

CONCEITOS DE BIOLOGIA EM LIVROS DIDÁTICOS DE EDUCAÇÃO BÁSICA E NA ACADEMIA: UMA METODOLOGIA DE ANÁLISE

BIOLOGY CONCEPTS IN THE BASIC EDUCATION AND IN THE ACADEMY: A METHODOLOGY OF ANALYSIS

Fernanda Franzolin¹
Nelio Bizzo²

¹Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, fernanda@futuro.usp.br

²Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo/Departamento de Metodologia do Ensino e Educação Comparada, bizzo@usp.br

Resumo

Este trabalho analisou livros de Ciências do Ensino Fundamental e livros de Biologia do Ensino Médio, verificando a distância que mantêm do conhecimento da Academia. Para diferenciar os tipos de distanciamentos encontrados, elaborou-se uma ferramenta, por meio da qual os distanciamentos foram classificados em duas categorias, ambas decorrentes da transposição didática. Uma delas seria o distanciamento vertical, originado pela transposição do conhecimento científico para cada nível de ensino, sendo necessário para permitir o aprendizado para alunos de diferentes faixas etárias. O outro tipo de distanciamento seria o horizontal, o qual se caracteriza por não ser essencial ao aprendizado do aluno em seu nível de ensino, sendo decorrente de seu laxismo em relação ao conhecimento de referência. Distanciamentos das duas categorias foram encontrados e estão exemplificados nos resultados desse trabalho.

Palavras-chave: livros didáticos, Ensino de Ciências, Ensino de Biologia, conhecimento escolar, conhecimento científico.

Abstract

This work has analyzed Science primary textbooks and Biology secondary textbooks, verifying the distance between them and the Academy knowledge. To differ the types of distances found an instrument was created so that the distances were classified in two categories, both decurrents of the didactic transposition. One is the vertical distance, originated of the transposition of the science knowledge to each education level, being necessary to permit the learning to students of different ages. The other type of distance is the horizontal, which is characterized by not to being essential to the students learning in his education level, being decurrent of the laxism in relation to the knowledge of reference. Distances of two categories were found and they are exemplified in this work results.

Keywords: textbooks, Science education, Biology teaching, school knowledge, scientific knowledge.

INTRODUÇÃO

Os livros didáticos exercem grande influência sobre o que é ensinado nas escolas, tanto no Brasil como em outros países. Pesquisas americanas mostram os que os programas provenientes desses livros se tornaram dominantes no ensino elementar (BALL; FEIMAN-

NEMSER,1988). Na Espanha, são apontados como o recurso mais utilizado, na opinião dos alunos, ou o segundo, na opinião dos professores (INSTITUTO NACIONAL DE EVALUACIÓN Y CALIDAD DEL SISTEMA EDUCATIVO, 2004). Em Portugal, docentes da escola primária geralmente os usam para organizar o seu ensino (CARVALHO; SILVA; CLÉMENT, 2005). No Brasil, se caracteriza como uma das principais fontes de consulta utilizadas por professores e alunos, influenciando o trabalho pedagógico e o cotidiano em sala de aula (BRASIL, 2003). São materiais que quando bem formulados favorecem o aprendizado (LEE; EICHINGER; ANDERSON et al., 1993), sendo, diante de sua importância, objeto de estudo de várias pesquisas, tanto nacionais como internacionais.

Em geral, ao analisar os conteúdos presentes nos livros didáticos as pesquisas apontam conhecimentos considerados distantes com relação ao conhecimento científico. Serão mencionados aqui alguns de muitos dos trabalhos publicados.

Ao analisar conteúdos de genética em livros didáticos Martínez-Gracia e Gil-Quílez (2003), por exemplo, verificaram que esses livros não deixam claro que o código genético e a composição do material genético são comuns em todas as espécies.

Em Portugal, Carvalho, Silva e Clément (2005) realizaram uma análise histórica de como os livros didáticos destinados à escola primária abordavam tópicos de digestão. Dentre os livros analisados mais recentes (2001-2003), a maioria das imagens representava o intestino delgado como uma massa sem evidente conexão com o estômago e com o intestino grosso.

Quanto às pesquisas brasileiras, Ferreira e Justi (2004) realizaram uma análise crítica sobre como livros didáticos de Biologia e Química destinados ao Ensino Médio abordavam o DNA. Encontrou-se, especificamente nos livros de Biologia, modelos de DNA em desacordo com os modelos científicos. Já Mohr (2000) analisou conteúdos de saúde em livros destinados aos anos iniciais do Ensino Fundamental e identificou orientações indevidas de primeiros socorros, como a recomendação do uso de pomadas para aliviar a dor de queimaduras.

Indo além das análises realizadas por pesquisas como essas, o presente trabalho procurou não apenas identificar nos livros didáticos conhecimentos não aceitos pela ciência. Procurou-se também considerar a necessidade do conhecimento escolar se distanciar do conhecimento científico. Não cabe aqui uma crítica aos resultados das pesquisas citadas, os quais têm sua relevância, e sim a descrição de uma metodologia diferenciada para analisar o afastamento entre o conhecimento escolar e o conhecimento acadêmico.

A natureza do conhecimento escolar, como ele se constitui e como está relacionado com os demais saberes sociais caracterizam-se como tema de estudo corrente na literatura. Lopes (1999) afirma que o saber escolar nas disciplinas científicas se constitui a partir da relação com diferentes saberes sociais, como o saber cotidiano e o saber científico.

Ao abordar o conhecimento científico, Ziman (1985) afirma que o que garante a confiabilidade de teorias e fatos científicos é o consenso entre os cientistas. Para ser aceito, o esse conhecimento precisa primeiramente passar por uma série de críticas, que podem gerar a repetição dos experimentos que lhe originaram ou a comparação lógica entre seus resultados e os provenientes de outras investigações.

Bizzo (1998) apresenta cinco especificidades para o conhecimento científico que justificam a sua importância e a necessidade de ensiná-lo. De acordo com tais especificidades, o conhecimento científico: 1) não convive pacificamente com as diferentes explicações para o mesmo fato; 2) apresenta uma terminologia própria, a qual se trata de um “código de compactação” que junta informações agregando significados; 3) possui preferência pelo simbólico, buscando afirmações aplicáveis a diferentes situações; 4) apresenta teorias interligadas, podendo umas servir de base para outras; 5) sua introdução na vida das pessoas é mais tardia que o conhecimento cotidiano, devido à sua complexidade e à capacidade necessária para compreendê-lo. O reconhecimento da importância de se ensinar o conhecimento científico não significaria apresentá-lo à mesma maneira como os cientistas em seus congressos. A escola

pode realizar aproximações do conhecimento que os cientistas reconhecem como válido, apesar de essa tarefa não ser fácil. Para tanto, é preciso ter em consideração não apenas as características próprias do conhecimento, como também as características do aluno, como sua capacidade de raciocínio e seus conhecimentos prévios.

Chevallard (1991) considera “transposição didática” o trabalho de transformar um objeto de saber em um objeto de ensino. Ela existe devido ao fato de o funcionamento, do saber educacional ser diferente do funcionamento acadêmico. Um saber a ser ensinado poderia então sofrer alterações que o transformam em objeto de ensino. Tais transformações são necessárias para que esse elemento de saber possa ser ensinado. O funcionamento didático possui, portanto, a capacidade de produzir os saberes para o seu próprio consumo.

Concordando com Chevallard quanto à necessidade da transposição didática, Forquin (1992) considera que a educação escolar não realiza apenas uma seleção de saberes e materiais culturais disponíveis num determinado momento da sociedade. Para torná-los mais acessíveis e disponíveis para as novas gerações, seria necessário se entregar a um imenso trabalho de reorganização, de reestruturação. A ciência do erudito não é, portanto, diretamente comunicável ao aluno, mas necessita da intervenção de dispositivos mediadores.

A cultura escolar é considerada por Forquin (1992) como uma “cultura segunda” com relação à “cultura de criação ou de invenção”. Ela é derivada e transposta e está inteiramente subordinada a uma função de mediação didática. O autor afirma que isso é possível ver, através dos materiais didáticos. Dessa necessidade de didatização surgem os traços morfológicos e estilísticos característicos dos saberes escolares, como a predominância de valores de apresentação e clarificação, a preocupação da progressividade, a importância atribuída à divisão formal, a abundância de redundâncias no fluxo informacional, entre outros.

Baseando-se nesses referenciais teóricos, este trabalho apresenta uma metodologia desenvolvida para analisar livros de Ciências do Ensino Fundamental e livros de Biologia do Ensino Médio, verificando a distância que mantêm do conhecimento de referência.

Não era objetivo aqui utilizar uma avaliação dos livros em estilo tradicional, marcando conceitos como "errados" ou "corretos", mas sim através de uma análise epistemológica estimar como os conceitos se distanciam e se aproximam do conhecimento de referência.

Na presente pesquisa, o conhecimento de referência é considerado aquele que é objeto de estudo do professor em formação, presente, portanto, na bibliografia básica adotada no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade de São Paulo. Esse saber apesar de ser fruto da transposição didática caracteriza-se por sua aproximação ao conhecimento científico produzido na Academia.

Este trabalho tem como principal preocupação detalhar a ferramenta de análise desenvolvida e utilizada. Serão também mencionados os resultados da pesquisa mencionando alguns exemplos de distanciamentos encontrados.

Vários estudos recentes relacionados a livros didáticos vêm se preocupando especificamente com a análise de seus conteúdos. Exemplos consideráveis desses trabalhos (ALVES; CARVALHO, 2007; EL HANI et al., 2007a; EL HANI et al., 2007b; CASTÉRA et al., 2007; entre outros) foram publicados no *International Meeting on Critical Analysis of School Science Textbook*, ocorrido na Tunísia nesse ano de 2007.

Sendo os conteúdos presentes nos livros didáticos também foco de atenção do presente trabalho, pode-se considerar que ele se enquadra dentro de um tema que grande relevância para a pesquisa acadêmica.

MÉTODOS

Esta pesquisa desenvolveu-se paralelamente a outros dois trabalhos, os quais foram resultados de um estudo colaborativo entre três pós-graduandos da Universidade de São Paulo,

que, juntos, com o professor orientador, discutiram e elaboraram a presente metodologia, distinguindo-se quanto à sua área de pesquisa. Essa metodologia foi, portanto, também elaborada para a análise de conteúdos de Química e Física em livros didáticos dessa área para Ensino Médio, e de Ciências para o Ensino Fundamental (BIZZO; DEL CARLO; FRANZOLIN; NARCISO JR., 2007; DEL CARLO, 2007; FRANZOLIN, 2007).

Entretanto, este artigo centralizou-se na descrição da análise de conteúdos de Biologia em livros didáticos dessa área para Ensino Médio, e de Ciências para o Ensino Fundamental.

Para Lüdke e André (1996), a observação necessita ser primeiramente controlada e sistematizada para se tornar um instrumento fidedigno de investigação. Esses autores dizem ainda que “Planejar a observação significa determinar com antecedência “o que“ e “o como“ observar. A primeira tarefa, pois, no preparo das observações é a delimitação do objeto de estudo” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 25).

Portanto, acreditando-se na importância de delimitar o objeto a ser estudado e de planejar os procedimentos que seriam tomados para concretizar a investigação desejada, procurou-se delinear a metodologia desta pesquisa.

Primeiramente definiu-se o objeto da investigação: as aproximações e distanciamentos entre o conhecimento ensinado pelos livros didáticos de Ciências e Biologia na Educação Básica e o conhecimento produzido na Academia. Posteriormente foram estabelecidos critérios para a seleção das amostras dos livros e dos conteúdos a serem analisados e, ainda, a metodologia de análise propriamente dita, como explanado a seguir.

Seleção dos Livros

Pretendia-se inicialmente analisar livros que fossem utilizados em todas as séries do nível de ensino para o qual foram elaborados. Esse critério foi possível de ser contemplado na escolha dos livros de Ensino Médio. Porém, as publicações de Ensino Fundamental não se apresentam em volumes únicos, mas sim em volumes específicos para cada uma de suas séries. Portanto, especificamente para esse nível optou-se por avaliar as coleções completas.

Ao elaborar o critério de seleção dos livros a serem avaliados procurou-se deixar a amostra o mais similar possível para os dois níveis de Ensino Fundamental e Médio, visando minimizar a influência de outras variáveis nos resultados.

O critério consistia em que metade dos livros de cada nível de ensino (3 exemplares) deveria fazer parte das listas de livros recomendados pelas avaliações do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Fundamental (PNLD) de 2004 e 2005 ou do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM) de 2007; a outra metade seria constituída de livros que não constassem nessas listas.

Seleção de Conteúdos

Avaliar todos os conteúdos existentes nos livros analisados seria impraticável devido ao rigor exigido para a presente análise e ao tempo de dedicação que ela requer. Diante desse fato, foi desenvolvido um critério para a seleção dos conteúdos a serem analisados.

Duas categorias foram determinadas: na primeira, estariam aqueles conteúdos que, na avaliação realizada pelo PNLD, apresentaram questões problemáticas que merecem ser analisadas nesta pesquisa como possibilidades de afastamento do conhecimento referência; na segunda, estariam aqueles conteúdos centrais para o ensino de Biologia. Nesse último grupo encontram-se fotossíntese, respiração celular e conceitos básicos de genética.

A partir dos conteúdos em que o PNLD identificou problemas, foram analisados nesta pesquisa conteúdos de diversas subáreas da Biologia. O conhecimento de tais problemas se deu através da consulta dos pareceres elaborados pelos especialistas que participaram das avaliações

realizadas pelo PNLD. Esses pareceres foram obtidos junto à própria equipe de avaliação. Consultaram-se apenas os pareceres dos livros envolvidos na presente pesquisa.

Como no momento dessa seleção ainda não havia ocorrido a avaliação do PNLEN, os pareceres envolvidos nessa avaliação não foram utilizados. Os pareceres do PNLD já abrangem uma gama de conteúdos suficiente para a presente análise e mencionavam questões problemáticas encontradas nos livros didáticos relacionadas às áreas de Botânica, Ecologia, Histologia, Microbiologia, Zoologia e Fisiologia Vegetal.

Os tópicos avaliados na presente pesquisa, em cada uma dessas áreas, estavam relacionados àqueles onde a avaliação do PNLD encontrou problemas. Portanto, na área de Botânica, avaliaram-se as definições de “polinização” e “fecundação” em angiospermas. Procurou-se verificar se a polinização e a fecundação eram tratadas como processos distintos, como cada um desses processos era definido e qual era o produto apontado como proveniente da fecundação. Investigou-se ainda como era mencionada a presença ou ausência de flores em gimnospermas e angiospermas, considerando também se a estrutura estróbilo é tratada como sendo ou não uma flor ou inflorescência. Por fim, ainda se investigou como os livros definiam a função da semente com relação ao embrião.

Já na área de Ecologia, analisaram-se as definições de ecossistema apresentadas, enquanto na área de Histologia verificou-se como eram descritas as características que diferenciam os três tecidos musculares, levando-se em conta o tipo de contração; o formato das células; o número de núcleos e sua localização dentro das células; e a presença de discos intercalares.

Na área de Microbiologia, investigaram-se como os livros tratavam a possibilidade de agrupamentos dentre as bactérias, e na área de Zoologia, como eram consideradas as amebas quanto a sua caracterização como patogênicas; quais os termos utilizados para denominar o revestimento do corpo dos artrópodes; e como os peixes eram classificados dentre os vertebrados e invertebrados.

Dentre os conteúdos centrais da Biologia, foram escolhidos para a análise: fotossíntese, respiração celular e conceitos básicos de genética. Sobre tais temas, procurou-se analisar tópicos que estivessem presentes tanto nos livros de Ensino Fundamental como nos de Ensino Médio.

Fotossíntese e respiração foram escolhidas devido a sua relação com muitos conteúdos abordados dentro e fora da Biologia, já que o estudo da fotossíntese está integrado com conhecimentos de diferentes áreas, e fotossíntese e respiração celular são dois tópicos que estão associados ao fluxo de matéria e energia nos ecossistemas. Esses conhecimentos servem como base para o aprendizado de outros mais complexos.

Analisaram-se, portanto, as definições de respiração celular e fotossíntese e, especificamente sobre essa última, verificou-se quais eram os pigmentos citados como atuantes neste processo e seu papel; a ocorrência do processo e dos pigmentos nos vegetais; e a relação entre a absorção de luz e a coloração verde das plantas.

A posição de centralidade da genética entre os conteúdos da Biologia pode ser justificada por dois motivos básicos: primeiramente, pelo fato de os conhecimentos dessa área serem essenciais para o estudo e compreensão da Biologia Vegetal, Animal ou Microbiana; em segundo lugar, pelo fato de a genética, como nenhuma outra disciplina, se encontrar dentre os aspectos de interesse humano em uma posição central. Ela está presente na vida cotidiana, tornando-se impossível ignorar suas descobertas (GRIFFITHS, et al., 2006, p. 2).

Portanto, nesta pesquisa, selecionaram-se para análise conteúdos básicos de genética envolvendo as definições de material genético, DNA, cromossomo e gene, cromossomos homólogos, homocigoto e heterocigoto, alelos e fenótipos dominantes e recessivos, genótipo e fenótipo.

Seleção de bibliografia de referência

A análise consistiu na comparação de como tais conteúdos apresentados nos livros selecionados de Ensino Fundamental e Médio se aproximavam da referência.

Utilizou-se como bibliografia de referência aquela adotada pelo curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade de São Paulo nos anos de 2005 e 2006. Essa bibliografia foi oficialmente aprovada pelo Conselho de Graduação e encontrava-se presente nas ementas das disciplinas disponíveis no *site* <www.sistemas.usp.br> (Acessos em 01 jan. 2005 e 28 fev. 2006).

Essa bibliografia foi adotada como referência tanto pelo fato de a transposição didática aí presente estar mais próxima do conhecimento científico, quanto pelo fato de esta ser referência para a formação do professor licenciado em Biologia. Entretanto, não será discutida a sua acuidade. Apesar de acreditar que tais bibliografias são passíveis de controvérsias ou erros, não caberá ao escopo da presente pesquisa investigá-los. Confiou-se, portanto, que essa bibliografia, por ser aprovada pelo Conselho de Graduação de uma conceituada universidade para a formação de futuros licenciados em Biologia, apresentaria uma determinada qualidade que mereceria certa credibilidade.

Ferramenta de análise

Após uma análise inicial de todo o conteúdo selecionado, elaborou-se uma ferramenta que permitisse diferenciar os tipos de distanciamentos encontrados.

Os distanciamentos foram classificados em duas categorias, ambas decorrentes da transposição didática. 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 etárias. 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 dessa categoria (figura 1). No eixo representado na figura 1 pela reta *v* estão inseridos os conhecimentos que possuem um maior rigorismo com relação à referência. Os conhecimentos que se localizam dentro deste cone (exemplificados por pontos na figura 1) aí se encontram também devido ao seu rigorismo, ou exatidão, com relação à referência; porém, seu rigor varia conforme o componente etário acadêmico.

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. Pode caracterizar-se por ser um artifício utilizado por quem ensina com o objetivo de facilitar a aprendizagem, mas não está relacionado ao componente etário-acadêmico. Esse distanciamento seria decorrente do laxismo, ou seja, da flexibilidade do conhecimento ensinado com relação ao rigorismo relacionado à referência. Entretanto, é importante esclarecer que os conhecimentos provenientes desse distanciamento não se resumem a erros conceituais, embora também possam estar nessa categoria, mas são conhecimentos que possuem diferentes naturezas. 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 posteriormente o aluno construa um conceito correto.

Como se pode notar na figura 1, a base do cone possui um maior diâmetro decorrente da maior necessidade de transposições didáticas nas séries iniciais da escolarização, visando apropriar o conhecimento à capacidade de compreensão própria à faixa etária do aluno. O cone se estreita ao longo dos níveis de ensino devido à menor necessidade de transposições didáticas. Uma determinada transposição pode ser necessária para que ocorra o aprendizado no Ensino Fundamental; entretanto, o rigorismo se estreita no decorrer dos níveis de escolarização. Dessa

forma, um determinado conhecimento transposto didaticamente pode estar inserido no cone durante o Ensino Fundamental, caracterizando-se como um distanciamento vertical (exemplificado na figura 1 pelo ponto c_1 , na faixa do Ensino Fundamental). Entretanto, esse mesmo conhecimento pode se caracterizar como um distanciamento horizontal, quando no Ensino Médio não se torna mais necessário para que a aprendizagem ocorra (exemplificado na figura 1 agora pelo ponto c_2 , localizado na faixa do Ensino Médio).

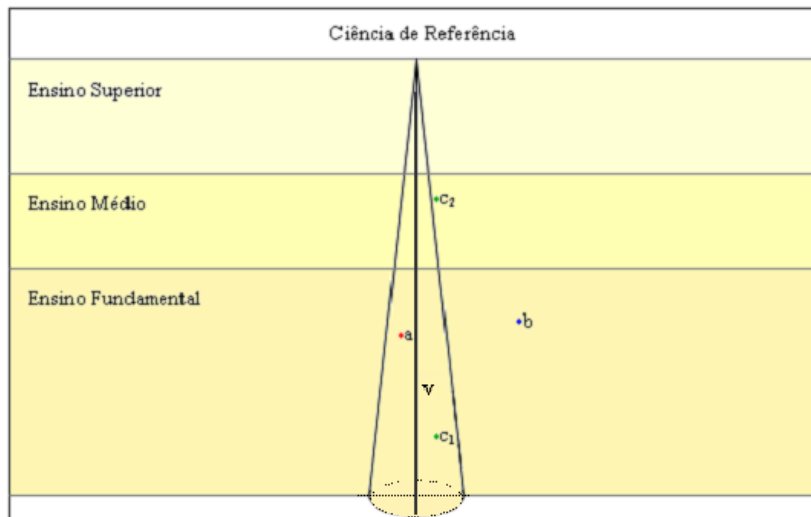


Figura 1. Representação de possíveis tipos de distanciamento encontrados entre os conhecimentos ensinados nos diferentes níveis de ensino e aqueles apresentados pela referência. O eixo v refere-se ao componente etário acadêmico, onde estão localizados os distanciamentos verticais que possuem um maior 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 a um conhecimento ensinado no Ensino Fundamental que se distancia verticalmente da referência e, portanto, localiza-se dentro do cone. O ponto b refere-se a um conhecimento também ensinado no Ensino Fundamental que se encontra distanciado horizontalmente da referência e, portanto, localiza-se fora do cone. Já o ponto c_1 representa um conhecimento que, ao ser ensinado no Ensino Fundamental, 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 Médio, esse mesmo conhecimento, representado agora pelo ponto c_2 , encontra-se afastado horizontalmente ao ser ensinado nesse nível de ensino, caracterizando-se como um laxismo com relação à referência.

A sensibilidade da ferramenta de análise não pretende estabelecer juízos definitivos sobre conteúdos de livros didáticos, mas realizar, em bases comparativas, um escrutínio da proximidade de partes do livro didático em relação à bibliografia de referência. Ao apresentar essas características, o presente estudo se caracteriza como uma pesquisa qualitativa. Seus dados são descrições comparativas entre os conhecimentos presentes nos livros didáticos e aqueles encontrados na literatura de referência. Seu foco de interesse não está no produto, não consiste na verificação dos resultados do ensino, e sim em seu processo. Desse modo, é através do livro didático que se realiza a análise desse processo, a qual investiga a relação de proximidade e distanciamento entre o conhecimento ensinado por meio de tais materiais didáticos e os conhecimentos de referência. Sendo a questão de esta investigação verificar como os livros didáticos se distanciam ou se aproximam da referência, não seria possível formular hipóteses anteriores a respeito de tais distanciamentos ou aproximações, sendo, portanto, necessário analisar tais conhecimentos em toda sua complexidade.

Esta pesquisa também se caracteriza como um estudo epistemológico. Portanto, os julgamentos envolvidos na análise e seus resultados estão relacionados ao olhar de quem investiga, o qual está inserido numa esfera de conhecimento particular.

Trata-se ainda de uma investigação que se diferencia de outros estudos que pretendem emitir julgamentos sobre ações governamentais, ou questionar seus resultados, ou ainda elogiar ou criticar comissões de avaliação, em bases pessoais. Trabalhos como a dissertação de mestrado de Flávia Leão (2003) e outros trabalhos do mesmo grupo, ao tomar ações governamentais como se trabalhos acadêmicos fossem, incorrem em erros elementares. De um lado, exigem elementos acadêmicos de ações governamentais, o que é evidentemente descabido.

Trabalhos acadêmicos podem ser inconseqüentes, no sentido de não conduzirem a nenhuma consequência, como, aliás, foi precisamente o caso do trabalho citado, que não foi aceito para publicação em nenhum veículo com arbitragem independente. De outro lado, tais peças laudatórias dependem de uma solene desconsideração da produção bibliográfica acadêmica da área, evidenciada pela seleção arbitrária e enviesada dos elementos teóricos a serem trazidos a lume ou obscurecidos.

Por fim, acrescente-se ainda o fato de ser necessário esconder os enormes interesses econômicos envolvidos na produção de “contra-pareceres” a mando de companhias editoras nacionais. Esse comércio negocia afirmações que sustentam que a frase “o céu é azul” constitui erro conceitual. Entendemos que existem questões metodológicas, do ponto de vista acadêmico, e ético, do ponto de vista institucional, que podem invalidar iniciativas que procurem estabelecer uma competição entre avaliações governamentais ou lançar sobre elas julgamentos definitivos com forte viés corporativo, camuflando-se como peças acadêmicas.

RESULTADOS

Os resultados demonstraram que os distanciamentos entre os conhecimentos presentes nos livros de Ensino Fundamental e Ensino Médio e os conhecimentos de referência decorrentes da transposição didática podem ser considerados de naturezas distintas. Foi possível tratá-los, portanto, como distanciamentos com componentes essencialmente diferentes.

Os distanciamentos verticais eram aqueles necessários para permitir o aprendizado do aluno e que seriam decorrentes da necessidade de adequar o conhecimento à capacidade de compreensão correspondente à faixa etária do aluno.

Dentre os distanciamentos verticais identificados nos livros didáticos analisados, verificou-se, por exemplo, que há autores que afirmam que a polinização nas angiospermas seria o transporte de grãos de pólen de uma flor para outra, enquanto a referência considera que esse fenômeno consiste na transferência do pólen de uma antera para um estigma. A referência, portanto, deixa claro que a polinização ocorre com o transporte do grão de pólen entre partes específicas da flor. Entretanto, esse distanciamento é necessário nas séries iniciais do Ensino Fundamental, já que uma maior aproximação com relação à referência exigiria que alunos desse nível de ensino tivessem claros os conceitos de antera e estigma.

Outro distanciamento vertical foi encontrado nas definições de fotossíntese. Ao falar sobre o produto desse processo a referência menciona a produção de compostos carbonados, ou ainda carboidratos. Entretanto, alguns livros didáticos, preocupando-se em adaptar o conteúdo abordado ao nível de ensino ao qual se destinam, utilizam-se distanciamentos verticais mencionando que a fotossíntese é responsável pela produção de alimentos nos vegetais.

Já os distanciamentos horizontais não são necessários para a faixa etária para a qual estão destinados; entretanto, não se referem necessariamente a erros conceituais ou a fatores que dificultam a aprendizagem do aluno.

Há livros analisados, por exemplo, que utilizam os termos “carapaça”, “casca” ou “armadura” para se referirem ao exoesqueleto dos artrópodes. Esses termos utilizados pela

linguagem cotidiana não precisariam ser necessariamente utilizados para que os alunos de determinados níveis de ensino compreendam quais são as características próprias desses animais. Os autores poderiam optar por utilizar o termo “esqueleto externo”, o qual, apesar de não ter sido identificado na referência, está mais próximo do termo “exoesqueleto” e inclusive facilita a compreensão de seu significado.

Entretanto, o fato de tais autores optarem por utilizar os termos “casca”, “armadura” e “carapaça” pode ser decorrente da preocupação de aproximar o conhecimento a ser ensinado do conhecimento cotidiano. Nesse caso, ele não teria a intenção de aproximar o conhecimento à capacidade de compreensão própria de uma determinada faixa etária, mas sim de aproximá-lo do que já é conhecido pelo aluno.

Apesar de a utilização de tais termos caracterizar um distanciamento horizontal, ela não acrescenta obstáculos epistemológicos à aprendizagem dos alunos, principalmente no Ensino Fundamental, onde há necessidade maior de adaptar os conteúdos escolares ao nível cognitivo e cultural dos alunos. Sua utilização não impede que os alunos posteriormente compreendam o que é o exoesqueleto.

Entretanto, muitos distanciamentos horizontais encontrados podem dificultar a aprendizagem do aluno. Há livros que, ao apresentar um conhecimento, promovem generalizações excessivas. Foram, por exemplo, encontradas em livros de Ensino Fundamental afirmações que diziam que as amebas são exemplos de protozoários que causam danos à saúde. Não fica claro, portanto, que nem todas as amebas são patogênicas; ao contrário, o aluno poderá interpretar que todas as amebas são causadoras de doença. Portanto, posteriormente, ficará mais difícil de o aluno compreender que existem amebas inócuas, se inicialmente aprender exatamente o contrário.

Para citar apenas mais um exemplo dentre os muitos identificados entre os resultados, poder-se-ia mencionar o distanciamento horizontal encontrado sobre respiração anaeróbia e fermentação. Enquanto a referência considera tais vias como diferentes, certos livros didáticos as consideram como o mesmo processo. A referência deixa claro, inclusive que o processo de respiração anaeróbia é realizado por bactérias específicas e que o receptor de elétrons dessa via é diferente dos utilizados nas vias fermentativas. O tratamento de tais processos como iguais gera um grave obstáculo epistemológico para a compreensão de suas diferenças.

Alguns exemplos adicionais de distanciamentos horizontais identificados em livros de Ensino Fundamental e em livros de Ensino Médio estão presentes na tabela 1.

Tabela 1. Alguns distanciamentos identificados entre os conhecimentos apresentados nos livros utilizados para a formação de professores nos Cursos de Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas e os conhecimentos apresentados nos livros de Ensino Fundamental e Médio.

Conhecimento de Referência (Presente nos livros utilizados na formação de professores nos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas)	Livros didáticos de Ciências e Biologia	Nível de ensino
Flores consideradas como característica especial das plantas do grupo das angiospermas	Refere-se à presença de flores nas plantas do grupo das gimnospermas	EF e EM
Menciona a existência de amebas não patogênicas	As amebas são caracterizadas apenas como patogênicas	EF
As folhas não são unicamente mencionadas como local de ocorrência da fotossíntese	Ocorrência de fotossíntese mencionada apenas nas folhas	EF e EM
A cor verde característica das plantas, é justificada	A cor verde da clorofila, e como	EF

pelo fato de a clorofila refletir a luz verde.	conseqüência a das plantas, é justificada pelo fenômeno de absorção dos raios luminosos	
Menciona a respiração anaeróbia e a fermentação como vias diferenciadas de oxidação anaeróbia	Menciona a fermentação como um tipo de respiração anaeróbia	EM
Menciona as vias anaeróbias de obtenção de energia utilizada pelos organismos	Considera que na ausência de oxigênio não é possível organismos obterem energia	EF
Diz que o tipo de dominância é determinado pelas funções moleculares dos alelos de um gene	Diz que o caráter dominante é determinado pela força do gene	EM
Cita casos de co-dominância nos quais, em heterozigose, ambos os alelos podem se expressar igualmente	Define heterozigose como um fenômeno no qual ambos os alelos se expressam diferentemente	EM
Menciona a existência de 22 pares de cromossomos homólogos em células humanas	Menciona a existência de 23 pares de cromossomos homólogos em células humanas	EM
A dominância e a recessividade são tratadas como simples propriedades de como os alelos atuam, não sendo definidos em termos do quanto são mais comuns na população	Define dominante como o mais geral e difundido	EF

Esta pesquisa encontrou uma frequência de distanciamentos horizontais nos conceitos de livros de Ciências do ensino fundamental de 0,27, significativamente maior do que a encontrada nos livros de Biologia de ensino médio, que foi de 0,17.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma hipótese para justificar esses resultados seria que os livros de Ensino Médio apresentariam uma menor frequência de distanciamentos horizontais, por seus autores utilizarem como referência os conhecimentos avaliados nos exames vestibulares. A preocupação dos livros de Ensino Médio com os exames vestibulares foi evidenciada pelo grande número de questões que todos os exemplares apresentam retiradas desses exames, situação que não ocorre nos livros de Ensino Fundamental.

Essa hipótese foi corroborada pelos resultados encontrados na pesquisa, pois foi possível introduzir elementos quantitativos na análise, que não cabe expor nesse espaço, e verificar que os distanciamentos horizontais são mais significativos nos livros de Ensino Fundamental. No entanto, para colher elementos mais consistentes seria necessário agregar outras variáveis, o que foge ao escopo do presente artigo.

A literatura também identificou conhecimentos similares aos encontrados por esta pesquisa (KAWASAKI, 1998; MOHR, 2000) ou pertencentes ao mesmo conteúdo (EL-HANI, et al. 2007a) que por se afastarem do saber científico poderiam evidenciar exemplos de distanciamentos horizontais. A transposição didática ou a adequação do conhecimento ao desenvolvimento do aluno são abordadas por alguns trabalhos (FERREIRA, 2004; CASTÉRA, et al. 2007; EL HANI et al., 2007b) quanto à sua falta, sem a menção de exemplos que poderiam ser considerados como distanciamentos verticais. Portanto, a ferramenta elaborada pode ser útil para novas abordagens nas análises de conteúdos de livros didáticos.

Diante da importância dos livros didáticos na determinação do conteúdo a ser ensinado nas salas de aula brasileiras, cabe questionar se os professores estariam preparados para identificar os distanciamentos horizontais, uma vez que existe a possibilidade de determinados

distanciamentos dificultarem a aprendizagem dos alunos. Acredita-se que professores mais bem qualificados para saber o que estão ensinando e materiais didáticos de melhor qualidade sejam aliados na tarefa de colaborar com a transposição didática e seu propósito de zelar pela aprendizagem dos alunos.

REFERÊNCIAS

Alves, G.; Carvalho, G. S. Reproduction and Sex Education in Portuguese Primary School Textbooks: A Poor Contribution to Scientific Learning. In: **Proceedings of the International Meeting on Critical Analysis of School Science Textbook**, Tunísia, IOSTE, 2007.

Ball, D. L.; Feiman-Nemser, S. Using Textbooks and Teachers' Guides: A Dilemma for Beginning Teachers and Teacher Educators. **Curriculum Inquiry**. v. 18, p. 401-423. 1988.

Bizzo, N. V. M.; Del Carlo, S.; Franzolin, F.; Narciso Jr., J. Brazilian science textbooks and canonical science. In: **Proceedings of the International Meeting on Critical Analysis of School Science Textbook**, Tunísia, IOSTE, 2007.

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

Brasil. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Programa nacional do Livro Didático 2004. **Guia de Livros Didáticos 1ª. a 4ª. série**. v. 2. Brasília: MEC, 2003.

Carvalho, G. S.; Silva, R.; Clément, P. Historical analysis of Portuguese primary school textbooks (1920-2005) on the topic of digestion. In: **Proceedings of the International History, Philosophy, Sociology & Science Teaching Conference**, Inglaterra, 2005, Disponível em <http://www.ihpst2005.leeds.ac.uk/papers/Carvalho_Silva_Clement.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2006.

Del Carlo, S. **Conceitos de Física na educação básica e na Academia: aproximações e distanciamentos**. 2007. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2007.

El-Hani, C. N.; Roque, N.; Vanzela, A. L. L.; et al. Brazilian High School Biology Textbooks: Main Conceptual Problems in Genetics and Cell & Molecular Biology. In: **Proceedings of the International Meeting on Critical Analysis of School Science Textbook**, Tunísia, IOSTE, p. 505 - 516, 2007a.

El-Hani, C. N.; Roque, N.; Rocha, P. L. B.; et al. Brazilian High School Biology Textbooks: Results from a National Program. In: **Proceedings of the International Meeting on Critical Analysis of School Science Textbook**, Tunísia, IOSTE, p. 494 - 504, 2007.

Chevallard, Y. **La Transposición Didáctica: Del saber sabio al saber enseñado**. 1ª. Edição. Buenos Aires: Aique, 1991.

Ferreira, P.; Justi, R. S. A abordagem do DNA nos livros de biologia e química do Ensino Médio: Uma análise crítica. **Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 6, n. 1, 12 p. 2004.

Forquin, J. C. Saberes escolares, imperativos didáticos e dinâmicas sociais. **Teoria e Educação**, Porto Alegre, n. 5, p. 28-49, 1992.

Franzolin, F. **Conceitos de Biologia na educação básica e na Academia: aproximações e distanciamentos**. 2007. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2007.

Griffiths, A. J. F.; Miller, J. H.; Suzuki, D. T.; Lewontin, R. C.; Gelbart, W. M. **Introdução à genética**. 8a. edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. 743 p.

Instituto Nacional de Evaluación y Calidad del Sistema Educativo. **Estilo docente del profesor**. In INSTITUTO DE EVALUACIÓN. Disponível em <www.institutodeevaluacion.mec.es/contenidos/pdfs/p6_2.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2007.

KAWASAKI, C. S. *Nutrição vegetal: campo de estudo para o ensino de ciências*. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação – Universidade de São Paulo, 1998.

Leão, F. **O que Avaliam as Avaliações de Livros Didáticos de Ciências – 1ª à 4ª Séries do Programa Nacional do Livro Didático?** Dissertação (Mestrado). Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, 2003.

Lee, O.; Eichinger, D. C.; Anderson, C.W.; Berkheimer, G. D., Blakeslee, T. D. Changing Middle School Students' Conceptions of Matter and Molecules. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 30, n. 3, p. 249-270, 1993.

Lopes, A. C. **Conhecimento escolar: ciência e cotidiano**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 1999. 236 p.

Lüdke, M.; André, M.E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986. 99 p.

Martínez-Gracia, M. V.; Gil-Quílez, M. J.; Osada, J. Genetic engineering: a matter that requires further refinement in Spanish secondary school textbooks. **International Journal of Science Education**. v. 25, n. 9, p. 1147-1168. 2005.

Mohr, A. Análise do Conteúdo de 'Saúde' em Livros Didáticos. **Ciência & Educação**, v. 6, n. 2, p. 89-106, 2000.

Castéra, J.; Clément P., Abrougui, M., Images of Twins and the Notion of Genetic Program in The School Textbooks of Biology: A Comparative Study Held Among 16 Countries. In: **Proceedings of the International Meeting on Critical Analysis of School Science Textbook**, Tunísia, IOSTE, 2007.

Ziman, J. **Enseñanza y aprendizaje sobre la ciencia y la sociedad**. México: Fondo de Cultura Económica, 1985. 243 p.