



Septiembre 2016 - ISSN: 1989-4155

ESTUDO SOBRE A TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DO CONCEITO DE FLUXO DE ENERGIA EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA NO BRASIL

Kamilla Zabotti¹

Lourdes Aparecida Della Justina²

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Kamilla Zabotti y Lourdes Aparecida Della Justina (2016): "Estudo sobre a transposição didática do conceito de fluxo de energia em livros didáticos de biologia no Brasil", Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo (septiembre 2016). En línea: <http://www.eumed.net/rev/atlanter/2016/09/biologia.html>

RESUMO

O conhecimento produzido pela academia passa por um processo chamado transposição didática, que se caracteriza pela modificação deste conhecimento a fim de se tornar objeto de estudo no ensino básico. Sabe-se que este processo pode acarretar em um conhecimento sem relação com a perspectiva histórica, desvinculado de suas origens. O objetivo do presente estudo é apresentar o resultado da análise de 11 livros didáticos de biologia, compreendendo as décadas de 1950 à atual, a fim de verificar a exposição do conceito do fluxo de energia e suas possíveis alterações. Os principais resultados encontrados se referem à descontextualização e descontemporização dos saberes investigados nos livros analisados.

Palavras-chave: Contextualização, despersonalização, descontemporização, ensino de ecologia.

ABSTRACT

The knowledge produced by the academy pass through a process called didactic transposition that is characterized by the modification of this knowledge in order to turn into object of study in elementary school. Is known that this process can result in a knowledge without relation with the historical perspective, disconnected from its origins. The purpose of the present study is to present the result of the analysis of 11 biology textbooks, covering 1950s decades to present in which was verified the occurrence of energy flow concept and its possible amendments. The main results founded refer to the descontextualization and descontemporization of the cases investigated in the analyzed books.

Key-words: Contextualization, despersonalification, descontemporization, biology teaching.

¹ Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) e Mestranda em Educação pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná.
E-mail: kmi_zabotti@hotmail.com

² Doutora em Educação para a Ciência pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Professora do Programa de Pós-Graduação em Educação em Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE).
E-mail: lourdesjustina@gmail.com

RESUMEN

El conocimiento elaborado por las instituciones académicas pasa por un proceso llamado de transposición didáctica que se caracteriza por la modificación de este conocimiento con el intento de tornarlo objeto de estudio en la enseñanza básica. Es conocida la idea de que este proceso puede resultar en un conocimiento sin relación con la perspectiva histórica, disociado de sus orígenes. El objetivo del presente estudio es presentar el resultado del análisis de 11 libros didácticos de biología, abarcando las décadas de 1950 a la actual, en los cuales se verificó la exposición del concepto de flujo de energía y sus posibles cambios. Los principales resultados encontrados se refieren a la descontextualización y descontemporización de los saberes investigados en los libros analizados.

Palabras-clave: Contextualización, despersonificación, descontemporización, enseñanza de ecología.

INTRODUÇÃO

Atualmente uma das principais discussões dos contextos político, econômico, social e cultural são os assuntos ligados ao ambiente, à sustentabilidade. Dentre estes, podemos citar a poluição, mau uso de recursos naturais, mudanças climáticas e falta de água. Tais problemas ambientais necessitam ser analisados pelos cidadãos por meio de diferentes ângulos e suas soluções requerem a participação perspicaz da sociedade (BRANDO, 2010).

A educação ecológica propicia que o cidadão participe ativamente da sociedade em relação aos assuntos ambientais presentes no seu cotidiano, sendo considerada fundamental na formação do indivíduo. Assim, defendemos que o ensino de ecologia é fundamental para o exercício da cidadania. Tal visão nos leva a entender que o domínio desta área coloca-se como imprescindível na escola, ao qual os alunos precisam apropriar-se de uma linguagem científica para assim desenvolverem condutas e práticas conscientes, críticas e éticas em relação ao ambiente em que estamos inseridos.

O conhecimento em ecologia é trabalhado no ensino médio pela disciplina de biologia e, pauta-se em compreender como a natureza sustenta a teia da vida e como os ecossistemas se organizam para o funcionamento dos processos vitais básicos (CAPRA, 2006). De forma geral, configura-se em três fenômenos básicos: “o padrão básico de organização da vida em teia; a matéria que percorre ciclicamente a teia da vida; todos os ciclos ecológicos que são sustentados pelo fluxo constante de energia proveniente do Sol” (CAPRA, 2006 p. 13).

A compreensão destes três fenômenos básicos, possibilita tomar consciência de que fazemos parte da teia da vida e, com o passar do tempo, compreendemos o lugar a que pertencemos, no ecossistema, no sistema social e cultural. Percebe-se assim, a importância de se compreender no ensino escolar os três fenômenos básicos da vida: a teia da vida, os ciclos da natureza e o fluxo de energia para compreender como estes são vivenciados no dia-a-dia do educando, explorando-os e entendendo-os por meio de experiências diretas com o mundo natural (CAPRA, 2006).

Sabe-se que o conceito de ecologia, fluxo de energia, está presente nos livros didáticos de biologia para o Ensino Médio. Assim, o presente estudo objetiva verificar a Transposição Didática, ou seja, as transformações que esse conceito sofreu desde a sua produção na

comunidade científica até sua abordagem nos livros didáticos compreendendo o período de 1950 a atual. Dessa forma, busca-se compreender se há uma aproximação/distanciamento/descompasso entre o conceito de fluxo de energia presentes no saber sábio (comunidade acadêmica) e no saber a ensinar (livro didático).

Transposição Didática

O conhecimento produzido na comunidade científica sofre adaptações e modificações até tornar-se um saber ensinado, e este processo se denomina Transposição Didática. Esta foi proposta inicialmente pelo sociólogo Michel Verret em 1975, e, em 1991, estudada por Yves Chevallard.

Em seu estudo, Chevallard se refere ao saber matemático, ao qual possui história e epistemologia própria (NASCIMENTO, 2013). Entretanto, atualmente, pesquisas buscam a compreensão de como se dá esse processo de transposição didática quando se consideram saberes distintos ao matemático, como a pesquisa de Batisteti, Araújo e Caluzi (2010), que avaliaram a transposição didática do conceito de transformação bacteriana partindo do experimento de Griffith (1966) até os livros didáticos. Os resultados obtidos pelos autores os levaram à conclusão de que o contexto histórico e a relação entre a transformação bacteriana e o reconhecimento do DNA com material genético são pouco explorados.

Para tanto, neste trabalho busca-se investigar como se pode pensar a Transposição Didática de saberes relacionados aos conceitos de Ecologia, envolvendo o fluxo de energia, a cadeia alimentar e teia alimentar a partir do enfoque de Chevallard (1991).

Para Chevallard (1991, p. 25), a transposição didática é necessária, pois “o funcionamento didático do saber escolar é diferente do funcionamento acadêmico, onde há dois regimes do saber, inter-relacionados, mas não sobrepostos”. Neste processo, Chevallard (1991) *apud* Carneiro (2009) propõe que o saber possui três tipos de instituições:

A instituição produtora do saber (a comunidade científica), uma instituição transpositora do saber (a noosfera) e instituições que têm por objetivo ensinar um dado saber (a escola) e, particularmente, o ambiente da sala de aula, onde se constituiria o Sistema Didático.

No ensino, a construção do conhecimento se dá pela relação professor-aluno-saber, numa mútua negociação em que o professor coloca-se como mediador entre o aluno e o saber. O professor oferece subsídios aos alunos para que ocorra a aprendizagem e para que se dê a construção do conhecimento por meio do saber. Esses três elementos citados são componentes do sistema didático (CARNEIRO, 2009).

Chevallard (1991) representou o sistema didático mediante um triângulo (figura 04) em que P é o professor, S o saber e E os alunos. Nota-se que o professor não está no “topo” do triângulo, reforçando a ideia de que o docente não é detentor do saber, mas o mediador do saber numa perspectiva de construção do mesmo.

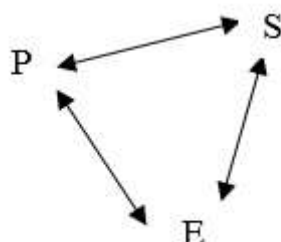


Figura 1: Triângulo didático: P- professor, S-saber, E- aluno. Fonte: Chevallard, 1991, p. 26.

Chevallard (1991) define transposição didática como um conjunto de transformações adaptativas que transformarão o objeto de conhecimento em objetos de ensino e aprendizagem. Dessa forma, a transposição didática é um processo pelo qual se analisa o movimento do saber sábio, proveniente da produção científica. Sua evolução, para o saber a ensinar, se dá por meio dos livros didáticos, dos materiais de apoio dentre outros presentes no âmbito escolar. E por fim, ao saber ensinado, que é o saber ensinado em sala de aula, o saber mediado pelo professor no processo de ensino e aprendizagem.

Vale ressaltar, entretanto, que o conhecimento não deve ser entendido apenas como uma passagem de lugar, do saber sábio para o saber ensinado, mas que se trata de um processo de transformação/deformação do conhecimento (BATISTA FILHO, GOMES, TERÁN, 2011).

Em sua teoria, Chevallard (1991) nomeia como Transposição Didática Externa (TDe) a transformação do saber sábio até que seja definido o saber a ser ensinado. Em seguida, ocorre a Transposição Didática Interna (TDi), processo pelo qual o saber a ensinar se transforma em saber ensinado. Para tanto, Carneiro (2009) propôs uma representação esquemática dessas etapas (figura 05), esta que a seguir se apresenta:



Figura 2: Evolução dos saberes e seus estágios na perspectiva da Transposição Didática: TDe - Transposição Didática Externa; TDi - Transposição Didática Interna. Fonte: Adaptado de Carneiro (2009, p. 32).

Ao longo do processo de evolução dos saberes, as modificações ocorridas no saber sábio resultam de influências de uma área em que se estabelecem debates entre os representantes do sistema de ensino e os representantes da sociedade, ao que se denomina de noosfera (BATISTETI; ARAÚJO; CALUZI, 2010). Nessa perspectiva, está calcada sob a noosfera a responsabilidade a construção dos currículos que nortearão a produção do livro

didático a partir de diretrizes. O saber a ensinar sofre influências do professor que faz a TDi a partir do livro didático para assim mediar o conhecimento aos alunos. Deste modo, de forma geral temos:

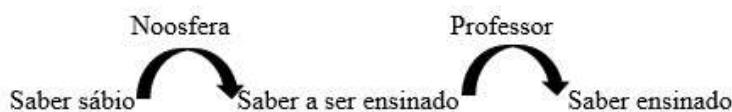


Figura 3: Representação da evolução dos saberes, proposta por Chevallard, 1991.

Chevallard (1991) afirmou que quando os saberes científicos são tomados como objetos de ensino, esses sofrem três processos fundamentais resultantes da transformação do saber, sendo eles:

- Despersonalização: está relacionado ao não vínculo do pesquisador como conhecimento, e que promove certo grau de despersonalização à medida que este é compartilhado pela comunidade científica, o conhecimento passa a ser divulgado de forma universal;
- Descontemporalização: o conhecimento passa a ser desvinculado de suas origens, não apresentando uma perspectiva de sua construção histórica;
- Desincretização: quando ocorre uma rede epistemológica específica, limitada ao ambiente escolar.

Percebe-se a implicação da Transposição Didática quando os conceitos científicos passam a se tornar objetos de ensino. Isso é perceptível em muitos estudos feitos no ensino atualmente, como o trabalho de Siganski, Frison e Boff (2008, p. 04) que avaliaram o livro didático no ensino de ciências e concluíram que “os livros didáticos apresentam uma ciência descontextualizada, separada da sociedade e da vida cotidiana”, ou seja, não possuem uma perspectiva de construção histórica, desprovidos de elementos variáveis e invariáveis presentes no conhecimento.

Dessa maneira, os saberes presentes no ensino não devem ser meras simplificações dos saberes produzidos na comunidade científica, mas movidos pelo objetivo de alcançar os educandos, tratando-se, assim, de “novos” conhecimentos com dois domínios distintos, o científico e o escolar. Com isso, em cada época se faz necessário que o saber ensinado esteja sempre fundamentado no saber sábio, sendo que a partir disto, ideias, conceitos e teorias são transpostos a programas escolares e materiais didáticos. Todavia, o processo de “adaptação” do saber para o ambiente escolar pode trazer uma ideia de simplificação do conhecimento. Para o aluno essa ideia de simplificação pode gerar obstáculos em que muitas vezes os conceitos ensinados não fazem sentido, resultando na não assimilação das situações do dia-a-dia ao ser limitado apenas às situações vivenciadas na sala de aula (BROCKINGTON; PIETROCOLA, 2005).

Assim, evidencia-se a necessidade da investigação da procedência dos saberes escolares, pois são estes que sofrem constantes transformações desde a sua produção

científica até o saber ensinado em sala de aula. Sendo que nesse processo de adaptação do saber sábio até o saber a ensinar e pode ocorrer distorções, resultando em conflitos cognitivos e equívocos conceituais.

O próximo tópico elenca uma sucinta revisão histórica da construção do conceito de fluxo de energia e, constitui como base (saber sábio) para a análise do saber ensinado presente dos livros didático correspondente ao seu período de publicação.

Perspectiva Histórica da Ecologia

Os primeiros apontamentos sobre ecologia aparecem na história natural dos gregos, já em 350 a. C., recorrentes nas obras de Aristóteles, Teofrasto e outros filósofos da cultura helênica (ODUM, 1969). Nestes textos, de natureza claramente ecológica, não aparece uma designação própria para denominar o conceito. Posteriormente, muitos estudiosos do renascimento biológico, dos séculos XVIII e XIX, contribuíram para o tema, embora a designação de “ecologia” não fosse ainda utilizada (ODUM, 1969).

A palavra “ecologia” foi aplicada pela primeira vez no século XIX, em 1869, pelo biólogo alemão Ernest Haeckel, sendo derivada do grego oikos, que significa “casa”, e logos, que significa “estudo”. Ecologia é, portanto, o estudo da “vida em casa” (ODUM; BARRET, 2011). Ainda no século XIX foi verificado o despertar de um grande interesse em relação às dinâmicas de populações, assunto sobre o qual Thomas Malthus chamou a atenção acerca do conflito entre as populações em expansão e a capacidade da Terra em fornecer alimento (ODUM, 1969). No presente momento, a ecologia é o estudo das interações entre os organismos e deles com o ambiente e como estas interações determinam a distribuição e a abundância dos organismos.

Inicialmente, as percepções das relações alimentares foram descritas no século XX, durante os anos de 1920, pelo ecólogo inglês Charles Elton (ELTON, 1920) em que argumentava que os organismos que viviam em um mesmo lugar não apenas apresentavam tolerâncias semelhantes aos fatores físicos no ambiente, como também interagiam uns com os outros. O mais importante sobre essa constatação é a ocorrência de uma forma sistemática de relações alimentares, ao que chamou de teia alimentar (RICKLEFS; ROBERT, 2010).

Durante a primeira parte do século XX, diversos estudos realizados entre 1920 e 1930, foram decisivos ao contribuírem com a formação de conceitos em ecologia e com a constituição do que seria a noção de fluxo de energia (CASTRO; MORTALE, 2012).

Em 1922, o matemático Alfred J. Lotka foi o primeiro a considerar populações e comunidades como sistemas transformadores de energia, representando-as através de equações que ilustram trocas de matérias e energia. Na obra “*Contribution to the energetic of Evolution*” (1922), propôs o entendimento de fluxo de energia como um fenômeno que percorria a natureza, como segue a análise de Castro e Mortale (2012, p. 33-34):

[...] as espécies que sobrevivem na natureza são as espécies que mais contribuem para a eficiência do fluxo de energia no sistema biológico, isto é, seres que apresentavam uma “energética de predação” mais efetiva em relação a outros animais do meio. Os animais que não fossem capazes de

manter a energia circulante seriam excluídos, uma vez que a natureza daria preferência em direcionar a energia para animais capazes de aproveitá-la e direcioná-la melhor. Sua maior contribuição teórica foi propor a existência de uma produção vegetal que, por volta de 1931, foi chamada de “biomassa”.

O matemático considerou também que, em um ecossistema, o fluxo de energia e matéria obedecem a certos princípios termodinâmicos. Pela apresentação de Lotka acerca das trocas de matéria e energia no ecossistema, o pesquisador concluiu que, nesta relação, incluía-se desde a assimilação de dióxido de carbono em componentes orgânicos de carbono pelas plantas, e consumo das plantas pelos herbívoros, até o consumo dos animais pelos carnívoros (RICKLEFS; ROBERT, 2010). Também, descreveu detalhadamente os conceitos termodinâmicos que explicariam a transformação da energia na natureza por meio de elementos matemáticos. Dessa forma, suas preposições não foram muito apreciadas pela comunidade científica da época, pois as representações matemáticas não eram muito familiares, sendo de difícil compreensão (RICKLEFS; ROBERT, 2010).

Na segunda década do século XX, outras duas ideias foram propostas pelo estudioso estadunidense e consideradas de relevância para a história da ecologia. O primeiro conceito lançado foi o de fluxo de energia como um caminho que levaria em conta a presença de matéria, admitindo, assim, a existência de ciclos de dióxido de carbono, fósforo, nitrogênio e água que circulavam em meio uma “teia alimentar”. Tal ideia foi relacionada pelo autor ao assumir a perspectiva da Terra como um sistema único e transformador da energia. Sobre o segundo conceito, o autor identificou que havia uma certa organização nas relações alimentares, porém não as nomeou. Tal identificação se deve as suas observações dos seres vivos como pertencentes a uma classe de consumidores primários, secundários e terciários (CASTRO; MORTALE, 2012).

Em 1927, Charles Sutherland Elton propôs a noção de uma interdependência alimentar entre os organismos e que compreendesse todos os seres vivos, abandonando a ideia anterior que postulava o isolamento deste fenômeno assim como fora sustentado até então (CASTRO; MORTALE, 2012). Na obra “*Animal Ecology*”, publicada em 1927, Elton propôs quatro grandes princípios norteadores para explicar o porquê de todos os seres vivos pertencerem a um único sistema de interação. Castro e Mortale (2012, p. 35-36) apresentam estes quatro princípios propostos pelo zoologista inglês:

O primeiro princípio se refere à existência de um ciclo de alimentos e para classificá-lo sugeriu o termo “cadeia alimentar”. Desse ciclo, todos os animais seriam dependentes e estariam ligados como em um único sistema. O seu segundo princípio se refere a como se organizavam as relações alimentares, explicando a existência de uma lei que é relativa ao tamanho do alimento, ou seja, animais só suportariam se alimentar de animais menores, embora notavelmente existam exceções. Para complementar este segundo princípio, surge um terceiro, sobre o local em que essas relações ocorriam e que propiciariam, a presença das interações. A pirâmide alimentar seria o quarto princípio proposto por Charles Elton, indicando que o número de animais também estaria sendo determinado pelas relações tróficas. Nessa pirâmide alimentar, os vegetais estariam localizados em sua base, por se configurarem como o início de todo o sistema da cadeia alimentar.

As teorias de Elton foram bem aceitas em seu tempo, diferentemente do que ocorrera à Lotka. É perceptível, entretanto, que Charles Elton, em sua obra publicada em 1927, não relacionou a interdependência dos seres vivos compreendendo o fluxo de energia (após cinco anos da publicação da obra de Lotka), defendendo apenas as relações alimentares. Nota-se, também, que Lotka (1922), em seu trabalho pioneiro, não havia citado o Sol como fonte da energia que fluiria nos ecossistemas.

Alguns anos após a publicação dessas obras de grande importância para a história da ecologia, em 1935, Tansley se baseou no trabalho de Charles Elton (1927) e propôs o conceito de Ecossistema. Ao que vimos, outros autores já haviam mencionado a interação dos seres vivos com o seu ambiente biótico e abiótico, mas não propuseram um termo específico para referi-lo.

Pouco tempo depois, em 1942, o ecólogo Raymonde Lindeman passou a usar os princípios termodinâmicos como base para compreender os sistemas ecológicos. Sob tais atribuições, adotou a noção de Tansley do ecossistema como unidade funcional na ecologia sobre o funcionamento das teias alimentares como meio de circulação de nutrientes e produção orgânica (RICKLEFS; ROBERT, 2010).

Dessa forma, Lindeman denominou as relações tróficas pelas quais a energia passa através do ecossistema como cadeia alimentar, compreendendo que havia uma fonte luminosa que estava incidindo sobre a planta, tratando-se, esta, como a responsável por captar uma parte dessa energia e transformá-la em matéria orgânica utilizada para suas funções. Essa energia, portanto, passaria para outros níveis ecológicos, os quais chamou de níveis tróficos, estabelecendo os elos que as cadeias alimentares possuem. O teórico denominou também de pirâmide de energia os ecossistemas em que a energia é menos captada a cada nível do trófico superior, e observou que a perda desta energia se dá devido ao trabalho realizado pelos organismos naquela camada e pela ineficiência das transformações biológicas de energia (RICKLEFS; ROBERT, 2010). Deste modo, Ricklefs e Robert (2010, p.118) ressaltam que:

[...] as plantas assimilam apenas uma porção da energia luminosa disponível. Os herbívoros assimilam menos que ainda dessa energia porque as plantas usam uma fração delas que assimilam para se manterem, e essa energia não está disponível para os herbívoros como biomassa vegetal. O mesmo pode ser dito sobre os consumidores dos herbívoros e sobre cada nível acima que se segue na cadeia alimentar.

A partir de 1950, os conceitos de fluxo de energia, cadeia e teia alimentar, passaram a fazer parte de uma subdivisão da ecologia, a ecologia de ecossistemas, e assim foram temas de vários estudos a partir de então. Um deles pertence a Eugene Odum que, em 1953, publicou a obra “Fundamentals of Ecology” em que retratava os ecossistemas com diagramas de fluxo de energia. No esquema apresentava-se uma caixa para cada nível trófico, simulando a biomassa ou o seu equivalente energético de todos os organismos que constituíam aquele nível em determinados momentos (RICKLEFS, 2003).

Em 1970, a ecologia teve grande importância acadêmica social e política e foi assunto de discussões sobre questões ambientais como a poluição, as áreas naturais, o crescimento populacional, o consumo de alimento e energia. Tais discussões alcançaram o auge no dia 22

de abril de 1970, denominado como o “dia da terra”. Nas décadas seguintes, 1980 e 1990, o assunto foi deixado de lado e substituído por problemas relacionados à economia e sociedade (Guerra Fria, criminalidade, orçamentos governamentais), tomando conta do cenário político da época (ODUM; BARRET, 2011).

A seguir, apresentamos os caminhos da análise dos livros didáticos, que compreenderam o período de 1950 a atual, sobre o conceito de fluxo de energia tendo como principal referencial a Transposição didática de Chevallard (1991).

METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa é de cunho qualitativo e o tratamento dos dados consiste na análise de conteúdo, sendo este o livro didático. Para Bardin (2000), este método envolve um conjunto de técnicas de análise das comunicações entre os seres humanos, dentre elas a linguagem escrita, pois é mais estável e constitui um material objetivo, o qual podemos consultar quantas vezes forem necessárias. Este recurso metodológico abrange três etapas: pré-análise, descrição analítica e interpretação inferencial.

A pré-análise compreende a organização do material, incluindo os fragmentos dos livros didáticos brasileiros selecionados, bem como suas análises preliminares. Nesta etapa foram escolhidos os livros didáticos, sendo um do ano de 1950, um de 1960 e dois livros de biologia para cada período de 1970, 1980, 1990, 2000 e 2010 (Quadro 1). Os livros escolhidos foram disponibilizados pelo laboratório de ensino de biologia da UNIOESTE. Para tanto, a escolha dos livros didáticos de cada época se restringiu ao acervo do laboratório. Outro critério de escolha foi a presença de pelo menos alguma abordagem sobre o conceito investigado fluxo de energia.

O quadro 1 sintetiza as informações dos livros analisados e inclui informações referentes aos autores, ano de publicação e editora. Os livros foram identificados pela sigla L para posterior análise e discussão. As obras analisadas compreendem um período entre 1950 à atualidade.

Quadro 1: Livros didáticos selecionados e analisados na pesquisa.

Livro Didático	Autor	Título e Ano	Editora
L1	A. Almeida júnior.	Biologia Educacional, vol. 35, 1955.	Companhia Editora Nacional, SP.
L2	Carlos Renato Hintz Filho.	Biologia, vol. 01, 1969.	Coleção F.T.D. LTDA.
L3	Myriam Krasilchik Norma Cleffi.	Biologia, vol. 02, 1972	EDART.
L4	José Mariano Amabis, Gilberto Rodrigues Martho, Yoshito Mizuguchi.	Biologia, vol. 03, 1975.	Moderna LTDA.
L5	Albino Fonseca.	Biologia: Segundo Grau, vol. 02, 1980	Ática.

L6	Gilberto Rodrigues Martho, José Mariano Amabis.	A Ciência da Biologia, vol. 03, 1984.	Moderna LTDA.
L7	Sérgio Linhares, Fernando Gewandsznajder.	Biologia Hoje, vol. 03, 1993.	Ática
L8	José Mariano Amabis, Gilberto Rodrigues Martho.	Fundamentos da Biologia Moderna, vol. único, 1997.	Moderna LTDA.
L9	José Mariano Amabis, Gilberto Rodrigues Martho.	Conceitos de Biologia, vol. 03, 2001.	Moderna LTDA.
L10	Rita Helena Brockelmann.	Conexões com a Biologia, vol. 03, 2013.	Moderna LTDA.
L11	José Mariano Amabis; Gilberto Rodrigues Martho.	Biologia em conexão, vol. 03, 2014.	Moderna LTDA.

Fonte: As Autoras.

Na sequência, temos a descrição analítica em que os materiais escritos foram submetidos a um estudo aprofundado, norteado por eixos e categorias de análise que emergem dos próprios resultados. Neste sentido, as categorias são elencadas durante a análise dos resultados.

A interpretação inferencial envolve o aprofundamento da análise buscando desvendar o “conteúdo latente”, indo além do “conteúdo manifesto”. Esta etapa contempla uma reflexão e discussão sobre a (re)construção das ideias presentes no livros didáticos analisados. Essa análise possibilita a comparação das análises preliminares investigando assim a (re)construção de ideias.

Nos tópicos seguintes, são apresentados e discutidos os resultados que envolvem as três etapas da perspectiva metodológica deste trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em L1 o autor explicita que o reino animal é subordinado ao vegetal, indicando assim certa relação alimentar, bem como uma dependência dos animais para com os vegetais. Tal subordinação se dá pela produção de matéria orgânica por meio da fotossíntese. Outra relação abordada é de que os animais beneficiam os vegetais auxiliando no processo de decomposição da matéria orgânica, reduzindo-as na forma de substâncias minerais para síntese da seiva pelos vegetais.

Verifica-se, que na década de 1950, o livro didático em análise apresentava uma ideia sobre interações entre os animais ao afirmar a dependência alimentar de um reino ao outro. Entretanto, este processo não é nomeado, sendo desprovido de descrições mais detalhadas. Dessa forma, constata-se que em L1 não são abordados, de maneira explícita, os conceitos de fluxo de energia.

Em L2, os autores estabelecem relações entre os organismos com o ambiente ao que chamam de ambiente físico. Esta interação é denominada como ambiente biológico. Na seguinte citação, incluem-se as relações alimentares como brevemente apresentadas: “plantas competirem em busca de luz solar, minerais do solo e água e, por sua vez, os animais se

alimentarem, da síntese efetuada pelas plantas” (p. 39). Os autores estabelecem relações apenas com o ambiente. Não há relações de organismo para organismo, como ocorre na transferência de energia através dos níveis tróficos que, além da interação com o ambiente, há, também, relações alimentares ou tróficas. Evidenciou-se, portanto, que em L2 não são abordados os conceitos de fluxo de energia. Dessa forma, retoma-se o saber sábio correspondente da época da publicação dos livros em análise.

Na abordagem do saber sábio na construção histórica do conceito de fluxo de energia, observa-se que as percepções das relações alimentares foram descritas inicialmente em 1920, pelo ecólogo inglês Charles Elton. Ele argumentava que os organismos que viviam em um mesmo lugar não apenas apresentavam tolerâncias semelhantes aos fatores físicos do ambiente, como também interagiam uns com os outros e, o mais importante, o faziam de uma forma sistemática de relações alimentares ao que atribuiu a noção de teia alimentar (RICKLEFS; ROBERT, 2010).

Pouco tempo depois, em 1922, Alfred J. Lotka foi o primeiro a considerar as populações e comunidades como sistemas transformadores de energia, ilustrando-as mediante a proposição de equações que apresentam trocas de matéria e energia. Nomeou este processo de fluxo de energia.

Em 1942, o ecólogo Raymonde Lindeman denominou também a pirâmide de energia nos ecossistemas, com menos energia alcançando sucessivamente cada nível trófico superior. Observou que a energia é perdida em cada nível, por causa do trabalho realizado pelos organismos e pela ineficiência das transformações biológicas de energia (RICKLEFS; ROBERT, 2010).

Isso nos sugere que a distância que existe entre a produção científica e o livro didático nas escolas pode ter origem na falta de popularização das produções científicas e no despreparo do professor em ir além da repetição de conteúdos prontos. Tais fatores podem resultar em conteúdos desatualizados e/ou descontextualizados, sendo estas as constatações que extraímos de L1 e L2.

Diversos trabalhos identificaram esta demora da transposição do saber sábio até se tornarem objetos de ensino. Albuquerque *et al* (2013) refletem que existe uma discrepância entre o conhecimento gerado pela produção científica no país e que dificilmente funciona como subsídio do ensino e na aprendizagem nas escolas. Há uma verdadeira lacuna entre a pesquisa realizada em instituições de ensino superior e a difusão, desses saberes, nas escolas brasileiras do ensino fundamental e médio. A produção científica não consegue atingir as bases da sociedade, especialmente nas escolas (ALBUQUERQUE *et al*, 2013).

Neste sentido, deve-se pensar as causas dessa discrepância, afinal, quais fatores determinantes desta demora? Fracalanza (2005) responde esta questão afirmando que são vários os fatores que geram esta incoerência. Dentre eles, está a inadequação dos livros didáticos que assumem diferentes matrizes: há uma mistura de elementos antigos e novos sobre a maneira de conceber a ciência; há uma abordagem dos conteúdos de saúde de modo restrito, fragmentado e com ênfase em informações memoriais; valorizam preconceitos e ações

predatórias, extrativistas e utilitaristas contra a natureza; apresentam os conteúdos de forma desatualizada e descontextualizada; veiculam uma imagem da ciência como ciência do quadro negro, com ausência de experimentação e de relação com a vida cotidiana (FRACALANZA, 2005).

Portanto, averiguou-se que os livros didáticos do período de 1950 e 1960 não apresentam um saber fiel ao do processo de produção e elaboração do conhecimento científico, mesmo após anos da produção como verificado nos livros em análise. A esta desvinculação do contexto histórico, Chevallard (1991) a chamou de descontextualização, sendo um dos três processos que a transformação do saber acarreta, sendo eles: descontextualização, despersonalização e desincretização. A descontextualização se caracteriza por um conhecimento sem uma determinada problemática e desprovido de um contexto, revestido por problemas gerais e sem qualquer ligação com a sua origem.

O L3 é o primeiro em análise que aparece o termo fluxo de energia. Os autores consideram que o fluxo de energia se inicia com a assimilação de luz pelas plantas, produzindo assim a matéria orgânica, e que também há perda de parte da energia, mas não explicam como ocorre o processo. Verificou-se que este fato também ocorre em L5. Em L3, é abordado que a perda se deve apenas “aos processos pelos quais os organismos assimilam o alimento não são cem por cento eficientes” (p. 368).

Foi constatado que em L1, L2, L3 e L6, não há a abordagem da representação do fluxo de energia, que são as pirâmides de energia e biomassa. Entretanto, verificou-se a abordagem de pirâmide de energia em L4 e de maneira bem sucinta em L5. As pirâmides ilustram graficamente o fluxo de energia, ou seja, a quantidade de energia ou biomassa dentro de cada nível trófico, em que uma porção da biomassa não é consumida e uma porção da energia é perdida na transferência para outro nível. Assim, os tamanhos dos retângulos que representam cada nível trófico em uma pirâmide sempre diminuem de um nível para o próximo (CAIN; BOWMAN; HACKER, 2011).

Ao retomar o saber sábio correspondente do período de publicação dos livros em análise, verificou-se que em 1942, o ecólogo Raymonde Lindeman denominou pirâmide de energia os ecossistemas com menos energia sendo alcançada sucessivamente em cada nível trófico superior, observando, ainda, que a energia é perdida em cada nível por causa do trabalho realizado pelos organismos naquele nível e pela ineficiência das transformações biológicas de energia (RICKLEFS; ROBERT, 2010).

Para tanto, percebemos mais uma vez a demora da transposição didática em que se interpõe um grande período de tempo para que um saber se torne objeto de ensino no âmbito escolar. Só foi verificada a ocorrência do conceito de pirâmide de biomassa em L3, que corresponde ao ano de 1972, e energia na análise de L4, livro didático correspondente ao ano de 1975.

Em L6 e L7, destaca-se a presença de uma contextualização inicial, antes dos autores definirem o conceito de fluxo de energia, sendo que o autor de L7 explica o processo da seguinte maneira:

Da energia luminosa que atinge um ecossistema, apenas 1% é utilizado na fotossíntese. Esse 1%, porém, é insuficiente para gerar de 150 a 200 bilhões de toneladas de matéria orgânica por ano, no planeta. A energia luminosa absorvida pelos vegetais é transformada em energia química, armazenada nos compostos orgânicos produzidos durante a fotossíntese. Forma-se, assim, a chamada produtividade bruta. Porém, boa parte desses compostos orgânicos é quebrada pelo processo respiratório. Ele fornece energia para o metabolismo do organismo, liberando, em seguida, CO₂, H₂O e calor para o ambiente. Assim, apenas uma parte da energia e matéria orgânica é incorporada às plantas, na forma de moléculas orgânicas que ficam armazenadas, constituindo novas folhas, ramos etc. A matéria orgânica e a energia que ficaram retidas nos produtores compõem o alimento disponível para os consumidores primários e constituem a chamada produtividade líquida (LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 1993, p.228-229).

Nota-se que em L8 e L9, também há toda uma contextualização inicial para iniciar a definição do conceito de fluxo de energia. Os autores explicam, por meio de uma linguagem simples, como ocorre a transferência de energia no ecossistema, situando o aluno neste contexto. Com base no exemplo, os autores fazem uma conexão entre a cadeia alimentar com a transferência de energia de tal modo que os conceitos de cadeia alimentar e fluxo de energia são abordados de forma interligada. Foi averiguado também uma abordagem contextualizada sobre as perdas no processo de transferência de matéria e energia. Em ambos os livros verificou-se que os autores apontam como ocorre a perda de energia no ecossistema, fenômeno que se dá pela perda de energia eliminada através das fezes, pela urina e pela perda de calor. Tais exemplos são fatos do cotidiano do aluno, sendo que a associação desses conhecimentos relacionados à vida cotidiana resulta em uma aprendizagem mais relevante.

A contextualização é necessária por possibilitar uma aprendizagem mais significativa ao aluno, indo além do acúmulo de informações e resultando em um conhecimento descompartmentalizado. Considera-se que os alunos são providos de concepções, ou seja, eles interpretam os eventos e fenômenos que estão presentes no seu convívio social, não chegando à escola como uma folha de papel em branco, mas providos de concepções prévias já estabelecidas antecipadamente para interpretar o mundo (BASTOS et al, 2004). Assim, as associações dessas experiências da vida cotidiana ou com os conhecimentos adquiridos espontaneamente resultam em uma aprendizagem mais significativa para os alunos (BIASSI, 2009).

Para tanto, é relevante a necessidade do livro didático em apresentar os saberes contextualizados, uma vez que o livro ainda é o recurso mais utilizado pelos professores para trabalhar os conteúdos em sala de aula e em suas disciplinas, sendo o principal material de apoio, e talvez o único, dos alunos.

Observa-se que em L10 e L11 o trato sobre o fluxo de energia nos níveis tróficos ocorre por meio da definição de pirâmides de energia.

Sobre o conceito de pirâmide no L10, a autora afirma que as pirâmides são representações do fluxo de energia e da energia transferida de um nível trófico para outro de um ecossistema. Uma questão importante a ser destacada é a classificação dos diferentes tipos de pirâmides, sendo elas pirâmides de números, biomassa e de energia.

A pirâmide de números quase não aparece nas publicações científicas atuais, mas estão presentes nas obras de Odum (2011). Em L9 e L10 verificamos a abordagem sobre pirâmide de números em que a autora de L10 cita que as pirâmides de números podem ser invertidas e sistematiza por meio de um exemplo.

Na descrição de pirâmide de biomassa, a autora explica o que é biomassa e unidade de medida em cada nível trófico. Cita também que esta pode ser invertida. No livro, a autora esquematizou duas pirâmides de biomassas, uma representando um ecossistema em que a base da pirâmide (produtor) é maior, ou seja, tem uma grande quantidade de biomassa, e a outra pirâmide que representa um ecossistema em que a base é menor (em relação ao nível trófico acima). Nesta segunda traz como exemplo a relação entre fitoplâncton e zooplâncton, porém não contextualiza que se trata de um ecossistema diferente, como no caso do ecossistema aquático.

A pirâmide de energia é definida coerentemente em relação ao saber sábio e que ela nunca poderá ser invertida, uma vez que a energia é unidirecional. Porém, é importante frisar que a energia é perdida a cada transferência e que a quantidade que é transferida de um nível trófico para outro depende da fisiologia do consumidor, da qualidade da alimentação e da abundância (CAIN; BOWMAN; HACKER, 2011).

A autora de L10 cita que “um organismo passa para o elo seguinte da cadeia alimentar, em média, cerca de 10% da energia que recebe”. Com isso nos perguntamos: o que acontece com o restante desta energia? Recorremos ao saber sábio que, de acordo com Cain, Bowman e Hacker (2011), a energia diminui ao passar de um nível trófico mais abaixo para outro superior, fenômeno que se configura pela segunda lei da termodinâmica que esclarece que durante qualquer processo de transferência de energia alguma energia é perdida devido à entropia. Já em L9, há toda uma explicação e contextualização de que forma essa energia é perdida.

No L11, ao abordar o conceito de fluxo de energia, os autores fazem uma observação importante: “a porcentagem de energia efetivamente transferida de um nível trófico para o seguinte varia de acordo com os tipos de organismos envolvidos na cadeia trófica, situando-se entre 5% e 20%. Assim, entre 80% e 95% da energia potencialmente presente em um nível trófico não é transferida para o seguinte” (p. 67). Além desta contextualização inicial sobre como ocorre a transferência de energia, há outro ponto a ser destacado condizente à explicação na forma de exemplos do porquê de 80% e 95% da energia potencialmente presente em um nível trófico não ser transferida para o seguinte. Além disso, explicam como deve ser uma pirâmide que é na forma de retângulos horizontais sobrepostos, resultando num gráfico denominado pirâmide ecológica ou trófica, em que a sua largura representa a quantidade de energia, biomassa ou número de indivíduos naquele determinado nível.

Ainda sobre o L11, os autores trazem também os três tipos de pirâmides: de energia, de biomassa e de números. A pirâmide de biomassa é denominada como massa de matéria orgânica presente em cada nível trófico de uma comunidade biológica e a unidade de medida.

Observamos que não há contextualização e evidenciamos, também, a falta de exemplos para relacionar o conteúdo com o cotidiano do aluno.

Em relação à pirâmide de energia, os autores a definem por: “as pirâmides de energia representam a energia presente em cada nível trófico” (p. 67) e apontam, ainda, a unidade de medida e que o fluxo de energia é unidirecional ao longo das cadeias alimentares. Na descrição de pirâmides de números, os autores usam exemplos para explicá-las, sendo estes muito importantes para a sistematização do conteúdo pelos alunos.

Por fim, compreendendo o conceito de fluxo de energia, evidenciamos a demora da transposição didática, bem como a descontextualização presente nos livros didáticos foram, os principais resultados encontrados referentes às consequências do processo de transformação dos saberes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo buscou analisar como os saberes sobre o fluxo de energia evoluem desde a sua origem no estudo nas academias até se tornarem objetos de ensino apresentados aos alunos nas salas de aula, baseando tal sustentação na proposta de Transposição Didática, de Yves Chevallard.

A teoria da Transposição Didática proporciona elementos importantes para análise do processo de ensino dos conteúdos de biologia. Repensar a trajetória do saber sábio e os fatores que nele interferem, desde que produzido na academia até a sua reconstrução no contexto escolar, permite resgatar a importância do acesso a esse saber e entender o que ocorre na sala de aula em uma perspectiva mais ampla do que apenas se limitar à transmissão dos conteúdos. Nesta discussão, considera-se que o livro didático estabelece o compromisso com o acesso ao saber sábio.

Assim, no presente estudo foi possível levantar os conceitos de fluxo de energia nos níveis tróficos que constam nos livros didáticos de biologia, nos quais obtivemos considerações significativas que mostram como a reconstrução dos saberes no contexto escolar sofre influências.

Um destes exemplos detectados e analisados é a despersonalização do saber. Tal efeito se relaciona ao não vínculo do pesquisador com o conhecimento, o que promove certo grau de despersonalização na medida em que o saber é compartilhado pela comunidade científica, quando então o conhecimento passa a ser divulgado de forma universal. Ou seja, o conhecimento, quando se torna objeto de ensino, tem a sua natureza alterada de forma que vem a perder a sua dimensão real no que toca os problemas enfrentados pelos cientistas durante suas observações e análises, suprimindo toda a sua história de construção. Isto acaba por influenciar, também, nas redes de correlação com outros conceitos biológicos.

Em todos os livros analisados, nenhum apresentou a natureza do conhecimento, totalizado em um saber sem origem, sem produtor e sem lugar. Estudos como o de Batista Filho e colaboradores (2012), retratam esse processo de maneira clara:

Trata-se de um saber transcendente ao tempo, apresentado ao educando, sem que se possa identificar o depositário de sua patente. No entanto, esse processo é inevitável, pois para que ocorra a transmissão ou comunicação ao aluno em sala de aula, é necessário que o conhecimento seja transformado ou "deformado", no sentido de perder suas origens, sua linguagem e o contexto onde foi gerado (BATISTA FILHO et al, 2012, p. 77).

Tal linguagem citada pelo autor se correlaciona à forma de expressão utilizada em sala de aula pelo professor e que é diferente da utilizada e aplicada pela ciência. No contexto escolar, as linguagens oral e escrita devem ser ajustadas às condições dos educandos e condições em que se ensina e se aprende na escola. Tais ajustes vão desde a linguagem falada e a que está presente, também, no livro didático.

Constatou-se, também, a descontemporialização do saber que se refere a um conhecimento desvinculado de suas origens, não apresentando uma perspectiva de sua construção histórica. Nenhum dos livros analisados apresentou um breve levantamento da construção histórica dos conceitos aqui investigados, o que acaba configurando erroneamente o conhecimento científico como um produto acabado, desprovido de interesses político-econômicos e ideológicos, ou seja, que apresenta o conhecimento como verdade absoluta, desvinculando do contexto histórico e sociocultural.

Os livros analisados não apresentam as referências históricas ou bibliográficas, impossibilitando que tanto alunos como professores identifiquem a autoria e o processo de construção destes saberes. Vale ressaltar e questionar, por que os autores dos livros didáticos reforçam a ausência de tempo e de lugar do saber, tornando-se, assim, intérpretes desses saberes originais, responsáveis por modificações e adaptações capazes de caracterizar como deformações significativas entre o saber sábio e o saber a ensinar (BATISTA FILHO et al, 2012). O principal resultado encontrado, e que merece destaque, é o tempo que um novo saber levar para se tornar objeto de ensino no meio escolar. Verificamos que o conceito de fluxo de energia produzido na comunidade científica em 1922, foi abordado, nos livros analisados, somente em 1972. E, também, que o conceito de teia e cadeia alimentar elaborado em 1920 e 1942 respectivamente, só foi verificado também a partir de 1972.

É evidente a necessidade de buscar os motivos inerentes a tamanha discrepância. Albuquerque et al (2013) refletem que existe uma disparidade entre o conhecimento gerado pela produção científica no país e que dificilmente funciona como subsídio no ensino e aprendizagem nas escolas. Há uma verdadeira lacuna entre a pesquisa realizada em instituições de ensino superior e a difusão desses saberes nas escolas brasileiras de Educação Básica. A produção científica não consegue atingir as bases da sociedade, especialmente nas escolas (ALBUQUERQUE et al, 2013).

É válido questionar e investigar ao que se deve este intervalo do surgimento de um conceito científico e a sua aplicação nos programas ou currículos escolares e nos manuais didáticos.

Portanto, considera-se que os livros didáticos são objetos que materializam e socializam o conhecimento oriundo do âmbito da pesquisa científica para o universo escolar. Nestas transformações, são consideradas as propostas dentre as quais incluem a abordagem

indicada de que os professores se apropriem e criem significados para os alunos. Diante disso, há a necessidade de um redimensionamento nos livros didáticos de biologia analisados, pois a maioria dos docentes baseia-se, sobretudo, nestes exemplares para planejar e conduzir suas práticas pedagógicas.

Para tanto, a partir dos resultados obtidos, sugere-se um aprofundamento em pesquisas acadêmicas sobre o ensino de biologia, bem como sobre o processo de transposição didática e uso dos livros didáticos. Tendo em vista que para o ensino ser eficaz, os processos relacionados a ele também precisam ser revistos. Assim, o presente estudo espera poder contribuir para um debate tão profícuo e ainda proporcionar mais possibilidades de investigação.

Ainda, como recomendação para futuras pesquisas, indicamos a relevância de investigações de caráter documental com a priorização de pesquisas em fontes primárias para o delineamento histórico dos conceitos ecológicos estudados. Esse aporte teórico possibilitará uma ampliação e aprofundamento do estudo sobre a demora e/ou distanciamento e mesmo se há distorções do saber sábio para o saber a ensinar. Outra perspectiva de pesquisa indicada é evidenciar como o saber ensinado concernente ao fluxo de energia e de outros conceitos biológicos se efetivam nas escolas de educação básica e/ou na universidade.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE. N. L; CHAGAS. A. A. A; SANTOS. J. M. S; SANTOS. C. S. **O uso de vídeos como alternativa da Transposição Didática de temas de Biologia no Ensino Fundamental II e Ensino Médio**. In: II Congresso de Pesquisa do Ensino de Ciências e Biologia. 2013. São Paulo.

ALMEIDA JÚNIOR. A. **Biologia Educacional**, v. 35. São Paulo: Companhia Nacional, 1955.

AMABIS. J. M; MARTHO. G. R; MIZUGUCHI. Y. **Biologia**, v. 03. São Paulo: Moderna, 1975.

AMABIS. J. M; MARTHO. G. R; MIZUGUCHI. Y. **Biologia em conexão**, v. 03. São Paulo: Moderna, 2014.

AMABIS. J. M; MARTHO. G. R; MIZUGUCHI. Y. **Conceitos de Biologia**, v. 03. Moderna. São Paulo, 2001.

AMABIS. J. M; MARTHO. G. R; MIZUGUCHI. Y. **Fundamentos da Biologia Moderna**. São Paulo: Moderna, 1997.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2000.

BASTOS, F; NARDI. R; DINIZ, R. E. S; CALDEIRA, A. M. A. **Da necessidade de uma pluralidade de interpretações acerca do processo de ensino e aprendizagem de Ciências: revisitando os debates sobre construtivismo**. Pesquisas em ensino de ciências: contribuições para a formação de professores. Escrituras. p. 09-55. São Paulo, 2004.

BATISTA FILHO, A. R; GOMES. E. B; TERÁN. A. F. **Transposição Didática no ensino de Ciências na Escola do Campo**. XX Encontro de Pesquisa Educacional Norte Nordeste. Manaus, 2011.

BATISTA FILHO. A. R; GOMES. E. B; KALHIL. J. D. B; CARVALHO. L. A. M; CAVALHEIRO. J. S. **Transposição didática no ensino de ciências: facetas de uma escola do campo de Parintins/AM.** Rev. ARETÉ. v. 5, p.71-82. Manaus, 2012.

BATISTETI, C. B; ARAÚJO, E. S. N. N; CALUZI, J. J. **Os experimentos de Griffith no ensino de biologia: a transposição didática do conceito de transformação nos livros didáticos.** Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, vol. 12, pp. 1-21, Minas Gerais, 2010.

BIASSI. G. M. **A contextualização no ensino de Biologia: um estudo com professores de escolas da rede pública estadual do município de Criciúma - SC.** 2009. 261 p. Tese (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal. Criciúma, 2009.

BROCKELMANN. R. H. **Conexões com a Biologia**, v. 03. São Paulo: Moderna, 2013.

BROCKINGTON. G; PIETROCOLA. M. **Serão as regras da Transposição Didática aplicáveis aos conceitos de Física Moderna?** Investigações em Ensino de Ciências, v. 10(3), 2005, p. 387-404

CAIN, M. L., BOWMAN, W. D., HACKER, S. D. **Ecologia.** Porto Alegre: Artmed, 2011.

CAPRA, F. **A teia da vida:** uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. São Paulo: Cultrix. 2006a.

CARNEIRO. M. A. B. **A Transposição didática e os conteúdos de meio ambiente e educação ambiental em áreas de manguezais na 4ª série do ensino fundamental.** Tese (Doutorado). 2009. 183 p. Programa de pós-graduação em ensino das ciências Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2009.

CASTRO. L. P. S; MORTALE. T. A. B. **Energia: levantamento das concepções alternativas.** 2012. 114 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas) da Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2012.

CHEVALLARD, Y. **La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné.** La Pensée Sauvage Éditions: Grenoble, 1991.

DAJOZ, R. **Princípios de Ecologia.** Porto Alegre: Artmed, 2005, p.243-266.

ELTON, C. **Animal Ecology.** New York: Macmillan, Co, 1927, 207 p.

FONSECA. A. **Biologia: Segundo grau**, vol. 02. São Paulo: Ática, 1980.

FRACALANZA, H. **A pesquisa sobre o livro didático de Ciências no Brasil.** In: ROSA, M. I. P. (Org.). **Formar – encontros e trajetórias com professores de Ciências.** São Paulo: Escrituras, 2005. 41-81.

GRIFFITH, F. **The significance of Pneumococcal Types.** The Journal of Hygiene, v. 64, n. 2, 1966, p. 129- 165.

HINTZ FILHO. C. R. R. **Biologia**, v. 01. Campinas: Coleção FTD, 1969.

KRASILCHIK. M; CLEFFI. N. **Biologia**, v. 02. São Paulo: Edart, 1972.

LINDEMAN, R. L. **The trophic-dynamic aspect of ecology.** Ecology, vol. 23, n. 4, 1942, p. 399-417.

LINHARES. S; GEWANDSZNAJDER. F. **Biologia Hoje**, v. 03. São Paulo: Ática, 1993.

LOTKA, A. **Contribution to the energetic of Evolution.** Proc. Nat. Acad. Sci, vol. 8, 1922, p.147-151.

MATHO. G. R; AMABIS. J. M. **A Ciência da Biologia**, vol. 03. Moderta. Cidade, 1984.

NASCIMENTO. A. C. L. **A Transposição Didática dos conteúdos de mitose e meiose no Ensino Médio**. 2013. 37 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas Linceciatura) da Universidade Estadual do Ceará, Berberibe, 2013.

ODUM. E. P; BARRET. G. W. **Fundamentos de Ecologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

ODUM. E. P; **Fundamentos de Ecologia**. 4 ed. Editora Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1969.

RICKLEFS, E. R; ROBERT. L. **A economia da natureza**. 6 ed. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2010.

SIGANSKI. B. P; FRISON. M. D; BOFF. E. T. O. **O livro didático e o ensino de ciências**. In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ). UFPR. Curitiba, 2008.

TANSLEY, A. G. **The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms**. Ecology, vol. 16, n. 3, 1935, p. 284-307.

RICKLEFS, R.E. 2003. **A economia da natureza**. 5ª Edição. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro

BRANDO, R. F. **Proposta didática para o ensino médio de Biologia: As relações ecológicas no cerrado**. 2010. 221 p. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2010.