do professor, que fosse possível fazer algumas inferências acerca de posturas didáticas em relação a esses dois aspectos.

Diante das assertivas, o professor concordou ou não com o que estava proposto e, a partir da opção escolhida, produziu um texto que justificasse a resposta dada. As afirmativas propostas no instrumento e a forma como foram dispostas para os professores estão disponibilizadas nas páginas anexas a esta pesquisa.

Antes, porém, de expor as análises das respostas, é importante justificar cada uma das afirmativas apresentadas ao professor, para que se possa entender quais concepções se buscou identificar nas falas dos entrevistados, por meio dos comentários tecidos por eles.

Afirmativa 1:

- *É possível trabalhar no Ensino Fundamental o tema Ciclo do Nitrogênio.*

A afirmativa busca inferir até que ponto o professor vê significado importante na abordagem do tema Ciclo do Nitrogênio no Ensino Fundamental. E, principalmente, se ele vê algum tipo de dificuldade que impossibilite a abordagem do tema nesse segmento.

Afirmativa 2:

- *É possível trabalhar conceitos nas áreas de Química, Biologia, Meio Ambiente, com o assunto Ciclo do Nitrogênio, nas séries do Ensino Fundamental.*

A afirmativa é importante para perceber quais as relações que o professor faz do tema com os diferentes conceitos envolvidos. A concordância com a afirmativa pode sugerir a compreensão de uma visão holística do ensino de Ciências, principalmente no que se refere ao tema em estudo.

Afirmativa 3:

- *O livro didático de Ciências é fundamental para se programar uma aula sobre o Ciclo do Nitrogênio.*

Essa afirmativa visa identificar se o livro didático utilizado pelo professor é o instrumento que direciona a elaboração das suas aulas sobre o Ciclo do Nitrogênio. A palavra “fundamental”, empregada na afirmativa, traz consigo um sentido de que esse material é indispensável para esse fim.

Afirmativa 4:

- *As abordagens sobre o Ciclo do Nitrogênio nos livros didáticos de Ciências são adequadas e atendem às suas necessidades como professor.*

Essa afirmativa complementa a anterior a partir do momento em que indica se o professor está atento à forma como tem sido abordado esse conteúdo nos livros didáticos de Ciências.



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES DAS COLEÇÕES INDICADAS PELO GUIA DE LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS 2005 – 5ª À 8ª SÉRIE

Na tentativa de melhor atender aos novos rumos do Ensino de Ciências, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN, 1998) vêm intensificando os trabalhos em busca de uma adequação à sociedade atual. Isso é realizado com o intuito de se disponibilizar uma seleção e organização dos conteúdos a serem abordados no Ensino Fundamental (3º e 4º ciclos).

Com essa seleção e organização, os conteúdos de Ciências, encontrados nos PCN, como já indicado anteriormente, foram reunidos em quatro eixos temáticos para serem desenvolvidos nos quatro ciclos, a saber: Terra e Universo; Vida e Ambiente; Ser Humano e Saúde; Tecnologia e Sociedade.

O conteúdo CICLO BIOGEOQUÍMICO faz parte do eixo temático Vida e Ambiente, como indicação para ser trabalhado em todas as séries do Ensino Fundamental, com ênfase ao fato de que esse assunto deve ser aprofundado no 4º ciclo do Ensino Fundamental. A sugestão de se rever esse conteúdo em séries diferentes está em consonância com o pensamento de Bruner (1997), caracterizando o currículo em espiral.

Por serem os PCN um documento relevante na orientação da prática pedagógica e na construção de um planejamento de trabalho mais abrangente pelo professor, nada mais apropriado que eles passem a funcionar como um orientador dos autores de livros didáticos na elaboração de suas obras. Nessa perspectiva, seguem, na tabela 5, as coleções que apresentam algum tipo de referência ao Ciclo em estudo ou aquelas que não fazem nenhum tipo de abordagem a essa temática.

Tabela 5

Indicação da presença de abordagens sobre o Ciclo do Nitrogênio nas coleções de Ciências indicadas pelo Guia Nacional de Livros Didáticos – 2005

	Coleção	Autor(res)	Série / página	Abordagens
1	Coleção Ciências	Gewandszajder, F.	5ª série – p.178	Direta
2	Ciências e Educação Ambiental	Cruz, D.	5ª série – p.212	Indireta
3	Ciências Naturais no dia-a-dia	Alvarenga, J.P. (org)	8ª série – p. 36	Direta
4	Ciências Novo Pensar	Gowdak, D.	5ª série – p. 40	Indireta
5	Coleção Série Link da Ciência	Bertolozzo, S. & Maluhy, S.	8ª série – p. 60	Direta
6	Vivendo Ciências	Luz, M.L. & Santos, M.T.	5ª série – p.116	Indireta
7	Coleção Ciências	Barros,C. e Paulino, W.	5ª série – p.102	Indireta
8	Coleção Ciências	Vale, C.	Inexistente	Inexistente

Das coleções analisadas, apenas a 1, a 3 e a 5 trazem abordagens que descrevem ou tentam descrever todas as etapas do Ciclo do Nitrogênio; trabalham, portanto, com uma abordagem direta. Aquelas coleções que apresentam alguma etapa do Ciclo inserida em outro conteúdo, caracterizando a forma indireta de abordagem, são encontradas nas coleções 2, 4, 6, e 7. Apenas a coleção 8 não faz nenhum tipo de referência ao Ciclo ou à parte dele.

Uma vez conhecendo-se as valiosas discussões sobre a contextualização dos conteúdos, e sendo esse um aspecto importante destacado pelos PCN, acredita-se não ser suficiente o livro didático adotar uma linguagem clara e objetiva, se a abordagem não estiver relacionada ao universo do aluno. Entretanto, observa-se

que a não contextualização e a impossibilidade de tratar questões de acordo com a realidade local do estudante são problemas apresentados pela maioria dos livros didáticos analisados.

Isso se deve claramente a uma questão mercadológica na qual editoras e autores submetem-se a questões que privilegiam itens que sabidamente são considerados como classificatórios para a sua aceitação, através do PNLD, pelo Governo Federal, seu principal consumidor (NETO & FRACALANZA 2003; MACHADO, 2002).

É necessário que esses itens sejam considerados com seriedade pelos autores dos livros didáticos, pois aumentam a eficiência do livro para o papel que lhe tem sido próprio. Além da utilização pelo professor, deve-se prioritariamente pensar no aluno que, ao usá-lo fora da sala de aula, em seus estudos individuais, possa consultá-lo sem problemas.

Assim sendo, não se pode confiar em um material cujas informações trazem equívocos conceituais, como o apresentado, por exemplo, na coleção 6, quando o texto informa que “a maioria dos vegetais absorve o Nitrogênio diretamente do solo...” (p.116). Uma análise não muito detalhada dessa informação pode destacar, de imediato, pelo menos dois erros: o primeiro é que o autor confunde o elemento químico Nitrogênio com o gás Nitrogênio e, consoante a literatura, o Nitrogênio é pouco reativo e não é assimilado pelos seres vivos. O segundo é a afirmativa de que a **maioria dos vegetais** realiza essa absorção. O equívoco refere-se ao fato de que apenas um grupo de vegetais, o que possui as bactérias nitrificantes em suas raízes, e as algas marinhas do gênero Rizóbium é que realizam essa absorção.

Reconhece-se que os livros didáticos normalmente passam por constantes revisões, contudo, ainda é possível serem encontrados enganos conceituais,

utilização inadequada de imagens e textos verbais que podem parecer confusos. Em contrapartida, há em alguns livros bons textos, como os encontrados nas coleções 1, 3 e 5, que atendem com qualidade às categorias de análises estabelecidas.

As imagens apresentadas nessas coleções, de maneira geral, não atendem ao que se espera de um recurso visual impresso que é tão importante e auxiliar do texto verbal. Observa-se, por exemplo, que na coleção 5, nas páginas 60 e 61, existe um total de 4 figuras, das quais apenas 3 possuem relação com o texto sobre o Ciclo do Nitrogênio. A outra se refere a um conteúdo que está localizado na página 59. Desse modo, essa figura perde sua função para o conteúdo no qual está inserida e confunde o leitor, pois ela não possibilita nenhuma relação com o texto das páginas em que se encontra.

Verifica-se que as imagens, ao invés de fornecer suporte ao texto, aparecem, na maioria das coleções, com uma intenção meramente ilustrativa e, em alguns casos, totalmente desconectadas do texto verbal, sem que seja possível fazer nenhuma relação entre eles. Outro fator complicador é ausência de legendas auto-explicativas, pois “uma figura adequada deve ser compreensível *per se*”, possuir legenda auto-explicativa, ter relação com o texto, e ser inserida à medida que a informação é apresentada.”( VASCONCELOS E SOUTO: 2003, p. 98)

É importante retomar que, para a análise das coleções, a base fundamental em relação a aspectos pedagógicos e metodológicos foi, sem dúvida, aqueles estabelecidos pelos PCN (1998). Particularmente, os eixos prioritários e que delimitaram a pesquisa foram a coerência na informação teórica e a contextualização do tema e o uso adequado das ilustrações.

Na tabela 6, encontram-se listados os livros que contêm textos que “tocam” no tema em questão – Ciclo do Nitrogênio – direta ou indiretamente, os quais, de

uma forma geral, mostram-se insuficientes em informatividade e clareza (coleções 2, 4, 6 e 7). Em outros casos, a estrutura textual apresenta falhas, visto que falta conectividade entre alguns parágrafos (coleções 4 e 6), o que acaba por revelar uma descontinuidade na abordagem do fenômeno em si, além de não se estabelecer a articulação desse conteúdo com os demais ciclos biogeoquímicos.

Tabela 6

Critérios de análise da coerência teórica encontrada nas coleções de Ciências indicadas pelo Guia de Livro Didático – 2005

Coleção nº	Autor / série / página	Clareza das informações	Adequação da linguagem	Nível de informatividade
1	Gewandszajder, F. 5ª série – p.178	Bom	Bom	Bom
2	Cruz, D. 5ª série – p.212	Fraco	Fraco	Fraco
3	Alvarenga, J.P. (org) 8ª série – p.36	Bom	Bom	Bom
4	Gowdak, D. 5ª série – p.40	Fraco	Fraco	Fraco
5	Bertolozzo, S. & Maluhy, S. 8ª série – p.60	Bom	Bom	Bom
6	Luz, M.L. & Santos, M.T. 5ª série – p.116	Fraco	Fraco	Fraco
7	Barros, C; Paulino, W.R. 5ª série – p.102	Fraco	Fraco	Fraco
8	Coleção Vivendo Ciências Nova Edição	Inexistente	inexistente	Inexistente

Um fato bastante relevante é o de que em todas as obras analisadas há nas capas (ver em anexos B e C), de forma chamativa ou não, a seguinte afirmativa: PNLD – 2005 – APROVADO PELO MEC. Essa informação é colocada com o claro objetivo de informar ao leitor, nesse caso, prioritariamente o professor, que a obra atende às atuais propostas de mudanças curriculares do ensino de Ciências.

Não é difícil perceber a mensagem implícita que a garantia da adequação aos critérios definidos pelo PNLD traz consigo. Ela dá a certeza da atualização do material, de que ele atende às necessidades do professor, de que obedece aos eixos temáticos da disciplina, de que traz uma abordagem que possibilita relacionar temas diversos e, por fim, de que visa desenvolver no leitor a capacidade de este se perceber como integrante do meio no qual está inserido.

Entretanto, boa parte das obras analisadas pouco modificaram suas estruturas no que tange à distribuição dos conteúdos, e mantêm-se semelhantes ao que já existia há 8 ou 10 anos. As coleções 1, 2, 4, 6, 7 e 8 apresentam o volume da 8ª série tradicionalmente dividido entre as disciplinas Química e Física, cujos conteúdos estão dispostos de acordo, inclusive nos níveis de informações, com o que é trabalhado na 1ª série do Ensino Médio.

Existem, porém, as coleções 5 e 3, cujos autores tentaram se adequar o melhor possível à proposta anunciada nas capas dos seus livros, apresentando conteúdos que são trabalhados em diferentes níveis de aprofundamento nas diferentes séries do 3º e do 4º ciclo do Ensino Fundamental. Essas revelam um esforço em contextualizar os fenômenos e enriquecer as abordagens com textos complementares e atividades criativas.

### **3.1 Resultados das análises realizadas sobre as abordagens do Ciclo do Nitrogênio apresentadas nas obras selecionadas**

#### **COLEÇÃO 1**

- Quanto ao texto verbal:

O autor aborda diretamente o Ciclo do Nitrogênio apenas no volume da 5ª série, no capítulo sobre constituição do ar atmosférico. Os demais volumes da coleção não retomam a temática, nem mesmo na 8ª série, como sugerem os PCN.

Na página 178 do livro da 5ª série, o tema é retratado, de forma pouco contextualizada, por meio de um texto claro e de fácil compreensão, cuja linguagem, desprovida de complexidade bioquímica, permite ao leitor perceber as informações sobre as etapas que constituem o Ciclo. A variante lingüística adotada foi formal e científica, numa adequação à série a que se destina.

Além de o livro apresentar um bom nível de informatividade, em uma caixa de texto à parte, o autor se preocupa em informar, a título de curiosidade, que o Nitrogênio, o qual está presente na composição orgânica dos seres vivos, também pode ser produzido em laboratório, para outros fins. Cabe ao professor, a partir das informações contidas no texto, explorar os diferentes conceitos subjacentes ao fenômeno, como transformação, respiração, reaproveitamento, entre outros.

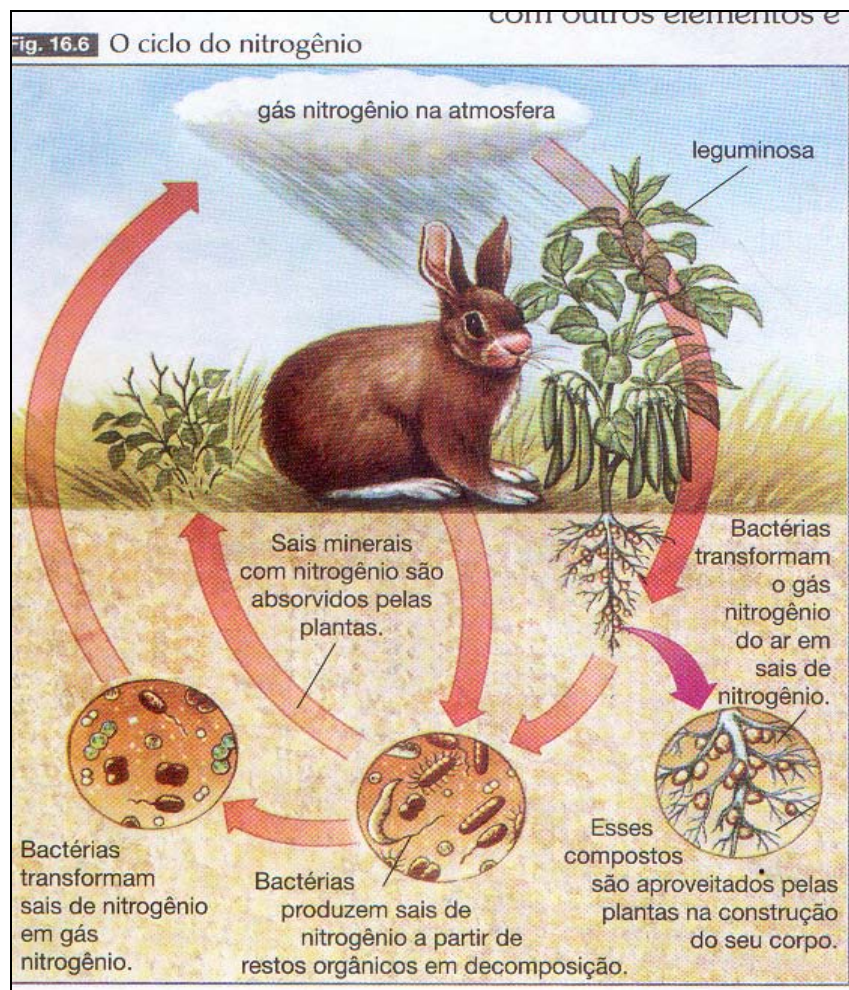
- Quanto ao uso de imagens:

O autor faz bom uso das ilustrações (figura 5) ao manter uma relação clara entre texto verbal e imagem, visto que estes se complementam. A qualidade gráfica pode ser considerada atraente e adequada para os alunos dessa série, pois tende a

levar o estudante a examiná-la detalhadamente, o que favorece a indução ao entendimento da figura, conseqüentemente, ao fenômeno abordado.

Entretanto, vista isoladamente, sem o auxílio do texto verbal, a imagem traz informações ricas em conceitos bioquímicos os quais carecem de detalhamento por parte do professor. Mas isso não compromete a funcionalidade da imagem, ao contrário, pode ser um subsídio visual valioso para a exploração do tema.

Figura 5  
Ciclo do Nitrogênio



Fonte: Gewandszajder, 2002, p.178

Ao final do capítulo, o autor propõe uma atividade que é denominada “trabalhando com as principais idéias do capítulo”. Nela, ele sugere questionamentos



que, para serem respondidos, pressupõem informações que vão além do livro, e isso acaba por exigir do professor que aprofunde suas aulas, ampliando a abordagem do livro didático.

## COLEÇÃO 2

- Quanto ao texto verbal:

Com uma abordagem indireta ao Ciclo do Nitrogênio no capítulo que versa sobre adubação verde, o autor descreve a importância da utilização da técnica de rotação de culturas para não desgastar o solo, daí a necessidade, segundo o texto, do uso dos vegetais leguminosos para a agricultura e também para o processo de recuperação e tratamento do solo. Todavia, essa descrição carece de detalhamento nas informações, pois o texto, apesar de ser claro e objetivo, traz em um único parágrafo um número variado de conceitos que não são devidamente trabalhados pelo autor.

Na verdade, o texto apresenta um nível de informatividade que compromete as representações que o aluno possa elaborar sobre o Ciclo do Nitrogênio. Além disso, de forma geral, é fraco, pois apresenta comprometimento na clareza das informações conceituais, há superficialidade em relação a alguns termos científicos e não deixa claras as etapas importantes do Ciclo para o processo de rotação de cultura.

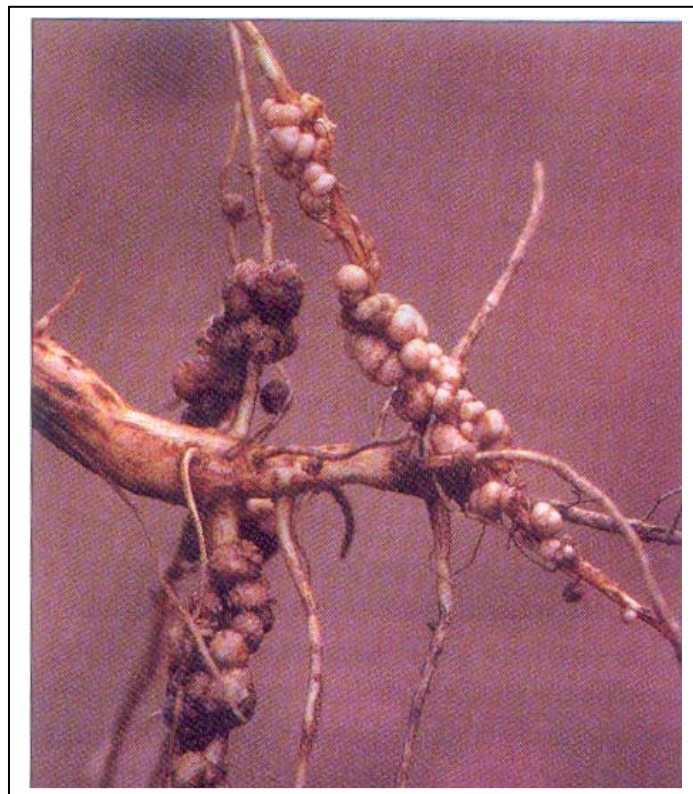
- Quanto ao uso de imagens:

No referido texto verbal, o autor insere uma figura que não ajuda na compreensão do assunto, posto que ela é meramente ilustrativa de como seria uma raiz de leguminosa. Apesar de apresentar boa qualidade gráfica (figura 6), a imagem

não é auto-explicativa, pois a raiz identificada como sendo de um “feijoeiro com nódulos de bactérias” não faz sentido para o estudante, à medida que retrata apenas uma parte de um vegetal cuja estrutura nodular não foi mencionada ou explicada durante o texto.

É necessário ressaltar que em nenhum momento o autor faz referência ao Ciclo em questão. Na verdade, a temática do texto está basicamente na adubação verde e na identificação do vegetal que pode ser utilizado nesse processo, mas, mesmo a abordagem sendo indireta, o autor poderia desenvolver mais o processo cíclico do Nitrogênio, para melhor dar sentido ao conteúdo tematizado.

Figura 6  
Raiz de um vegetal leguminoso



Fonte: Cruz, 2004, p.212

### COLEÇÃO 3

- Quanto ao texto verbal:

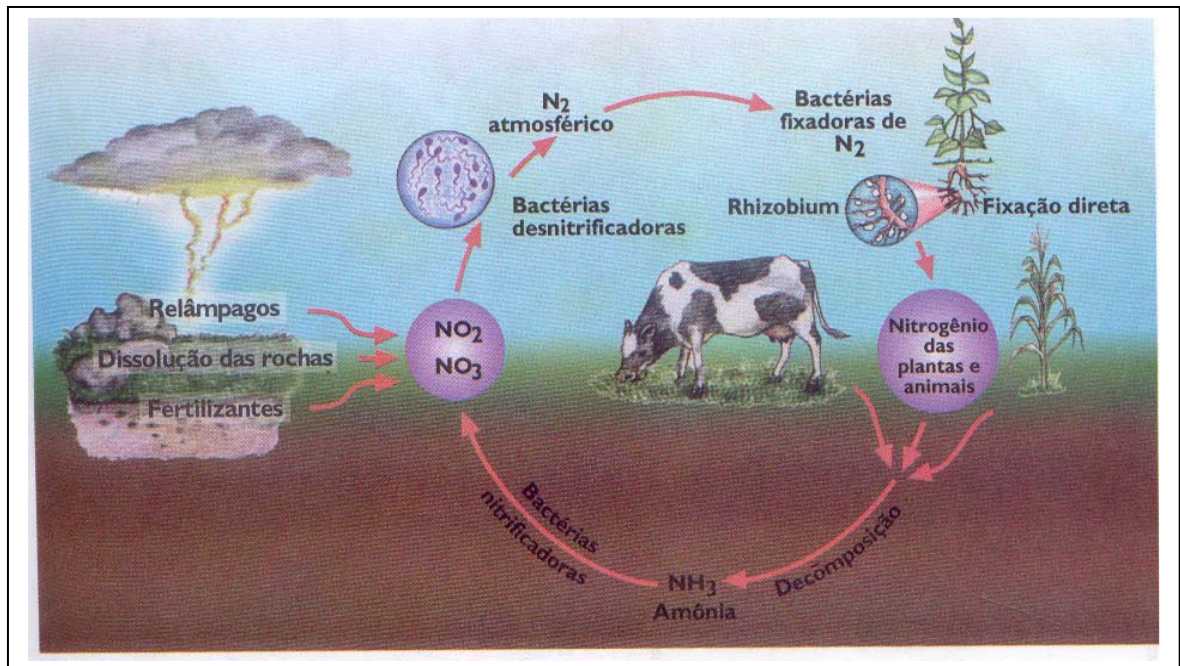
No capítulo cuja temática trata sobre as transformações químicas que ocorrem no planeta, o autor traz uma série de informações em diferentes enfoques sobre os ciclos dinâmicos de materiais e energia na natureza. Ele insere na introdução desse capítulo um texto bastante informativo no qual cita o princípio da lei da conservação das massas, enunciado por Lavoisier, que diz – “na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”. Com essa citação, o autor pretende dar sentido ao que ele chama de “dança dos elementos químicos”, a qual ele denomina de ciclos.

Especificamente em relação ao Ciclo do Nitrogênio, a obra traz uma abordagem direta, utilizando-se de uma linguagem adequada ao público-alvo. Há clareza na informação sobre o fenômeno estudado, e o texto é bem elaborado, considerando-se a conectividade entre os enunciados, conseqüentemente, entre as idéias.

- Quanto ao uso de imagens:

O texto verbal é apoiado por uma ilustração (figura 7) que pode ser considerada funcional no contexto em que aparece, tendo em vista que ela contribui para a compreensão da temática abordada, ao passo que traz para o estudante informações sobre todas as etapas do Ciclo em questão. Além disso, se vista isoladamente, tem caráter auto-explicativo. Apresenta-se, portanto, como um complemento importante ao texto e ao objetivo da proposta.

Figura 7  
Ciclo do Nitrogênio



Fonte: Alvarenga, 2002, p.37

#### COLEÇÃO 4

- Quanto ao texto verbal:

O capítulo 3 do volume da quinta série, cujo título é “os componentes do ar”, inicia com a definição de que o ar atmosférico é uma mistura de gases, e posteriormente indica, em sub-itens, quais os constituintes gasosos da atmosfera, na seguinte disposição:

1. Ar, uma mistura de gases; 2. Nitrogênio ( $N_2$ ); 3. Oxigênio ( $O_2$ ); 4. Gás Carbônico ( $CO_2$ ); 5. Gases Nobres e Vapor de Água; 6. Poeira e Micróbios.

É interessante observar essa descrição que o autor propõe e identificar alguns equívocos importantes de serem corrigidos. Primeiramente, o sub-item 1, no qual consta a descrição da composição química do ar, leva a crer que os sub-itens seguintes descreverão melhor esses componentes, o que incide no primeiro erro, a

inclusão de poeira e micróbios como componentes do ar, os quais, obviamente, não são gases.

Um outro erro é a confusão promovida pelo autor ao não diferenciar átomo de molécula, quando se refere ao átomo Nitrogênio (N) e o representa na forma molecular  $N_2$ , cometendo a mesma falha em relação ao átomo Oxigênio. É importante que, já nessa série, o aluno possa começar a diferenciar essas estruturas, e a forma como isso é apresentado a ele deve ser a mais adequada possível à fase cognitiva em que ele se encontra. Caso contrário, corre-se o risco de que ele formule representações inadequadas sobre o exposto e posteriormente isso passe a ser um obstáculo para uma reformulação da aprendizagem.

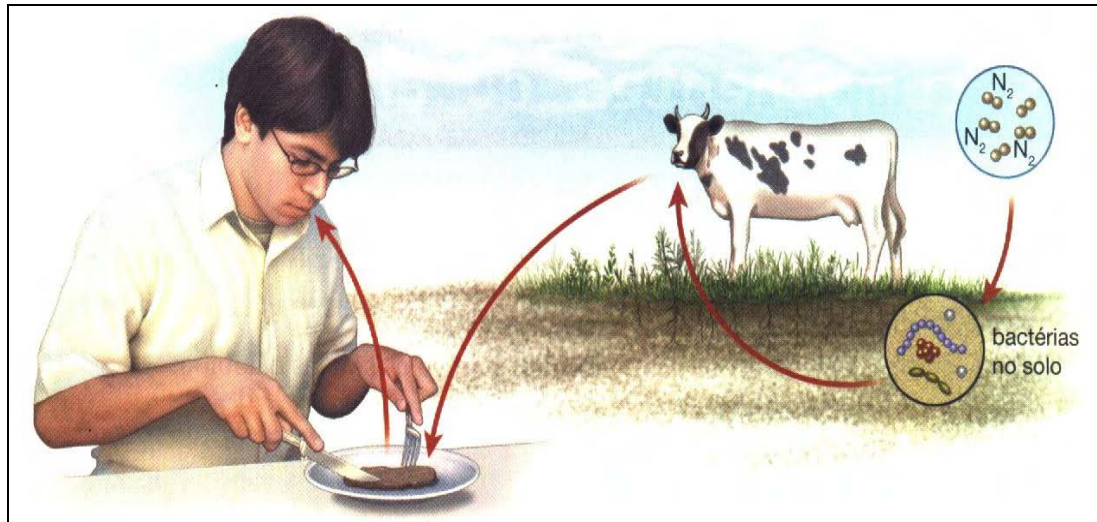
Especificamente sobre o sub-item 2, que aborda o gás Nitrogênio, encontra-se uma abordagem indireta extremamente simplista sobre o Ciclo do Nitrogênio, com informações superficiais. O nível de informatividade chega a comprometer a construção de conceitos e pressupõe um leitor passivo e sem motivação para saber mais sobre determinado fenômeno.

- Quanto ao uso de imagens:

Nesse capítulo, há uma figura que, assim como o texto verbal, não acrescenta muito ao aluno. O autor, de certa forma, induz ao erro ao utilizar a figura como complemento de um texto pobre em informações conceituais, no momento em que afirma que o esquema mostra o “caminho que o Nitrogênio percorre para chegar ao organismo”. Na figura 8, exposta a seguir, o autor propõe uma idéia de que existe uma certa mobilidade do Nitrogênio para chegar ao organismo, e o que é pior, passa a idéia de que isso acontece sem que o Nitrogênio interaja com o meio através de alguma reações necessárias para o processo de assimilação pelos seres vivos.

Figura 8

Figura que retrata, segundo o autor, o caminho percorrido pelo Nitrogênio para chegar ao corpo humano.



Fonte: Gowdak, 2002, p.40

A relação entre texto e imagem se complementa apenas no sentido da pobreza de informações e clareza da mensagem. Pode-se perceber que a figura não representa o fenômeno que o autor descreve parcialmente, e como consequência, pode levar o aluno a ter uma imagem incompleta sobre esse fenômeno, considerando-se toda dimensão do ciclo.

## COLEÇÃO 5

- Quanto ao texto verbal:

As autoras propõem um trabalho que, em linhas gerais, é sugerido pelos PCN e que, dentro da proposta delas, é atendido, visto que no capítulo cujo título é “uma esfera e muitos ciclos” trata-se sobre os diversos ciclos de materiais químicos e de energia que mantêm o planeta Terra.

Especificamente sobre o Ciclo do Nitrogênio, o texto apresentado é de fácil compreensão, com uma linguagem adequada, pois é acessível aos estudantes do 4º ciclo. Os parágrafos são articulados, estabelecendo a coerência textual, sem erros conceituais, o que, indiscutivelmente, contribui para a compreensão do fenômeno descrito. Acrescenta-se a isso o fato de as autoras proporem atividades que exigem dos alunos, além da leitura do texto oferecido pelo livro didático, outras leituras complementares.

Entretanto, deve-se considerar que, apesar de todos esses pontos positivos, as autoras não articulam o texto sobre o Ciclo do Nitrogênio com os demais ciclos biogeoquímicos, o que não chega a desmerecer a abordagem apresentada aos leitores, pois essa articulação pode – na verdade, tem que – ser feita pelo professor, no momento da aula. Em não havendo essa articulação, corre-se o risco de o aluno não perceber a interdependência dos ciclos.

Outro ponto a considerar é que existe, na página 60, uma caixa de texto que contém uma atividade referente ao conteúdo abordado na página anterior, e a caixa está entre duas imagens que fazem parte do Ciclo do Nitrogênio, assunto explorado na página em questão. Nesse sentido, a disposição dos textos verbal e não-verbal compromete a organização das idéias por parte do leitor.

As páginas 60 e 61 são ricas em textos escritos e trazem quatro pequenas figuras complementares. Com relação à estética visual, isso pode levar o estudante a um desânimo para a leitura, sobretudo para um aluno da 8ª série. Talvez as autoras pudessem aliar um texto verbal aprofundado, como o retratado, a um número maior de imagens, o que tornaria a leitura mais agradável, afinal o Ciclo por si só traz uma considerável complexidade. Além disso, a imagem poderia trazer estímulo para uma atitude investigativa por parte do aluno.

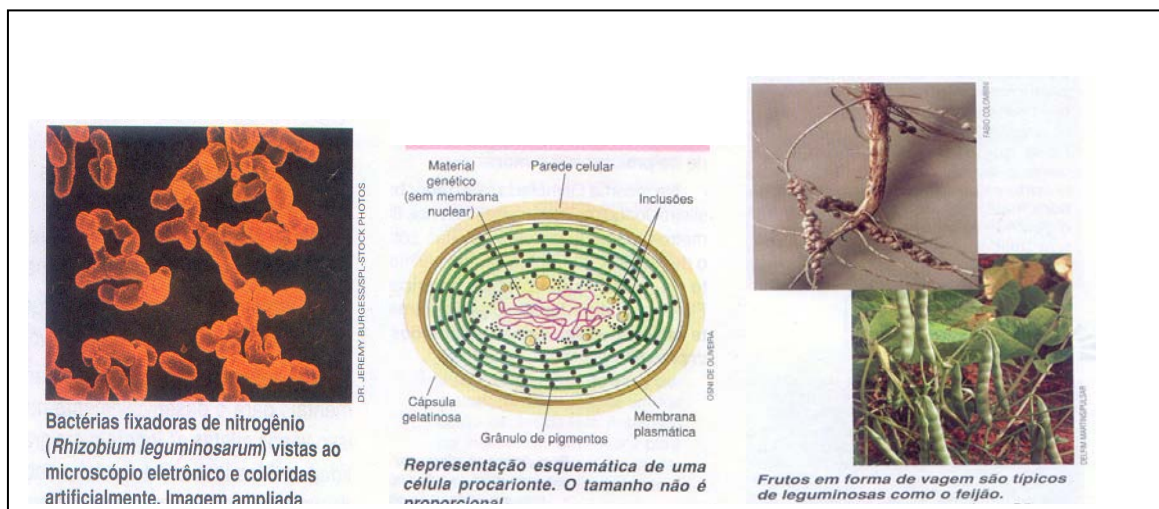


- Quanto ao uso de imagens:

Diferentemente das demais coleções, esta é aquela que apresenta um maior número de figuras. As autoras têm o texto verbal sobre o ciclo auxiliado por quatro imagens (figura 9), distribuídas lateralmente nas páginas 60 e 61. As imagens complementam o texto, pois auxiliam no entendimento da mensagem e das informações científicas expressas, além de apresentarem uma boa qualidade gráfica e possuírem legendas auto-explicativas.

Figura 9

Bactéria fixadora de Nitrogênio, célula procariótica, raiz de leguminosa, feijoeiro, respectivamente.



Fonte: Bartolozzo, 2002, p. 60-61

Um fato interessante, como pode se verificar, é que em momento algum as imagens retratam o Ciclo do Nitrogênio e suas etapas, fato que, possivelmente, é proposital, visto que uma das atividades sugeridas pelas autoras é que o aluno, a partir da compreensão do texto, possa criar um modelo do ciclo em questão.



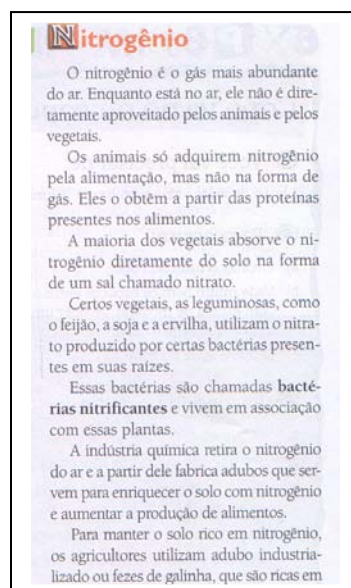
## COLEÇÃO 6

- Quanto ao texto verbal:

No capítulo intitulado “Ar: invisível, indispensável”, o autor apresenta um texto que pode levar o estudante a ter interpretações confusas quanto a informações do fenômeno retratado, pois é extremamente sintético e não traz conexão entre os parágrafos, o que compromete a clareza e, por conseguinte, a eficácia na comunicação. Acrescido a isso, o autor emprega em seu texto conceitos diversos que abrangem diferentes áreas do conhecimento científico sem serem devidamente esclarecidos.

No primeiro parágrafo, por exemplo, o autor aborda, em apenas três linhas, questões como a composição do ar e a contribuição do Nitrogênio (quando deveria ser do gás Nitrogênio) para essa composição. Ao todo, o texto é formado por sete parágrafos, todos organizados em coluna, com número de linhas que varia de três a cinco, tocando em conceitos importantes de forma superficial e insuficiente, conforme se pode perceber na figura 10.

Figura 10  
Texto sobre o Ciclo do Nitrogênio



Fonte: Luz, 2002, p.116

- Quanto ao uso de imagens:

O autor não utiliza nenhum tipo de imagem, o que compromete ainda mais o texto apresentado.

## COLEÇÃO 7

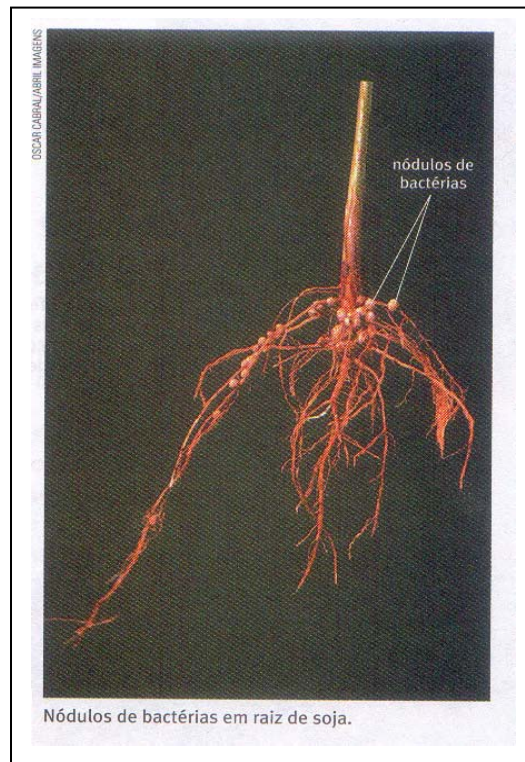
- Quanto ao texto verbal:

No volume da quinta série, o capítulo que trata sobre o solo e suas propriedades encontra-se na página 102, e está estruturado em um texto sobre adubação verde, o qual é compacto, objetivo e escrito com uma linguagem puramente informativa, que não trava nenhuma interação com o leitor. A abordagem indireta sobre o Ciclo do Nitrogênio é superficial, por apresentar comprometimento em relação ao nível de informatividade e de clareza, tocando em conceitos que não são bem trabalhados pelo autor. Isso tende a comprometer, portanto, o entendimento do fenômeno por parte do aluno.

- Quanto ao uso de imagens:

Após o pequeno texto a que se fez referência, o autor expõe uma figura de uma raiz de leguminosa (figura 11), a exemplo da coleção 2, puramente ilustrativa, com qualidade gráfica comprometida, pois não se pode visualizá-la adequadamente. A imagem não se configura com funcionalidade, ao passo que, se vista isoladamente, nada informa ao leitor.

Figura 11  
Nódulos de bactérias em raiz de soja



Fonte: Barros, 2002, p.102

## COLEÇÃO 8

Conforme foi indicado na tabela 4, em nenhum dos volumes da obra o autor desta coleção aborda, de forma direta ou indireta, o tema proposto.

De certa forma, a análise dessas coleções impele a se ressaltar, mais uma vez, um ponto interessante: existe, embora de forma implícita, o pensamento de que as coleções estudadas, por terem sido indicadas pelo PNLD, “correspondem a uma expressão fiel das propostas e diretrizes curriculares e do conhecimento científico” (NETO e FRACALANZA, 2003, p. 153). Isso, indubitavelmente, tende a levar o professor à falsa idéia de que esses materiais podem ser utilizados sem ressalvas.

Assim, tornou-se indispensável buscar informações sobre quais as relações existentes entre o professor e o livro didático, no caso da pesquisa em questão, no que tange à abordagem do Ciclo do Nitrogênio em sala de aula. Por isso, foi necessário analisar como se dá essa relação.

### 3.2 Análise dos comentários do professor em relação às afirmativas propostas

Com base nos comentários dos cinco professores acerca das afirmativas propostas, foram construídas 4 tabelas ilustrativas que contêm a síntese dessas observações. O objetivo, ao se fazer essa construção, foi facilitar os agrupamentos de respostas com pensamentos em consonância ou não sobre o tema abordado. Essa primeira ação foi indispensável para auxiliar na criação de categorias que possibilitaram a análise e a interpretação de dados importantes extraídos da fala dos profissionais.

Afirmativa 1: É possível trabalhar no Ensino Fundamental o tema Ciclo do Nitrogênio.

Tabela 7  
Resposta e justificativa dos professores para afirmativa 1

Professor	Resposta	Justificativa
1	Sim	Indica conteúdos possíveis para relacionar ao tema.
2	Sim	Sugere uma linguagem acessível.
3	Sim	Indica conteúdos possíveis para relacionar ao tema.
4	Sim	Embora não esteja presente nos livros didáticos.
5	Sim	Respeitando fatores como: planejamento, motivação, necessidades dos alunos.

Com essa afirmativa, busca-se verificar se o professor vê relevância em trabalhar o tema nas séries do Ensino Fundamental, e foi possível perceber, de acordo com os comentários, que, de fato, existe uma concordância com essa possibilidade. É interessante observar que, quando P4 afirma que o assunto é relevante de ser trabalhado e chama a atenção para o fato de “não ser abordado nos livros didáticos”, já existe uma sinalização de que esse material é importante para ele.

Outra constatação que se pode fazer é que existe uma concordância de opiniões entre P2 e P5 quanto à necessidade de se usar uma linguagem adequada para trabalhar o tema de acordo com a série. Esse pensamento acaba por revelar a visão de que o trabalho do professor é fundamental e está em consonância, podendo até não ser consciente, com alguns dos pressupostos da teoria de aprendizagem, ou ensino por descoberta, proposta por Bruner.

Afirmativa 2: É possível trabalhar conceitos nas áreas de Química, Biologia e Meio Ambiente, com o assunto Ciclo do Nitrogênio, nas séries do Ensino Fundamental.

Tabela 8

Resposta e justificativa dos professores para afirmativa 2

Professor	Resposta	Justificativa
1	Sim	Na condição de se adaptar a linguagem à série em questão.
2	Não	Só quando é possível fazer o aluno entender essas relações para facilitar a compreensão do tema.
3	Sim	Concorda sem restrições.
4	Sim	Concorda sem restrições.
5	Sim	Concorda sem restrições.

Essa afirmativa permite tanto investigar se o professor promove um trabalho interdisciplinar com relação ao tema específico, quanto se ele estabelece relações com o contexto, utilizando os diferentes conceitos das diferentes áreas de conhecimento que podem ser envolvidas durante o trabalho. Quanto à resposta ‘sim’ ou ‘não’ dada para essa afirmativa, apenas P2 se coloca contrário, entretanto, a justificativa que ele aponta está em concordância com P1, o qual, na observação, discorda dos demais. P2, apesar de apresentar uma resposta negativa, indica possibilidade de uso de uma “linguagem acessível” (ver tabela 8), para “fazer o aluno entender essas relações”. Nesse caso, ele mostra uma preocupação em adequar o assunto à série, por meio de abordagens que respeitem as diferenças cognitivas dos alunos.

Em contrapartida, são preocupantes as justificativas de P3, P4 e P5, pois representam posturas que não vislumbram nenhum possível entrave para se trabalhar com conceitos de diferentes áreas e de diferentes níveis de aprofundamento os quais, indiscutivelmente, merecem abordagens apropriadas para cada série.

Afirmativa 3: O livro didático de Ciências é fundamental para se programar uma aula sobre o Ciclo do Nitrogênio.

Tabela 9

Resposta e justificativa dos professores para a afirmativa 3

Professor	Resposta	Justificativa
1	Não	Não utiliza, pois o livro didático não aborda o tema.
2	Não	Complementa com fichas e apostilas.
3	Não	Complementa com fichas, pois o livro didático é superficial.
4	Não	É fundamental, mas o tema não é abordado nos livros didáticos de Ciências.
5	Não	Utiliza diferentes livros didáticos para preparação da aula.

Todos os professores declaram que o livro didático não é necessário para elaboração das aulas sobre o Ciclo, entretanto, nota-se que P2 e P3 se contradizem nas justificativas apresentadas, ao afirmarem que o material precisa de complemento. Efetivamente, só se complementa algo quando ele não é suficiente para determinado fim e, nesse caso, os professores chegam a essa constatação por fazerem uso do livro didático. No caso de P4, ele discorda da afirmativa, mas informa que o livro é fundamental, o que suscita a inferência de que ele pode ou não abordar o tema em suas aulas, de acordo com a presença desse conteúdo nos livros didáticos.

Afirmativa 4: As abordagens sobre o Ciclo do Nitrogênio nos livros didáticos de Ciências são adequadas e atendem às suas necessidades como professor.

Tabela 10  
Resposta e justificativa para a afirmativa 4

Professor	Resposta	Justificativa
1	Não	O tema não é abordado nos livros didáticos de Ciências.
2	Sim	O livro explica a temática de forma adequada.
3	Não	Os livros didáticos de Ciências não abordam o tema.
4	Não	O tema não é abordado nos livros didáticos de Ciências, daí a necessidade de lançar mão de outros materiais de apoio.
5	Não	O assunto é abordado apenas na quinta série, e mesmo assim, de forma superficial.

As justificativas de P1, P3 e P4 em relação à afirmativa proposta estão baseadas em uma generalização, no mínimo, equivocada por parte desses professores, ao crerem que os livros didáticos não abordam o tema em foco. Essa convicção é, possivelmente, fruto da falta de um olhar mais crítico para o livro

didático, ou mesmo da falta de qualquer tipo de exame mais rigoroso dos materiais didáticos, visto que, das oito coleções analisadas nesta pesquisa, apenas uma não aborda o conteúdo Ciclo do Nitrogênio.

Com relação ao P2, ele afirma que as abordagens são adequadas, o que caracteriza o mesmo equívoco quanto à generalização e aos motivos que o levaram a ela, pois já foi comprovado que existem abordagens adequadas e não adequadas a respeito do assunto. Um outro equívoco cometido é afirmar, como faz o P5, que o assunto só é visto na quinta série, quando das oito coleções duas têm abordagens na oitava série, conforme sugerem os PCN.

As respostas dos professores revelam contradições entre as quatro afirmativas e as justificativas dadas por eles para cada uma delas. De maneira geral, é possível identificar, por meio desses comentários, posturas confusas desses profissionais quanto à valorização e utilização do livro didático de Ciências no tocante aos questionamentos específicos sobre o Ciclo do Nitrogênio. Os dados apresentados na tabela 11 representam uma síntese dessas contradições.

Tabela 11  
Contradições presentes nos comentários dos professores em relação às afirmativas 3 e 4

Afirmativas 3 e 4	Respostas	Contradições
O livro didático de Ciências é fundamental para preparar uma aula sobre o Ciclo do Nitrogênio.	Todos discordam da afirmativa.	Entretanto, apenas P1 afirma que não utiliza o livro didático.
As abordagens sobre o Ciclo do Nitrogênio nos livros didáticos de Ciências são adequadas e atendem às suas necessidades como professor.	Apenas P2 concorda com a afirmativa.	Todos utilizam o livro didático, exceto P1, mesmo esse material sendo insuficiente em informação.



Conforme retratam os dados da tabela 9, todos os professores entrevistados discordam da idéia de que o livro didático é fundamental para preparação de uma aula sobre o Ciclo do Nitrogênio, suscitando uma postura de independência em relação a esse material, ou talvez o desejo de ocultar o uso do livro didático como elemento importante para elaboração de suas aulas, seja ela sobre qual tema for. Apesar disso, apenas P1 deixa claro que não usa o livro didático para esse fim específico.

Todavia, analisando os comentários acerca da afirmativa 3, constata-se que, exceto P1, todos os entrevistados utilizam o livro didático. Essa constatação é possível a partir do momento em que eles afirmam que devem “complementar” com fichas, apostilas, entre outros materiais. Ora, quem complementa, complementa algo que não é suficiente para o objetivo que se quer alcançar. Ou seja, o livro didático, nesse contexto, não se basta.

Essa idéia é confirmada nos comentários feitos para a afirmativa 4. Todos concordam, exceto P2, que esse material didático é insuficiente em informações sobre o Ciclo e que o tratam de forma superficial e inadequada, por isso, são necessários instrumentos didáticos complementares. O objetivo, ao se fazer a afirmativa 4, foi verificar se os professores estão atentos às diferentes abordagens existentes nas coleções de Ciências, porque isso pressupõe a existência de um momento de análise crítica necessária para a escolha do livro que eles irão indicar para seus alunos e, obviamente, utilizar.

Quanto às afirmativas 1 e 2, todos admitem, a exceção de P2, que impõe restrições à segunda assertiva, a importância do ensino do Ciclo do Nitrogênio no Ensino Fundamental. Admitem, também, que é possível trabalhar diferentes conceitos de áreas diversas quando se aborda o tema em questão. Contudo, é

interessante perceber que, mesmo havendo todo esse reconhecimento, as abordagens em sala de aula estão diretamente relacionadas ao livro didático, conseqüentemente, à forma como esse material apresenta o tema. Se insuficientes, são complementados, se não “tratam” do tema, o trabalho em sala pode ou não existir.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ensinar Ciências é muito mais importante que simplesmente promover a fixação de termos científicos e fórmulas complexas, ou trabalhar experimentos cujos métodos puramente de repetição não ajudam o aluno a questionar e a tirar suas próprias conclusões sobre determinado fenômeno. E, nos dias atuais, a busca da problematização é um viés extremamente útil para o trabalho em sala de aula, sobretudo no ensino dessa disciplina.

A busca de situações de aprendizagem favorece a construção do conhecimento e as conseqüentes mudanças de atitudes tão desejadas por todos. Essa mudança de atitude está diretamente relacionada à aquisição de competências que permitam ao aluno interpretar fatos e desenvolver habilidades investigativas, não só em sala de aula, mas, sobretudo, em seu dia-a-dia.

Desse modo, os conteúdos devem, cada vez mais, retratar a realidade em toda a sua complexidade de relações, e para isso, precisam se aproximar o máximo possível do contexto sócio-cultural no qual o aluno está inserido, respeitando-se fatores cognitivos e o uso de linguagens adequadas. Nesse sentido, o comprometimento do professor, e em especial o de Ciências, precisa ser cada vez maior; ele deve assumir, mais do que nunca, o papel de mediador no processo ensino-aprendizagem. Assim sendo, não se deve mais aceitar a passividade/acomodação de alguns docentes na condução e construção de sua proposta de trabalho.

A autonomia do professor está diretamente relacionada ao reconhecimento que ele tem – e não pode deixar de ter – do seu papel na sociedade. Essa autonomia é um fator essencial na escolha do melhor caminho/metodologia para que

ele desenvolva o seu trabalho junto aos alunos, ou seja, o docente é diretamente responsável pelo como fazer e conduzir sua aula.

Dessa forma, a escolha dos materiais didáticos e a melhor maneira de utilizá-los passam pela conscientização do professor acerca da necessidade de estar sempre buscando atualizar-se e investir em si próprio. Isso certamente se refletirá em sala de aula e na satisfação do profissional. Logo, informar-se, ler, conhecer novas tecnologias constituem-se em caminhos possíveis e reais para o professor melhorar a qualidade do trabalho do docente, a fim de que ele não faça uma análise do livro didático, por exemplo, precipitada e, conseqüentemente, superficial.

Com relação a esse material, os entrevistados, ao atestarem que as abordagens dos livros didáticos em relação ao Ciclo do Nitrogênio são insuficientes ou que estes “não trazem” o tema, caem numa generalização indubitavelmente comprometedora. Ficou comprovado, afinal, que existem livros os quais abordam o tema com propriedade, assim como existem aqueles que são insuficientes em informações, o que significa que fazem uma abordagem da temática em questão, ainda que não possa ser considerada boa. Logo, basear-se na observação ou na certeza puramente indutiva de que os livros não abordam o tema em questão é um equívoco que necessita ser revisto pelo docente.

Das coincidentes respostas dos professores no que concerne à abordagem ou não do Ciclo do Nitrogênio por livros didáticos, podem-se concluir dois pontos. Ou eles não têm acesso às mais diferentes coleções de Ciências existentes no mercado editorial, e por isso não podem fazer uma análise mais aprofundada do livro didático, ou delegam aos colegas da área ou à própria escola a responsabilidade de escolha desse material.

O livro didático, como já explicitado anteriormente, ainda se caracteriza como o principal apoio para o professor de Ciências elaborar suas aulas, e isso ficou evidenciado nos comentários feitos pelos profissionais entrevistados. O material coletado mostrou que é praticamente inevitável o uso do livro didático como instrumento direcionador do trabalho docente.

Pode-se chegar a essa conclusão a partir do momento em que os professores, mesmo afirmando não utilizarem o livro didático, dizem que é necessário complementar esse material com fichas e apostilas. Ora, nesse caso, gera-se um contra-senso muito forte, posto que se não o utilizam, como podem complementá-lo? O comentário deixa implícito, então, que existe o uso desse material por parte do professor e, embora perceba os limites de abordagens do tema em questão, o docente faz uso desse material e de outros complementares, seja na elaboração das aulas, seja na concretização delas.

O fato de não se assumir a importância do uso do livro didático para esse fim pode, também, permitir que se levantem algumas questões importantes a serem discutidas e que já foram estudadas em pesquisas anteriores. Ainda existe, por exemplo, professor que desconhece as mudanças pelas quais os livros didáticos vêm passando e, independentemente do motivo, isso acaba por impedi-lo de fazer uma boa escolha do material com o qual irá trabalhar.

Por meio das análises feitas nos livros didáticos nesta pesquisa, percebe-se, por exemplo, que, mesmo quando os professores sugerem conteúdos possíveis de serem relacionados ao Ciclo do Nitrogênio, parece que o fazem com um conhecimento autônomo. Entretanto, este trabalho comprovou que os conteúdos programáticos CONSERVAÇÃO DO SOLO, RELAÇÕES E COMPOSIÇÃO

ATMOSFÉRICA são aqueles de que os autores se utilizam para uma abordagem indireta do tema em questão.

Quanto à análise dos livros didáticos, é preciso considerar a forma simplista e ineficiente das abordagens a que certos conteúdos de Ciências, e em especial o tema investigado, vêm sendo submetidos em algumas coleções. Afinal, essas falhas podem acabar por distorcer conceitos científicos e/ou comprometer a compreensão dos leitores.

De certa forma, a análise dos livros por hora apresentada vem confirmar a visão distorcida de que o conteúdo Ciclo do Nitrogênio, a exemplo de outros, por apresentar uma complexidade bioquímica, não deve ser trabalhado no Ensino Fundamental. Isso é interessante, pois na busca de simplificar a linguagem e tornar acessíveis conceitos diversos, apresentam-se para o leitor abordagens ineficientes, com equívocos conceituais que, incontestavelmente, comprometem a aprendizagem.

Um outro dado relevante é o de que a maioria dos autores cita a importância do Nitrogênio, das leguminosas e do processo de adubação verde, no volume da quinta série, como elementos importantes para a agricultura na recuperação dos solos. E de fato o é. Os autores utilizam figuras que demonstram áreas de plantio rural, como se esses livros tivessem como público-alvo unicamente alunos de áreas rurais, em que a agricultura é a referência mais próxima do seu cotidiano.

Sabe-se, porém, que essas obras atendem, sobretudo, a alunos dos grandes centros urbanos, onde o plantio de vegetais como fonte econômica não faz parte do dia-a-dia. Assim, essa forma de possibilidade de abordagem indireta do Ciclo em questão não conferirá a esse aluno habilidades e competências para que ele possa interferir em seu meio.

Os autores buscam, nesse caso, exemplos mais comuns para facilitar a compreensão, entretanto, acredita-se ser bastante difícil para estudantes que residem, por exemplo, em áreas urbanas, como o morro, terem nos livros exemplos da utilização de vegetais leguminosos que impeçam o deslizamento de terras das áreas onde moram. Ou ainda a utilização de arbustos de pequeno e grande porte para serem utilizados nas cidades. Esses são apenas alguns exemplos práticos, reais e possíveis de serem trabalhados com os alunos para o exercício da verdadeira cidadania.

Na verdade, o livro didático representou, durante muito tempo, o vilão no processo de aprendizagem, e talvez por esse motivo alguns professores insistam em afirmar que não o utilizam. Historicamente, muitos fatores contribuíram para isso. Entretanto, na última década, pesquisas fomentaram ações que direcionaram o livro didático na busca de uma melhor qualidade metodológica e gráfica, e é incontestável o reconhecimento dos avanços que esse material vem apresentando. É também indiscutível que ainda se encontram no mercado materiais que comprometem esse avanço, mas a tendência é que seus autores realmente assumam essas mudanças e não fiquem apenas com retóricas frases de capas, meio que, lamentavelmente, ainda tem garantido uma vendagem bastante significativa.

## REFERÊNCIAS

AMABIS, J.M.; PAULINO, G.R. **Fundamentos da Biologia Moderna**. São Paulo: Moderna, 2002.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química: questionando a vida cotidiana e o meio ambiente**. Porto Alegre: Bookman, 1999.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70 Ltda, 1977. 233 p.

BIZZO, N. **Ciências: fácil ou difícil?** São Paulo: Ática, 1998.

BITTENCOURT, C. M. F. **Livros Didáticos: Concepções e Usos**. Recife: SEE, 1997

BRASIL, Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC/SEF-1986

\_\_\_\_\_, Ciências Naturais. Brasília: MEC/SEF-1998.

BRUNER, J.S. **O processo da educação**. São Paulo, Nacional, 1977

CANTO, E. L. **Ciências Naturais: aprendendo com o cotidiano**. São Paulo: Moderna, 1999.

CARVALHO, A. M. P. de. **Ensino de Ciências: unindo pesquisa e prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004

CHASSOT, A. **O Ensino de Ciências no Começo da Segunda Metade do Século da Tecnologia**. In: LOPES, A.C. ; MACEDO, E. (org.); Currículo de Ciências em Debate. São Paulo: Papyrus, 2004. 192 p.



DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A e PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos.** São Paulo : Cortez, 2003.

FERREIRA, M. S.; SELLES, S. E; Análise de Livros Didáticos em Ciências: entre as Ciências de referência e as finalidades sociais da escolarização. **Revista Educação em Foco**, v.8, nº 1, mar/ago 2003.

Disponível em: <http://www.faced.ufjf.br/educacaoemfoco> Acesso: 10 de janeiro 2006.

FRANCO, M.L.P.B. **Análise do Conteúdo.** Brasília: Plano Editora, 2003. 72 p.

FREITAG, B; MOTTA, V. R. e COSTA, W. F. da. **O Livro Didático em Questão.** São Paulo: Cortez, 1997.

FURTH, H.G. **Piaget e o conhecimento: fundamentos teóricos.** Rio de Janeiro, Forense-Universitária, 1974.

GALLO, L.A. **O Nitrogênio e o Ciclo do Nitrogênio.** São Paulo.  
<[http://www.ciagri.usp.br/\\_luagallo/NITROGE.htm](http://www.ciagri.usp.br/_luagallo/NITROGE.htm)  
Acesso em 28 agosto 2005

GUIA DE LIVROS DIDÁTICOS 2005: v. 04: CIÊNCIAS. Brasília: Ministério de Educação – Secretaria de Educação Infantil e Fundamental, 2004.

KRASILCHIK, M. **O Professor e o Currículo de Ciências.** São Paulo: EPU, 1987.

LOPES, S. **Biologia.** São Paulo: Scipione, 1997

MACHADO, N. J. **Ensaio Transversais: Cidadania e Educação.** São Paulo: Escrituras, 1997

MACHADO, S.D.A . **Educação matemática: uma introdução.** São Paulo:EDUC, 2002

MARTINS, C. R.; PEREIRA, P. A. de; LOPES, W. A. e ANDRADE, J. B. de. Ciclo Globais de Carbono, Nitrogênio e Enxofre: A importância da Química da Atmosfera. **Química Nova na Escola**, São Paulo, nº 5, p.28-41, nov. 2003.

MENDONÇA, R. J.; CAMPOS, A. F. e JÓFILI, Z. M. S. O Conceito de Oxidação-Redução nos Livros Didáticos de Química Orgânica do Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, São Paulo, nº 20, p. 45-48. nov. 2004

MILAGRES, V.S.O.; JUSTI, R.S. Modelos de Ensino de Equilíbrio Químico – Algumas Considerações Sobre o Que Tem Sido Apresentado em Livros Didáticos no Ensino Médio. **Revista Química Nova na Escola**. Nº 13, maio, 2001.

MINAYO, M. C. de S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 8ª ed – São Paulo: Hucitec, 2004, 269 p.

MOREIRA, M.A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999. 195 p.

MORGANTE, P.G. Fixação Biológica e assimilação do Nitrogênio. São Paulo.  
<[http:// www.ciagri.usp.br/lazaropp/fisiovegGRAND/ met.nitro.htm](http://www.ciagri.usp.br/lazaropp/fisiovegGRAND/met.nitro.htm) . Acesso em: 28 de ago 2005

NETO, J.M.; FRACALANZA, H. O Livro Didático de Ciências: Problemas e Soluções. **Revista Ciência e Educação**, v. 9, nº 2, 2003.

PAULINO, W.R. **Biologia: novo Ensino Médio**. São Paulo: Ática, 2000.

PEIXOTO, E.M.A. Elemento Químico: Nitrogênio. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, nº6, nov.1997.

QUADROS, A.L. de. A água Como Tema Gerador do Conhecimento Químico. **Revista Química Nova**, nº 20, nov, 2004.

SILVA, E. T. da. **Em Aberto - Livro Didático: do ritual de passagem à ultrapassagem**. Brasília, ano 16, Jan/Mar. 1996.

SOARES, J. L. **Biologia no terceiro milênio**. São Paulo: Scipione, 1999.

TAVARES, J.; ALARCÃO, I. **Psicologia do Desenvolvimento e da Aprendizagem**. Coimbra: Almedina, 1985.

TIEDERMANN, P.W. Conteúdos de Química em Livros Didáticos de Ciências. **Revista Ciência e Educação**, v.5, nº 2, p. 15-22, 1998

UZUNIAN, A e BIRNER, E. **Biologia 3**. São Paulo: Harbra, 2002.

WORTMANN, M<sup>a</sup>. L.C. **Currículo e Ciências – As Especificidades Pedagógicas do Ensino de Ciências**. In.: COSTA, M.V. (org.); O Currículo nos Limiares do Contemporâneo. Rio de Janeiro: DP e A editora, 2003

VASCONCELOS, S.D.; SOUTO, E. O Livro Didático no Ensino Fundamental – Proposta de Critérios Para Análise do Conteúdo Zoológico. **Revista Ciência e Educação**, v.9, nº 1, p.93 – 104, 2003.

## QUESTIONÁRIO

Prezado(a) professor(a),

Espero contar com seu apoio no que diz respeito ao preenchimento deste questionário, que tem como principal objetivo contribuir para a produção de minha dissertação de mestrado em Ensino das Ciências. Antecipadamente, agradeço sua valiosa colaboração.

Dados Pessoais:

**Sexo:** Feminino  Masculino

### 1. Faixa etária:

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Entre 20 e 25 anos | <input type="checkbox"/> Entre 26 e 30 anos |
| <input type="checkbox"/> Entre 31 e 35 anos | <input type="checkbox"/> Entre 36 e 40 anos |
| <input type="checkbox"/> Entre 41 e 45 anos | <input type="checkbox"/> Entre 46 e 50 anos |
| <input type="checkbox"/> Entre 51 e 55 anos | <input type="checkbox"/> Entre 56 e 60 anos |
| <input type="checkbox"/> Entre 61 e 65 anos | <input type="checkbox"/> Mais de 65 anos    |

### 2. Formação Acadêmica:

- Graduação em \_\_\_\_\_
- Especialização em \_\_\_\_\_
- Mestrado em \_\_\_\_\_
- Doutorado em \_\_\_\_\_

### 3, Experiência no Magistério:

Tempo que leciona: \_\_\_\_\_ anos

Disciplina (s) que leciona \_\_\_\_\_

- Ensino Fundamental     Ensino Médio

*A seguir, há afirmativas com as quais você pode concordar ou não. Para indicar o seu ponto de vista, coloque em cada quadrado a letra **A**, se houver concordância, e **B**, se você discordar do que é afirmado. É importante que você justifique seu posicionamento no espaço indicado após cada questão. As afirmativas versarão sobre apenas dois temas, o Ciclo do Nitrogênio e o Livro Didático.*

1. É possível trabalhar no Ensino Fundamental o tema Ciclo do Nitrogênio.

Justificativa:

---

---

---

---

---

---

---

2. É possível trabalhar conceitos nas áreas de Química, Biologia, Meio Ambiente, com o assunto Ciclo do Nitrogênio, nas séries do Ensino Fundamental.

Como você faria isso?Justificativa:

---

---

---

---

---

---

---

3. O livro didático de Ciências é fundamental para programar uma aula sobre o Ciclo do Nitrogênio.

Como você o utilizaria?Justificativa:

---

---

---

---

---

---

---

4. As abordagens sobre o Ciclo do Nitrogênio nos livros didáticos de Ciências são adequadas e atendem às suas necessidades como professor.

Justificativa:

---

---

---

---

---

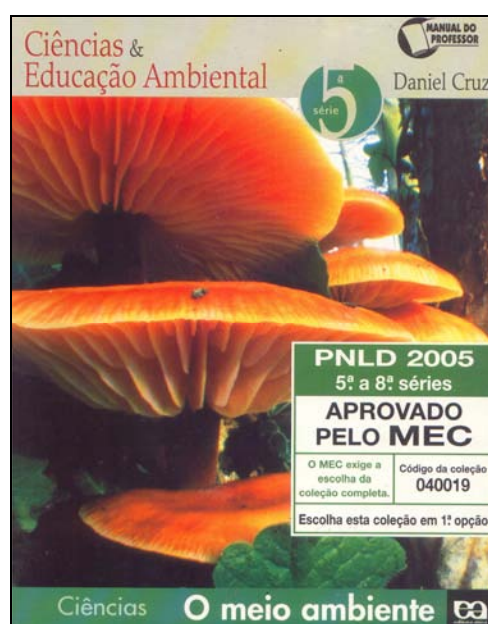
---

---

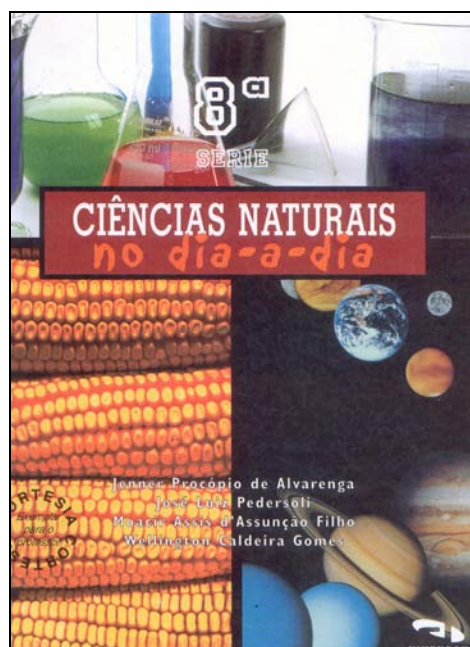
Coleção 1



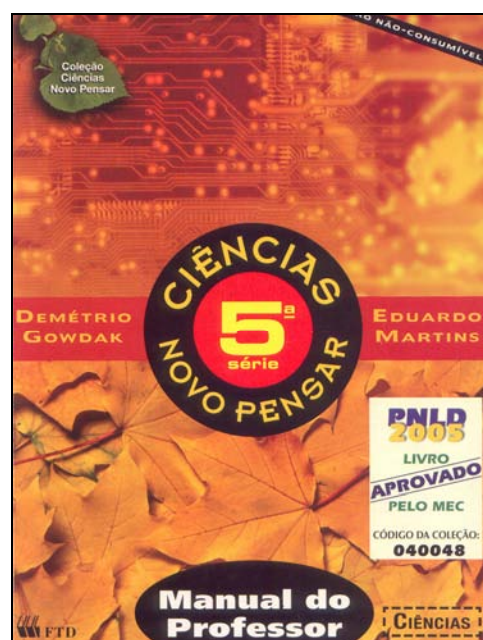
Coleção 2



Coleção 3

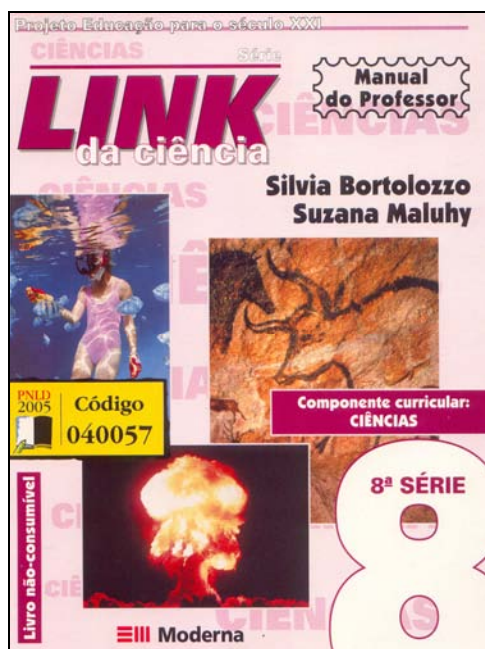


Coleção 4

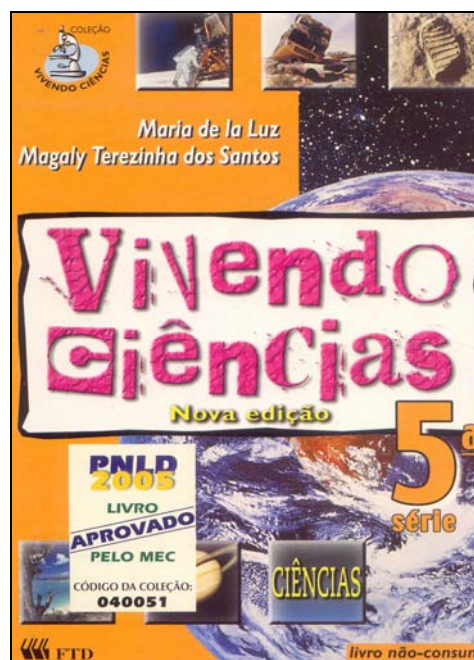




Coleção 5



Coleção 6



Coleção 7



Coleção 8

