



MUDANÇAS E SIMPLIFICAÇÕES DO SABER CIENTÍFICO AO SABER A ENSINAR: UMA ANÁLISE DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DO CICLO DO NITROGÊNIO EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO

Rogério da Silva¹
Rita de Cássia Frenedo²

¹ Secretaria Estadual de Educação, rogervieiraunicul@yahoo.com.br

² Universidade Cruzeiro do Sul, ritafrenedo@yahoo.com.br

Resumo

O ciclo do nitrogênio representa um dos mais importantes e complexos ciclos biogeoquímicos, pois envolve um processo dinâmico de troca de energia entre a atmosfera, a matéria orgânica e compostos inorgânicos. Logo, 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, Química, Meio Ambiente, entre outras. Face à possível ausência de trabalhos com esse tema em sala de aula, o objetivo desse trabalho foi analisar as concepções que os livros didáticos apresentam quanto à ciclagem de nitrogênio no meio ambiente, e, verificar as mudanças e simplificações do saber científico, desde a sua produção, até a sua introdução nos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio.

Palavras-chave: transposição didática, livro didático, ciclo do nitrogênio.

Abstract

The cycle of nitrogen represents one of the most important and complex biogeochemical cycles, because it involves a dynamic process of an exchange of energy between the atmosphere, organic and inorganic compounds. Therefore, the study of this theme can generate in students the knowledge of certain concepts chemical and biological, besides providing thematic and raising questions which require a deepening in areas of knowledge as Geography, Chemistry, Environment, among others. In view of the possible absence of work with this theme in the classroom, the objective of this work was to analyze the ideas that the textbooks present on the cycling of nitrogen in the environment, and, to verify the changes and simplifications of scientific knowledge, since its production, up to its introduction in textbooks of Biology of Secondary Education.

Keywords: didactic conversion, textbook, cycling of nitrogen.

INTRODUÇÃO

Mais do que fornecer informações é fundamental que o ensino de Biologia se volte para o desenvolvimento de competências que permitam ao aluno lidar com as informações, compreendê-las, elaborá-las e refutá-las quando for o caso, enfim compreender o mundo e nele agir com autonomia, fazendo uso dos conhecimentos adquiridos da Biologia e da tecnologia (ACEVEDO et al., 2003; BRASIL, 1999).

No ensino de Biologia é essencial o desenvolvimento de posturas e valores pertinentes às relações entre os seres humanos, entre eles e o meio, entre o ser humano e o conhecimento, contribuindo para uma educação que formará indivíduos sensíveis e solidários, cidadãos conscientes dos processos e regularidades do mundo e da vida, capazes de realizar ações práticas, fazer julgamentos e tomar decisões.

O ciclo do nitrogênio é um dos mais importantes e complexos ciclos biogeoquímicos. Este ciclo descreve um processo dinâmico de intercâmbio entre elemento e os muitos compartimentos dos ecossistemas naturais (CHAGAS, 2007; NUNES et al., 2003; CORDEIRO, 2004; SODEK, 2003; LEHNINGER et al. 2000) e antropogênicos (NUNES et al. 2003) e ainda temas ligados como nutrição e excreção. O ensino do ciclo do nitrogênio geralmente é feito de maneira teórica e às vezes praticado inadequadamente, trazendo a proliferação de um conhecimento totalmente fragmentado pelos alunos.

O ensino do ciclo do Nitrogênio é uma atividade onde aos alunos são apresentadas diversas moléculas nitrogenadas de importância biológica e as reações de transformação dos compostos nitrogenados durante o ciclo. Entretanto, face à possível ausência de trabalhos com esse tema em sala de aula, e, estudos desenvolvidos por alguns pesquisadores, com o objetivo de investigar idéias de estudantes sobre ciclos biogeoquímicos e a prática de professores, têm demonstrado que tanto os temas gerais, quanto temas mais específicos – ciclagem de nitrogênio – são muito mal compreendidos pelos nossos estudantes. Para que os estudantes construam seu conhecimento é essencial integrar conteúdos e processos de produção científica por meio de transformações adaptativas, realizadas pela transposição didática e que, vão torná-lo aptos a tomar um lugar entre os objetos de ensino contido nos programas e livros didáticos (CARVALHAL, 2000).

A escola, dentre suas principais funções, tem o papel da transmissão de conhecimentos produzidos pela humanidade. Os conhecimentos científicos na medida em que são elaborados, passam por processos de codificação, sendo que os processos didáticos devem considerar os códigos científicos. Contudo, tais códigos passam por uma decodificação ou transposição para ser apreendida pelos alunos.

Tais transformações, realizadas pela transposição didática, tornam acessíveis os conhecimentos científicos e são feitos por diferentes atores, pertencentes às diversas instâncias sociais relacionadas com a educação – órgãos oficiais de educação, universidades, pesquisadores, professores, divulgadores etc - onde ocorrem as transformações do conhecimento com finalidade de ensino (PINHO ALVES, 2001). Esses atores instituirão o que Chevallard (1991) denominou noosfera.

Um conteúdo do saber que foi designado como saber a ensinar sofre a partir daí, um conjunto de transformações adaptativas que vão torná-lo apto para ocupar um lugar entre os objetos de ensino. O trabalho que transforma um objeto do saber a ensinar em um objeto de ensino é denominado de Transposição Didática (CHEVALLARD, 1991, p.31).

Ao desenvolver o conceito de transposição didática, Chevallard (1991) nos mostrou que, o “saber sábio”, ao se transformar em “saber ensinado”, é descontextualizado, naturalizado, despersonalizado e descontemporaneizado. Dessa maneira, o saber científico é referência principal para o saber ensinado, entretanto, ao ser transposto, um novo saber é produzido, o que indica a existência de produção de conhecimento no espaço escolar, ou seja, os conhecimentos científicos na medida em que são elaborados, passam por processos de codificação ou transposição para ser aprendido pelo aluno.

Um grande desafio do professor é transformar um conhecimento científico em um conteúdo didático. De fato, teorias complexas, sem perder suas propriedades e características, precisam ser transformadas para serem assimiladas pelos alunos. Assim, a transposição didática pode ser concebida como um conjunto de ações transformadoras que tornam um saber sábio em saber ensinável. “Um processo transformador exige a determinação ou adoção de um ponto de partida ou ponto de referência. O ponto de referência ou o ‘saber de referência’ adotado é o saber produzido pelos cientistas, de acordo com as regras do estatuto da comunidade à qual pertence” (PINHO ALVES, 2001).

Não se trata, contudo, de se incorporar elementos da ciência contemporânea, simplesmente por conta de sua importância instrumental utilitária, mas sim como instrumento capaz de propiciar aos alunos uma visão de mundo atualizada, para que o aluno possa ser visto como um futuro pesquisador, no sentido do desenvolvimento de uma postura social crítica e especulativa dentro e fora da sala de aula (BRASIL, 1999). Além disso, se incorporam questões mais amplas sobre o desenvolvimento científico e tecnológico, preparando o indivíduo para a vida em uma sociedade científica e tecnológica, onde assume um papel essencial e crítico (ACEVEDO et al. 2003).

Assim como o saber sábio é submetido a regras e linguagem específicas, o saber a ensinar também tem suas próprias regras durante o processo de transposição didática. De acordo com Chevallard (1991), o saber sábio deverá sofrer um processo de degradação, onde ocorre a perda do contexto original de sua produção por descontextualização.

Em função da reconhecida utilização de livros didáticos no ensino (FRACALANZA, 2006, GAYAN E GÁRCIA, 1997, ZABALA, 2007, FREITAG et al, 1989, MACEDO, 2004) e a relevância de se investigar temáticas ligadas aos materiais didáticos (CICILLINI, 1997, FRACALANZA, 1992, FRACALANZA, 2006), particularmente as que se referem à análise e discussão, por exemplo, dos conceitos de ciência, prática científica, teorias científicas e de diferentes ênfases para abordagem de conteúdos científicos propostos para a educação básica, neste trabalho, buscamos analisar as concepções que os livros didáticos apresentam quanto à ciclagem de nitrogênio no meio ambiente, e, verificar as mudanças e simplificações do saber científico, desde a sua produção, até a sua introdução nos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio.

METODOLOGIA

Chevallard (1991) afirma que a transformação do saber acadêmico em saber escolar se faz em diferentes instâncias ou etapas que apesar de apresentarem vínculos estreitos não devem ser confundidas. Esse autor identifica dois momentos dessa transposição: a transposição externa que se passa no plano do currículo formal e ou dos livros didáticos e a transposição interna que ocorre em sala de aula no momento em que o professor produz o seu texto de saber, isto é, no decorrer do currículo em ação.

Para este estudo, inicialmente foi feita a análise da transposição didática do saber científico em saber acadêmico, através da comparação da abordagem do ciclo do

nitrogênio em livros de Ecologia utilizados em nível universitário. Os livros selecionados nesta pesquisa foram os mais usados dentre as universidades brasileiras: (RICKLEFS, MILLER, 2000; DAJOZ, 2005; TOWNSEND et al., 2006).

Como bibliografia de referência foram utilizados artigos científicos e quanto ao saber científico limitou-se aos conteúdos a serem analisados nos artigos científicos, pois, este conhecimento difere do conhecimento acadêmico por ser atual, articular o velho ao novo e tornar mais compreensíveis os conceitos anteriores. Para Cordeiro (2004), as plantas têm a capacidade de assimilar o N inorgânico do ambiente, bem como todos os outros compostos orgânicos nitrogenados utilizados por elas. Entretanto, o N do ar não é aproveitável diretamente pela planta, mas incorporado com ajuda de microrganismos diazotróficos (bactérias, cianobactérias e fungos), através de processo simbiótico. Dessa maneira, verificamos a importância de esclarecermos que as bactérias não funcionam como adubo vivo, mas como microrganismos que permitem a oxidação de íons amônio (NH_4^+) ou amônia (NH_3) presente nos solos.

Além disso, os trechos dos livros selecionados e da bibliografia de referência que abrangiam os conteúdos a serem analisados foram comparados entre si, com a finalidade de se verificar onde estavam as aproximações e os distanciamentos entre os conhecimentos abordados pelos livros universitários e a bibliografia de referência (saber científico).

Após uma análise inicial do conteúdo (etapas do ciclo, espécies envolvidas, e aspectos sobre a construção do conhecimento científico), foi utilizada uma ferramenta proposta por Franzolin (2006), que permitiu diferenciar os tipos de distanciamentos encontrados entre o saber científico e o saber acadêmico:

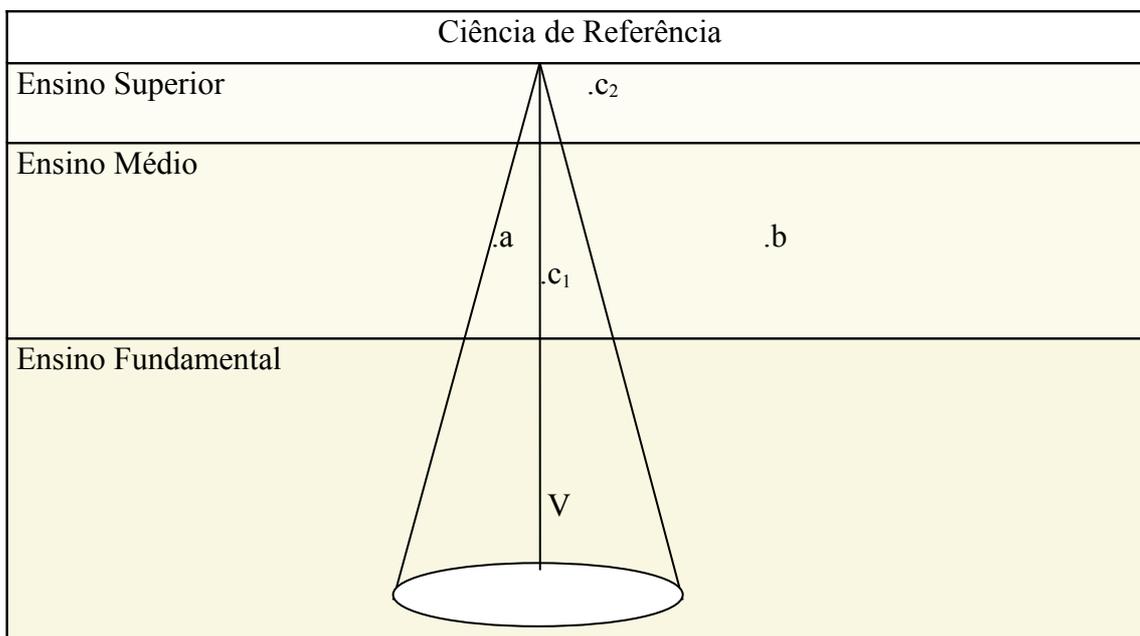


Figura 1. Representação de possíveis tipos de distanciamento encontrados entre os conhecimentos ensinados nos diferentes níveis de ensino e aqueles apresentados pela referência. (FRANZOLIN, 2006, adaptado).

Nesta ferramenta observa-se que o eixo V refere-se ao componente étario acadêmico, onde estão localizados os distanciamentos verticais que possuem um maior rigorismo com relação à referência. O cone que o rodeia abriga os demais conhecimentos, que se distanciam verticalmente da referência nos diferentes níveis de ensino.

Verifica-se que estão representadas três faixas distintas de conhecimentos, sendo uma correspondente aos conhecimentos ensinados no ensino fundamental, outra correspondente aos conhecimentos ensinados no ensino médio e finalmente a correspondente aos conhecimentos ensinados no ensino superior.

Cada ponto destacado representa um conhecimento dentre muitos outros ensinados. O ponto *a* refere-se ao ciclo do nitrogênio ensinado no ensino médio que se distancia verticalmente da referência e, portanto localiza-se dentro do cone. O ponto *b* refere-se ao ciclo do nitrogênio ensinado também no ensino médio que se encontra distanciado horizontalmente da referência e, portanto, localiza-se fora do cone. Já o ponto *c₁* representa o ciclo do nitrogênio que, ao ser ensinado no ensino médio, caracteriza-se como decorrente do distanciamento vertical, pois é proveniente de uma transposição didática necessária ao nível de ensino correspondente. Entretanto, devido ao maior rigorismo no ensino superior, esse mesmo conhecimento, representado pelo ponto *c₂*, encontra-se afastado horizontalmente ao ser ensinado nesse nível de conhecimento, caracterizando-se como um laxismo com relação à referência (FRANZOLIN, 2006).

Para a análise da transposição do ciclo do nitrogênio, esses distanciamentos foram classificados em duas categorias. Uma delas seria o distanciamento vertical, o qual é originado pela transposição do conhecimento científico para cada nível de ensino, sendo necessário para facilitar o aprendizado para alunos de diferentes faixas de ensino. Para Franzolin (2006), este está representado por um eixo central, e todos os conhecimentos que estão inseridos dentro do cone que o rodeia seriam provenientes de um distanciamento desta categoria. O outro tipo de distanciamento seria o horizontal. Este se refere ao distanciamento em relação ao eixo determinado pelo rigorismo e, portanto, gera conhecimentos que se encontram fora do cone que o rodeia, sendo decorrente da flexibilidade do conhecimento ensinado com relação ao rigorismo relacionado à referência. Portanto, um conhecimento que se distancia horizontalmente da referência pode tratar-se, por exemplo, de um conhecimento cotidiano, ou um conhecimento criado por quem ensina visando utilizá-lo apenas como estratégia didática, ou até mesmo um conhecimento caracterizado como uma incorreção, a qual se diferencia do erro conceitual, por não impedir que o aluno posteriormente construa um conceito correto.

Posteriormente, foi feita a análise da transposição didática do ciclo do nitrogênio em livros didáticos indicados no catálogo do programa nacional do livro de Biologia para o Ensino Médio (PNLEM/2007). A análise fundamentou-se na observação dos aspectos pedagógicos e metodológicos dos livros, tendo como referencial Chevallard (1991), Astolfi e Develay (1995), os PCNEM (BRASIL, 1999), Vasconcelos e Souto (2003), a proposta do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (BRASIL, 2006), bem como o Guia de Livros Didáticos de Ciências (PNLD, 2008).

Dentre as opções disponíveis no catálogo do programa nacional do livro de Biologia para o Ensino Médio (PNLEM/2007), as coleções selecionadas para análise foram: LINHARES e GEWANDSZNAJDER (2005), AMABIS e MARTHO (2005), LOPES e ROSSO (2005).

Foram selecionados os seguintes eixos prioritários para a análise dos livros: aspectos sobre correção conceitual, aspectos pedagógicos metodológicos, aspectos sobre a construção do conhecimento científico, aspectos sobre correção conceitual e compreensão, aspectos sobre o livro do professor, aspectos gráfico-editoriais, pesquisa, experimentação e prática, e, cidadania e ética (BRASIL, 2006).

Na avaliação da abordagem teórica procuramos estabelecer critérios voltados para o enfoque científico, correlacionando-o com aspectos educacionais como, por

exemplo, o grau de cognição, o estímulo a problematização e o nível de contextualização do conhecimento. Partimos do princípio de que as informações trabalhadas nos livros didáticos devem promover o contato do aluno com o conhecimento disponível, possibilitando a compreensão da realidade que o cerca (CHEVALLARD, 1991, VASCONCELOS, SOUTO, 2003). Os critérios propostos visaram identificar a adequação entre o conteúdo científico abordado nos livros e o universo cognitivo daqueles a quem se destina.

Para a compreensão do processo de transformação do conhecimento científico foi utilizado como referencial teórico Chevallard (1991). Para ele, os objetos de conhecimento passam por transformações que os transformam em objetos de ensino. As transformações realizadas pela transposição didática tornam acessíveis os conhecimentos e são feitas por diferentes atores pertencentes às diversas instâncias sociais relacionadas com a educação – órgãos oficiais de educação, universidades, pesquisadores, professores, divulgadores etc - onde ocorrem as transformações do conhecimento com finalidade de ensino.

De acordo com a adequação dos aspectos teórico-metodológicos, os livros foram classificados em 4 categorias: ótimo, bom, regular e insatisfatório. O livro didático foi qualificado como ótimo quando apresentou satisfatoriamente entre 90% e 100% dos critérios de qualificação analisados. Bom para os livros que apresentaram entre 70% e 89%. Já, os livros que apresentaram frequência entre 50% e 69% foram considerados regulares, e, os com frequência inferior a 50% foram considerados insatisfatórios.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análise dos livros universitários

Comparando-se o conhecimento dos artigos científicos aos conteúdos apresentados por Townsend et al. (2006), foi encontrado um distanciamento vertical ao constatarmos que, ao tratar do ciclo do nitrogênio não estão claras as etapas de transformação do elemento químico no que o nitrogênio atmosférico ao longo do ecossistema. Para a fixação biológica foram observados distanciamentos vertical e horizontal, pois não se apresentam todos os microrganismos envolvidos, somente o *Rhizobium* foi apresentado.

Materiais de excreção (exsudados liberados pelas raízes) apresentados pelo livro se tratam de flavonóides secretados pelo sistema radicular do hospedeiro quando se estabelece a simbiose entre o hospedeiro (planta) e o simbiote (CORDEIRO, 2004).

A obra analisada não cria condições para a aprendizagem, como processo de produção cultural do conhecimento, valorizando a história e a filosofia das ciências, ou seja, não há um tratamento da história da ciência integrado a construção dos conceitos desenvolvidos.

Em Dajoz (2005), há uma distância vertical do saber científico ao tratar o ciclo somente no aspecto das transformações químicas do nitrogênio e de compostos nitrogenados. Horizontalmente, o distanciamento do saber científico ocorreu por considerar que: "...o nitrogênio atmosférico só pode ser utilizado por raros organismos". Ainda foram observados os seguintes problemas: o conhecimento científico não se apresenta contextualizado e não há um tratamento da história da ciência integrado a construção dos conceitos desenvolvidos. Por exemplo, o livro apresenta que a fixação de nitrogênio é pequena e deve ser compensada pelo uso de fertilizantes. Esta informação é equivocada pois quando se analisa o artigo de Baca et al. (2000), verifica-se que o ciclo de nitrogênio é responsável pela transformação de 60% do nitrogênio atmosférico, ou seja, $3.10^9 \text{ ton}^{-1} \text{ ano}$. No entanto, o livro de Dajoz (2005) incentiva uma

postura conservacionista, uso e manejo corretos do ambiente, estabelecendo relações entre o conhecimento científico e o exercício.

Parâmetro	1				2				3			
Aspectos sobre correção conceitual e compreensão												
Aspectos pedagógicos metodológicos												
Aspectos gráfico-editoriais												
Aspectos sobre a construção do conhecimento científico												
Cidadania e ética												

Figura 2. Eixos prioritários para análise da transposição didática do ciclo do nitrogênio em livros de Ecologia utilizados em nível universitário. 1 – Townsend et al (2006), 2 – Rickleffs e Miller (2000), 3 – Dajoz (2005), O – Ótimo, B – Bom, R – Regular e I – Insatisfatório.

Em relação aos aspectos gráfico-editoriais observamos utilização de recursos gráficos para mostrar a hierarquização das estruturas (títulos, subtítulos e outros), referenciais bibliográficos, sumários e índice. Entretanto, as distribuições dos textos e das ilustrações não constituem uma unidade visual adequada.

Em Rickleffs e Miller (2000), observou-se linguagem gramatical correta, clara e objetiva. Quanto às informações para compreensão do ciclo do nitrogênio e sua fixação biológica, houve distanciamentos verticais e horizontais. Quanto aos aspectos pedagógico-metodológicos, o conhecimento científico não se apresentou contextualizado, não há um apontamento da história da ciência visando à construção dos conceitos desenvolvidos, articulando saber velho com saber novo, justificado por Chevillard (1991): “o novo se apresenta como que esclarecendo melhor o conteúdo antigo, e o antigo hipotecando validade ao novo”.

A história da Ciência pode fazer bem mais pelo ensino como, por exemplo, mostrar através de episódios históricos o processo gradativo e lento da construção do conhecimento, permitindo que se tenha uma visão mais concreta da natureza real da ciência, seus métodos e limitações (MARTINS et al. 2001).

Nas obras analisadas a FBN não aparece como um processo que envolve um complexo enzimático, com o envolvimento de genes estruturais e reguladores, que controlam vários aspectos da nodulação como especificidade do hospedeiro, infecção e nodulação, que catalisa reações envolvendo N_2 , íons hidrogênio e elétrons livres, com formação de amônia, em meio alcalino. (LEHNINGER, 2000, MAIER ET AL, 2000, CORDEIRO, 2004).

Análise dos livros didáticos do ensino médio.

Observamos que, quanto à redação, a obra de Amabis e Martho (2005), apresentou utilização de linguagem gramaticalmente correta, clara e objetiva, porém as informações se apresentaram insuficientes para compreensão do ciclo: vocabulário específico no texto ou glossário, as reações químicas ocorrentes e mecanismos que permitem a FBN. Considera-se uma obra incapaz de estimular a leitura e a exploração crítica do assunto pelos alunos. O texto principal sobre o ciclo do nitrogênio da coleção de Amabis e

Martho (2005) apresenta elementos muito frequentes no discurso didático: as recapitulações; observamos que os autores recapitulam algo compartilhado com o leitor em outros volumes da coleção.

Assim, o assunto não se apresenta estranho ao leitor. Além de recuperar, por meio de uma linguagem didática, o assunto já tratado em capítulos anteriores, há uma transferência de significados do tema abordado num contexto já conhecido para um novo contexto que está sendo introduzido, porém, não sendo suficientes para a aprendizagem do ciclo do nitrogênio pelos alunos.

Parâmetro	1	2				3							
Aspectos sobre correção conceitual													
Aspectos pedagógicos metodológicos													
Aspectos sobre a construção do conhecimento científico													
Aspectos sobre correção conceitual e compreensão													
Aspectos sobre o livro do professor													
Aspectos gráfico - editoriais													
Pesquisa, experimentação e prática													
Cidadania e ética													

Figura 3. Eixos prioritários para análise das obras didáticas de Biologia do Ensino Médio. 1 – Amabis e Martho (2005), 2 – Lopes e Rosso (2005), 3 – Linhares e Gewandsznajder (2005), O – Ótimo, B – Bom, R – Regular e I – Insatisfatório.

No livro de Linhares e Gewandsznajder (2005), foram encontrados problemas conceituais, ausência de glossário e vocabulário específico.

Em Lopes e Rosso (2005), os conceitos não são apresentados de maneira clara. As informações relativas à figura presente na página 549, não se apresentam de maneira a descrever corretamente informações relativas ao ciclo do nitrogênio e sua fixação biológica, “fotografia de nódulos de bactérias fixadoras de nitrogênio em raízes de leguminosas (bacteriorrizas)”.

Durante o processo de transformação do saber científico para saber a ensinar, no caso dos livros didáticos analisados, houve uma redução significativa de informações, como por exemplo, ao serem eliminadas informações referentes a pesquisadores e procedimentos de investigação, há uma mudança na visão da natureza da ciência, que é apresentada no texto didático como uma atividade neutra, objetiva e que busca a verdade.

No processo de transposição didática foram observadas, as substituições lexicais e as menores densidades léxicas do texto didático. Se por um lado elas permitem tornar a leitura do texto mais acessível a um público de não especialistas, por outro nos cabe

perguntar em que medida as substituições transformam padrões linguísticos fundamentais que caracterizam o pensamento e atividade científica.

Observa-se que Linhares e Gewandsznajder (2005) utilizam o vocábulo “fabricação” ao se referir à “síntese” de proteínas e ácidos nucléicos pelo vegetal, “... os nitratos são absorvidos e utilizados pelas plantas na fabricação de suas proteínas e de seus ácidos nucléicos. Pela cadeia alimentar, passam para o corpo dos animais.” Se por um lado essa analogia permitiu tornar a leitura mais acessível cabe perguntar: qual o peso dessa analogia? É difícil separar a aprendizagem das ciências da aprendizagem da linguagem científica, pois, trata-se de um gênero de discurso distinto, construído a partir de elementos dos gêneros de discurso científico, didático e cotidiano, refletindo as condições e os objetivos do meio social em que se insere – no caso, a escola.

Os autores dos livros didáticos apropriam-se do conhecimento veiculado por textos que pertencem a alguns gêneros de discursos (científico, jornalístico, literário) e elabora um outro modo discursivo (BRAGA, MORTIMER, 2005), podendo ocorrer um deslocamento de interpretação. A linguagem científica tem uma estrutura sintática e discursiva própria e faz uso de um léxico específico, que a distingue da linguagem cotidiana (BRAGA, MORTIMER, 2005). Assim, para compreender uma ciência faz-se necessário aprender também sua linguagem, o que implica conhecer não só o seu vocabulário específico, mas também seu processo de pensamento e seus modos peculiares de discursos. Tais implicações, freqüentemente, tornam a linguagem científica estranha e pouco acessível aos alunos.

Em relação aos aspectos gráfico-editoriais observa-se utilização de recursos gráficos para mostrar a hierarquização das estruturais (títulos, subtítulos e outros), qualidade da revisão e impressão, distribuição dos textos e ilustrações de modo a constituir uma unidade visual adequado ao conteúdo com uma função não meramente ilustrativa, ou seja, as ilustrações apresentam-se de maneira clara, precisa, coerente com o texto, e necessárias para a aprendizagem do aluno nas obras de Amabis e Martho (2005) e Linhares e Gewandsznajder (2005). Além disso, verificamos a presença de créditos, legendas, fontes e datas nas ilustrações, nas tabelas e nos gráficos, o que não observamos na obra de Lopes e Rosso (2005).

Em todos os diferentes usos e funções da ilustração nos livros didáticos, percebe-se que o eixo ilustração – texto – leitor não se constitui de forma simples, nem caminha na mesma direção. A suposição inicial de complementaridade nessa relação nem sempre é confirmada e, em muitos casos, a ilustração ultrapassa o texto, atrapalha o texto ou, mesmo, nada lhe acrescenta. Pior, continua como mero indicador de modernidade, sem lidar com as possibilidades de sensibilização para leituras de mundo.

Sempre houve ilustrações nos livros didáticos. Em certas matérias (Geografia, Botânica e outras) chegam a ser indispensável. Tudo, porém, dentro de certa medida. Além disto, outras disciplinas, ao menos a partir de determinado nível, podem prescindir desse recurso; ou devem usá-lo com a máxima parcimônia (BELMIRO, 2000).

Nas obras analisadas, observamos a presença de referências bibliográficas e indicação de leituras complementares no livro do aluno de maneira adequada. Quanto ao sumário, apresenta-se de modo a refletir a organização interna da obra e permite rápida localização da informação.

Quanto às atividades presentes no livro do aluno com ênfase nas possibilidades de contextualização e problematização do conhecimento, Amabis e Martho (2005), propõem questões ao final de cada capítulo, porém as questões não têm enfoque multidisciplinar e não priorizam a problematização. Além disso, o autor não propõe atividades em grupo e/ou para trabalho do tema exposto.

Observamos que os livros didáticos analisados não criam condições para a aprendizagem da Biologia, como processo de produção cultural do conhecimento valorizando a história e a filosofia da ciência. Para Lima (2002), os alunos devem desenvolver seu conhecimento e entendimento sobre como o pensamento científico mudou através do tempo e como a natureza desse pensamento e sua utilização são afetadas pelos contextos sociais, morais, espirituais e culturais em cujo seio de desenvolvem. Verificamos que, não há qualquer discussão sobre ciência. Os autores das obras analisadas apresentam a ciclagem do nitrogênio a partir de definições e conceitos preestabelecidos. Não há perguntas que problematizam o tema a ser tratado, buscando motivar os alunos e sondar seus conhecimentos.

Observamos que as obras analisadas não estimulam a utilização de procedimentos da ciência para a construção do conhecimento e a pesquisa científica não é incentivada ou orientada. Não são propostos experimentos e práticas viáveis, com resultados confiáveis que possibilitem interpretações científicas válidas.

Além disso, não são propiciadas situações de pesquisa, tanto coletivas como individuais, para questionamentos, observações, formulação de hipóteses, experimentação, coleta e análise e interpretação de dados pelo aluno, submetendo-as à validação no processo de troca professor-classe, além de, atividades de sistematização de conhecimentos através de textos, desenhos, figuras, tabelas e outros registros característicos da área de Biologia.

Não é estimulado o emprego de tabelas, diagramas e gráficos como parte da apresentação de resultados de análise de atividades práticas e pesquisa. Observa-se que o aluno não é estimulado a consulta e leitura de textos complementares, revistas especializadas e livros paradidáticos, ou seja, o aluno não é desafiado a procurar informações por conta própria.

Por fim, quanto às definições presentes nos textos analisados, observamos que estão mais próximas do entendimento do significado técnico da palavra e contribuem pouco para o entendimento do conceito científico que carregam. Para Braga e Mortimer (2005), como a maioria das definições apresentadas envolve algum tipo de nomenclatura, isso resulta numa condensação resultando num texto científico enxuto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que os livros analisados, sob o ponto de vista acadêmico, possuem utilização de linguagem gramaticalmente correta, mas, pouco clara e objetiva, com informações insuficientes para compreensão do Ciclo do Nitrogênio.

Verifica-se que o Ciclo do Nitrogênio ensinado no ensino superior se distancia verticalmente e horizontalmente da referência; verticalmente é proveniente de uma transposição didática necessária ao nível de ensino correspondente para facilitar o aprendizado, horizontalmente, se refere ao distanciamento em relação ao eixo determinado pelo rigorismo e, portanto, gera conhecimentos que se encontram fora do cone que o rodeia, sendo decorrente da flexibilidade do conhecimento ensinado com relação ao rigorismo relacionado à referência.

Entretanto, devido ao maior rigor dos artigos científicos analisados, encontra-se afastado verticalmente e horizontalmente ao ser ensinado nesse nível de conhecimento; pode tratar-se, por exemplo, de um conhecimento cotidiano, ou um conhecimento criado por quem ensina visando utilizá-lo apenas como estratégia didática, ou até mesmo um conhecimento caracterizado como uma incorreção, a qual se diferencia do erro conceitual, por não impedir que o aluno posteriormente construa um conceito correto. Além disso, as obras analisadas, não mostram condições para a aprendizagem

como processo de produção cultural do conhecimento. A partir deste estudo, propõe-se que durante o processo de transposição didática do saber sábio para o saber a ser ensinado, para que o conhecimento de referência não seja tão simplificado a ponto de ser tornar irreconhecível. O conhecimento científico deveria ser adaptado ao ambiente das salas de aulas, aos programas escolares e aos materiais didáticos, porém isso não foi observado nas obras de nível universitário aqui analisadas. Por outro lado, verificamos o uso do conhecimento científico como elemento para a compreensão dos problemas contemporâneos, para a tomada de decisões e inserção dos alunos em sua realidade social.

Quanto ao ciclo do Nitrogênio, os resultados dos livros didáticos do Ensino Médio de Biologia, mostraram textos superficiais, despersonalizados, descontextualizados e disfarçados por imagens coloridas e algumas vezes de boa qualidade gráfica, fazendo, do livro didático um instrumento que carece de um saber vinculado às suas origens, historicamente situado e sem erros e equívocos conceituais; não devem ser meras simplificações de objetos tirados do contexto de pesquisas com o objetivo de permitir sua apreensão pelos estudantes, afastando os conceitos científicos das suas redes conceituais históricas, enquadrando o saber sábio numa moldura empírica supostamente neutra e distanciada do saber escolar.

REFERÊNCIAS

- ACEVEDO, J. A., VÁZQUEZ, A. & MANASSERO M. A. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 2, n. 2, p. 350-357, 2003.
- AMABIS, J. M; MARTHO, G. R. **Biologia**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2005.
- ASTOLFI, J; DEVELAY, M. **A didática das ciências**. 4. ed. Campinas: Papirus, 1995.
- BEGON, M; HARPER, J. L; TOWNSEND, C. R. **Fundamentos em Ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- BELMIRO, C. A. A imagem e suas formas de visualidade nos livros didáticos de português. **Educação & Sociedade**. n. 72. ago. 2000.
- BRAGA, S. A. M ; MORTIMER, E. F. Os gêneros de discurso do texto de biologia dos livros didáticos de ciências. **Revista brasileira de pesquisa em educação em ciências**, Bauru - São Paulo, v. 3, n. 3, p. 56-74, 2003.
- BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **Guia de livros didáticos: 5ª a 8ª séries**. Brasília: MEC, 2007.
- . Secretaria de Educação Básica. **Catálogo do programa nacional do livro para o ensino médio de biologia**. Brasília: MEC, 2006.
- . Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais**. Brasília, DF, 1998.
- . Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Brasília, DF, 1999.
- CORDEIRO, **Fixação biológica do nitrogênio**. In: Gilberto Barbante Kerbauy. (Org.). **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.
- CARVALHAL, M. L. **A microbiologia no processo ensino-aprendizagem**. São Paulo: SBM, 2000.
- CHAGAS, A. P. A síntese da amônia: alguns aspectos históricos. **Química nova**. v. 30, n. 1, p. 240-247. 2007.
- CHEVALLARD, Y. **La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné**. Paris: Seilc. 1991.

- CICILLINI, G. A. **A produção do conhecimento biológico no contexto da cultura escolar do ensino médio: a teoria da evolução como exemplo.** 1997. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas. 1997. f.
- DAJOZ, R. **Princípios de ecologia.** 7 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- FRACALANZA, H. **O que sabemos sobre os livros didáticos para o ensino de ciências no Brasil.** 1992. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992. 293f.
- FRACALANZA, H. **O Livro Didático de Ciências no Brasil.** Campinas: Komedi, 2006.
- FRANZOLIN, F. **Conceitos de biologia na educação e na academia: aproximações e distanciamentos.** 2007. Tese (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. 250f.
- FREITAG, B; COSTA, W. F; MOTTA, V. **O livro didático em questão.** São Paulo: Cortez, 1989.
- GAYÁN, E; GARCÍA, P. E. Como escoger un libro de texto? Desarrollo de un instrumento para evaluar los libros de texto de ciencias experimentales. **Enseñanza de las ciencias**, número extra, V Congreso, p. 249-250, 1997.
- LEHNINGER, A. L; NELSON, D. L; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica**, 2. ed. São Paulo, Sarvier, 2000.
- LIMA, M. J. G. S. **Dos saberes científicos aos saberes escolares: uma proposta metodológica para o estudo da transposição didática do conceito de teia alimentar.** 2002. Tese (Mestrado) – Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2002. 159 f.
- LINHARES, S; GEWANDSZNAJDER, F. **Biologia.** São Paulo: Ática, 2005.
- LOPES, S; ROSSO, S. **Biologia.** São Paulo: Saraiva, 2005.
- MACEDO, E. A imagem da ciência: folheando um livro didático. **Educação & sociedade**, v. 25, n. 86, Campinas abr. 2004.
- MAIER, R.N; PEPPER, I. L; GERBA, C. P. **Environmental microbiology.** New York: Academic Press, 2000.
- MARTINS, I; CASSAB, M; ROCHA, M. B. Análise do processo de re-elaboração discursiva de um texto de divulgação científica para um texto didático. **Revista brasileira de pesquisa em educação em ciências**, v. 1, n. 3, p. 19-27, 2001.
- MORTIMER, E. F ; SCOTT, P. H. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em ensino de ciências**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 7, 2002.
- PINHO ALVES, J. Regras da Transposição Didática aplicada ao Laboratório Didático. **Caderno catarinense de ensino de física**, v. 17, n. 2, p. 174-188, ago. 2001.
- RAVEN, P.H; EVERT, R.F; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal.** 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.
- RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza.** Rio de Janeiro: Guanabara Koongan, 2003.
- RICKLEFS, R. E ; MILLER, G. L. **Ecology.** 4 ed. New York: Chiron, 2000.
- VALIGURA, E. N; GIORDANI, E. M. **Aprendizagem de conteúdo por meio da transposição didática.** Rio Grande do Sul: UFSM, 2005.
- VASCONCELOS, S.D; SOUTO, E. O livro didático de ciências no ensino fundamental - proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência e Educação**, v. 9, n. 1, p. 93-104, 2003.
- ZABALA, A. **Prática Educativa.** Porto Alegre: ARTMED, 2007.