

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**FISIOLOGIA VEGETAL E A
RECONTEXTUALIZAÇÃO DO CONTEÚDO: DA
GRADUAÇÃO AOS LIVROS ESCOLARES**

MÁRCIO LUIS AUMOND JÚNIOR

MÁRCIO L. AUMOND JR.

FISIOLOGIA VEGETAL E A RECONTEXTUALIZAÇÃO DO CONTEÚDO: DA GRADUAÇÃO AOS LIVROS ESCOLARES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte das atividades para obtenção do título de Licenciado do curso de Ciências Biológicas na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Este TCC está sendo apresentado na forma de artigo a ser submetido a revista Ensaio.

Orientador: Profa. Dra. Russel Teresinha Dutra da Rosa

Porto Alegre

Dezembro de 2014

FISIOLOGIA VEGETAL E A RECONTEXTUALIZAÇÃO DO CONTEÚDO: DA GRADUAÇÃO AOS LIVROS ESCOLARES.

Resumo: As Ciências Biológicas, incluindo a Fisiologia Vegetal, são uma das áreas responsáveis pelo desenvolvimento de tecnologia. Na escola, os alunos tem acesso a estas áreas de estudos por meio de disciplinas de Ciências e Biologia, que utilizam livro-texto como material didático. O conteúdo deste material é recontextualizado, para agregar significância ao conteúdo. Estudou-se quatro coleções escolares e uma universitária, como referências. Os livros foram avaliados quali-quantitativamente por meio de contagem de elementos do corpo do livro relacionados à Fisiologia Vegetal. Observou-se diferenças entre os conteúdos mais presentes no livro universitário e nos escolares. Percebeu-se, também, similaridade entre livros escolares, com exemplos repetidos, além de termos técnico-científicos que dificultam a leitura.

A IMPORTÂNCIA DA PESQUISA SOBRE O LIVRO DIDÁTICO

As Ciências Biológicas, juntamente com a Física, a Química e as Engenharias, são uma das grandes áreas produtoras de Ciência e Tecnologia, atualmente, mas houve momentos em que entraves relacionados a dificuldades tecnológicas foram associados aos problemas no Ensino de Ciências na escola (CHASSOT, 2004). Nesses períodos, as instâncias públicas responsáveis perceberam que um investimento maior deveria ser feito no processo de ensino e aprendizagem de Ciências, em uma tentativa de incentivar a formação de quadros técnico-científicos, visando o desenvolvimento tecnológico nacional.

Em meados da década de 1960, foi criada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN n.º 4.024/61) a qual ampliou o espaço da disciplina de “Ciências Físicas e Naturais”, denominando-a “Iniciação à Ciência”, e estendeu a sua obrigatoriedade para todas as séries do Curso Ginásial (correspondente aos anos finais do Ensino Fundamental contemporâneo), tendo em vista o fortalecimento estratégico do ensino de Ciências (FRACALANZA, 2008). Nesse contexto, foram realizados esforços na produção de materiais didáticos específicos para laboratórios, como “kits” de experimentos, além da produção de livros didáticos (BARRA; LORENZ, 1986; LORENZ, 1986). Associada à produção de materiais didáticos, a formação de professores figurava como outro importante desafio, tendo sido igualmente incluída nos projetos do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (Ibccc) e do Ministério da Educação e Cultura (MEC) por meio da criação de Centros de Ciências em diferentes estados brasileiros.

A partir da lei de 1961, a produção de materiais didáticos, em especial, livros, aumentou a necessidade de se estudar o que vinha sendo produzido, avaliando o material e buscando um aprimoramento do mesmo. Essa exigência por maior qualidade acontece devido ao livro didático ser a principal, senão a única, ferramenta de trabalho tanto para alunos quanto para professores brasileiros. Estudos demonstraram que o livro serve como base para professores construírem suas aulas e organizarem o cronograma de estudos (GARCÍA; GAYÁN, 1997), assim como para os estudantes realizarem consultas e leituras dentro e fora da sala de aula (DIGISI; WILETT, 1995; MOODY, 2000).

Visando a melhoria da educação, entre outras medidas vem sendo realizadas avaliações a fim de contribuir para o aprimoramento do livro didático. Como parte das políticas públicas, existem programas que orientam as escolhas de professores e também a produção de livros. Segundo o “site” do Ministério da Educação (MEC):

O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) tem como principal objetivo subsidiar o trabalho pedagógico dos professores por meio da distribuição de coleções de livros didáticos aos alunos da educação básica. Após a avaliação das obras, o Ministério da Educação (MEC) publica o Guia de Livros Didáticos com resenhas das coleções consideradas aprovadas. O guia é encaminhado às escolas, que escolhem, entre os títulos disponíveis, aqueles que melhor atendem ao seu projeto político pedagógico (BRASIL, 2011).

Ou seja, livros de diversas editoras são avaliados pelo MEC segundo uma lista de critérios, tais como: a precisão conceitual (ou a inexistência de erros conceituais graves), a coerência teórica-metodológica na apresentação do conteúdo e nas atividades propostas, a contribuição das informações veiculadas e de sua contextualização para a constituição da cidadania, sem expressar preconceito, doutrinação ou publicidade. Obras que se enquadram nesses critérios são incluídas no Guia para uma possível escolha pelos professores e posterior distribuição para as escolas, que os disponibilizam aos estudantes. Esse programa é de grande importância, já que auxilia na melhora da qualidade dos livros que chegam à sala de aula. Os critérios do PNLD são elaborados de acordo com a legislação vigente, sendo necessário para a produção das obras a consideração dos preceitos da Constituição de 1988, do Estatuto da Criança e do Adolescente de 1991, da LDBN de 1996, bem como as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica, de 2010, e outras complementares como as Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na

Educação Básica, de 2001, as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação das Relações Étnico-Raciais e para o Ensino de História e Cultura Afro-Brasileira e Africana, de 2004, Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental, de 2012, e Diretrizes Nacionais para a Educação em Direitos Humanos, de 2012, as quais devem ser consultadas para a produção de coleções didáticas.

Somam-se à legislação e aos programas de governo, pesquisas sobre o conteúdo de livros didáticos e, até mesmo, sobre os critérios de avaliação desses materiais, conforme previstos no PNLD. Esses estudos sobre os materiais produzidos também contribuem para a melhoria deles. Segundo Bizzo (2000) e Brasil (2005), em nosso campo de ensino, as Ciências, tradicionalmente investigações que têm como seu foco materiais didáticos e, especificamente, o livro, concentram-se no inventário e discussão de erros conceituais. Estuda-se o que é escrito de forma equivocada e que persiste entre diferentes edições. Alguns estudos descrevem erros conceituais graves, bem como imprecisão metodológica. Esses trabalhos, assim como as avaliações oficiais, identificam os erros, contribuindo para que os materiais didáticos sejam melhorados. O emprego excessivo de termos técnico-científicos também é o enfoque de um grande número de estudos. Nesses trabalhos, pesquisadores criticam o uso descontextualizado e com explicações insuficientes desses termos, o que dificulta a aprendizagem. Vocabulário científico deveria ser empregado o mínimo possível sem sobrecarregar o aluno, sendo sempre acompanhado da respectiva relação com o cotidiano, não se atendo exclusivamente aos interesses acadêmicos. Análises criticando a excessiva quantidade de páginas em nossos livros de Ciências afirmam que esse número só se justificaria se os termos técnico-científicos fossem explicados e contextualizados, permitindo a correta transmissão do conhecimento (COSTA; JOTTA, 2004). Entretanto, alguns autores indicam a desproporção entre os focos das investigações realizadas, sendo discrepante o número de trabalhos que abordam a forma de apresentação dos conteúdos, foco da maioria dos trabalhos, e aqueles com temas como o tipo de linguagem, padrões de apresentação gráfica, políticas para a produção de livros didáticos e a ideologia embutida no texto. Esse fato foi observado por Cassab e Martins (2003) que avaliaram as pesquisas sobre livros didáticos apresentadas em congressos da área, entre 1997 e 2003.

Nesse contexto, o presente estudo tem o objetivo de analisar livros didáticos de Biologia dirigidos ao Ensino Médio (EM), aprovados pelo PNLD (2012) a fim de verificar como é apresentado um conteúdo específico, a Fisiologia Vegetal. As

questões que orientaram a realização do estudo foram: (1) Existem semelhanças entre os conteúdos de um livro de Fisiologia Vegetal de graduação e os conteúdos dos livros didáticos de Biologia do EM? (1.a) Existem mais relações entre o conteúdo e o cotidiano nos livros do EM? (2) A abordagem do conteúdo de Fisiologia Vegetal varia entre as coleções de Livros Didáticos do EM? (3) O livro didático do EM tem um discurso diferente do empregado no livro da graduação? (3.a) O discurso do livro didático do EM utiliza menos termos técnicos e mais expressões cotidianas?

PRODUÇÃO DO DISCURSO ESCRITO

A utilização de materiais como o livro didático, os textos de divulgação científica e matérias de jornais e revistas, é uma ótima oportunidade de introduzir para os estudantes diferentes gêneros de discurso. Entre esses discursos estão o científico e o escolar (ESPINOZA; CASAMAJOR; PITTON, 2009). Entretanto, para que isso ocorra, o professor deve considerar a possibilidade de realização da atividade de leitura no ambiente da sala de aula, para um melhor aproveitamento dos alunos. Infelizmente, é incomum que professores de Ciências desenvolvam o hábito da leitura científica como uma de suas atividades de ensino, já que consideram os alunos já sã como alfabetizados e que essa competência seria suficiente para compreenderem o discurso científico (ESPINOZA, 2010), ignorando o fato de que o letramento científico faz parte da formação não só de futuros cientistas, mas também de bem informados.

A construção de conhecimentos no ambiente escolar depende do contato com fontes de informações escritas na forma de livros, artigos e textos de divulgação, sendo que há diferenças entre os discursos, a forma da linguagem e o vocabulário de cada fonte de informação dependendo de seu contexto de produção e do seu público-alvo. O conteúdo deve ser compreendido pelo autor que, então, o escreve da maneira que acredita ser a mais adequada para o público leitor, isso para Marcuschi (2001) é chamado de produção discursiva. Essa produção constitui-se como transformação da linguagem oral para a linguagem escrita, ou da escrita para a oral – processo designado como retextualização. Mas também há modificações da linguagem quando há um deslocamento da informação do contexto de produção científica para o contexto escolar, sendo que para a transformação de um gênero do discurso em outro deve haver uma adequação aos propósitos e ao grupo ao qual se destina e não apenas

uma simplificação. Crianças utilizam a retextualização no processo de aprendizagem, já que ao terem contato com uma informação nova precisam ordenar o que estão aprendendo, articular ao que já sabem e, concomitantemente, modificar palavras para adequar ao seu vocabulário, além de adicionar novos vocábulos aos já conhecidos (VIGOTSKI, 1991). Entretanto, a retextualização é apenas a modificação de um tipo de linguagem em outra. Textos didáticos escolares têm maior complexidade em sua produção, exigindo do autor mais do que uma simplificação de textos acadêmicos ou uma retextualização. Livros didáticos exigem que o autor não só faça uma adaptação, como também produza novos conhecimentos, considerando a cultura, a sociedade e o contexto escolar em que os saberes científicos irão circular, abordando temas específicos de cada área e também temas transversais que auxiliem na formação dos estudantes como cidadãos (MARTINS, 2006). Além disso, o conteúdo deve propiciar o desenvolvimento de habilidades e competências previstas nas Diretrizes Curriculares Nacionais, as quais orientam o estabelecimento de critérios de avaliação de materiais didáticos pelo PNLD.

Martins (2006) diz que o livro didático não é apenas uma simplificação ou adaptação de textos e livros científicos, portanto a simples reprodução destes conteúdos em materiais didáticos é inviável. Para o autor, na construção de livros escolares, deve-se incluir aspectos sociais, culturais e científicos relacionados entre si, o que é o proposto na legislação vigente. Portanto, para a elaboração de livros didáticos, são utilizados como fonte diversos materiais. Essa perspectiva é corroborada pelas pesquisas de Braga e Mortimer (2003), que analisaram o texto de Biologia em livros didáticos de Ciências e concluíram ser este um híbrido dos discursos científico, didático e cotidiano. De outra forma, os textos analisados por Halliday (1993), apesar de híbridos, demonstraram manter uma forte relação com o discurso científico, o que dificulta a sua interpretação pelo público leigo. Contudo, a estrutura dos livros mais próxima da lógica acadêmico-científica permite uma organização do conteúdo que favorece o estabelecimento de relações entre conceitos. Tanto o estudo de Braga e Mortimer (2003), que caracteriza o livro didático como um discurso híbrido, quanto o de Halliday (1993), que indica a maior influência do discurso científico na sua produção, demonstram a confluência de múltiplos discursos na produção de livros didáticos. Essa confluência de diferentes gêneros discursivos também é encontrada em reportagens, artigos e textos de divulgação científica. Essa junção, além de constituir-se como um discurso próprio, possibilita que o aluno entre

em contato, mesmo que indiretamente, com diferentes fontes de informação, ampliando sua experiência de aprendizagem (MARTINS; CASSAB; ROCHA, 2001).

Ao considerar o livro didático como um híbrido e, nesse caso específico, um híbrido semiótico, cria-se a possibilidade de questionar seu papel na comunicação e educação em Ciências, já que esse livro trará significados para diversas experiências do cotidiano do estudante. Martins, Cassab e Rocha (2011) argumentam que os materiais didáticos resultam de processos de recontextualização¹, havendo uma produção discursiva típica dos ambientes escolares, tendo um alto grau de importância quando o texto fonte da informação é um texto acadêmico direcionado a especialistas. Esses materiais, resultantes de processos de recontextualização, entretanto, requerem a mediação de professores, que podem por meio de suas práticas pedagógicas tornar as informações ainda mais acessíveis, confrontando diferentes significativos que emergem da interpretação de uma comunidade não científica, possibilitando, assim, o surgimento de novos papéis sociais, contextos, ambientes de interação e, principalmente, novas possibilidades de relação entre o sujeito e o conhecimento científico.

Nascimento (2006) acredita que a transformação de textos de divulgação científica, bem como de artigos e livros acadêmicos, para recursos didáticos é um trabalho de alta complexidade, porque envolve diversas etapas necessárias para a construção de significados relevantes para o texto destinado aos alunos. Este tipo de processo acontece por meio de seleção rigorosa de textos, de uma reestruturação para adequar o volume e a sequência de informações, além de uma introdução referente ao material que é utilizado em aula, que necessita ser planejada. É possível observar frequentemente a utilização de jornais e revistas científicas que, em processos sucessivos de recontextualização, são utilizados a partir de livros didáticos de forma significativa e interessante para os alunos (NASCIMENTO, 2006), pois, geralmente, este tipo de material aborda aspectos do cotidiano junto a conteúdos clássicos da Biologia, aumentando o interesse do aluno pelo conhecimento escolar.

Para auxiliar os estudantes na compreensão do conteúdo trazido tanto em livros como em textos de divulgação científica, os autores modificam a linguagem e o

¹ O processo de recontextualização consiste no deslocamento de um texto do campo de produção científica para um novo contexto como o da divulgação científica ou do ensino escolar. Esse conceito, integrante da perspectiva teórica de Bernstein (1996), refere-se a transformações sociológicas que operam quando mudam as comunidades de autores e de leitores em suas relações com outros textos e informações, havendo em um novo contexto, uma produção discursiva própria.

discurso científicos, empregando expressões e formas de comunicação não usuais em artigos científicos. Está também marcadamente presente em livros-texto de Biologia a linguagem matemática (fórmulas, tabelas e gráficos) e a imagética (desenhos, esquemas, fotos, mapas) (LEMKE, 1998). Recomendações previstas nas diretrizes curriculares sugerem que se realize a contextualização em abordagens interdisciplinares a fim de favorecer a compreensão das informações, além de ser indicada uma abordagem transversal para temas complexos (MARTINS et al., 2003), favorecendo a percepção da relação entre conteúdos de diferentes disciplinas para o desenvolvimento de projetos e a resolução de problemas pelos alunos.

A mudança na linguagem é algo muito frequente na recontextualização realizada na produção de livros didáticos, sendo a metáfora característica do discurso empregado no ambiente escolar, a qual auxilia a transferência de conteúdos desconhecidos do estudante para uma forma que lhe é familiar, além de contribuir para a construção de um vocabulário próprio da Ciência escolar, possibilitando a utilização parcimoniosa de linguagem técnica de Biologia e Ciências no livro didático (BRAGA; MORTIMER, 2003).

Em meados da década de 1970, começa-se a utilizar o discurso cotidiano, antes pouco comum, nos livros de Ciências e Biologia. Essa utilização teve origem nas propostas curriculares e na opinião de especialistas do campo educacional, que enfatizavam a importância da relação entre os conteúdos escolares e o cotidiano dos alunos, agregando significado ao conhecimento. Utilizando-se as idéias propostas pelo filósofo norte-americano John Dewey, essa aproximação auxilia a assimilação de conhecimento, já que para ele não há separação entre educação e vida, atribuindo à educação o dever de preparar os estudantes para viver e resolver problemas reais com as habilidades desenvolvidas na escola. Isso é chamado de educação contextualizada, a qual considera questões ambientais, sociais, corporais e da saúde (BRAGA; MORTIMER, 2003) e corrobora a ideia da recontextualização necessária no processo de produção de livros escolares em que todos os aspectos e questões mencionadas intervêm na produção dos materiais.

Todas essas ideias, críticas e propostas de pesquisadores, do MEC e do Conselho Nacional de Educação mostram-se fundamentais na construção de um livro didático que contribua na formação do estudante de uma maneira ampla. Esse material pode propiciar ao aluno uma formação escolar de maior qualidade, caso abranja conhecimentos escolares e cotidianos, e seja mediado pelo estabelecimento de

interações sociais entre professores e estudantes, as quais possibilitam a concretização de aprendizagens.

A BOTÂNICA E A FISILOGIA VEGETAL NOS LIVROS DIDÁTICOS.

Junqueira (2012), em artigo que compõe a sua tese de doutorado, analisa alguns problemas do ensino de Botânica. Citando a própria experiência, ela comenta a preocupação com seus alunos da educação básica e nível superior que demonstram pouco ou nenhum interesse pelas plantas. Um dos motivos pode ser o distanciamento entre esses seres e os estudantes, que podem os considerar apenas como objeto de estudo e não como seres vivos. Tal concepção torna abstrata a existência de células, tecidos e órgãos nas plantas, porque essa complexidade não poderia existir em organismos imóveis e “simples”.

A Botânica, tanto na escola quanto na universidade, é dividida em quatro grandes áreas, a Sistemática, a Ecologia, a Anatomia e a Fisiologia, sendo a Fisiologia Vegetal provavelmente uma das mais abstratas para os estudantes. Esse fato, possivelmente, ocorre porque conteúdos como regulação hormonal, transporte de água, nutrientes e fotossíntese são extremamente complexos e de difícil compreensão por aqueles com pouco estudo em relação às plantas. O aprendizado desses conteúdos por alunos que desconhecem as características básicas de um vegetal é desafiador para os educadores, já que existem lacunas quanto à concepção de seres vivos e também na construção de conhecimentos abstratos acerca de processos que requerem observações indiretas ou a intervenção de recursos técnicos sofisticados para o seu entendimento.

A fotossíntese é um tema de difícil compreensão. Por haver a liberação de gás oxigênio nas reações fotossintéticas, é comum que os alunos entendam esse processo como o oposto da respiração celular, que, por sua vez, consome oxigênio. Essa dificuldade de compreensão foi observada por Junqueira (2012), que percebeu a incapacidade dos alunos de identificar os organismos fotossintetizantes como os grandes produtores de matéria orgânica na biosfera. A autora reconhece que alguns alunos citam funções como a produção de matéria orgânica para a produção de energia, crescimento, reposição de células, tecidos e órgãos perdidos e reprodução como função da fotossíntese, porém ela afirma que os estudantes não costumam associar a produção de oxigênio como parte desse processo.

Além de dificuldades relacionadas ao estudo da Botânica e, em especial da Fisiologia Vegetal, outra questão verificada nos livros didáticos é a falta de abordagem de temas modernos. Temas importantes como a Fisiologia Humana, Citologia, Genética e Fisiologia Vegetal são abordados por meio do conhecimento elaborado no século XIX (NASCIMENTO, 2006). Corroborando com esse estudo, quando há a presença de tópicos científicos atuais, não há uma relação com o conteúdo abordado em sala de aula (o considerado conteúdo “clássico”) além de ser muito pontual, pouco aprofundado, costuma aparecer na forma de textos ilustrativos ou apêndices, o que pode diminuir sua importância na visão de alunos e professores (MARTINS; DAMASCENO, 2002). Para Junqueira, Finimundi, Rico e Souza (2012), a ausência ou demora de atualização do livro didático ocorre pois, é importante economicamente que tais livros sejam duráveis e sejam usados durante anos, isso traz uma descrição fixa da realidade. Em consequência disto, o conhecimento acadêmico desenvolve-se com mais rapidez, enquanto o escolar parece estar estagnado há anos.

Considerando esses argumentos, este trabalho pretende fazer uma análise quali-quantitativa dos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio que participam do PNLD. Esta análise procura entender como é realizada a recontextualização do conteúdo presente nos materiais didáticos da graduação na produção do livro escolar no que se refere ao conteúdo de Fisiologia vegetal.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O foco deste estudo é a análise do conteúdo de Fisiologia Vegetal presente nos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio, aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2012. O assunto de Fisiologia Vegetal foi definido considerando-se que o agronegócio representou de 22% a 26% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro entre 1994 a 2013 (BARROS, 2014) e, portanto, ciências que estudam o melhoramento da agricultura ou pecuária são de importância vital para a economia nacional. Para isso, existe no Brasil um elevado número de centros de pesquisa que desenvolvem tecnologias aplicadas a partir dos estudos da área de Fisiologia Vegetal. Esses centros trabalham com plantas como soja, milho, arroz e cana de açúcar, vegetais que estão presentes nas refeições de uma parcela expressiva da população mundial. Além das culturas citadas anteriormente, deve-se destacar a importância do ramo da biotecnologia dedicado à produção e melhoramento genético,

tanto por métodos de biologia molecular como por seleção artificial, de plantas com frutos, como por exemplo os tomates, pimentas, uvas, laranjas, entre outras. Todas essas plantas foram e ainda são alvo de estudo de muitos fisiologistas, que além de tentar compreender o seu metabolismo, buscam melhorar esses vegetais de acordo com o gosto ou necessidades do mercado. O estudo de metabólitos secundário como terpenos e alcaloides é outro ramo da Fisiologia Vegetal que produz altos lucros para a indústria. A extração de óleo de pinos (uma mistura de terpenos) é uma indústria altamente lucrativa e com alguns centros espalhados pelo mundo na busca da melhora desse produto. O óleo de pinus, é utilizado por diversas áreas da indústria, na produção de aromas para a produção de alimentos, essências para cosméticos e produtos de higiene, entre outros.

Considerando que a Fisiologia Vegetal desenvolve-se rapidamente com o auxílio de técnicas avançadas de análise, procurou-se saber se nos livros escolares este conteúdo está, pelo menos em parte, acompanhando os avanços tecnológicos. Assim, os procedimentos metodológicos adotados, nesta investigação, visam identificar se os livros didáticos abordam algumas das técnicas atuais e aproximam os alunos tanto dessas técnicas quanto dos conceitos e processos de Fisiologia Vegetal, possibilitando a compreensão do que é feito nos laboratórios e cultivos.

Pesquisadores como Nícia Eloisa da Gama Junqueira destacam em seus trabalhos o distanciamento dos estudantes em relação ao mundo vegetal e, em especial, à Fisiologia Vegetal, conteúdo complexo e abstrato. Tendo em vista sua alta complexidade e importância para a ciência e a economia nacional, esse conteúdo deveria receber uma atenção maior nas escolas, aproximando os estudantes dessa ciência, o que pode em um futuro próximo refletir na economia nacional com mais pesquisadores interessados no tema.

Buscando entender como este tema está sendo abordado, foram escolhidas quatro coleções de Livros Didáticos do Ensino Médio do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) para participarem da análise. Elas são: “Ser Protagonista” de Fernando Santiago dos Santos, João Batista Vicentin Aguilar e Maria Martha Argel de Oliveira; “Biologia Hoje” de Sérgio Linhares e Fernando Gewandszjder; “Novas Bases da Biologia” de Nélio Bizzo; e “Biologia” de Antônio Pezzi, Demétrio Ossowski Gowdak e Neide Simões de Mattos. Esses livros foram selecionados aleatoriamente dentre as oito coleções aprovadas pelo PNLD de 2012. Dessas coleções selecionadas, compostas por três volumes cada uma, somente os volumes

que continham conteúdos relacionados com a Fisiologia Vegetal foram analisados. Considerando-se que, em muitos livros, o conteúdo de Fotossíntese está associado à Biologia Celular (geralmente no primeiro volume da coleção), livros com esses tópicos fizeram parte do trabalho, além do segundo volume de cada uma das coleções, em que são estudados os seres vivos, havendo capítulos específicos dedicados ao estudo dos vegetais.

Com o intuito de entender qual a diferença existente entre a forma de abordagem do conteúdo presente nos livros escolares e a forma de abordagem proposta na graduação, utilizou-se o livro “Fisiologia Vegetal” de Lincoln Taiz e Eduardo Zeiger para fazer uma comparação. Este livro foi usado como modelo para nossa comparação devido a sua ampla utilização em cursos de Fisiologia Vegetal por universidades de prestígio na área, tanto no Brasil quanto no mundo. Além disso, considerando-se que este é o livro mais utilizado na disciplina de Fisiologia Vegetal, ele é a base dos estudos de biólogos formados e em formação, tanto com Habilitação em Bacharelado quanto em Licenciatura. Portanto, a comparação entre a forma de abordagem dos livros didáticos dirigidos ao Ensino Médio e de um livro dirigido à Graduação busca abarcar as fontes de informações disponíveis aos professores de Biologia durante o seu exercício profissional e durante a sua formação inicial.

ANÁLISE

Foi realizada uma análise documental, sendo definidos para investigação os livros didáticos de Biologia do Ensino Médio (EM) e um livro da Graduação. Para tanto a amostra foi constituída por dois volumes de cada uma das quatro coleções de livros didáticos de Biologia do EM, selecionadas dentre as coleções aprovadas pelo PNLD de 2012. Esses dois volumes (1^o e 2^o volumes) foram os que apresentaram os conteúdos de Fisiologia Vegetal.

O processo de análise tanto para o livro didático da Graduação, quanto para os livros didáticos do Ensino Médio foi feito, primeiro, de forma qualitativa e, posteriormente, de forma quantitativa.

Análise Qualitativa

Para a realização desta análise utilizou-se a técnica adaptada de Bardin (1979, apud, CAPPELLE; MELO; GONÇALVES, 2003; SANTOS; EL-HANI 2013). Esta análise foi subdividida em etapas: pré-leitura, leitura e separação de trechos de interesse, análise dos trechos de interesse e discussão dos resultados obtidos. Na pré-leitura foi realizada o que Santos e El-Hani (2013) chamam de “leitura flutuante”, uma leitura descompromissada com a análise que auxilia na familiarização com o conteúdo presente em cada volume, tendo assim um panorama geral do que a coleção aborda sobre o conteúdo de interesse em cada um de seus volumes.

Na segunda etapa, uma leitura mais minuciosa foi realizada. Nessa leitura, trechos de interesse foram anotados para uma posterior análise comparativa entre trechos, entre volumes e entre coleções distintas. Foram considerados trechos de interesse todos os parágrafos, esquemas, figuras ou caixas de texto contendo conteúdos de Fisiologia Vegetal, bem como suas interfaces com a Educação Ambiental conforme previstas nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) e nos critérios do PNLD. Além disso, partes do texto que estivessem em desacordo com essas Diretrizes também foram selecionadas.

Na última etapa da análise qualitativa foram relidos os trechos separados. Após a releitura uma comparação entre as caixas de texto sobre o mesmo tema ou que continham exemplos similares, independentemente do assunto, foram analisadas para ver se estavam de acordo com as DCN e os critérios do PNLD. Além disso, procurou-se saber se, no livro didático da Graduação, exemplos de relações entre o conteúdo acadêmico e situações do cotidiano, que poderiam atribuir significados e relevância ao estudo escolar, estavam presentes, se nos livros escolares haviam exemplos similares aos do livro da graduação e, por fim, analisou-se o conteúdo de cada coleção, com o intuito de observar as características do discurso do livro didático e se era composto por elementos dos discursos do campo educacional, das Ciências e do cotidiano.

Análise Quantitativa

Com o intuito de investigar se os conteúdos de Fisiologia Vegetal ocupam proporcionalmente o mesmo espaço físico entre as coleções e entre os livros escolares e universitário, eles foram submetidos à avaliação da quantidade de texto e de figuras destinadas a cada tema de Fisiologia Vegetal.

Durante a análise qualitativa, observou-se que os conteúdos mais presentes nos livros escolares são: Transporte de Seiva e Relações Hídricas (absorção, transporte e transpiração de água), Translocação do Floema, Nutrição Vegetal (micro e macronutrientes), Fotossíntese, Fitormônios, Fotoperiodismo e Movimentos Vegetais. Esses conteúdos, então, foram classificados como categorias, que eram analisadas separadamente. Esta análise se baseou na contagem de quatro parâmetros em cada um dos sete conteúdos e os parâmetros foram: número de parágrafos, número de figuras, número de esquemas e número de caixas de texto, gráficos foram considerados figuras. Após a contagem, calculou-se o valor total de cada um dos parâmetros por coleção para obter-se a porcentagem dos mesmos por conteúdo. Por meio dessa quantificação, a comparação entre coleções foi possível.

Como o volume de informações no livro da Graduação é muito maior do que nos livros didáticos do EM, a análise foi do número de páginas de cada um dos sete conteúdos e a soma dessas páginas foi considerada como 100%, possibilitando assim a comparação do percentual de espaço ocupado por cada dos conteúdos nos Livros Escolares e no livro Universitário. Outros conteúdos que estavam no livro da graduação “Fisiologia Vegetal”, e que não estavam presentes nas coleções de livros didáticos do EM analisadas não participaram da contagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conteúdo de Fisiologia Vegetal foi encontrado no primeiro e no segundo volumes das coleções analisadas, os quais exploram os assuntos associados à Biologia Celular e aos seres vivos, respectivamente. O número total de parágrafos dedicado ao conteúdo de Fisiologia Vegetal, incluídos o primeiro e o segundo volumes de cada coleção de livros de Biologia do Ensino Médio (EM) analisada é o seguinte: “Ser Protagonista” apresenta 178 parágrafos; “Biologia Hoje” oferece 146 parágrafos; “Biologia” corresponde a 100 parágrafos e, finalmente, “Novas Bases da Biologia” com 76 parágrafos. Os conteúdos de Fisiologia Vegetal discutidos nos livros didáticos de Biologia foram: Fotossíntese, Transporte de água e solutos, Fitormônios, Translocação no Floema, Movimentos Vegetais, Fotoperíodo e Nutrição. O livro “Fisiologia Vegetal” da graduação oferece 411 páginas para os conteúdos localizados nos livros didáticos da Educação Básica (ver Tabela 1) além de aproximadamente, 500 páginas a outros assuntos que não são mencionados nos livros do EM.

A Fisiologia Vegetal nos livros didáticos de Biologia do EM

Livros escolares tendem a priorizar o conteúdo de Fotossíntese, dentre outros tópicos de Fisiologia Vegetal. Os resultados demonstram que, em média, 41% dos parágrafos de Fisiologia Vegetal explicam as reações fotossintéticas. Além disso, uma proporção maior de figuras, esquemas e caixas de texto dedicam-se a esse conteúdo, embora exista uma grande variação entre as coleções como pode ser observado na Tabela 1. Esses resultados podem estar ligados à relação direta existente entre as reações fotossintéticas e a manutenção da vida na terra. Por ser responsável pela produção de todo o oxigênio da Biosfera, os autores dedicam uma parte considerável do livro para dissertar sobre esse assunto. Tendo em vista que em todas as coleções analisadas esse conteúdo se insere no primeiro volume, que trata principalmente dos assuntos relativos à Biologia Celular, aparentemente, os autores recorrem ao processo de fotossíntese, junto com a quimiossíntese, como um contraponto aos processos de respiração e de fermentação. Além disso, no primeiro volume, é possível desenvolver

Tabela 1. Frequência de conteúdos de Fisiologia Vegetal em quatro coleções de Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio e no Livro de Fisiologia Vegetal da graduação.

Coleção	Valores em (%)	Fotos.	Trans. Água	Fitorm.	Transl. Fl.	Mov. Veg.	Fotoper.	Nutriç.	Número Total
Ser Protagonista	Parág.	46	11,2	11,2	5	8	9	9,6	178
	Fig.	47,5	15	5	-	15	12,5	5	40
	Esq.	50	22	6	11	-	11	-	18
	Cx. Txt.	44,4	11,2	22,2	11,2	5,5	-	5,5	18
Biologia Hoje	Parág.	42,4	11,6	11	7,5	13,7	8,2	5,5	146
	Fig.	26,9	14,7	17	9,7	21,9	4,9	4,9	41
	Esq.	100	-	-	-	-	-	-	5
	Cx. Txt.	42,8	28,6	14,3	-	-	14,3	-	7
Biologia	Parág.	34	23	18	5	5	9	6	100
	Fig.	22,2	16,6	22,2	-	16,6	16,6	5,8	18
	Esq.	41,6	25	16,6	4,2	8,4	4,2	-	24
	Cx. Txt.	57,1	14,3	14,3	-	-	14,3	-	14
Novas Bases da Biologia	Parág.	42,1	28,9	11,8	4	13,2	-	-	76
	Fig.	47,0	20,6	15	5,9	11,6	-	-	34
	Esq.	40	40	-	20	-	-	-	5
	Cx. Txt.	-	-	-	-	-	-	-	0
Fisiologia Vegetal	Núm Pág.	25,8	9	41,6	7,3	3,4	2,2	10,7	411

Legenda: Fotos. – Fotossíntese; Trans. Água – Transporte de água e soluto; Fitorm. – Fitormônio; Transl. FL – Translocação no floema; Mov. Veg. – Movimentos vegetais; Fotoper. – Fotoperíodo; Nutriç. – Nutrição; Parág – parágrafo; Fig. – figura; Esq. – esquema; Cx. Txt. – caixa de texto em destaque na página.

detalhadamente as reações da maioria das fases da Fotossíntese, tendo em vista à explicação da produção de energia pelas células.

Caso esses parágrafos fossem deslocados para o capítulo de Fisiologia Vegetal, no segundo volume, correspondente aos seres vivos, dificilmente teríamos essa proporção de 41%, considerando-se que o texto seria anexado junto à Botânica, que inclui a Sistemática, a Anatomia Vegetal e a própria Fisiologia. Somente esses três conteúdos já ocupam grande parte do livro, inviabilizando-se, assim, uma discussão detalhada da Fotossíntese.

Considera-se vantajosa a divisão de conteúdo em diferentes volumes, pois isso possibilita maior dedicação à Fisiologia Vegetal. Entretanto, essa separação leva a uma leitura fragmentada do conteúdo, tendo em vista que cada volume é usado durante apenas um ano do Ensino Médio, podendo-se inviabilizar o acesso ao volume que contém Fotossíntese no período em que se esteja estudando a Fisiologia Vegetal. O acesso a todos os volumes faz-se necessário em alguns momentos, visto que a compreensão da Fotossíntese requer a leitura dos dois volumes, cabendo ao professor retomar o tratado em ano anterior.

No livro “Fisiologia Vegetal”, 25% das páginas analisadas traziam o conteúdo de Fotossíntese, diferindo do que se observou nos livros escolares, com médias, aproximadamente, dezesseis por cento superiores (ver tabela 1). A maior área desse livro destina-se a Fitormônios, 171 páginas (41,6%), discorrendo extensamente sobre a auxina, hormônio com ampla utilização econômica. Já, nos livros escolares, fitormônios correspondem a aproximadamente 13% dos parágrafos, sendo discutidas diversas funções dos hormônios de forma superficial. Ainda na obra da graduação, há uma forte presença da bioquímica dos hormônios, incluindo a descrição de rotas biossintéticas. Essa abordagem está ausente nas coleções escolares. A omissão de um conteúdo abstrato certamente adapta-se às necessidades escolares, reduzindo a complexidade do tema, seguindo o que se espera de um livro direcionado ao público do EM.

Nas coleções didáticas observou-se que após a Fotossíntese, o Transporte de água e solutos corresponde ao maior número de parágrafos (20 em média), além de caixas de texto e esquemas. O tópico do Transporte incide sobre a absorção e a ascensão de água e solutos na planta, explicadas pela teoria de Pressão Positiva de Raiz e pela teoria de Coesão-tensão da molécula de água, além de um importante

processo associado, a abertura e o fechamento de estômatos para a transpiração. Esse último mecanismo atua como adaptação a estresse abiótico, como a falta ou o excesso de água nos vegetais. No livro didático universitário, existe um capítulo de Transporte de água e solutos com apenas 37 páginas (9%), sendo o quarto tópico em número de páginas, possivelmente devido a sua menor complexidade, quando comparado aos que ocupam um maior espaço na obra.

Os capítulos em que se trabalham os hormônios vegetais apresentam muitos exemplos visuais e que podem ser utilizados em uma explicação. Pode-se confirmar isso por meio da observação do número de figuras desse tema. Apesar de conter menor número em duas coleções, em outras duas observa-se que ocupa o segundo lugar quanto ao número de figuras. As figuras representam exemplos de estiolamento (crescimento excessivo do caule), germinação de sementes, amadurecimento de frutos e clorose (crescimento da planta na ausência total ou parcial de luz) entre outros.

Observando-se os três conteúdos que menos apareceram nos livros escolares podem ser citados Movimentos Vegetais, como os tipos de tropismos; Fotoperiodismo, que é o estudo da relação da duração do dia com algumas respostas da planta; e Nutrição Vegetal, em que se abordam macronutrientes, como Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio e Enxofre e micronutrientes, como Boro, Cloro, Cobre, Ferro, Manganês, Molibdênio, Cobalto, Níquel e Zinco.

O tópico menos explorado nas coleções escolares é o de Nutrição Vegetal, cerca 8 parágrafos, em média, parecendo ser ignorado o fato de a planta precisar de uma infinidade de minerais presentes no ambiente. Talvez essa ausência decorra do modo como a fotossíntese é considerada nas coleções, como responsável por suprir as necessidades nutricionais vegetais. Essa concepção é evidenciada na obra “Biologia Hoje”, em que no subtítulo Nutrição (p.159) explica a fotossíntese sem referência aos nutrientes. Na coleção, “Ser Protagonista” esse assunto é abordado em 17 parágrafos, sendo citados os nutrientes necessários ao vegetal. Destaca-se a inclusão da imagem de uma planta com deficiência nutricional, o que favorece a compreensão, entretanto carece de uma descrição das funções dos nutrientes. Já na obra “Biologia”, os nutrientes são melhor explicados, ainda que sejam dedicados apenas 6 parágrafos a esse assunto. O autor oferece um quadro com elementos e funções dos mesmos, importantíssimo para facilitar a compreensão e importância destes minerais. Por outro lado, este tema faz-se ausente na coleção “Novas Bases da Biologia” e é tratado como parte do conteúdo de fotossíntese na coleção “Biologia Hoje”.

Por outro lado, no livro da graduação, o tópico de Nutrição Vegetal aparece entre os três primeiros temas mais discutidos, apesar de ter o número de 44 páginas, bem menos menor que os dois primeiros temas (Fitormônios com 171 páginas e Fotossíntese com 106 páginas), disserta-se sobre cada um dos nutrientes necessários à manutenção das funções vegetais.

Contextualização da Fisiologia Vegetal

Observa-se a partir da análise qualitativa das coleções, que trechos da história da Ciência e realizações que auxiliaram na construção de conhecimento estão presentes repetidamente nos livros. Um exemplo é a descoberta de que o oxigênio atmosférico liberado pelas plantas, durante a fotossíntese, origina-se da fotólise da água. Essa é uma descoberta antiga e muito abordada nos textos de livros escolares. No início do século XVII, inicia-se a construção desse conhecimento, que levou a sua confirmação em meados da década de 1940 por cientistas da universidade americana de Berkeley (AGUILAR; SANTOS; OLIVEIRA, 2010, p. 145).

No Volume 1 da coleção “Novas Bases da Biologia Moderna” (2011, p. 211-213), a história da descoberta da fotólise da água é detalhada. Em “Biologia Hoje” (p.162) observa-se o quadro “Biologia & História”, com espaço reduzido, em que é descrita a construção do conhecimento com o passar dos séculos por vários pesquisadores, apresentando uma visão geral dos experimentos que levaram à descoberta da origem do oxigênio liberado nas reações fotossintéticas. A coleção “Biologia” é a que menos apresenta detalhes dessa história, resumindo-se a um esquema simples e ao seguinte parágrafo:

No esquema, observa-se que da fotólise da água resultam moléculas de H_2O e O_2 , que são liberadas. Portanto, o O_2 produzido durante a fotossíntese provém da quebra de moléculas de água (PEZZI, 2010, p. 72).

Exemplos e histórias repetidas entre coleções são frequentes. Além do já citado, relativo à fotólise da água, herbicidas são assuntos frequentes. Buscando-se contextualizar o conhecimento sobre a cadeia transportadora de elétrons na fotossíntese, é mencionado o efeito e a forma de funcionamento de herbicidas (comercializados como defensores agrícolas).

Os trechos, a seguir, trazem exemplo relativos aos herbicidas em dois livros escolares e no livro universitário. No livro “Ser Protagonista” (p. 151) observa-se uma caixa de texto intitulada Biologia e Agronomia “A Fotossíntese e os Herbicidas”:

Alguns herbicidas agem interrompendo o fluxo de elétrons carregados pelos transportadores entre os dois fotossistemas, o que inibe a fotossíntese, ocasionando a perda de atividade do cloroplasto. Recentemente, algumas ervas daninhas comuns, resistentes a certos herbicidas, apareceram em áreas nas quais um único tipo de herbicida foi usado por vários anos seguidos. Neste sentido, a engenharia genética tem sido utilizada para tornar uma planta de cultivo mais resistente a determinado herbicida. O sucesso desta prática depende do grau de controle sobre os efeitos colaterais indesejáveis que porventura apareçam nas plantas resistentes e a rapidez com que as ervas daninhas adquirem resistência ao herbicida (AGUILAR, SANTOS E DE OLIVEIRA, 2010, p. 151).

Algo muito semelhante a este texto faz-se presente na coleção “Biologia Hoje”, com título muito similar “Herbicidas e Fotossíntese”, mas agora em uma caixa de texto designada como Biologia & Tecnologia:

Alguns herbicidas (agrotóxicos que matam ervas daninhas que impedem o crescimento das plantas cultivadas) atuam interrompendo o transporte de elétrons, inibindo a Fotossíntese.

Nos casos em que o herbicida foi usado continuamente e por vários anos, foram encontradas ervas resistentes ao agrotóxico. Essas ervas possuíam proteínas com menor capacidade de se ligarem ao herbicida, bloqueando assim seu efeito. Essas proteínas surgiram por causa de mutações nos genes de ervas daninhas.

Algumas variedades de soja e algodão transgênicos, obtidas por engenharia genética, possuem um gene de bactéria que produz uma enzima capaz de destruir o herbicida glifosato. Com isso, a soja e o algodão transgênicos não sofrem a ação desse herbicida e somente as ervas daninhas são destruídas. No entanto, aqui também a mutação pode gerar ervas daninhas resistentes ao herbicida (LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2011, p. 167).

Presente no livro Fisiologia Vegetal, texto sobre herbicida também elucida o tema, citando dois herbicidas já utilizados em cultivos que atuam na cadeia transportadora de elétrons. O texto com o nome de “Alguns Herbicidas Bloqueiam o Fluxo Fotossintético de Elétrons” traz:

O uso de herbicidas para matar plantas indesejáveis é largamente adotado na agricultura moderna. Muitas classes diferentes de herbicidas foram desenvolvidas, algumas agem bloqueando a biossíntese de aminoácidos carotenoides aos lipídios ou perturbando a divisão celular. Outros herbicidas, como diclorofenildimetilureia (DCMU, também conhecido como diuron) e paraquat, bloqueiam o fluxo de elétrons fotossintético.

O DCMU bloqueia o fluxo de elétrons nos aceptores quinona do fotossistema II, competindo pelo sitio de ligação da plastoquinona que é normalmente ocupado pela PQ_B. Paraquat aceita elétrons dos aceptores primários do fotossistema I e então, reage com o oxigênio para formar superóxido, uma espécie que é muito prejudicial aos componentes do cloroplasto, especialmente os lipídeos (TAIZ & ZEIGER, 2013, p. 186-187).

Percebem-se aqui exemplos repetidos, porém muito eficientes na elucidação desse conteúdo abstrato. Analisando conteúdos dos livros escolares percebe-se uma grande similaridade entre eles e com o livro da graduação. Pode-se concluir a partir disto que: ou se utilizam dos mesmos livros-texto como referência ou, o que acredita-se que ocorra, temos livros escolares autorreferentes. Isso significa que autores de livros-didáticos escolares buscam outros livros escolares como referência de suas obras. Supõe-se essa autorreferência ao se analisar os conteúdos e as formas como esses são abordados em diversas coleções do PNLD.

Apesar de todas as coleções e volumes analisados terem suas particularidades, suas qualidades e seus defeitos, nota-se a semelhança entre elas. Essa semelhança pode ser percebida tanto nos exemplos repetidos, quanto na forma como se escreve o conteúdo, em figuras visualmente muito próximas ou, ainda, em todos esses critérios concomitantemente. A similaridade de diversos capítulos, como por exemplo a ascensão da água e solutos através do xilema, é evidente. Quando ocorre a dissertação sobre o tema, apresenta-se repetidas vezes nos livros escolares o exemplo de deslocamento de um líquido insolúvel em água (geralmente utiliza-se Mercúrio) através de um tubo (fig.1) pela pressão positiva de raiz. Pode-se observar esse exemplo na página 162, figura 9.7 do livro “Biologia Hoje”, página 162; figura do canto superior direito do livro “Ser Protagonista” e, na página 152 (Pezzi, Gowdak e Mattos, 2010), em um esquema praticamente igual ao citado anteriormente. Esses dados corroboram a hipótese da autorreferência. Esse tipo de referência poderia auxiliar para que todos conteúdos fossem debatidos nos livros, o que se esperava que ocorresse. Entretanto, esse fato não ocorre, observa-se uma surpreendente ausência de conteúdos em alguns volumes, ou os conteúdos são apresentados de forma homogênea

entre coleções e, ao mesmo tempo, partes importantes do mesmo são retiradas trazendo prejuízo ao leitor, assim como perda de qualidade e individualidade para as obras. Percebe-se esse decréscimo em qualidade na ausência, por exemplo, do conteúdo de Fotoperiodismo em uma coleção. Esse conteúdo trata das respostas do vegetal a mudanças, por exemplo de luminosidade, que induzem ou inibem seu florescimento. Tendo alta relação com o cotidiano de muitas pessoas e que deveria ser explorado em todas as coleções disponíveis no PNL D. Já a perda de individualidade fica evidente no modo como os autores escrevem. Como citado anteriormente, a descoberta da liberação do Oxigênio para a atmosfera pela fotólise da molécula de água é apresentada de maneira muito similar entre os livros, assim como as teorias de ascensão da água e solutos pelo xilema.

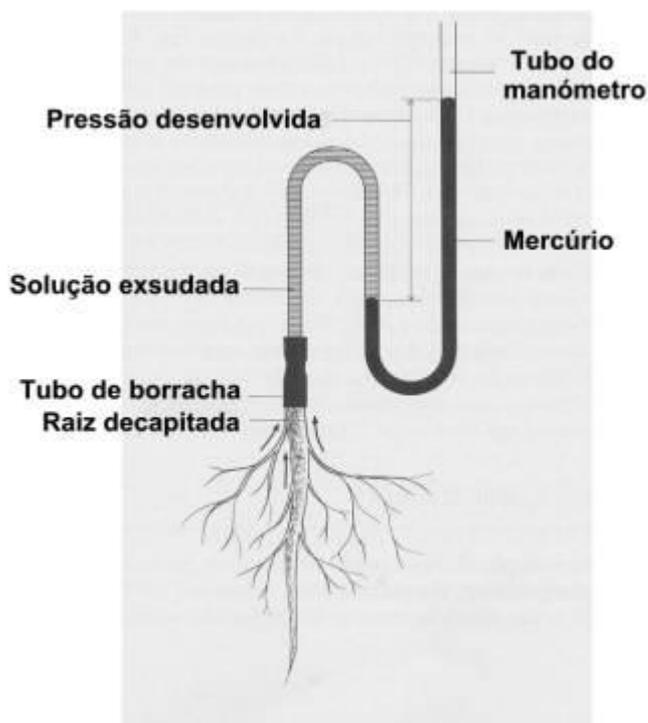


Fig.1. Representação do experimento que comprova a pressão positiva de raiz (pressão que auxilia na ascensão de água e solutos pelo xilema). Fonte: Da Costa (2014).

O discurso dos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio

Considerando-se o tipo de discurso, os exemplos e a abordagem do tema que julgam os especialistas como adequado para um texto didático dirigido à Educação Básica, a coleção “Novas Bases da Biologia” é a que mais se aproxima do desejado. Nesse livro e, em especial no tópico respectivo à Fotossíntese, são oferecidos muitos exemplos do cotidiano e da importância dos processos biológicos, o que torna o conhecimento representativo, aumentando o interesse do leitor. Inicia-se o texto com

uma visão geral do tema, seguindo pela explicação sobre como o conhecimento foi construído. Sem dúvida é a introdução e desenvolvimento do tema que mais despertam o interesse entre as coleções que foram analisadas.

Contudo, Nélio Bizzo não chega a aprofundar as explicações acerca dos processos descritos. Comparando-se com outros livros, este é o que menos traz informação de *Fisiologia Vegetal*, 76 parágrafos, 24 a menos que “*Biologia*” - que é o segundo menor. Apesar de, na maioria dos casos, não se poder considerar um pequeno número de parágrafos como sinônimo de baixa qualidade e aprofundamento, no caso da obra desse autor percebe-se a falta de detalhes importantes em um texto reduzido. Observa-se, por exemplo, poucos parágrafos sobre hormônios vegetais (apenas 9). Todavia, mesmo aprofundando-se pouco no tema, os exemplos e as imagens apresentadas chamam a atenção do leitor, destacando-se o tópico sobre Fitormônios e Herbicidas, em que são debatidos os motivos do uso, algumas culturas que os utilizam e, por fim, dedica-se o final do texto para debater a utilização do “Agente Laranja” na Guerra do Vietnã. Apesar de apresentar uma perspectiva parcial sobre o problema, esse trecho utiliza-se de fatos históricos e da geografia para discutir temas biológicos, buscando, assim, a interdisciplinaridade. Explora-se pouco o exemplo citado anteriormente nos demais livros didáticos, o que pode distanciar o leitor da disciplina de *Biologia*, tendo em vista que muitos livros assemelham-se a dicionários de termos técnicos, o que não cativa a maioria dos leitores.

Diferindo da abordagem de Nélio Bizzo, a coleção “*Biologia*” assemelha-se muito a livros de Ensino Superior. O conteúdo é sucinto se comparado ao livro “*Fisiologia Vegetal*”, porém completo. Apesar de conter menos parágrafos que os demais (ver tabela 1), apresenta muito detalhes, parecendo uma sequência de definições de conceitos com pouca relação uns com os outros. Falta-lhe uma escrita mais adequada ao público não especialista, pois como em outras coleções, a semelhança a um “dicionário de termos biológicos” é expressiva. Porém, bons exemplos aparecem, destacando-se aqui a caixa de texto onde o aquecimento global é discutido e modos de mitigar seus efeitos são apresentados:

...As empresas automobilísticas procuram reflorestar áreas equivalentes as emissões de CO₂ que seus veículos produzem ao longo de um determinado período de tempo, assim contribuem para evitar o acúmulo deste gás na atmosfera.

As florestas em crescimento capturam o CO₂ por meio da fotossíntese e formam moléculas de glicose que é constituinte da celulose, polissacarídeo encontrado na parede celular das células vegetais; sendo assim o CO₂ é retirado da atmosfera e fica armazenado nas árvores em crescimento. Essa molécula só retorna à atmosfera se a árvore for queimada ou durante seu processo de decomposição. (PEZZI, GOWDAK e MATTOS, 2010, Pág.72)

É interessante destacar que o livro exemplifica que o CO₂ é capturado pelas plantas, contudo pode voltar para a atmosfera. Isso contribui para a elevação da temperatura média mundial.

Tem-se nas coleções “Biologia Hoje” e “ Ser Protagonista” dois textos com grande similaridade. Dentre as quatro que foram analisadas, estas são as que mais dedicaram espaço físico para a Fisiologia Vegetal. Percebe-se apenas uma pequena diferença entre elas, que são as caixas de texto, com maior número na coleção “Ser Protagonista”. Estes resultados indicam, confirmando-se a leitura das obras, uma aproximação com o cotidiano relativamente maior nesta coleção. Entretanto, seus textos são similares. Despejando-se no corpo do texto muitos termos, alguns apresentados pela primeira vez na obra, sem uma explicação detalhada, o que tende a dificultar uma leitura “fluida”. Ambos trazem figuras e esquemas adequados, o que minimiza parcialmente a dificuldade imposta pelo texto.

Observou-se neste trabalho uma coleção com uma abordagem transversal da Fisiologia Vegetal, “Novas Bases da Biologia”, mas que não chega a explicar suficientemente os processos biológicos. Estudou-se também a coleção “Biologia” com maior semelhança ao livro da graduação, onde relações com o cotidiano e a tentativa de agregar maior significado ao conteúdo são ignoradas para fazer-se uma abordagem detalhada do conteúdo acadêmico e, por fim, duas coleções que posicionam-se entre as duas anteriores. Essas últimas apresentam um volume menor de informações técnicas, o que é adequado ao público do EM, porém ignoram algumas das orientações tanto do PNLD quanto das DCN.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se, por meio dos resultados obtidos nesta análise, diferentemente de Braga e Mortimer (2003), que o discurso presente em livros didáticos de Biologia do Ensino Médio não se configura propriamente como um discurso híbrido que agrega o discurso científico, o pedagógico e o cotidiano, tendendo a aproximar-se mais das

ideias de Halliday (1993), que acredita na semelhança maior ao científico. Entretanto, ao considerar-se que na produção do discurso científico parte-se de perguntas as quais são respondidas por meio de investigações, o discurso dos livros didáticos parte de afirmativas apresentadas como inquestionáveis, havendo, nesse sentido um antagonismo em relação ao discurso científico. No discurso científico, o conhecimento é o resultado de um processo em que ocorrem falhas e acertos, controvérsias, superações e isso não se observou nas coleções didáticas do EM analisadas no presente estudo. Na produção dos livros didáticos também parece ser ignorada a necessidade de maior aproximação ao discurso cotidiano com uma linguagem menos técnica. Além disso, os estudos do campo educacional que recomendam uma articulação aos conhecimentos prévios e aos saberes locais dos estudantes, não parecem ser considerados suficientemente. Assim, a tentativa de mesclar esses três tipos de discursos, não chega a ocorrer de uma maneira satisfatória.

A Ciência, independente da área, utiliza-se da dúvida e das controvérsias como motivação para a construção do conhecimento. Inovações tendem a demorar para serem aceitas de forma ampla dentro da comunidade científica. Exemplos citados anteriormente, como da fonte do oxigênio liberado pelas plantas, aparecem nos livros como sendo construídos de forma retilínea, com experimentos tendo resultados perfeitos e que corroboram o que havia sido descoberto pelos cientistas. Esse fato aparece de maneira equivocada ao leitor, induzindo-o a acreditar não haver debate dentro da comunidade científica e que todos concordaram entre si. Essa situação de aceitação das descobertas é um processo demorado, visto que historicamente cientistas apresentaram desavenças por trabalhar a partir de pressupostos e hipóteses diferentes.

A ausência de questionamentos e a certeza com que se explicam determinados conteúdos concede ao livro de Biologia do EM a característica de inquestionável. Evitando as perguntas e críticas, resta-lhe expor suas teorias, termos e conceitos. Como resultado disso, temos um livro que se assemelha ao dicionário, sobrecarregado de termos técnico-científicos que, na maioria das vezes, não são acompanhados de explicação nem contextualização, tornando-se ineficientes na transmissão de conhecimento.

Conteúdo, assim como termos sem contextualização, perdem o seu significado. Nota-se uma ausência da problematização de conteúdos relevantes, como, por exemplo, a ascensão de água e solutos através do xilema, nos textos analisados. Pode-se explorar a formação de nuvens pela evaporação que ocorre nas folhas, o que

possibilitaria a integração entre a Biologia e a Geografia, já que aborda assuntos meteorológicos, e a Física, pois existem métodos de acelerar ou retardar a evapotranspiração na folha e as plantas os utilizam. Esse tipo de abordagem permitiria um diálogo interdisciplinar, sendo possível incorporar fatos que contextualizem o conteúdo, atribuindo, assim, significado ao conhecimento obtido pelo leitor, o que pode facilitar o entendimento de conceitos que de outra forma tornam-se abstratos e monótonos.

Todas as características indicadas por meio deste estudo sugerem que a produção do livro didático não seja baseada no discurso do campo educacional. As coleções parecem rígidas, impossibilitando a expressão de conhecimento prévio por parte do aluno, inviabilizando-se, assim, a troca de conhecimento entre alunos e professores e entre alunos e colegas. Este tipo de construção transforma o estudante em ser passivo, um ouvinte inerte e o conteúdo entediante.

Apesar do pessimismo produzido pelas análises, acredita-se que as avaliações e as exigências do PNLD e das DCN podem levar à construção de coleções melhores, que fariam do aluno um ser ativo, desencadeando o pensamento crítico e a criação de hipóteses para resolver problemas. Esse tipo de material facilitaria o aprendizado e traria bons reflexos na ciência e na tecnologia do país.

BIBLIOGRAFIA

BARRA, V.M.; LORENZ, K.M. Produção de materiais de ciências no Brasil, period.:1950 a 1980. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.38, n.12, p.1.970-1.973, dez 1986.

BARROS, G.; SILVA, C, A, F. PIB do Agronegócio - Dados de 1994 a 2013. Brasil, EPAAE, ESALQ, 2014. Disponível em:<<http://cepea.esalq.usp.br/pib/>> acesso: 14 de Novembro de 2014.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, p.229, 1979.

BERNSTEIN, B. **A estruturação do discurso pedagógico**: classe, códigos e controle (volume IV da edição inglesa). Tradução de Tomaz Tadeu da Silva e Luís Fernando Gonçalves Pereira. Petrópolis: Vozes, 1996, 307p. (Título original: The structuring of pedagogic discourse: Volume IV Class, codes and control, 1990).

BRAGA, S. A. M., , E.F. Os gêneros de discurso do texto de biologia dos livros didáticos de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, v.3, n. 3, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação, Câmara de educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília. 2012.

- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Guia de Livros Didáticos PNLD 2012: Biologia**. Brasília. 2011.
- BIZZO, N. M. V. Falhas no ensino de ciências. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 159, p.26- 31, 2000.
- BRAGA, S. A. M. **O texto do livro didático de ciências: um gênero discursivo**. 2003. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação. Belo Horizonte: UFMG, 2003.
- CAPPELLE, M, C, A; MELO, M, C, O, L; GONÇALVES, C, A. Análise de conteúdo e análise de discurso nas ciências sociais. **Revista Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 5, n.1, Lavras, MG,2003
- CASSAB; MARTINS. Um balanço dos estudos recentes conduzidos com o livro didático de ciências. **Anais do II Encontro Regional de Ensino de Biologia**, Niterói, RJ, 2003.
- CHASSOT, A. Ensino de Ciências no começo da metade do século da Tecnologia. In: Lopes, A.; Macedo, E. (Org.) **Currículo de Ciências em debate**. Campinas: Papyrus, 2004.
- DA COSTA, A, R. As relações hídricas das plantas vasculares. Portugal, 2001. Disponível em: <<http://www.angelfire.com/ar3/alexcosta0/RelHid/Rhw6.htm>> Acesso em: 18 de Novembro de 2014.
- DIGISI, L. L.; WILETT, J.B. What high school biology teachers say about their textbook use: a descriptive study. **Journal of Research in Science Teaching**, Hoboken, v. 32, n. 2, p. 123-142, 1995.
- ESPINOZA, A; CASAMAJOR, A; PITTON, E. **Enseñar a leer textos de ciências**. Editora Paidós, Buenos Aires: Paidós, 2009.
- ESPINOZA, A, M. **Ciências na escola: novas perspectivas para a formação dos alunos**, Ática, São Paulo, 2010.
- FRACALANZA, Hilário. Fragmentos da História- Iconografia - Iniciação a Ciência. **Revista Ciência em Foco**, Unicamp, Campinas, 2008.
- GAYÁN, E.; GARCÍA, P. E. Como escogieron un libro de texto? Desarrollo de un instrumento para evaluar los libros de texto de ciencias experimentales. **Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, Número Extra, V Congreso, p. 249-250, 1997.
- HALLIDAY, M.; MARTIN, J. Writing Science. The Falmer Press, London, 1993.
- JUNQUEIRA, N, E, G. **Ensino de Fisiologia Vegetal: elaboração de material didático com enfoque prático direcionado a alunos e professores do Ensino Médio**. Dissertação de Mestrado, PUCMG, Belo Horizonte, 2012.
- LEMKE, J. Multiplying meaning: visual and verbal semiotics in scientific text. In: MARTIN, J.; VEEL, R. (eds). **Reading Science**. London: Routledge, 1998.
- LOPES, A C. Organização do conhecimento escolar: analisando a disciplinaridade e a interpretação. **Linguagens espaços e tempos no ensinar e aprender**. DP&A, Rio de Janeiro, p. 147-162, 2000.
- LORENZ, K. M. Os Livros Didáticos e o ensino de Ciências na escola secundária brasileira do século XIX. **Ciência e Cultura**, São Paulo, V. 38, n.3, p. 426-435, mar., 1986.
- MARCUSCHI, Luiz Antonio. **Da fala para a escrita: atividades de retextualização**. 2. ed. Cortez: Autores Associados São Paulo, 2001.
- MARTINS, I. et al. Uma análise das imagens nos livros didáticos de ciências para o ensino fundamental. **Anais do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Bauru, 2003.
- MARTINS, I. Analisando livros didáticos na perspectiva dos escudos do Discurso: compartilhando reflexões sugerindo uma agenda para a pesquisa. **Pro-Posição**, Brasília, v. 17, n. 1, 2006.

- 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.
- MOODY, D.E. The paradox of the textbook. In: FISHER, K.M.; WANDERSEE, J.H.; MOODY, D. E. (Eds.), **Mapping biology knowledge**. Dordrecht, Netherlands: Kluwe, p. 167-184 2000.
- NASCIMENTO, T. G., ALVETTI, M. A. S. Temas científicos contemporâneos no ensino de Biologia e Física. **Revista Ciência & Ensino**, Brasília, v. 1, n.1. 2006.
- SANTOS, B, W., EL-HANI, C. A abordagem do pluralismo de processos e da Evo-Devo em livros didáticos da Biologia Evolutiva e Zoologia de Vertebrados. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte. v.15, n.3, p. 199-216. 2013
- VIGOTSKI, L, S. **Pensamento e linguagem**. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.