

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ – UNIOESTE
CENTRO DE EDUCAÇÃO, COMUNICAÇÃO E ARTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM
EDUCAÇÃO
NÍVEL DE MESTRADO/PPGE
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: SOCIEDADE, ESTADO E EDUCAÇÃO**

**DO SABER SÁBIO AO SABER ENSINADO: INDICATIVOS SOBRE A
TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DO CONCEITO DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA**

ALEXANDRE SERVAT

CASCAVEL-PR

2014

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ – UNIOESTE
CENTRO DE EDUCAÇÃO, COMUNICAÇÃO E ARTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRITO SENSU* EM
EDUCAÇÃO
NÍVEL DE MESTRADO/PPGE
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: SOCIEDADE, ESTADO E EDUCAÇÃO**

**DO SABER SÁBIO AO SABER ENSINADO: INDICATIVOS SOBRE A
TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DO CONCEITO DE EVOLUÇÃO
BIOLÓGICA**

ALEXANDRE SERVAT

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação, Área de concentração Sociedade, Estado, e Educação da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Fernanda Aparecida Meghioratti.

CASCADEL, PR

2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

S491d Servat, Alexandre
Do saber sábio ao saber ensinado: indicativos sobre a transposição didática do conceito evolução biológica. / Alexandre Servat.— Cascavel, 2014. 141p.

Orientador^a: Prof^a. Dr^a. Fernanda Aparecida Meghioratti
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná.
Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação

1. Ensino de biologia. 2. Evolução biológica. 3. Transposição didática. I. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. II. Título.

CDD 21.ed. 570.7
372.8

Ficha catalográfica elaborada por Helena Soterio Bejo – CRB 9^a/965

UNIOESTE - UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

DO SABER SÁBIO AO SABER ENSINADO: INDICATIVOS
SOBRE A TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DO CONCEITO DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

Autora: Alexandre Servat

Orientadora: Fernanda Aparecida Meglioratti

Este exemplar corresponde à Dissertação de Mestrado defendida por Alexandre Servat aluno do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE para obtenção do título de Mestre em Educação.
Data: 08/05/2014

Assinatura: Fernanda Ap. Meglioratti
(orientadora)

COMISSÃO JULGADORA:

Mariana Bologna Soares de Andrade
Profa. Dra. Mariana Aparecida Bologna Soares de Andrade

Lourdes A. Della Justina
Profa. Dra. Lourdes Aparecida Della Justina

Celso Polinarski
Prof. Dr. Celso Aparecido Polinarski

**Dedico este trabalho a
minha família e aos meus
amigos, pelo apoio e
compreensão!**

AGRADECIMENTOS

Agradeço à UNIOESTE por possibilitar a minha formação pessoal e profissional fornecendo os meios para minha formação. Agradeço também à minha orientadora Professora Dra. Fernanda Aparecida Meglhioratti pela paciência, pela compreensão das minhas limitações e pelo apoio na realização desta pesquisa.

Agradeço aos professores Dr. Celso Aparecido Polinarski, Dra. Mariana Aparecida Bologna Soares de Andrade, Dra. Lourdes Aparecida Della Justina e Dr. Gilmei Francisco Fleck pelas contribuições riquíssimas à minha pesquisa.

Agradeço à minha mãe Lúcia, ao meu pai Carlinhos, ao meu irmão Alencar e minha futura esposa Lauana pelo apoio e incentivo ao estudo.

Agradeço aos meus amigos e colegas de mestrado que me acompanharam durante estes dois anos de estudo, pesquisa e partilha de conhecimentos e que me ajudaram a trilhar os caminhos deste trabalho.

Agradeço muito a todos que fizeram parte dessa minha conquista.

Muito obrigado!

Gente livre significa gente capaz de saber ler a publicidade e entender para que serve, e não gente que deixa massagear o próprio cérebro; gente que seja capaz de distanciar-se da arte que está na moda, dos livros que estão na moda; gente que pense com a própria cabeça, e não com as ideias que circulam ao seu redor. (...) A educação é moderna à medida que é capaz de desenvolver sujeitos autônomos.

RESUMO

A produção científica realizada nas múltiplas vertentes da ciência defronta-se com uma problemática significativa que é a seleção, a adaptação ou reformulação do conhecimento produzido pelos cientistas de modo a torná-lo acessível ao ensino. O conceito de evolução biológica foi selecionado para esta pesquisa por ser considerado um conceito unificador e estruturante do conhecimento biológico. Ao entender que o processo de transposição didática do conceito de evolução biológica tangencia substancialmente instâncias sociais, culturais e epistemológicas, adotamos o modelo KVP (Conhecimento (K), Valores (V) e Práticas Sociais (P) de transposição didática) para guiar a análise dos dados. Nesse contexto, o objetivo geral da pesquisa é investigar indicativos do processo de transposição didática do conceito de evolução biológica, desde os níveis de produção científica até os processos de ensino e aprendizagem da Educação Básica. Para tanto, o processo de execução nos levou a investigar sobre o conceito de evolução biológica presentes nos últimos cinco anos em duas revistas científicas brasileiras que discutem aspectos epistemológicos da biologia; a explicitar as pesquisas realizadas sobre evolução biológica em livros didáticos do Ensino Médio e as pesquisas realizadas sobre concepções de evolução biológica de professores de biologia (Ensino Superior e Médio) bem como aquelas sobre concepções de evolução biológica de alunos da Educação Básica – sempre mediante a análise do banco de teses e dissertações da capes. Além disso, analisamos as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Ciências Biológicas, de modo a verificar se apresentam o conceito de evolução biológica como elemento unificador da biologia, e o papel que o conceito de evolução biológica assume nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio para, assim, identificarmos aproximações e distanciamentos do conhecimento científico sobre evolução biológica e os saberes construídos no contexto de sala de aula. O trabalho constituiu-se em uma pesquisa de Estado da Arte, realizada mediante a análise dos PCNEM, das Diretrizes Curriculares para os cursos de ciências biológicas, do banco de teses e dissertação da Capes e de revistas científicas que abordam aspectos epistemológicos da biologia. Os resultados de nossa pesquisa demonstram que a produção acadêmica do Saber Sábio (TDE), referente à evolução biológica, apresenta tanto de discussões referentes à construção da teoria sintética da evolução como elementos

de períodos pré-síntese e pós-síntese. Quanto às discussões mais contemporâneas, que propõe a expansão da teoria sintética da evolução, tem-se apontamentos sobre a evo-devo, epigenética, plasticidade e acomodação fenotípica, construção de nicho, seleção multiníveis e exaptações. As discussões mais recentes propõem a superação da visão genecentrista e a exclusividade da seleção natural como fundamento explicativo para o processo evolutivo. Entretanto, a pesquisa indicou que há um período de demora da transposição didática relativamente grande entre as discussões ampliadas de conceitos como evolução, gene e epigenética e a inserção desses conceitos nos programas de ensino e nos manuais didáticos. Além disso, há limitações na apresentação da teoria sintética da evolução nos manuais didáticos e na prática de ensino dos docentes.

Palavras-Chave: Evolução Biológica; Transposição Didática; Ensino de Biologia.

ABSTRACT

The scientific production undertaken in multiple strands of science is faced with a significant problem that is the selection, adaptation or reformulation of the knowledge produced by scientists in order to make it accessible to teaching. The concept of biological evolution was selected for this study because it is considered a unifying concept and structuring of biological knowledge. By understanding the process of didactic transposition of the concept of biological evolution substantially tangent social, cultural and epistemological instances, we adopt the KVP model (Knowledge (K), values (V) and Social Practices (P) of didactic transposition) to guide the analysis data. In this context, the general objective of the research is to investigate indicative of the didactic transposition of the concept of biological evolution, since the levels of scientific production to the processes of teaching and learning process of basic education. To do so, the implementation process has led us to investigate the concept of biological evolution present in the last five years in two Brazilian scientific journals that discuss epistemological aspects of biology; clarify the research on biological evolution in textbooks of secondary education and research on conceptions of biological evolution of biology teachers (Higher and Secondary Education) as well as those on conceptions of biological evolution of Basic Education students - always by bank analysis of theses and dissertations of capes. Furthermore, we analyzed the National Curriculum Guidelines for courses in Biological Sciences, in order to verify that introduce the concept of biological evolution as a unifying element of biology, and the role that the concept of biological evolution assumes the National Curricular Parameters for High School to thus identify similarities and differences of scientific knowledge about biological evolution and knowledge built in the context of the classroom. The work consisted in a survey of state of the art, conducted by analysis of PCNEM, the Curriculum Guidelines for courses in biological sciences, dissertation and thesis database Capes and scientific journals that discuss epistemological aspects of biology. The results of our research show that the academic production of knowledge Wise (TDE), referring to biological evolution, presents both discussions regarding the construction of the synthetic theory of evolution as elements of pre-synthesis and post-synthesis. As for more contemporary discussions, proposing the expansion of the synthetic theory of evolution, it has notes about evo-devo, epigenetics, plasticity and phenotypic

accommodation, niche construction, multilevel selection and exaptations. Recent discussions suggest overcoming the gene-centrist vision and uniqueness of natural selection as an explanatory foundation for the evolutionary process. However, research indicated that there is a delay period of relatively large didactic transposition between the expanded discussions of concepts such as evolution, epigenetics and gene and inserting these concepts in school curricula and textbooks. In addition, there are limitations on the presentation of the synthetic theory of evolution in textbooks and in teaching practice of teachers.

Keywords: Biological Evolution; Didactic Transposition; Teaching of Biology.

Lista de Ilustrações

- Figura 1:** Modelo de sistema didático triangular proposto por Guy Brousseau (1986) é reutilizado por Chevallard na sua obra 'A Transposição Didática, do saber sábio ao saber ensinado' (1991, p. 26), onde professor, aluno e saber interagem entre si.....53
- Figura 2:** Níveis da Transposição Didática. Fonte: Esquema adaptado de Verret (1975) apud Chevallard (1985, 1992).....53
- Figura 3:** Modelo de sistema didático de ensino proposto por Chevallard (1991, p.28).....62
- Figura 4:** O modelo KVP. As concepções (C) podem ser analisadas como interações entre os três polos K, V e P. Fonte: CARVALHO; CLEMENT (2007, p.4).....65
- Figura 5:** Esquema da Transposição Didática integrando a análise das concepções dos seus principais atores no processo de TD. Fonte: Adaptado de CARVALHO e CLÉMENT (2007, p.6).....68
- Figura 6:** Representação da demora da descoberta científica em ser inserida nos programas educacionais (DTDp). Fonte: Adaptada de Quessada (2008, p.38).....70
- Figura 7:** Demora da Transposição Didática (DTD) em um programa escolar (DTDp) e em manuais didáticos (DTDm). Fonte: Adaptada de Quessada (2008, p.37, idem).....71
- Figura 8:** DTD (Demora da Transposição Didática) em programas educacionais (DTDp) e manuais escolares (DTDm). Fonte: Adaptada de Quessada (2008, p. 40).....72

Lista de Tabelas

Quadro 1: Artigos encontrados sobre o conceito de evolução biológica na perspectiva histórica na revista <i>Scientiae Studia</i>	80
Quadro 2: Artigos encontrados sobre o conceito de evolução biológica na perspectiva epistemológica na revista <i>Scientiae Studia</i>	82
Quadro 3: Artigos encontrados sobre o conceito de evolução biológica na perspectiva histórica na revista <i>Filosofia e História da Biologia</i>	85
Quadro 4: Artigos encontrados sobre o conceito de evolução biológica na perspectiva epistemológica na revista <i>Filosofia e História da Biologia</i>	88
Quadro 5: Artigos encontrados sobre o conceito de evolução biológica na perspectiva de ensino na revista <i>Filosofia e História da Biologia</i>	91
Quadro 6: Relações KVP implícitas/explicitas nas revistas científicas analisadas.....	93
Quadro 7: Relações KVP implícitas/explicitas nas Diretrizes Curriculares para os Cursos de Ciências Biológicas	97
Quadro 8: Relações KVP implícitas/explicitas nos Parâmetros curriculares para o Ensino Médio	99
Quadro 9: Dissertações e teses referentes ao conceito de evolução biológica e livros	didáticos
.....	100
Quadro 10: Relações KVP implícitas/explicitas referentes ao conceito de Evolução Biológica nos Livros Didáticos	104
Quadro 11: Dissertações e teses referentes ao conceito de evolução biológica e professores	106
Quadro 12: Relações KVP implícitas/explicitas nas concepções de Evolução dos Docentes	113
Quadro 13: Dissertações e Teses referentes ao conceito de evolução biológica e alunos	115
Quadro 14: Relações KVP implícitas/explicitas nas concepções de Evolução dos alunos	120
Quadro 15: Síntese do processo de Transposição Didática do conceito de Evolução Biológica referente ao conhecimento (K).....	123

Quadro 16: Síntese do processo de Transposição Didática do conceito de Evolução Biológica referente aos Valores (V).....	124
Quadro 17: Síntese do processo de Transposição Didática do conceito de Evolução Biológica referente às Práticas Sociais (P).....	125

Lista de Abreviaturas e Siglas

DTD	Demora da Transposição Didática
DTDm	Demora da Transposição Didática nos Manuais
DTDp	Demora da Transposição Didática nos Programas
E.M.	Ensino Médio
EVO-DEVO	Evolução-Desenvolvimento
KVP	Conhecimento (K= <i>knowledge</i>), Valores (V) e Práticas Sociais (P)
PCN	Parametros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parametros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PPP	Projeto Político Pedagógico
TD	Transposição Didática
TDE	Transposição Didática Externa
TDI	Transposição Didática Interna
UNIOESTE	Universidade Estadual do Oeste do Paraná

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	18
1 - O CONCEITO DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA E O ENSINO DE EVOLUÇÃO	24
1.1 A CONSTRUÇÃO CIENTÍFICA DO CONCEITO DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA: DA SELEÇÃO NATURAL À TEORIA SINTÉTICA DA EVOLUÇÃO	24
1.2 A EXPANSÃO DA TEORIA SINTÉTICA DA EVOLUÇÃO	37
1.3. O ENSINO DE BIOLOGIA E O PAPEL DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA COMO EIXO UNIFICADOR	43
2 - A TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA	49
2.1 A TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO	49
2.2 O MODELO KVP	64
2.3 DEMORA DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA.....	68
3 - METODOLOGIA DE PESQUISA	74
3.1 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS	75
3.2 A ANÁLISE DE CONTEÚDO COMO METODOLOGIA DE ANÁLISE DOS DADOS	77
3.3 A ELABORAÇÃO DAS CATEGORIAS	77
4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES	79
4.1 CONHECIMENTO CIENTÍFICO SOBRE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA	79
4.1.1. Revista Scientiae Studia	80
4.1.2. Revista Filosofia e História da Biologia	85
4.1.3. Síntese das relações KVP no conceito de evolução biológica apresentado nas revistas analisadas	93
4.2 A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NAS DIRETRIZES CURRICULARES PARA OS CURSOS DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS	95
4.3 A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NOS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS (PCNEM) .	98
4.4 A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NOS LIVROS DIDÁTICOS (E.M.).....	100
4.5 A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NA CONCEPÇÃO DOS DOCENTES	106
4.6 A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NAS CONCEPÇÕES DE ALUNOS.	115
4.7 APROXIMAÇÕES E DISTANCIAMENTOS ENTRE O DISCURSO CIENTÍFICO E O ENSINO DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA	121

4.8 DEMORA DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA.....	128
CONSIDERAÇÕES FINAIS	130
REFERÊNCIAS	133

INTRODUÇÃO

O objeto de estudo desta dissertação entrou recentemente nos meus interesses pessoais, mais especificamente, durante o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas realizado na Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). Durante os cinco anos necessários para a obtenção do título de Biólogo Licenciado, ocorreram mudanças significativas em minhas concepções pessoais sobre determinadas temáticas ao defrontar-me com as teorias científicas da Biologia.

Oriundo de um histórico familiar, no qual, a fé e as práticas religiosas eram, e continuam a representar um aspecto importante para explicar e dar sentido à vida e às coisas, no meu processo de formação revi algumas das minhas crenças religiosas e científicas. Desse modo, alguns obstáculos epistemológicos foram superados na minha compreensão sobre a vida e os seres vivos.

Minha trajetória acadêmica começou um pouco 'tarde', pois ingressei na Universidade com 26 anos. No período anterior ao Curso de Ciências Biológicas estudei em uma Instituição Religiosa, na qual, permaneci por quatro anos, três deles cursando filosofia na cidade de Francisco Beltrão-PR. Concluído o Curso de Filosofia, resolvi investir em uma experiência diferente para minha vida. Dessa forma, ingressei em um mosteiro trapista permanecendo lá por cerca de um ano. Depois de sair desta instituição, prestei vestibular para Ciências Biológicas na UNIOESTE. Aprovado, comecei o Curso em 2007, concluindo-o em 2011. Durante os últimos dois anos da graduação participei do programa de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), que me motivou a seguir meus estudos na área da Educação. No meu último ano da graduação em Ciências Biológicas prestei processo seletivo para o Mestrado em Educação na Unioeste e fui aprovado, iniciando-o em 2012.

Minhas experiências pessoais me conduziram a realizar modificações em minhas crenças epistemológicas, principalmente por dar espaço à razão e à contribuição do conhecimento científico. Evidências como os registros fósseis e as mutações que demonstram a plasticidade das populações de organismos vivos em mudarem no tempo, propiciando a emergência de novas espécies, permitem a superação da visão fixista das espécies. Após fazer uma síntese da minha trajetória pessoal, que explica o interesse pela temática, passo a seguir a apresentação da pesquisa desenvolvida.

Abordamos, pois, nessa pesquisa uma problemática enfrentada pela produção científica nas múltiplas vertentes da ciência: a adaptação ou reformulação do conhecimento produzido pelos cientistas de modo a torná-lo acessível ao ensino. O conhecimento formulado na academia sofre importantes processos de transformações até chegar à sala de aula, influenciado por fatores sociais, econômicos, políticos, concepções de senso comum sobre a temática, entre outros. Esse processo de reconstrução do conhecimento é denominado de transposição didática (VERRET, 1975; CHEVALLARD, 1982; 1985; 1991).

No processo de transposição didática dos conhecimentos científicos para serem transformados em conhecimento escolar há uma constante seleção de saberes considerados mais significativos em detrimento a outros considerados menos importantes pela noosfera¹. Esse processo de seleção de saberes, segundo Carvalho *et al* (2011), deve indicar conceitos estruturantes (nos termos de Gagliardi, 1986) que permitam compreender uma determinada área da ciência de maneira sistemática e integrada. Nesse sentido, discutem-se quais as principais teorias e conceitos que estruturam a biologia como uma ciência integrada. Isto indica que as temáticas e conteúdos trabalhados na Educação Básica devem priorizar a compreensão dos elementos que constituem a biologia e como os conceitos biológicos se relacionam entre si.

Essa problemática universal, envolvendo a produção científica e a divulgação pública da ciência, atinge, necessariamente, a biologia. Isso se dá porque ela possui sobrepujança de termos científicos em relação às demais ciências. Essa especificidade das Ciências Biológicas torna ainda mais relevante à investigação sobre o processo de seleção de conteúdos a serem trabalhados no contexto escolar e o processo de transposição didática que ocorre com os conhecimentos científicos ao se transformarem em assuntos de abordagem da ciência escolar.

Um dos elementos identificados pelos estudos de Carvalho *et al* (2011) é o excesso de conteúdos de biologia para serem abordados no Ensino Médio. Tal fato leva esse processo a constituir-se em um ensino até mesmo enciclopédico. Ora, a questão é como realizar essa seleção sem prejudicar a aprendizagem e a formação dos estudantes. Nesse sentido, Carvalho *et al* (2011) apresentam o resultado de

¹O termo 'noosfera' representa o entorno da realidade educacional e é constituída pela instituição de ensino, supervisores, diretores, entre outros elementos, que influenciam não somente as escolhas de conteúdos, mas também a maneira como serão apresentados (CHEVALLARD, 1991).

uma pesquisa na qual se investigou a quantidade de conceitos biológicos presentes nos livros didáticos de Biologia. O resultado indicou o impressionante número de 3.290 conceitos em média apresentados nos livros didáticos para serem trabalhados nos três anos de ensino. Ao considerar que os livros didáticos, muitas vezes, são utilizados como “guia” para os professores selecionarem os conteúdos trabalhados e que ainda estes conteúdos podem, ainda, estar presentes de maneira fragmentada e desconexa no texto didático (CICILLINI, 1991), percebe-se a seriedade da exigência de qualificação desse material para o Ensino de Biologia.

Dados como esses reforçam a necessidade de se discutir, entre professores e profissionais da área do Ensino de Biologia, a redução dos conteúdos a serem abordados, focalizando os conceitos estruturantes que permitem constituir uma noção básica do conhecimento Biológico. Essa redução permitiria maior aprofundamento, pois, uma vez que bem compreendidos, os conceitos estruturantes possibilitam o acesso – e são a chave interpretativa – para o estudo dos demais conceitos.

Além do processo de seleção de conceitos a serem abordados de maneira consistente no Ensino de Biologia, a transposição didática envolve processos de reconstrução desses conceitos para torná-los acessíveis ao contexto escolar. Também na construção da sala de aula existem relações sociais próprias e saberes vivenciais que influenciam a construção cognitiva dos conceitos estudados pelos alunos. O processo de transposição didática pode tornar-se tão radical que pode ser considerado uma construção particular que dá origem a um novo saber: o saber escolar (MARANDINO, 2004). Desse modo, surgem dois saberes: o conhecimento científico com suas características específicas – metódico, sistematizado, lógico e pautado em evidências – e o conhecimento escolar que possui suas raízes no saber científico, mas que sofreu ação da transposição didática realizada por formuladores do currículo, dos manuais escolares e do processo de didatização realizada pelo professor (processo de ensino-aprendizagem).

Compreender o processo de transposição didática é fundamental para que o ensino e aprendizagem realizados na Educação Básica sejam efetivados de forma significativa e para que a reconstrução dos conceitos seja realizada de forma adequada. Desse modo -- ao buscar compreender indícios de transformações que um conhecimento biológico sofre desde o processo de elaboração na comunidade científica até o contexto no qual ocorre sua aprendizagem pelo aluno, objetivou-se

investigar o processo de transposição didática em diferentes instâncias (transposição didática externa e interna) do conceito de evolução biológica em função de valores, conhecimentos e práticas sociais.

Nesse contexto, o objetivo geral da pesquisa é realizar uma investigação de estado da arte traçando indicativos do processo de transposição didática do conceito de evolução biológica desde os níveis de produção científica até os processos de ensino e aprendizagem da Educação Básica. Para contemplar esse objetivo são realizadas revisões bibliográficas sobre as diferentes instâncias do conhecimento no qual o conceito de evolução biológica se apresenta.

Para traçar esse panorama do conceito de evolução biológica instituímos os seguintes objetivos específicos: 1) investigar discussões atuais sobre o conceito de evolução biológica presentes nos últimos cinco anos em duas revistas científicas brasileiras que discutem aspectos epistemológicos da Biologia: Revista História e Filosofia da Biologia; e revista *Scientiae Studia* 2) explicitar as pesquisas realizadas sobre Evolução Biológica em livros didáticos do Ensino Médio mediante a análise do banco de teses e dissertações da capes; 3) evidenciar as pesquisas realizadas sobre concepções de evolução biológica de professores de Biologia (Ensino Superior e Médio) mediante a análise do banco de teses e dissertações da capes; 4) explicitar as pesquisas sobre concepções de evolução biológica de alunos da Educação Básica mediante a análise do banco de teses e dissertações da capes; 5) analisar as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas de modo a verificar se apresentam o conceito de evolução biológica como elemento unificador da biologia; 6) analisar o papel que o conceito de evolução biológica assume nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio; 7) identificar aproximações e distanciamentos do conhecimento científico sobre evolução biológica em construção e os saberes construídos no contexto de sala de aula.

O conceito de evolução biológica foi selecionado para a pesquisa por ser considerado um conceito unificador e estruturante do conhecimento biológico (CICILLINI, 1991; DOBZANSKI, 1972). No entanto, apesar de unificador, diversas pesquisas tem apontado a dificuldade de ensinar este conceito, destacando a presença de concepções de evolução biológica, tanto em professores como em alunos (CICILLINI, 1991; MOTTOLA, 2011; ROMA, 2011;), que se distanciam, em muito, dos conceitos aceitos pela ciência. Essas concepções chegam ao extremo de não guardar qualquer relação com o conhecimento científico de referência.

Um dos fatores que interferem na aprendizagem do conceito de evolução biológica é sua veiculação com aspectos sociais, culturais e de crenças (SANTOS, 2008; MELLO, 2008; PEREIRA, 2009). Ao entender que o processo de transposição didática do conceito de evolução biológica tangencia substancialmente essas instâncias, adotamos o modelo KVP (conhecimento (K= *knowledge*), valores (V) e práticas sociais (P)) de transposição didática desenvolvido por Pierre Clément (2006) como ferramenta de classificação e análise de dados.

A dissertação está dividida em cinco capítulos, no primeiro realizamos uma revisão histórico-epistemológica do desenvolvimento do conceito de evolução biológica até chegar às discussões atuais. O segundo capítulo, por sua vez, trata do conceito de transposição didática e seus processos de transformação epistemológica do saber sábio ao saber escolar, além do método KVP para análise do processo de transposição didática. Ao longo do terceiro capítulo apresentamos a metodologia de pesquisa utilizada na abordagem desta pesquisa. Por fim, no quarto capítulo efetuamos a análise e discussão dos dados coletados a partir das teses e dissertações do banco de teses da Capes, das revistas científicas sobre Epistemologia da Biologia antes mencionadas, além das Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Ciências Biológicas e dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.

OBJETIVOS

- Objetivo Geral:
 - Investigar o processo de transposição didática do conceito de evolução biológica desde os níveis de produção científica até os processos de ensino e aprendizagem da Educação Básica.

- Objetivos Específicos:
 - Investigar discussões atuais sobre o conceito de evolução biológica presentes em duas revistas científicas brasileiras que discutem aspectos epistemológicos da biologia.

- Explicitar as pesquisas realizadas sobre evolução biológica em livros didáticos do Ensino Médio mediante a análise do banco de teses e dissertações da capes.
- Evidenciar as pesquisas realizadas sobre concepções de evolução biológica de professores de biologia mediante a análise do banco de teses e dissertações da capes.
- Explicitar as pesquisas sobre concepções de evolução biológica de alunos da Educação Básica mediante a análise do banco de teses e dissertações da capes.
- Analisar o papel que o conceito de evolução biológica assume nas Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas e nos PCNEM.
- Identificar aproximações e distanciamentos do conhecimento científico sobre evolução biológica e os saberes construídos no contexto de sala de aula.

1 - O CONCEITO DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA E O ENSINO DE EVOLUÇÃO

1.1 A CONSTRUÇÃO CIENTÍFICA DO CONCEITO DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA: DA SELEÇÃO NATURAL À TEORIA SINTÉTICA DA EVOLUÇÃO

Os seres vivos são estudados há milhares de anos, entretanto, a palavra “biologia” aparece apenas no início do século XIX com as pesquisas e estudos Lamarck. Como afirma Mayr (1998), a Biologia inicia seu processo de consolidação mediante o estabelecimento do conceito de evolução biológica, quando ocorre uma tentativa de unificar os conhecimentos referentes aos seres vivos.

Segundo Mayr (1998), até o século XVII existiam apenas duas ciências distintas, a História Natural e a Medicina. Entretanto, no decorrer do século XVII houve um desmembramento da História Natural em Zoologia e Botânica e da Medicina em anatomia, fisiologia, cirurgia e medicina clínica. Somente no século XIX ‘surgiram’ disciplinas como a embriologia (1828), a citologia (1839), a biologia evolutiva (1859) e a genética (1900)². Todavia, estes surgimentos se deram ainda de forma independentes, reunidas mais tarde com o estabelecimento da biologia evolutiva.

Nos séculos XVII e XVIII ocorreu também a sistematização da geologia enquanto ciência, aderindo a uma visão uniformitarista da natureza, segundo a qual, as modificações da crosta terrestre ocorreriam gradualmente e lentamente mediante a ação de fenômenos naturais tais como a erosão. Isso contrariava a visão dos que acreditavam que os eventos catastróficos eram responsáveis pela constituição geológica da terra. Essa tentativa de entender o mundo por meio das ideias oriundas da geologia (de mudanças nas estruturas geológicas) e mesmo da História Natural (de seres vivos) corroboraram com uma visão transformista das espécies (MEGLHIORATTI, 2004).

²Mayr (1998) comenta sobre a dificuldade de situar o momento histórico preciso para o surgimento das ciências biológicas, inclusive divergindo entre historiadores da biologia, todavia ele destaca algumas publicações relevantes em cada ciência, como marco de origem: embriologia com a obra de K. E. Von Baer; a citologia com a obra de Schwann, Schleiden e Virchow e a descoberta do núcleo por Brown; a fisiologia com a obra de Helmholtz, Du Bois-Reymond, Ludwig, Bernard; a biologia evolutiva com Darwin e Wallace e a genética com Mendel.

É no século XVIII e XIX que as ideias transformistas ascendem entre os estudiosos. Um pesquisador que corroborou com o pensamento transformista sobre os seres vivos foi George Louis Leclerc, conde de Buffon (1707 – 1788), que foi protetor de Lamarck (1744-1829). Buffon estudou o isolamento geográfico, a distribuição e a correlação entre as espécies e defendeu que elas sofrem variação e mudam de forma não progressiva. Defensor também da ancestralidade comum entre os seres vivos, não soube, entretanto, explicar o mecanismo da especiação, que ele considerava como uma degeneração da espécie, pois os seres vivos sofreriam deformações a partir de um arquétipo original criado por Deus (MARTINS, 1993).

Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet (Lamarck), influenciado pelos estudos naturalistas de Georges-Louis Leclerc (conde de Buffon) e pelos resultados das pesquisas paleontológicas (estudo sobre fósseis de conchas), geológicas, zoológicas (animais inferiores) e de classificação dos seres vivos, muda sua concepção fixista dos seres vivos para defender a existência de uma progressão dos grupos de organismos (MARTINS, 1993), aderindo, assim, a uma visão transformista das espécies que supera a ideia essencialista dos seres vivos. Segundo Martins (1993), Lamarck acredita na geração espontânea dos organismos mais simples a partir da matéria inanimada e na possibilidade do surgimento e progressão de novos seres a partir destes mais simples.

Lamarck apresenta duas causas para a progressão nos seres vivos: uma tendência interna, ou a própria 'força da vida' que conduz os seres vivos a aumentarem em complexidade progressivamente. Isso se daria, por exemplo, quando estes fazem surgir órgãos e dirigem seu desenvolvimento; e uma causa exterior (ambiental) acidental. Esta atuaria interferindo nos processos da causa interna, ao desviar os seus efeitos na progressão dos seres vivos. Dessa forma, a atuação dessas duas causas direciona a progressão das espécies e a formação ramificada que representa a diversidade dos seres vivos. Entretanto, Lamarck só coloca em uma ordem de progressão linear de perfeição as espécies pertencentes às grandes ordens atuais, que ele chama de 'massas', sendo que dentro de cada ordem há divergências nas progressões de cada população. Isso que impede de colocá-las em relação linear devido às causas acidentais do ambiente, que geram ramificações dentro das ordens (MARTINS, 1993).

Adepto da transformação dos seres vivos, Lamarck não utilizou a palavra 'evolução' para descrever o processo de mudança nos seres vivos (especiação),

pois este termo, no seu contexto histórico, continha outra conotação que representava a ontogênese (desenvolvimento de um indivíduo do óvulo a fase adulta). Entretanto, utilizou-se de outras expressões como “aperfeiçoamento”, “desenvolvimento”, “mutação” e “progresso” (MARTINS, 1993).

Apesar de acreditar que Deus tenha criado a natureza e suas leis, Lamarck defende a não intervenção divina diretamente nos seres vivos. As leis naturais criadas por Deus permitiriam aos seres vivos que estes se desenvolvessem em uma direção (do mais simples ao mais complexo). Tal concepção implicaria uma finalidade para o processo de transformação dos seres vivos (teleologia), que encontraria nos mamíferos modernos, principalmente no ser humano, o seu auge (MARTINS, 1993).

Até 1797, segundo Martins (1993), Lamarck apresentou aspectos de concepções vitalistas ou animistas na sua fase “pré-evolucionista”, mas que foram abandonadas por ele nas obras posteriores, nas quais, apresenta-se como “evolucionista”. Na fase evolucionista, Lamarck passou a aceitar a geração espontânea e o uniformitarismo como mecanismos explicativos para os fenômenos biológicos. Com a aceitação da geração espontânea, Lamarck recoloca a explicação da vida em fatores naturais físico-químicos presentes nas moléculas orgânicas. Essas sofreriam a ação de forças universais atrativas e repulsivas responsáveis pela geração espontânea dos seres vivos mais simples.

Lamarck, mediante suas novas concepções, elabora alguns princípios/leis corresponsáveis pelo processo de transformação das espécies. Dentre tais princípios destaca quatro leis principais responsáveis pela especiação e pelo acúmulo progressivo de modificações na espécie original: 1) tendência para o aumento da complexidade; 2) surgimento de órgãos em razão de necessidades; 3) uso e desuso; e, 4) herança dos caracteres adquiridos, além do pressuposto da geração espontânea (MARTINS, 1997). Entretanto, Martins (1997) comenta que Lamarck é mais lembrado pelas leis do uso-desuso e da herança de caracteres adquiridos.

Da mesma forma que Lamarck, o escocês Robert Chambers (1802-1871), defensor da transformação das espécies, tenta divulgá-la na sua obra *‘Vestiges of the Natural History of Creation’* citando exemplos apoiados na paleontologia, geografia, embriologia e anatomia comparada. Entretanto, Chambers apresenta uma teleologia evolutiva baseada numa predestinação divina que se servia de mudanças

ocorridas no desenvolvimento dos seres resultando em novas espécies (MEYER; EL-HANI, 2001). Apesar de sua concepção determinista, a obra de Chambers foi um sucesso popular, embora não conseguisse apresentar uma explicação para as causas da especiação³ (MEYER; EL-HANI, 2001).

Diferentemente de Chambers, Charles Darwin (1809-1882) conseguiu reunir, a partir de suas pesquisas, indícios do processo de transformação dos seres vivos mediante, ao menos, cinco ideias fundamentais: 1) evolução - tanto o mundo quanto os organismos se transformam ao longo do tempo, contrariando a concepção hegemônica da época de que o mundo era estável; 2) ancestrais comuns – todos os organismos descendem de ancestrais comuns, contrariando ao revês do antropocentrismo vigente na época, ao incluir o humano na árvore filogenética compartilhando o ancestral comum com outros seres vivos; 3) especiação - as espécies se multiplicam pelo isolamento geográfico de populações que evoluem para novas espécies; 4) gradualismo – as mudanças evolucionárias são graduais, também contrariando opondo-se a concepção mais aceita de que ocorriam saltos (descontinuidade) no processo de especiação; 5) seleção natural – a sobrevivência e reprodução diferencial de indivíduos em determinados ambientes (MAYR, 1998).

Segundo Mayr (1998), a teoria da seleção natural representou uma revolução, pois muitos a viam como se ela houvesse “destronado Deus”, ao conferir aos mecanismos naturais o poder de gerenciar os eventos biológicos e realizar o processo seletivo responsável pela manutenção ou eliminação das espécies. A ideia de seleção natural encontrou muita antipatia por parte de religiosos, leigos, além de muitos biólogos da época que a repudiaram por não compreenderem como este processo seria capaz de gerar novas espécies.

De fato, a teoria da evolução biológica de Darwin tem gerado muita polêmica porque, acredita Mayr, contradiz crenças básicas da sociedade como: crença em um mundo constante; crença na criação do mundo; crença na posição única do homem; crença na filosofia essencialista; crença em uma interpretação causal da natureza; crença em uma causa final ou teleológica. Além dessas crenças, outro fator de resistência à aceitação da teoria proposta por Charles Darwin é a visão mecanicista da ciência da sua época, uma vez que a metodologia de Darwin vai contra o mecanicismo baseando-se na

³A ‘especiação’ é o processo evolutivo responsável pela origem de novas espécies a partir de outras, tanto de forma gradual (anagênese) quanto pela divisão de uma espécie em duas ou mais (cladogênese).

reprodução diferencial de organismos e em probabilidades (MEGLHIORATTI, 2004, p.53).

Darwin, enquanto naturalista, utilizou-se dos seus conhecimentos de botânica, zoologia e geologia. Quando em viagem a bordo do Beagle, Darwin coletou muitas espécies e analisou as características geológicas e fósseis de muitos lugares por onde passou. Darwin foi concebendo a ideia de seleção natural e da transformação dos seres vivos durante a viagem a bordo do Beagle, entretanto, foi somente com o auxílio do ornitólogo John Gould, que demonstrou as diferenças entre algumas amostras de aves coletadas nas Ilhas Galápagos. Assim, Darwin começou a encontrar respostas mais concretas para o processo de especiação (MAYR, 1998).

Paralelamente aos trabalhos de Darwin, Wallace realizava suas pesquisas viajando para o Brasil, na Bacia do Amazonas, Tocantins, Rio Negro e Solimões e para o Arquipélago Malaio Ali visitou várias ilhas, coletando mais de 125 mil espécies (125.660 sp.), muitas ainda desconhecidas (HORTA, 2003). Sua busca visava a testar sua hipótese de que o isolamento geográfico por eventos geológicos causa a especiação. Quando retornou à Inglaterra, Wallace irritado com um artigo publicado por Edward Forbes, em 1854, publica, em 1855, o manuscrito de 'Sobre a lei que regula a introdução de novas espécies'⁴. Nesse texto, Wallace demonstra que as espécies distribuídas geograficamente coincidiam com espécies próximas e aliadas, mas que isoladas tiveram histórias diferentes (HORTA, 2003).

Uma reviravolta ocorreu no pensamento evolucionista de Wallace três anos após publicar o referido texto no qual defendia como causa principal do processo de especiação o isolamento geográfico. Quando, em 1858, publica outro artigo – 'Sobre a tendência das variedades a afastarem-se indefinidamente do tipo original' – Wallace nem sequer menciona o isolamento geográfico como um fator influente no processo de especiação. Neste artigo (1858), Wallace defende um processo evolutivo baseado na seleção das variedades. Nele aborda temas como luta pela existência, aproximando-se muito da concepção de seleção natural de Charles Darwin. Provavelmente um dos fatores que influenciaram Wallace a mudar repentinamente sua concepção evolutiva foram os apontamentos realizados por Darwin em seu texto de 1855, no qual critica a ausência de um mecanismo

⁴Forbes afirmou que os fósseis mostram que o número de gêneros extintos atinge dois máximos, um nas eras geológicas mais antigas e outro nas recentes, com um mínimo nas eras Intermediárias.

explicativo para a origem das espécies, pois não havia a explicação para o “como” ocorre o processo de especiação (HORTA, 2003).

Em 1858, após Wallace enviar uma cópia de seu artigo a Darwin, eles apresentam juntos na ‘Linnaean Society of London’ os resultados de suas pesquisas. Dentre os argumentos apresentados à sociedade lineana podem-se sintetizar os mais importantes como: 1) o potencial de fertilidade de todas as espécies é enorme e tende a aumentar exponencialmente se todos os indivíduos obtiverem sucesso na reprodução. Contudo, constata-se que as populações tendem a manterem-se estáveis, logo, deduz-se que deve ocorrer competição ou luta pela sobrevivência; 2) a produção de alimento não cresce tão rápido como o número de indivíduos das populações, portanto a limitação alimentar seleciona os indivíduos; 3) a variabilidade genética das espécies potencializa a capacidade de adaptação ao meio ambiente, aumentando as chances de sobrevivência e de reprodução (MEYER; EL-HANI, 2001). Após a publicação conjunta, Darwin publica, em 1859, o livro “*Origem das espécies*”, com dados e textos que esteve sistematizando por um longo período de tempo.

Darwin, ao contrário de Lamarck, apresentou uma teoria que compreendia a evolução biológica como populacional e variacional, ou seja, as mudanças em nível individual se refletem na população como potencialidade adaptativa para resistir à seleção natural. Darwin compreendia a filogenia evolutiva como análoga a uma árvore, na qual, a base representa a ancestralidade comum originária dos seres vivos e os ramos divergem historicamente, tornando-se diferente dos seus ancestrais e resultando na biodiversidade. Dessa forma, o processo evolutivo não é linear, teleológico, mas divergente devido às forças atuantes da seleção natural (CARVALHO; NUNES-NETO; EL-HANI, 2011).

As ideias apresentadas por Darwin referentes à seleção natural, ancestralidade comum e variabilidade dos seres vivos são resultantes de um contexto social, histórico, econômico, político e cultural. Gould (2002) destaca que algumas influências culturais podem favorecer as mudanças no campo científico como, por exemplo, as influências sofridas pela teoria da seleção natural darwiniana a partir da teoria econômica de Adam Smith. Esta pregava a livre competição, resultando dessa forma em benefícios aos grupos de sucesso.

Segundo o autor, além da teoria econômica de Smith, o conceito sobre evolução biológica de Darwin recebeu contribuição da teoria sobre populações de

Thomas Malthus. Em 1838, após retornar à Inglaterra e estar diante de muitas coletas e publicações, Darwin leu um trabalho de Malthus que o ajudou a chegar à elaboração do conceito de seleção natural.

Malthus retrata a luta pela sobrevivência nas populações humanas, contribuindo para a ideia de Darwin, no qual as variações favoráveis em uma população tendem a ser mantidas, enquanto as variações desfavoráveis tendem a ser eliminadas. Diante dessas inferências, Darwin concluiu que a seleção natural resultaria em novas espécies.

In October 1838, that is, fifteen months after I had begun my systematic enquiry, I happened to read for amusement 'Malthus on Population', and being well prepared to appreciate the struggle for existence which everywhere goes on from long-continued observation of the habits of animals and plants, it at once struck me that under these circumstances favourable variations would tend to be preserved, and unfavourable ones to be destroyed. The result of this would be the formation of new species. Here then I had at last got a theory by which to work; but I was so anxious to avoid prejudice, that I determined not for some time to write even the briefest sketch of it (DARWIN, 1887, p.120)⁵.

Outra grande influência no pensamento de Darwin veio das suas leituras sobre a obra de Charles Lyell, *Princípios de Geologia* de 1830. Essa apresenta os eventos geológicos como contínuos ou progressivos na escala geológica, contrariamente às concepções catastróficas que acreditavam num planeta com poucos milhares de anos, que atribuía as descobertas fósseis a eventos catastróficos pontuados e novas recriações divinas. Apesar de Lyell não ser evolucionista, ele influenciou Darwin em sua visão uniformitarista da natureza (MEGLHIORATTI, 2004).

Apesar de fortes evidências corroborando a ideia de seleção natural como causa da modificação das espécies, esse conceito de Darwin e Wallace permaneceu praticamente esquecido até, aproximadamente, 1920. Ele voltou a emergir em um

⁵“Em outubro de 1838, isto é, 15 meses depois de eu ter começado minha investigação sistemática, aconteceu de eu ler por diversão ‘Malthus sobre a População’, estando bem preparado para apreciar a luta pela existência em todos os lugares por meio da observação longa e contínua dos hábitos dos animais e plantas, ao mesmo tempo, dei-me conta de que nestas circunstâncias, variações favoráveis tenderiam a ser preservadas e as desfavoráveis a ser destruídas. O resultado disso seria a formação de novas espécies. Aqui, então, eu tinha finalmente uma teoria na qual trabalhar; mas eu estava tão ansioso para evitar o preconceito, que eu determinei por algum tempo não escrever até mesmo um breve esboço dela”. (DARWIN, 1887, p.120) (tradução nossa).

contexto histórico, sociocultural, no qual, as concepções religiosas ainda possuíam grande autoridade como explicações para as origens dos seres vivos. Evidentemente que, quando Darwin e Wallace propuseram a seleção natural como a principal causa da especiação, enfrentaram uma concepção hegemônica fixista.

Os dois pesquisadores, contrapondo ainda mais o pensamento da época, apresentaram uma seleção natural que não apresenta finalidade, na qual não há um projeto ou plano biológico evolutivo, tratando-se apenas de um processo resultante de variações e relações com o meio ambiente. Esta concepção de Darwin e Wallace contraria, inclusive, a concepção de Lamarck da transformação dos seres vivos como processo progressivo de complexificação e aperfeiçoamento das espécies (KEMPER, 2008).

Por volta de 1890, o aumento da rigidez do darwinismo -- que atribuía exclusivamente à seleção natural a causa efetiva do processo de evolução biológica -- fez com que pesquisadores que defendiam outras causas para a evolução rompessem com esse modelo de darwinismo. Neste período de 1890 a 1920 houve um forte retorno ao lamarkismo (neolamarckismo) e à teoria da Ortogênese⁶, como tentativa para explicar a evolução biológica, uma vez que, a seleção natural havia ‘perdido’ seu poder explicativo. Esse período da história da Biologia foi denominado por Peter Bowler de “eclipse do darwinismo”. Esse foi um período no qual as ideias de Darwin e Wallace sobre a seleção natural praticamente foram desacreditadas (MEYER; EL-HANI, 2005).

Para aumentar a antipatia ao darwinismo, no final do século XIX, August Weismann (1834-1914) defendeu a ideia de que a seleção natural era o único mecanismo evolutivo aceitável (teoria conhecida como Neodarwinismo). Obviamente, os naturalistas -- contrários à seleção natural -- romperam com o darwinismo. Essa ruptura resultou no surgimento de uma série de teorias evolutivas antidarwinistas (MEYER; EL-HANI, 2005). Segundo Meyer e El-Hani (2005), as teorias antidarwinistas do século XIX procuraram buscar credibilidade em evidências experimentais produzidas pelos experimentos fisiológicos. Entretanto, a falta de evidências empíricas fez com que o neolamarckismo e a ortogênese perdessem credibilidade científica. Ainda nesse período, o avanço da genética experimental

⁶A teoria da Ortogênese concebe que a vida tem uma propensão inata para evoluir linearmente, segundo um objetivo pré-definido que é realizado por uma força motriz (interna ou externa). Paleontólogos adeptos da ortogênese tentaram reproduzir a história evolutiva a partir dos registros fósseis.

permitiu a demonstração da existência de mutações, levando o mutacionismo a gozar de grande aceitação. Contudo, as mutações genéticas eram consideradas bruscas e aplicadas às grandes mudanças evolutivas, diferentemente da seleção natural proposta por Darwin e Wallace que a compreendiam como evento progressivo e cumulativo (SILVA, 2011).

No final do século XIX e início do século XX, embora diferentes pesquisadores escrevessem sobre ideias evolutivas, as questões referentes à variabilidade dos organismos ainda continuavam confusas.

[...] os primeiros mendelianos rejeitaram a evolução gradual e a seleção natural. Por outro lado, os naturalistas aceitavam a herança por mistura, ao invés da herança particulada de Mendel e vacilavam entre seleção natural e a herança dos caracteres adquiridos. Sendo assim, por meados de 1930 acreditava-se que não haveria consenso entre as partes em um futuro próximo (CORREA, 2010, p.22).

A partir de 1920, alguns pesquisadores utilizaram modelos matemáticos em estudos de genética de populações, iniciando um processo de resgate e inter-relação entre as teorias mendelianas e darwinistas. Na Inglaterra, Ronald Fisher (1890-1962), em 1930, na obra *The Genetical Theory of Natural Selection* descreveu matematicamente o efeito sutil que a seleção natural causa na variação genética. John Burdon Sanderson Haldane (1892-1964) publicou, em 1932, o seu livro *The Causes of Evolution no qual* demonstra que as variações genéticas podem ser muito mais rápidas do que as apresentadas por Fisher. Nos Estados Unidos, Sewall Wright (1889-1988), em 1931, publicou a obra *Evolution in Mendelian populations*, na qual, apresentou seus estudos sobre os efeitos das interações gênicas em pequenas populações como fator atuante na variabilidade genética (MEYER, EL-HANI, 2005).

Os modelos matemáticos empregados por esses pesquisadores desempenharam papel fundamental nas ciências biológicas e tornaram seus nomes conhecidos. O equilíbrio de Hardy e Weinberg (1908) é considerado a base de toda a genética matemática de populações. Foi ele que deu início ao processo de modernização da pesquisa sobre evolução. Esse modelo matemático constatava que as frequências gênicas e genotípicas permanecem constantes na população ao longo das gerações, independentemente das frequências iniciais, a menos que

ocorressem interferências de imigração, mutação, seleção, cruzamento não casual ou erros de amostragem (MAYR, 1998).

Ronald A. Fisher (1890-1962), Sewall Wright (1889-1988) e John B. S. Haldane (1892-1964) descreveram que os alelos com pequena vantagem seletiva podem aumentar com o tempo em determinadas populações, podendo resultar em modificações gradualmente radicais tanto no genótipo quanto no fenótipo. Estes autores reúnem gradualismo, mendelismo e a genética de populações em uma perspectiva darwiniana (chamada *síntese fisheriana*) (MAYR, 2004).

Alguns anos depois, em 1926, o cientista russo Sergei S. Chetverikov (1880 – 1959) – cujas tradições eram consideravelmente divergentes das europeias e norte-americanas, pois estes aderiram amplamente à seleção natural – publicou um trabalho para esclarecer algumas questões relativas à evolução e para refutar os argumentos antimendelianos. Esta obra, *Sobre certos aspectos de processos evolutivos sob o ponto de vista da moderna Genética*, foi fundamental para o início da elaboração da teoria sintética da evolução (MAYR, 1998).

Segundo Mayr (2005), apesar dos avanços conquistados pela utilização da matemática no estudo da evolução biológica, a síntese fisheriana não conseguiu apresentar os mecanismos e o porquê da especiação (biodiversidade). Como os geneticistas prendiam-se ao estudo de uma única população e suas variações genéticas, não consideravam os efeitos da localização e isolamentos geográficos e os mecanismos de isolamento reprodutivo considerados por naturalistas.

Dessa forma, esses dois grupos de pesquisadores, geneticistas e naturalistas, por não conhecerem a abordagem um do outro, não conseguiam encontrar explicações para a biodiversidade. Entretanto, Theodosius Dobzhansky (1900-1975) adquiriu formação naturalista e geneticista, fato que o auxiliou na sua grande obra precursora da síntese evolutiva, o livro *Genetics and the origin of species*, publicado em 1937. Nesta obra, apresentam-se as possibilidades da conciliação entre as variações das frequências gênicas estudadas pelos geneticistas com os fatores seletivos presentes no ambiente estudados pelos naturalistas. Contudo, apesar dessa aproximação entre as duas concepções, Mayr comenta que a estreiteza da concepção de evolução dos geneticistas ainda conflitava com a visão holística dos naturalistas.

Pelo menos seis outros autores contribuíram para fundamentar a teoria sintética, apesar de possuírem especificidades em suas obras características de

suas escolas, são as obras de: Huxley (1942) – que sintetizou o pensamento da época –; Mayr (1942) – que foi quem conceituou espécie e especiação—; Simpson (1944 e 1953) – conhecedor de táxons superiores e macroevolução --; Rensch (1947) – com pesquisas em morfologia –; e, Stebbins (1950) – com estudos genéticos em plantas. Estes autores procuraram correlacionar os estudos matemáticos de Fisher e Morgan com as concepções dos naturalistas sobre populações (MAYR, 1998).

Dessa forma, as diversas escolas contribuíram na fundamentação da síntese evolutiva moderna. Esta surgiu como o Neodarwinismo (1930-1940) e uniu o padrão de herança mendeliano com o mecanismo evolutivo da seleção natural. Tal união fortaleceu enormemente os estudos sobre os seres vivos, permitindo elevar o *status* das ciências biológicas à altura de outras ciências como a química e a física (MEYER; EL-HANI, 2005). Isso se deu uma vez que a teoria sintética da evolução passou a ser um eixo unificador de diferentes áreas de estudos sobre os seres vivos. Fato que possibilitou a constituição da Biologia como uma ciência autônoma, sistemática e amparada em uma teoria que proporcionava uma rede conceitual integrada. Essa integração, conforme Silva (2011), não ocorreu sem esforços, pois ocorreram discordâncias entre as diferentes áreas das ciências biológicas quanto à estrutura da teoria sintética.

Atualmente há pesquisadores que buscam a ampliação da síntese evolutiva, por exemplo, pela inclusão das ideias dos estudos sobre desenvolvimento embrionário que não estão contemplados nos pressupostos básicos da síntese evolucionista. Apenas, algumas décadas depois da teoria sintética tornar-se hegemônica, por volta do ano 1980, alguns estudiosos da evolução biológica começaram a utilizar os conhecimentos da embriologia e correlacioná-los com os conceitos evolutivos. Esta relação permitiu grandes avanços teóricos e empíricos nos estudos da evolução orgânica, resultando na área chamada atualmente como biologia evolutiva do desenvolvimento (evo-devo), que abarca um enorme campo de pesquisas, envolvendo múltiplos processos responsáveis pela evolução biológica (ALMEIDA; EL-HANI, 2010).

Com a elaboração do modelo da estrutura molecular do DNA em dupla hélice em espiral por Watson e Crick, tornou-se possível compreender a semi-conservação da molécula de DNA durante a sua replicação e sua atividade moduladora na síntese proteica. Mayr (2005) comenta que os avanços na biologia molecular

propiciaram suporte aos estudos evolutivos, como a descoberta de que todos os organismos vivos apresentam no material genético os mesmos constituintes, desde os seres mais simples até os mais complexos, confirmando a origem comum.

Além disso, o material genético constituído por nucleotídeos (bases nitrogenadas, fosfatos e pentoses) passou a ser visto como fornecedor de informações para a síntese de proteínas, favorecendo a aceitação do “dogma da biologia”: o DNA possui informações que são transcritas em RNA e traduzidas em proteínas. A aceitação desse dogma levou a compreensão de que as proteínas não podem ser traduzidas de volta nas bases nitrogenadas que as originaram, demonstrando não poder haver herança de características adquiridas⁷.

Com aceitação da teoria sintética, a evolução passou a ser o eixo unificador da biologia (MIANUTTI, 2010). Futuyma (2002) destaca a centralidade da evolução biológica para a unificação da biologia como ciência. Além disso, esse conceito extrapolou os limites das ciências biológicas servindo de referência em outros campos do saber, sendo, muitas vezes erroneamente compreendido.

Dessa forma, o conceito de “evolução” passou a influenciar grandemente o pensamento ocidental. Sem dúvida, a concepção científica de evolução biológica representa um novo marco paradigmático de visão do mundo vivo na modernidade. De fato, por meio da abordagem neo-darwiniana torna-se possível explicar a origem e diversificação (especiação) filogenética dos seres vivos e os mecanismos atuantes no processo evolutivo.

Apesar da síntese realizada pela teoria sintética da evolução, Mayr (2005) destaca que a biologia pode ser compreendida ao menos em dois grandes campos do conhecimento: a biologia evolutiva e a biologia funcional. Segundo Carvalho et al (2011), o objeto de pesquisa da biologia evolutiva são os fenômenos biológicos que ocorrem nas linhagens e populações. Dessa forma, a biologia evolutiva investiga as causas originárias, buscando integrar os organismos em sistemas inclusivos (linhagens/ populações). Essa abordagem visa investigar o “porquê” dos fenômenos biológicos (biogeografia/ paleontologia/ sistemática/ etologia). Dessa maneira, para que se possam explicar as causas de um evento em uma população atual, recorre-se a sua filogenia (história evolutiva).

⁷No entanto, hoje, a discussão sobre expressão gênica tem indicado que as informações hereditárias são muito mais complexas do que se imaginava inicialmente e que fatores celulares e o próprio meio em que o organismo vive influenciam no que é expresso pelos “genes” (JOAQUIM; EL-HANI, 2010).

A biologia evolutiva, baseada no pensamento variacional de Darwin, não pretende explicar mudanças individuais dos organismos dentro da população. Ao contrário, ela se propõe a explicar as mudanças sofridas pelas populações causadas pela variabilidade do número de organismos na população (CARVALHO *et al*, 2011). Carvalho *et al* (2011) sintetizam as concepções da biologia evolutiva em algumas ideias principais: 1) Quando mudam as frequências das variações em uma população, ocorrem mudanças evolutivas; 2) As semelhanças entre as espécies se devem ao fato de elas compartilharem ancestrais comuns; 3) A história ou filogenia das espécies possibilita compreender os eventos evolutivos; 4) A seleção natural (genética e ecológica) permite explicar a evolução desde a origem, diversificação e adaptação das espécies; 5) O funcionamento dos sistemas vivos é regulado por processos superiores ao nível molecular, exigindo análise e integração em sistemas mais amplos que o influenciam (meio ambiente).

Carvalho *et al.* (2011), amparado em Mayr (1988), destacam a biologia funcional como aquela que se ocupa das causas próximas dos fenômenos biológicos, ou seja, eventos fisiológicos gerados por processos físicos e químicos que podem ser investigados em tempo real por métodos da física e da química. Dessa maneira, os fenômenos biológicos são determinados pelas suas causas próximas que atuam na ontogenia e no tempo de vida dos organismos individuais (fisiologia/ anatomia/ embriologia/ genética/ microbiologia). Assim sendo, a pergunta referente às causas próximas pretende descobrir “como?” ocorre determinado evento biológico.

Os campos da biologia evolutiva e da biologia funcional, apesar de distintos em suas formas metodológicas de pesquisa e em suas perguntas, podem se relacionar de maneira complementar. Uma abordagem interativa entre esses dois campos é a atual discussão envolvendo a evo-devo que tem permitido ampliar os conhecimentos sobre a biologia evolutiva, possibilitando explicações mais contundentes em determinadas problemáticas além de suscitar novos desafios.

Todos os avanços alcançados por diferentes pesquisadores ao longo dos anos contribuíram para que a teoria sintética ocupasse um lugar de destaque nos estudos da biologia como veremos a seguir.

1.2 A EXPANSÃO DA TEORIA SINTÉTICA DA EVOLUÇÃO

A partir da década de 1940, a teoria Sintética da Evolução, que resultou da junção do conceito de seleção natural e das discussões da genética mendeliana, tornou-se a teoria hegemônica na biologia. Entretanto, segundo Almeida e El-Hani (2010), a partir da década de 1980 intensificaram-se os debates no campo da biologia evolutiva devido às contribuições da embriologia, e com a observação dos genes homeóticos⁸. Tal fato contribuiu para intensificar as pesquisas sobre a contribuição do desenvolvimento no processo de evolução biológica.

A evo-devo busca elementos que possam unificar conhecimentos da biologia evolutiva e da biologia funcional, em uma explicação holística do processo de evolução biológica, resguardando, evidentemente, as peculiaridades de cada uma das abordagens. Almeida e El-Hani (2010) afirmam que a biologia evolutiva aceita de forma consensual a existência do processo evolutivo dos seres vivos por descendência modificada, o parentesco entre todas as espécies de seres vivos e a seleção natural como um dos mecanismos do processo evolutivo. Entretanto, o que se questiona atualmente na comunidade científica é:

[...] (1) a seleção natural explica todos os fenômenos evolutivos? Ou outros mecanismos são necessários para a construção de tal explicação, lado a lado com a seleção? (2) as grandes mudanças que vemos na história da vida (que são chamadas de “macroevolução”) podem ser explicadas apenas a partir da ação da seleção natural dentro das populações (o que chamamos de “microevolução”)? (3) o processo evolutivo é sempre gradual ou ele pode ocorrer, de tempos em tempos, a taxas mais rápidas? Estas são algumas das questões que marcam os debates atuais sobre a teoria sintética, bem como as contribuições trazidas pela compreensão do desenvolvimento (ALMEIDA; EL-HANI, 2010, p. 11).

Almeida e El-Hani (2010) afirmam que para a teoria sintética a seleção natural possui a capacidade de explicar tanto eventos micro como macroevolutivos, entre eles: 1) como ocorre a variabilidade genética e a distribuição das características nas populações ao longo das gerações; 2) as adaptações originadas das mudanças nas populações; 3) o processo de especiação a partir de isolamento geográfico de

⁸No final do século XIX, William Bateson, utilizou o termo homeose para representar as mudanças rápidas pequenas ou completas de um órgão em outro, diferindo da mudança gradual típica da seleção natural (ALMEIDA; EL-HANI, 2010, p. 18).

gerações descendentes; 4) a grande biodiversidade resultante do tempo geológico (filogenia). Entretanto, as discussões atuais questionam a autosuficiência da seleção natural enquanto única e plena explicação para o processo evolutivo.

Com a contribuição das pesquisas em Biologia do Desenvolvimento na construção da “nova” biologia evolutiva, o que se compreende é que há uma pluralidade de processos envolvendo a evolução. Há também um pluralismo de padrões evolutivos, o que desabilita a árvore da vida como ferramenta explicativa para todas as relações filogenéticas entre as espécies (ALMEIDA; EL-HANI, 2010).

Almeida e El-Hani (2010) diferenciam evolução e desenvolvimento, de modo, a evitar confusão na compreensão desses termos: segundo explicam os autores,

A diferença crucial aqui é entre um processo transformacional, o desenvolvimento, no qual um ser vivo único sofre uma série de transformações até chegar à forma adulta, e um processo variacional/populacional, a evolução, na qual é a distribuição de características variantes que muda ao longo das diversas gerações de uma população, e não as características de organismos individuais. Outra diferença, não menos importante, é que enquanto o desenvolvimento tem um estado final preferencial, a forma adulta, a evolução não se dirige para qualquer estado preferencial (isto é, ela não é teleológica); ao contrário, tal como retratada na narrativa darwinista, ela é um processo contingente e aberto. Contudo, o fato de que evolução e desenvolvimento são processos com naturezas distintas não deve fazer com que percamos de vista o fato de que tais processos se influenciam mutuamente: a evolução modifica o desenvolvimento (o desenvolvimento evoluiu!) e o desenvolvimento influencia o curso da evolução, na medida em que, no caso dos organismos multicelulares, ele é o processo responsável pela produção da forma orgânica e, assim, de qualquer inovação morfológica que observemos em tais organismos (ALMEIDA; EL-HANI, 2010, p.13).

Atualmente sabe-se que a evolução não está diretamente relacionada à quantidade de material genético e nem a diferenças no código genético, está sim, segundo a contribuição da evo-devo, relacionada ao processo de regulação gênica e a mecanismos populacionais e ecológicos.

Ao focar o papel da regulação gênica na produção da inovação morfológica, a evo-devo foi além do genocentrismo. Contudo, é preciso ir além também do DNA-centrismo, reconhecendo a natureza celular e supracelular dos processos de regulação gênica (ALMEIDA; EL-HANI, 2010, p.15).

O fato de duas espécies possuírem códigos genéticos muito semelhantes, não significa que possuirão fenótipos parecidos devido, justamente, aos processos de regulação gênica que dependem não somente de fatores internos, mas, também, das condições populacionais e ecológicas que influenciam a expressão gênica. A expressão gênica sofre regulação por eventos metabólicos concatenados necessários para o desenvolvimento do indivíduo, de modo que, se houver algum evento que impossibilite a reação e criação de nova molécula, não ocorre o desenvolvimento e a formação final (idem).

A compreensão expandida da síntese evolutiva, que ocorre na atualidade, demanda também a discussões de conceitos, tais como: epigenética, plasticidade e acomodação fenotípica, construção de nicho, seleção multiníveis, deriva genética e a existência de exaptações. Santos e El-Hani (2013) descrevem o chamado pluralismo de processos envolvendo o processo evolutivo da seguinte forma:

Por pluralismo de processos, entende-se o reconhecimento da contribuição de múltiplos mecanismos ou fatores evolutivos que atuam de modo complementar no processo evolutivo, incluindo seleção natural, deriva gênica, plasticidade fenotípica, mecanismos epigenéticos de herança, distintos modos de especiação, construção de nicho, restrições ao processo evolutivo (sejam históricas ou desenvolvimentais), evolvibilidade, simbiogênese, auto-organização, etc. (SANTOS; EL-HANI, 2013, p. 200).

Eva Jablonka (2009) em entrevista a Revista Instituto Humanitas Unisinos, descreve o processos epigenéticos como eventos biológicos que envolvem vários níveis, como se pode observar em suas declarações a seguir

Epigenética é uma abordagem usada para estudar o desenvolvimento que enfoca as interações de todos os insumos que afetam o processo de desenvolvimento do indivíduo, do nível molecular em diante. O estudo da plasticidade (como um genótipo pode gerar muitos fenótipos diferentes) e o da canalização (como indivíduos com genótipos diferentes têm o mesmo fenótipo) são de interesse especial, porque são as interações entre os diferentes fatores, genes, seus produtos, células, etc. que constituem o foco dessa abordagem. No nível celular, os processos epigenéticos que são de interesse especial são os processos implicados na determinação e diferenciação das células. Em níveis mais elevados da organização biológica, mecanismos epigenéticos geram as interações dependentes do contexto e autossustentadoras que levam à persistência fisiológica, morfológica e comportamental.

Ao dar todas essas informações específicas sobre a epigenética, a pesquisadora ainda acrescenta que

[...] a herança epigenética é um componente da epigenética. Ela ocorre quando variações fenotípicas não provenientes de variações em sequências de bases no DNA são transmitidas a gerações subsequentes de células ou organismos. Um exemplo é a herança durante o desenvolvimento em linhagens de células dentro de um organismo. A hereditariedade celular em células que se dividem mitoticamente subjaz à persistência de estados determinados em organismos multicelulares. Isto é, as células-tronco do rim de um indivíduo e as células tronco de sua pele geralmente produzem prole com as características dos pais, embora suas sequências de DNA sejam idênticas e os estímulos “desenvolvimentais” que acarretaram os fenótipos celulares diferentes tenham terminado há muito. Ela também inclui a herança de variações desenvolvimentais entre indivíduos (s/d).

Jablonka (2009), por sua vez, explicita o que envolve a herança epigenética ao mencionar que

Ela se refere à herança (transmissão) de variações que não dependem da variação da sequência de bases no DNA. Há muitos tipos dessa herança, incluindo a herança epigenética celular e gamética, a transmissão que implica a reconstrução de variações “desenvolvimentais” somáticas e não passa pelos gametas, a transmissão comportamental e, no caso dos seres humanos, a transmissão de informações baseada em símbolos (s/d).

Jablonka e Lamb (2010) comentam que as mudanças epigenéticas podem produzir novos fenótipos. Muitas variações genéticas pequenas são normalmente mascaradas e passam despercebidas. Entretanto, quando as variações extrapolam os limites de tamponamento do sistema de desenvolvimento, as variações se tornam aparentes. Os diferentes sistemas de herança epigenética transmitem informação das células-mães para as células-filhas sem se servir do DNA. Dessa forma, as células possuem a capacidade de passar adiante os seus estados funcionais.

O mecanismo hereditário envolve variações genéticas, epigenéticas, comportamentais e simbólicas. Essas variações envolvem acidentes e processos instrutivos no desenvolvimento de entidades e afetam o sucesso reprodutivo. Assim, a seleção vai atuar nessas variações tanto dentro da célula, entre células, entre organismos e grupos. A herança epigenética antecede as mudanças genéticas e pode acelerar o processo evolutivo. Uma mudança induzida, associada à plasticidade da evolução acabam direcionando o processo evolutivo de forma não

aleatória. Se as condições de vida mudarem drasticamente podem ser produzidas muitas variações hereditárias que podem alterar o fenótipo a partir da expressão gênica, epigênica, comportamentais e simbólicas (JABLONKA; LAMB, 2010).

Um dos aspectos que a epigenética estuda são as mudanças na expressão dos genes que são herdáveis por mitose e/ ou meiose e que não sofreram mutação. Por exemplo, a metilação do DNA, a acetilação e outras modificações covalentes nas histonas e os RNAs de interferência são mecanismos responsáveis pela epigênese. Os processos biológicos são modelados por diferentes estados de metilação das citosinas do DNA, podendo inclusive sofrer interferências ambientais e transmitir características por herança (DIAS CORREIA, 2007).

Segundo Muller e Prado (2008) a epigenética não altera a sequência de bases nitrogenadas do DNA, mas atua alterando a configuração da cromatina (metilação), pois, quando há alta metilação, o DNA torna-se mais condensado e sua expressão gênica se torna menor, por outro lado, quando a metilação for baixa o DNA torna-se menos condensado e a expressão gênica torna-se maior. Os RNAs de interferência também atuam na regulação gênica, pois, conforme explicam Muller e Prado (2008, p.2)

[...] esses mecanismos regulam funções celulares cruciais como a estabilidade do genoma, a inativação do cromossomo X, o imprinting gênico, a reprogramação de genes não imprintados, e atuam no desenvolvimento da plasticidade como as exposições a fatores endógenos ou exógenos durante os períodos críticos, que alteram permanentemente a estrutura e a função específica de sistemas de órgãos (MULLER; PRADO, 2008, p.2).

Estudos relacionados ao desenvolvimento incluem também conceitos como o de plasticidade e acomodação fenotípica. A acomodação fenotípica se baseia na reorganização de várias características do fenótipo, sem alterar o genótipo depois do estímulo do desenvolvimento. Estas mudanças no fenótipo induzidas pelo ambiente possuem maior abrangência de atuação do que as mutações nos indivíduos da população. Elas reorganizam as vias de desenvolvimento ancestrais gerando novas vias que podem ser fixadas ou modificadas pela acomodação genética auxiliando no processo de especiação.

A acomodação fenotípica ambientalmente induzida é, porém, pouca aceita e pouco testada. A acomodação genotípica e fenotípica são conceitos discutidos e

investigados quanto à sua participação no processo de macroevolução. Os fatores ambientais atuam sobre o grupo induzindo as alterações nos fenótipos da população, enquanto as mutações atuam em nível individual. Portanto, supõe-se que a acomodação fenotípica se dissemine com maior rapidez que a acomodação genotípica em macroevolução (SIMON, 2011).

Os organismos interagem com seus ambientes, transformando-os constantemente. Assim, os organismos não constituem entidades passivas que são apenas selecionados pelos diferentes ambientes, como atuam no ambiente estão constantemente transformando os regimes seletivos com os quais interagem. Apoiada nessa ideia, a teoria de construção de nicho de Richard Lewontin (2002) atribui aos organismos a capacidade de manipular o ambiente, atuando no próprio processo evolutivo e de outros organismos, influenciando os seus descendentes.

Lewontin (2002) compreende a construção de nicho como um processo coevolutivo entre organismo e ambiente, que se influenciam mutuamente a todo o momento. Portanto, há uma espécie de herança ecológica, no qual, os descendentes herdaram as modificações realizadas no ambiente pelos seus antecessores, incluindo os sistemas de herança epigenética (CORREA, 2011).

Outro aspecto discutido em relação aos processos evolutivos é sobre qual(is) nível(eis) de organização biológica que a seleção natural atua. A unidade de seleção no darwinismo clássico estava centralizada no indivíduo que competia por recursos e por reprodução. Posteriormente, alguns evolucionistas atribuíram ao gene a unidade de seleção. Mais recentemente, contudo, Elliot Sober e David Wilson (1998)⁹, na obra *'Unto Others'* propuseram a “seleção multiníveis”. Essa envolve mais níveis dos que anteriormente aceitos (seleção individual), incluindo genes, células, tecidos, indivíduos, grupos sociais, populações, espécies, táxons maiores, entre outros. Nas discussões sobre seleção multiníveis abordam-se conceitos como seleção por parentesco, seleção de grupo, altruísmo, cooperação, não cooperação, como elementos influenciadores do processo evolutivos dos seres vivos (FURTADO, 2009).

Diante dos apontamentos realizados sobre a história da biologia e a construção do entendimento sobre os processos que levam a modificação das populações ao longo do tempo, evidencia-se que o conceito de evolução biológica

⁹FONTE: <http://super.abril.com.br/ciencia/evolucao-bondade-443958.shtml>.

não é simples. Ao contrário, ele envolve um conjunto de elementos conceituais que lhe conferem sentido como: adaptação, seleção natural, seleção sexual, mutação, isolamento geográfico, competição, desenvolvimento (embriologia), deriva genética, expressão gênica, acomodação fenotípica, construção de nicho, epigenética, seleção multiníveis, entre outros.

Essa ampliação da visão evolutiva presente nas discussões atuais está ainda muito restrita a um pequeno grupo de pesquisadores, muitas vezes, ausente na formação docente dos licenciandos em ciências biológicas. Além disso, há ainda muita dificuldade de ensino e de aprendizagem da teoria sintética. Tal fato aumenta a distância dos alunos do Ensino Médio em relação às discussões do meio acadêmico sobre a temática.

1.3. O ENSINO DE BIOLOGIA E O PAPEL DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA COMO EIXO UNIFICADOR

O ensino de ciências tem revelado muitos desafios para a aprendizagem efetiva dos saberes específicos das diversas ciências. Em sua constituição multifatorial, o processo de ensino-aprendizagem tem suscitado renovação didática para superar os obstáculos epistemológicos, de modo a realizar uma transposição didática consistente que atinja os objetivos predeterminados pela “noosfera” na formação cidadã dos alunos. Todavia, muitas pesquisas na área da educação envolvendo os mecanismos de ensino e aprendizagem, em especial, na disciplina de biologia, têm demonstrado diversos fatores limitantes como, por exemplo, a fragmentação dos conteúdos presentes nos manuais didáticos que refletem uma abordagem também fragmentada pelo professor (CICILLINI, 1991).

A consolidação da biologia enquanto ciência unificada ocorreu mediante a tentativa de integração dos diversos ramos das chamadas “ciências biológicas” entorno da teoria sintética evolutiva na década de quarenta (MARANDINO, 2004). Como acontece na ciência Biologia, também na realidade escolar a disciplina biologia também procura integrar as ciências biológicas no conceito de evolução biológica. Andreatta e Meghioratti (2009) destacam a importância do conceito de evolução biológica, pois ele permite compreender a unidade dos seres vivos devido às semelhanças moleculares, bioquímicas, celulares que indicam uma origem

comum a todas as espécies de seres vivos, independente das diferenças interespecíficas.

Apesar da destacada importância da evolução biológica como temática unificante tanto da ciência biologia como da disciplina escolar biologia, as pesquisas atuais em ensino de biologia têm revelado a marginalização desse conceito na prática docente e também nos manuais didáticos (PINTO, 2002; SANTOS, 2006; SOUZA, 2008; VALENÇA, 2011; entre outros). Goedert (2004) comenta que a evolução biológica ainda não foi adotada como eixo nas escolas brasileiras, pois não é relevante na prática de ensino, nos manuais, nos vestibulares e nos currículos universitários.

Além disso, Bizzo e El-Hani (2009) comentam que o formato curricular atual apresenta a temática evolução biológica como assunto para o último ano do Ensino Médio, dificultando a construção deste conceito devido ao pouco tempo para aprofundá-lo e à enorme quantidade de conceitos correlatos que são relevantes para o entendimento do processo evolutivo.

Essa restrição de tempo, associada a uma complexa relação entre conceitos correlatos à teoria evolutiva proporciona um ambiente escolar favorável ao que Meglhioratti (2004) destaca como “mera memorização” de elementos fragmentados e estáticos das ciências biológicas que dizem pouco ou quase nada para os alunos. Problema que, segundo a autora, poderia ser amenizado com uma abordagem filogenética baseada no conceito evolutivo, na qual, emergem características específicas e diferenças interespecíficas, inclusive a especiação.

Sem dúvida há grande dificuldade em se trabalhar as ciências biológicas utilizando a evolução biológica como eixo principal. Isso se deve à influência de muitos fatores, entre eles epistemológicos, didáticos, formativos (docentes), curriculares, manuais didáticos, influências de valores culturais e pré-conceitos (obstáculos epistemológicos¹⁰). Por exemplo, a organização dos conteúdos por blocos (genética, reinos, saúde humana, outros), segundo Navarro e Motokane (2009), dificulta a elaboração de manuais didáticos estruturados na perspectiva evolutiva.

¹⁰Termo conceituado por Gaston Bachellard (1996) para representar uma série de entraves epistemológicos que impedem a aprendizagem do conhecimento científico e que necessitam ser superados para que ocorra a alfabetização científica.

Além disso, a evolução biológica possui significados etimológicos específicos no contexto da ciência que no processo de didatização do saber sábio, no qual o saber científico é transformado epistemologicamente em um saber escolar, pode alterar muito o significado original aceito pela ciência. A falta de compreensão do conceito de "Evolução Biológica", segundo Futuyma (1992) e Goedert (2004), tem resultado em muitos equívocos como a sua aplicação em questões éticas e políticas, invadindo áreas que esse conceito não pretende explicar, como valores e crenças religiosas.

De modo geral, o fracasso no processo de ensino-aprendizagem na tríade didática (professores-aluno-saber) é influenciado por múltiplos fatores que conduzem a uma má compreensão do conceito de "evolução biológica". Entre as dificuldades, em relação à formação docente, podem se destacar: formação inicial deficiente sobre evolução biológica, com disciplinas concentradas em geral nos últimos anos da graduação; disciplinas específicas e pedagógicas desarticuladas (GOEDERT, 2004); disciplinas que não se articulam ao conceito de evolução biológica ao longo do currículo.

Quanto à prática docente na Educação Básica, inúmeros fatores interferem no processo de ensino e aprendizagem da evolução biológica, tais como: alta carga horária de trabalho – o que impede uma formação continuada sistemática –; materiais didáticos sobre evolução biológica – que são inadequados –; pouco tempo curricular para trabalhar o conceito (idem); número excessivo de alunos por sala de aula (MEGLHIORATTI, 2004); o professor ter que lecionar em várias escolas – dificultando o vínculo com a comunidade escolar –; salários baixos; falta de grupos para efetivação de discussão sobre evolução e prática de ensino (idem); dificuldade para compreender os conceitos básicos da teoria evolutiva e em ensiná-la (MIANUTTI, 2010); concepção de evolução como progresso gradual e finalista em uma visão antropocêntrica (CHAVES, 1993); ensino de evolução biológica mesclado a fatores culturais, históricos e religiosos dos professores (ANDREATA; MEGLHIORATTI, 2009); dificuldade de ensino da evolução biológica devido à forma como o professor organiza os conteúdos e os obstáculos próprios da prática docente bem como os confrontos com suas crenças pessoais (CORREA, 2010).

Como sugestões para superar os obstáculos elencados acima na formação docente, podem ser indicadas: formação inicial consistente para domínio do conteúdo específico, em especial o conceito de Evolução Biológica (MIANUTTI,

2010); formação de um professor que consiga articular os saberes, construindo uma abordagem integrada para o ensino (MATO GROSSO DO SUL, 2000); formação de um professor conhecedor da história da ciência, para compreender o mecanismo da gênese conceitual e os obstáculos superados pelos cientistas (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1993); cursos de licenciatura em ciências biológicas que aprofundam os conceitos fundamentais da biologia e capacite os licenciandos a prever dificuldades que os alunos apresentarão em compreender o conteúdo (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1993); formação docente que proporcione relacionar conteúdos disciplinares específicos com conteúdos pedagógicos, vincular teoria e prática e permitir o questionamento das próprias crenças e práticas institucionais (GARCÍA, 1999).

O aluno de Educação Básica e mesmo do Ensino Superior enfrenta dificuldades na compreensão da teoria sintética da evolução por múltiplos fatores, sendo um deles as limitações formativas apresentadas pelos professores, como foi destacado. Além disso, como evidenciam Oleques *et. al* (2011), a aceitação ou rejeição da evolução biológica está influenciada por crenças pessoais e valores sociais, o que muitas vezes implica dificuldades em entender como a ciência explica a diversificação dos seres vivos. Para amenizar as interpretações equivocadas sobre evolução biológica, Goedert (2004) aponta o desenvolvimento de algumas habilidades necessárias para o professor: capacidade de explicar as múltiplas teorias; capacidade de interpretar as concepções dos cientistas conforme o contexto histórico; capacidade de encontrar semelhanças e diferenças entre as diversas teorias; e, a capacidade de julgar a teoria que mais se aproxima da aceita atualmente.

Bizzo (1991) em sua tese de doutorado “ensino de evolução e história do darwinismo” apresenta algumas dificuldades encontradas por alunos na aprendizagem da teoria evolução como resultado do distanciamento entre ciência e ensino: 1) utilização de recursos metafóricos com desequilíbrio, levando à confusão no entendimento; 2) discussões formais (relações conceituais) em sala antes da construção dos conceitos básicos pelos alunos; 3) não apresentação da dinamicidade da natureza do conhecimento científico e suas influências; 4) não apresentação do ensino com um enfoque evolutivo, para evitar a linearidade nos eventos evolutivos em direção à complexidade; 5) utilização de um discurso de caráter progressista e adaptacionista na realidade social; 6) percepção errônea de que é necessário entender hereditariedade para aprender as leis de Mendel (teoria

genética e teoria evolutiva); 7) não valorização do ensino da evolução humana; 8) falta de bons materiais didáticos e de professores bem preparados que consideram influências filosóficas, éticas e morais nas discussões.

Andreatta e Meghioratti (2009) sugerem a utilização de estudos sobre relações filogenéticas entre os seres vivos e de cladogramas como ferramentas para evitar equívocos na interpretação da teoria evolutiva, permitindo abordar conceitos como homologia, analogia e ancestralidade comum. Dessa maneira, essas ferramentas permitem amenizar o ensino fragmentado, memorístico e ahistórico presente nas escolas atuais.

Muitos dos equívocos na interpretação da teoria evolutiva, segundo Gould (1997), vêm da associação dessa teoria a preconceitos sociais e a crenças pessoais. Dessa maneira, associam a teoria evolutiva ao estudo da origem da vida na Terra e a questões filosóficas e teológicas. Segundo este autor, a teoria evolutiva, por não estar envolta nessas questões, não se opõem a visão criacionista.

A falta de compreensão da evolução biológica em sua concepção científica reporta a uma defasagem no ensino deste conceito. Oleques *et. al.* (2011) destacam que muitas pesquisas têm demonstrado que o ensino de Teoria Evolutiva é insatisfatório e que necessita de melhorias. O grande desafio para o ensino desse conceito, segundo Correa (2010), é tornar esse conhecimento significativo para o aluno sem desconsiderar os conhecimentos prévios e evitar distorções conceituais. Para ajudar no enfrentamento desse desafio educacional, muitos pesquisadores da área de educação (CORREA *et al.*, 2010; MEGLHIORATTI, *et al.*, 2006; ZAMBERLAM, 2008) têm sugerido a inserção do estudo da história da ciência como procedimento didático auxiliar para que o professor possa buscar um ensino com aprendizagem mais eficiente.

Essa utilização da história da ciência, entretanto, requer alguns cuidados para que o retrato histórico trabalhado não se torne o que Allchin (2004) chama de “pseudociência” que é apresentada em formato romanceado, com personagens sem defeitos, com descobertas individualistas, com clarividência certa, ou seja, desprovido do caráter social e histórico do desenvolvimento da ciência, que avança por meio de tentativas de erros e acertos, a partir das construções teóricas antecessoras. Martins e Britto (2006) também alertam para as distorções históricas, nas quais, anedotas, linearidade de fatos, consensualidade e descontextualização desvirtuam a história da ciência.

Uma forma para trabalhar a história da ciência de maneira “adequada” a realidade dos fatos e às teorias é o que Sepulveda e El-Hani (2009) sugerem, o estudo da história e da filosofia da ciência na graduação por meio de fatos históricos relevantes e de textos originais dos cientistas que auxiliaram na elaboração da teoria evolutiva. Dessa forma, torna-se possível aprofundar conhecimentos da natureza da ciência e a construção dos conceitos em determinados contextos históricos que estão relacionados a valores culturais presentes no paradigma atuante (MEGLHIORATTI, 2004).

O objetivo dessa abordagem de construção histórica do conceito é melhorar a compreensão do processo evolutivo que, segundo Carneiro (2004), visa a clarificar os conceitos por meio do estudo dos termos específicos da teoria, depurando-os, de modo a evitar as distorções conceituais dos alunos.

Apesar de muitas pesquisas encontrarem resultados favoráveis à utilização da ‘história da ciência’ no processo de ensino do conceito de evolução biológica, Bastos (1998) elenca algumas objeções à inserção dessa ferramenta didática: os currículos não possuem espaço suficiente; o ensino tende a simplificar e a distorcer; a dificuldade dos alunos em compreender o contexto dos cientistas do passado; os alunos ficam confusos com relatos históricos de problemas, conceitos e métodos ultrapassados; os alunos ficam desmotivados ao estudar os conhecimentos desatualizados que não mais são usados.

Essas dificuldades destacadas por Bastos (1998), para serem confrontadas, exigem rigor epistemológico, didático e formativo. A utilização da evolução biológica como eixo no ensino exige, além da utilização da história da ciência, uma complexa relação envolvendo muitos elementos didáticos como a reformulação curricular e de manuais didáticos, a formação docente e a valorização dos conhecimentos prévios dos alunos e das crenças pessoais de alunos e de professores. Desse modo, o complexo processo de transformação do saber científico em saber escolar pode influenciar nos resultados do ensino em aprendizagens mais eficientes.

Os resultados de pesquisas, que abordam a centralidade da Teoria da evolução biológica como eixo unificador e clarificador de sentido aos demais conceitos Biológicos, revelam que esse conceito ainda não exerce o seu potencial heurístico metodológico e epistemológico nas ciências biológicas. Essa “fragilidade” conceitual perpassa diversos níveis do sistema de ensino resultando na perceptível marginalização do conceito evolutivo e na fragmentação do conhecimento biológico.

CAPÍTULO 2 - A TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

O ensino do conceito de evolução biológica, bem como dos demais conceitos científicos, necessita passar por um processo de transformação epistemológica por meio da didatização do saber sábio. Esta “transformação” do saber científico em saber escolar foi chamada por Verret (1975, *apud.* CHEVALLARD, 1991) de transposição didática.

Neste capítulo é discutidos o conceito de transposição didática e sua relação com o conceito de ‘demora’ da transposição didática, fração cronológica entre a ‘descoberta’ da novidade científica e sua inserção nos currículos e/ou nos manuais didáticos. Além destes conceitos, descrevemos o modelo de transposição didática chamado KVP (K – conhecimento; V- valores; P- práticas sociais), utilizado para compreensão dos elementos influenciadores das escolhas epistemológicas para os currículos.

Assim, a seguir, damos continuidade às elucidações conceituais propostas ao abordarmos o termo “transposição didática do conhecimento científico” e as implicações concernentes à sua posta em prática.

2.1 A TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

A didática é a área da pedagogia que se preocupa em estudar o processo de ensino e aprendizagem, procurando investigar as relações estabelecidas pela tríade: conteúdo, professor e aluno. A competência dessa área abrange desde a seleção de conteúdos que são centrais para a compreensão de determinada área até como organizar os conteúdos selecionados em situações de ensino de modo a promover a aprendizagem de determinado grupo de aluno.

O termo “didática” é utilizado pela primeira vez por Comenius na obra *Didactia Magna* (1657). Esse termo tem origem grega *Didaktikos* e assume o significado de uma “ciência” que investiga os métodos e técnicas do ensino. Entretanto, em uma visão mais ampla, a didática, vinculada à prática pedagógica, está imersa em teorias pedagógicas que lhe oferecem fundamentação e ao mesmo tempo se concretiza em salas de aulas reais.

Para Libâneo (1994), a didática se caracteriza como mediação entre as bases teórico-científicas da educação escolar e a prática docente, no qual a teoria pedagógica orienta a ação educativa escolar mediante objetivos, conteúdos e tarefas da formação cultural e a prática pedagógica como campo de investigação que fundamenta a reflexão do professor. Em síntese, a Didática busca fazer a ponte entre as teorias educacionais e situações sociais reais e, para isso, integra discussões sobre: 1) quais os conteúdos específicos e centrais devem ser ensinados para a compreensão de uma dada área do conhecimento; 2) como os alunos constroem conhecimentos, com base em teorias psicológicas; 3) quais metodologias, métodos e recursos didáticos podem ser utilizados em diferentes situações e níveis de ensino para atingir os objetivos educacionais almejados; 4) quais os objetivos educacionais que se almeja, tendo por base a discussão do tipo de homem e sociedade realizado em áreas como filosofia da educação, políticas educacionais, entre outras. A didática assume-se como uma ciência da prática, no qual confluem diferentes áreas da pedagogia e das Ciências Humanas (LIBÂNEO, 1994).

Atualmente, ao refletirmos sobre didática é possível reconhecer que a mesma está fortemente vinculada aos conteúdos de ensino, àquilo que deve ser abordado no âmbito da sala de aula, com o objetivo de formar um sujeito crítico que possa participar conscientemente da sociedade em que se insere. Esse reconhecimento leva à percepção de que os conteúdos são específicos para as diferentes áreas do saber e, portanto, a didática está associada à área de referência que se integra.

A compreensão dessa vinculação fez com que se reconhecesse a existência de não apenas uma didática, mas de didáticas relacionadas às diferentes áreas do conhecimento, tais como: didática das ciências naturais, didática da matemática, didática da biologia, entre outras. Dessa forma, ela se apresenta em dois níveis: didática geral – a qual estuda os aspectos gerais que estão presentes nas formas de ensino –; e didática específica –, a qual se ocupa das peculiaridades específicas de cada disciplina (CARVALHO, 2009).

Como exemplo de didática específica para uma determinada área de conhecimento, tem-se a didática das ciências. Caldeira e Bastos (2009) assumem que as ciências naturais exibem características próprias em termos de objetos, metas, métodos de pesquisa, linguagem, entre outros. Isso leva o ensino de ciências a se defrontar com desafios que lhe são próprios. Segundo os autores, o

reconhecimento desses desafios fez com que a partir da década de 1970 físicos, biólogos e outros profissionais das áreas de ciências naturais buscassem novos referenciais teóricos que permitissem desenvolver o ensino de ciências, possibilitando a constituição do campo da didática das ciências naturais.

Conforme Cachapuz *et al* (2001), a emergência do campo da didática das ciências naturais esteve associada a uma crescente preocupação em promover uma educação científica para todos e pelo reconhecimento que o ensino de ciências, muitas vezes, fracassava ao proporcionar noções científicas do processo de construção da ciência (CACHAPUZ *et al*, 2001).

A utilização da didática permite inter-relacionar os diversos campos constitutivos da disciplina específica, possibilitando aos elementos da tríade didática (professor-aluno-saber) a compreensão da dinâmica específica de funcionamento de cada ciência. Assim, segundo Tochon (1999, apud. CARVALHO, 2010), todas as disciplinas específicas possuem em comum, na investigação didática, objetos como, por exemplo, o triângulo relacional; a interseção de disciplinas mãe; a cronogenese do conhecimento; a variabilidade instrucional; os contratos didáticos e os anti-contratos; os obstáculos epistemológicos; e, as zonas de desenvolvimento proximal (*idem*).

Chevallard concebe a Didática como “ciência do estudo”, ou seja, a ciência que estuda os mecanismos e processos do “estudo”, no qual acontece a busca intencional pelo conhecimento por um indivíduo ou instituição (VILLAÇA, 2007). Para Chevallard, a investigação didática objetiva principalmente compreender os saberes abordados no sistema de ensino, apesar de o termo “didática” referir-se a toda e qualquer situação de “estudo” realizada pelo sujeito com intencionalidade na sua relação com o objeto, mesmo que fora do ambiente escolar (LEITE, 2004).

Quanto ao termo “transposição didática”, este foi utilizado pela primeira vez pelo sociólogo Francês Michel Verret, que publicou em 1975 a sua obra ‘*Le temps des études*’. Nessa obra procurou analisar, sociologicamente, como ocorre a distribuição do tempo nas atividades escolares. Verret destacou dois fatores temporais presentes na realidade escolar: o tempo do conhecimento (determinado pelo objeto) e o tempo didático (determinado pelas condições de transmissão). Dessa forma, Verret desdobra a didática em duas práticas: a prática do saber e a prática da transmissão. Os objetos de estudo das didáticas manifestam-se quando os pesquisadores se defrontam com a problemática que envolve a adaptação ou

reformulação do conhecimento produzido pelos cientistas, para torná-lo acessível ao ensino. Além disso, há, constantemente, uma seleção de conhecimentos considerados mais significativos em detrimento a outros considerados menos importantes (LEITE, 2004).

A seleção de saberes promove o que Verret chama de “dessincretização do saber” (seleção de partes do conhecimento no processo de transformação de um saber sábio em saber escolar). Além disso, esse processo de transposição didática resulta na “despersonalização do saber”, pois separa completamente os agentes transmissores dos conhecimentos dos próprios conhecimentos. Por fim, Verret apresenta a “programação do saber” como resultado da reorganização dos saberes, nos quais ocorrem as substituições didáticas do objeto do conhecimento por um objeto didático segundo expõe Belhoste (2011).

Verret apresenta uma leitura sociológica da transposição didática que oscila na relação entre o professor e o aluno, destacando preferencialmente a figura do professor na prática pedagógica. Chevallard, por outro lado, apresenta uma centralização do saber como chave do processo de ensino-aprendizagem.

Ao basear-se nas análises sociológicas de Verret (1975), Chevallard (1991) adaptou algumas teorias à didática matemática, partindo da constatação de que há uma distância real entre o saber a ensinar e o objeto de ensino. Dessa forma, Chevallard analisa o sistema de ensino a partir de outro enfoque, o da didática, sendo que resgata o “saber” da marginalidade, pois, geralmente, era forçosamente subestimado nas atividades pedagógicas. Entretanto, para Chevallard os saberes específicos são delimitadores de investigações didáticas, resultando em transposições didáticas específicas para cada ciência (LEITE, 2004).

Para evitar que os saberes escolares acabem ficando sempre em segundo plano nas discussões pedagógicas, Chevallard (1991) serviu-se de um sistema didático com modelo triangular, constituído pelos personagens do processo de ensino-aprendizagem em suas interações mútuas: o professor, os alunos e o saber ensinado. Deste modo, o triângulo adicionou mais uma dimensão a ser considerada na análise do sistema de ensino, que passa a retirar a centralidade da relação professor - aluno, ampliando, assim, a análise a partir do ‘saber’ (CHEVALLARD, 1991). Observe a figura 1, na qual, está representado o triângulo didático proposto por Chevallard (1991):

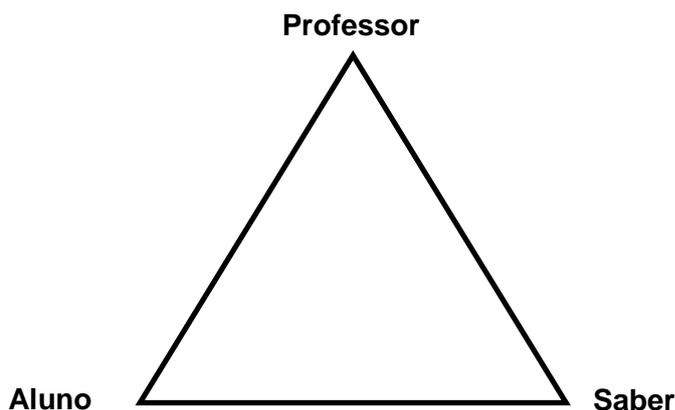


Figura 1: Modelo de sistema didático triangular proposto por Guy Brousseau (1986) é reutilizado por Chevallard na sua obra *A Transposição Didática, do saber sábio ao saber ensinado* (1991, p. 26). Nessa transposição, o professor, aluno e saber interagem entre si.

Foi em 1985, Yves Chevallard escreveu a obra *“La Transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné”*, na qual, transferiu aspectos da abordagem sociológica de Verret sobre a transposição didática para a matemática. Nesta obra Chevallard compreende a transposição didática como o processo que transforma um objeto do saber em um objeto de ensino.

Dessa forma, o conceito de Verret (1975) foi ampliado sendo representado em duas fases na transposição didática: transposição didática externa (TDE) – seleção de conteúdos produzidos pela ciência para serem incluídos nos currículos e programas escolares; transposição didática interna (TDI) – envolve a reconstrução, reformulação do conteúdo pelo professor no processo de ensino e aprendizagem (didatização).

Na figura 2 está representada a transposição em seus níveis:

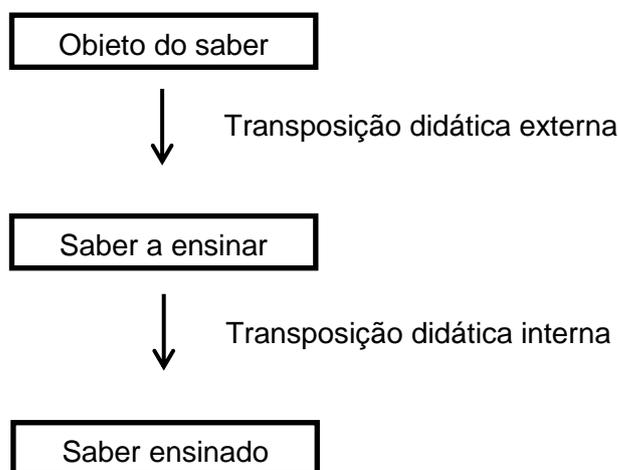


Figura 2: Níveis da transposição didática. Fonte: Esquema adaptado de Verret (1975) apud Chevallard (1985, 1992).

Apesar de o processo de transposição didática representar uma unidade, seu desenrolar ocorre em níveis e locais diferentes. Por exemplo, a TDE é apresentada em dois níveis, ou seja, um que é o conhecimento científico o “saber sábio” (*savoir savant*) que se refere ao objeto do saber (conhecimento científico em sua forma original) e o outro que é o “saber a ensinar” (*savoir à enseigner*) que envolve a escolha de conteúdos nos currículos.

Develay (1992) destaca algumas características da TDE que são importantes para a compreensão do processo de TD. Segundo este autor, a didatização deve evitar a dessincretização e a despersonalização do saber, além disso, deve permitir a programabilidade dos saberes em rede. Outra característica importante é a correspondência axiológica dos saberes a ser ensinados com os valores almejados pela noosfera (concepção de cultura e ética).

Já a TDI trata do “saber ensinado” (*savoir enseigné*) que é o resultado do processo de ensino-aprendizagem, ou seja, um saber didatizado. Chevallard (1991, p. 16) conceitua a Transposição Didática afirmando que “El concepto de transposición didáctica, en tanto remite al paso del saber sabio al saber enseñado, y por lo tanto a la distancia eventual, obligatoria que los separa”(p.16)¹¹.

Segundo Alves Filho (2000), o saber é o objeto passível de transformação. A transposição didática compreende três patamares ou níveis pelos quais passa o saber (sábio; a ensinar; ensinado) que remetem a três grupos sociais diferentes, mas que interagem num ambiente maior chamado de noosfera.

Alves Filho (2000) compreende o saber sábio como produto ou construção do homem sobre a natureza. O cientista ou intelectual trabalha sobre a natureza, constituindo saberes. Entretanto, esse processo é particular, ou seja, específico do sujeito que agiu sobre a natureza por meio de processos mentais e práticos.

Todavia, quando vai ser realizada a publicação do saber investigado, há formatos e linguagens específicos próprios da comunidade científica que privilegiam o produto final, excluem o processo ou caminho percorrido pelo cientista, seu contexto e seus mecanismos mentais de investigação. Nesse formato, o resultado final ou “produto” (saber sábio), ao ser socializado, acaba por sofrer uma depuração, na qual, separa-se o produtor e seu processo de construção do conhecimento do

¹¹“O conceito de transposição didática, entretanto refere-se a passagem do saber sábio ou saber ensinado, e portanto, a eventual distância, obrigatória que os separa” (*tradução nossa*).

resultado final. Dessa maneira, servindo-se da linguagem impessoal na apresentação do “produto”, ocorre a descontextualização e a despersonalização do saber já na esfera do saber sábio. Segundo Alves Filho (2000) o saber sábio passa por um processo de transposição didática que o transfigura em um “novo saber” para que possa passar pelo crivo da comunidade científica e ser transmitido aos futuros pesquisadores. Segundo o autor,

[...] o saber sábio é entendido como o produto do processo de construção do homem acerca dos fatos da natureza. É o produto do trabalho do cientista ou intelectual relativo a uma forma de entendimento sobre a realidade. Este saber enquanto processo é propriedade íntima do intelectual, pois é consigo mesmo que ele dialoga em busca das respostas desejadas, utilizando os meios que estão ao seu alcance. No momento que se torna produto, isto é, quando é publicado o resultado de suas investigações, é utilizada de uma linguagem e uma formatação muito própria da comunidade na qual o cientista está inserido. É conveniente notar que o produto não reflete o processo, pois omite todo o contexto no qual o cientista esteve imerso, assim como não explicita a linha de seus pensamentos durante o processo investigatório. O produto - o saber sábio apresenta-se limpo, depurado e em linguagem impessoal, não retratando os eventuais detalhes de sua construção. Esta diferença entre processo e produto assinala a descontextualização, a despersonalização e a reformulação que ocorre com o saber já na esfera do saber sábio (ALVES FILHO, 2000, p. 179).

Romper com uma apresentação científica depurada e fixada possibilita, em parte, o retorno às origens do fazer ciência. Ao transpor os limites dos conhecimentos a-históricos -- despersonalizados – o estudante, por meio do estudo da história da ciência (em seus aspectos internalista e externalista), adquire instrumentos interpretativos importantes.

De fato, ao voltar-se para o passado e imergir no mundo do pesquisador em suas múltiplas determinações, o estudante pode superar muito da visão idealista de ciência, compreendendo a influência dos fatores externalistas como o social, a economia e a cultura que rompem com o princípio de neutralidade científica. Além disso, compreender os fatores internos da ciência ou comunidade científica, bem como, as motivações e interesses do pesquisador e como desenvolveu suas pesquisas (incluindo seus fracassos) permite ao estudante visualizar uma ciência que é resultado de processos históricos, dinâmica em si mesma, hipotética e sujeita a superações.

Segundo Astolfi e Develay (2011), as reformulações epistemológicas do saber sábio devem considerar três enfoques ou pontos de vista: 1) O “efeito de reformulação”, por meio da publicação dos resultados das pesquisas à comunidade científica (distanciamento entre exposição de resultados e processo investigativo); 2) O processo de dogmatização, mediante o discurso do poder da observação e do empirismo da ciência como incontestável; e 3) A inevitabilidade da transposição didática, uma vez que os conteúdos de ensino são resultados da interação entre lógica conceitual, projeto de formação e exigências didáticas. De modo que, a escola não se ocupa do ensino do saber em seu estado puro, mas, devido a sua necessidade construtiva de aplicabilidade, às questões práticas inerentes à realidade escolar.

Alves Filho (2000) descreve o saber a ensinar como um saber novo, resultante de um processo de transposição didática que lhe confere um novo caráter epistemológico. De acordo com o autor,

[...] o saber a ensinar é um produto organizado e hierarquizado em grau de dificuldade, resultante de um processo de total descontextualização e degradação do saber sábio. Enquanto o saber sábio apresenta-se ao público através das publicações científicas, o saber a ensinar faz-se por meio dos livros-textos e manuais de ensino. Os livros textos exibem o saber a ensinar, agora como conteúdo, em uma formatação organizada, dogmatizada, a-histórica. Estes atributos configuram-se em conteúdos fechados e ordenados, de aspecto cumulativo e linearizado, que resultam em uma lógica seqüencial que se reconstitui em um novo quadro epistemológico, totalmente diferente daquele que gera o saber sábio (ALVES FILHO, 2000, p. 179).

Este autor comenta as pressões exercidas pelos elementos da TDE sobre o agente da TDI, o professor, nas quais, a noosfera representada pelos pais, instituição de ensino, supervisores, diretores, entre outros sujeitos e instituições, influenciam não somente os conteúdos, mas também a maneira como irão apresentá-los.

Dessa maneira, o professor é inserido em um processo de transposição didática, que limita a escolha dos conteúdos a ser trabalhado e também sua forma de trabalhar o saber a ensinar. Como a seleção de conteúdos é fundamentalmente promovida pela noosfera, que possui caráter político mais amplo, suas regras

determinam os tempos didáticos para a construção do saber a ensinar e quais os saberes devem ser incluídos ou excluídos do saber a ensinar.

Entretanto, na execução do saber a ensinar em saber ensinado as regras e pressões dos elementos externos parecem reduzidos, contudo, a transposição didática está atuando, continuamente, no processo de ensino-aprendizagem, inclusive na prática docente. Como é possível observar, a transposição didática é uma atividade de intencionalidade visando a alcançar objetivos previamente demarcados.

Essa intencionalidade curricular está descrita nas Diretrizes Curriculares da Educação Básica da Secretaria de Estado da Educação do Paraná (2008), na quais se afirma que

[...] Quando se considera o currículo tão somente como um documento impresso, uma orientação pedagógica sobre o conhecimento a ser desenvolvido na escola ou mera lista de objetivos, métodos e conteúdos necessários para o desenvolvimento dos saberes escolares, despreza-se seu caráter político, sua condição de elemento que pressupõe um projeto de futuro para a sociedade que o produz. Faz-se necessária, então, uma análise mais ampla e crítica, ancorada na ideia de que, nesse documento, está impresso o resultado de embates políticos que produzem um projeto pedagógico vinculado a um projeto social. Assim, da tentativa de responder o que é currículo, outras duas questões indissociáveis se colocam como eixos para o debate: a intenção política que o currículo traduz e a tensão constante entre seu caráter prescritivo e a prática docente.

[...] com perspectivas políticas distintas, identifica-se uma tensão entre o currículo documento e o currículo como prática. Para enfrentar essa tensão, o currículo documento deve ser objeto de análise contínua dos sujeitos da educação, principalmente a concepção de conhecimento que ele carrega, pois, ela varia de acordo com as matrizes teóricas que o orientam e o estruturam. Cada uma dessas matrizes dá ênfase a diferentes saberes a serem socializados pela escola, tratando o conhecimento escolar sob óticas diversas (PARANA, 2008, p. 16).

Como é possível observar, a construção curricular é marcada por influências ideológicas que permitem visualizar e projetar uma sociedade que contemple os saberes, os valores e as práticas sociais previstas. As Diretrizes para Educação Básica do Estado do Paraná (2008) abordam também os níveis da transposição didática (TDE e TDI), bem como, sua ação reformuladora no aspecto epistemológico, quando afirmam que

[...] para a seleção do conhecimento, que é tratado, na escola, por meio dos conteúdos das disciplinas concorrem tanto os fatores ditos externos, como aqueles determinados pelo regime sócio-político, religião, família, trabalho quanto as características sociais e culturais do público escolar, além dos fatores específicos do sistema como os níveis de ensino, entre outros. Além desses fatores, estão os saberes acadêmicos, trazidos para os currículos escolares e neles tomando diferentes formas e abordagens em função de suas permanências e transformações (PARANA, 2008, p. 19).

Alves Filho (2000) destaca o trabalho de Chevallard e Johsua (1992), no qual os autores propõem algumas regras como diretrizes para guiar o processo de transposição didática no ensino: modernizar o saber escolar, com inserção de inovações teóricas, modelos e interpretações científicas e tecnológicas; atualizar o saber a ensinar, inserindo novos conhecimentos; relacionar saber velho com saber novo, o que facilitaria a aprendizagem das novidades científicas; problematizar o saber sábio, com a formulação de questões que permitem avaliar e controlar a aprendizagem; tornar um conceito mais compreensível, transformar o conceito para torná-lo menos complexo para facilitar a aprendizagem escolar.

Além dessas regras para guiar o processo de transposição didática, é necessário atentar para a vigilância epistemológica, ou seja, avaliação, questionamento e revisão dos conceitos transpostos. De fato, a didática se apoia no “tempo” para evitar a vulgarização dos conhecimentos científicos. Com a amplitude do tempo histórico da Transposição Didática no decorrer da atividade educativa há a possibilidade de analisar o caráter científico presente no saber escolar, evitando vulgarizar as “verdades científicas”.

Além disso, para possibilitar o ensino de um determinado saber, é necessário que ele sofra deformações, capacitando-o para ser ensinado (CHEVALLARD, 1991). A transposição didática está diretamente relacionada à seleção de conhecimentos a serem ensinados e às adaptações linguísticas para reconstruir a linguagem técnica científica de modo a torná-la compreensível aos estudantes.

Ainda, há trabalhos que questionam essa divisão da TD em duas transposições TDE e TDI. Segundo Neves e Barros (2011), o processo de transposição didática ocorre em um movimento contínuo segundo as normas, conceituações e parâmetros bem definidos pela noosfera. Esta é constituída por políticas educacionais, acadêmicos didatas e autores de manuais. Essas nomenclaturas utilizadas por Chevallard (1991) (TDE e TDI) referem-se a locais e a

distinções na forma de abordagem do saber. No ambiente externo (TDE/ noosfera) da transposição didática há grupos sociais que a realizam por meio de processos intelectuais de seleção de conteúdos oriundos do “saber sábio” para tornarem-se o “saber a ensinar” (PCNs, Diretrizes curriculares, PPPs, Livros didáticos) (CARVALHO, 2010).

Astolfi e Develay (2011) afirmam que a elaboração curricular, ou seja, a ação da noosfera em selecionar o “saber a ensinar”, requer uma leitura ampla de fatores indispensáveis para a formação intelectual dos alunos. Entre estes fatores eles destacam: a) as práticas sociais de referências – atividades sociais (pesquisa, engenharia, cultura...) que servem para inspirar as práticas de ensino como resolução de problemas, metodologia, atitudes, entre outros; b) os níveis e formulação de um conceito – o mesmo conceito científico abordado em níveis diferentes de profundidade (complexidade), correspondendo ao nível escolar dos alunos, considerando os planos linguístico, psicogenético e epistemológico; c) as tramas conceituais – relação lógica entre enunciados, mas sem, necessariamente, seguir encadeamentos sequenciais, resultando numa leitura holística do conceito em seus múltiplos ângulos.

Chevallard (1991) destaca algumas ações da transposição didática realizada pela noosfera que resultam no saber a ensinar em suas múltiplas dimensões: a) a dessincretização do saber: a divisão da prática teórica em campos delimitados do saber, resultando em práticas de aprendizagem especializadas; b) a despersonalização do saber: a desvinculação entre o sujeito que construiu o saber e o saber construído; c) a programabilidade da aquisição do saber: programação sequencial e progressiva dos conhecimentos que permite uma aquisição do saber de forma ordenada.

Este último aspecto, o da programabilidade do saber, retrata o tempo didático vivenciado por professores e alunos, no qual se aproximam no processo de ensino-aprendizagem. Entretanto, o professor encontra-se em uma relação de antecipação no tempo didático em relação ao aluno. Por isso ele pode programar e gerenciar o ensino. Como bem observou Chevallard (1991), o progresso na construção do conhecimento científico (saber sábio) é diferente do ‘progresso’ no processo de ensino, pois a ciência avança conforme surgem novos problemas, mas, o ensino avança baseando-se na dialética do conhecimento novo-velho. Dessa forma, o ensino precisa inserir novos saberes, referenciando suas ligações com os

conhecimentos já adquiridos pelos alunos para que ocorra a aprendizagem significativa.

Chevallard (1991) considera ainda a publicidade do saber que define o saber a ser apresentado, ou seja, o saber a ensinar. Dessa forma, no conteúdo escolar encontra-se todo o processo de preparação didática que permite a noosfera controlar o processo de aprendizagem. Com a publicidade do saber e o controle realizado pela noosfera é possível atentar para algumas problemáticas decorrentes de uma transposição didática limitada. Tal aspecto é comentado por Marandino (2004), que afirma que Chevallard (1991) alerta para: a) a despersonalização: o saber produzido por um cientista ou grupo, tornando-o desvinculado de quem o produziu devido à necessidade de publicidade em moldes científicos para que seja sociabilizado e em maior grau na prática didática de ensino; b) a descontextualização: o saber passa a ser ensinado fora do contexto histórico, social, econômico e cultural em que foi produzido; c) a descontemporialização: o saber ensinado perde referência com a realidade vivencial dos alunos; d) a naturalização: o saber é tratado como natural, verdadeiro e incontestável.

Diante dessas limitações apontadas por Chevallard (1991), os professores – enquanto agentes importantes na condução do processo e ensino – precisam encontrar mecanismos e estratégias que possibilitem superar a despersonalização, a descontextualização, a descontemporialização e a naturalização do saber ensinado. Como observou Chevallard (1991), os professores atuam com a vantagem de estar adiante no “tempo didático” em relação aos seus alunos. Este fator permite aos professores realizar um afastamento analítico para que possam interpretar as características específicas de cada turma de alunos e, na medida do possível, de cada aluno, e desenvolver didáticas coerentes com os níveis reais e potenciais deles.

Além disso, a antecipação do tempo didático pelo professor permite a elaboração de uma prática didática que contextualize o “fazer científico” presente no saber a ensinar, minimizando os efeitos da descontextualização presente nos manuais didáticos. Porém, o “tempo didático legal” apresenta-se como delimitador da atuação docente por estipular um tempo único para todos os alunos, desconsiderando as particularidades que definem o tempo de aprendizado de cada um. O tempo didático legal serve para classificar os que serão aprovados e os que serão reprovados.

Dessa forma, os alunos que por fatores particulares não acompanham o tempo didático legal serão considerados incapazes de progredirem com os demais. Esse tempo didático legal, enquanto norma de ensino, desconsidera a cronogênese do saber de cada aluno. Assim, ele prejudica os alunos que precisam de mais tempo para aprender, bem como restringe o potencial dos que aprendem com maior agilidade que o tempo legal determinou. Nesse sentido,

[...] se ve aquí que la normalización, impuesta por el tiempo didáctico legal a la aprehensión de la temporalidad de los aprendizajes, se apoya en la delimitación del saber que resulta de la puesta en texto que funda el tiempo didáctico (por medio de la dialéctica antiguo/nuevo) (CHEVALLARD, 1991, p.97)¹².

Essa dialética, envolvendo a relação professor-aluno-saber (tríade didática) no interior do sistema didático, sofre grande influência do entorno (noosfera). É a noosfera quem vai mediar a relação entre o saber sábio e o saber ensinado, uma vez que, está diretamente envolvida com as discussões e conflitos sociais. A noosfera avalia o contexto social, as tendências históricas e as necessidades formativas para o exercício da cidadania das pessoas que ainda estão no sistema de ensino. Dessa forma, a noosfera delibera e atua sobre o currículo, inserindo determinados saberes e excluindo outros considerados menos relevantes para a formação cidadã e profissional. Contudo, conforme defende Villaça (2007), esses saberes precisam ser correlatos ao saber sábio que é o parâmetro de convalidação do saber ensinado.

O saber sábio, apesar de ser referência para o saber ensinado, precisa ser transposto em objeto de ensino. Entretanto, esse distanciamento não deve desconectar o saber ensinado do saber sábio, pois este continua a ser o conhecimento de referência do ensino. Dessa forma, Villaça (2007) comenta que o ensino deixa de ser um evento puramente científico, mas também se abstém de recair no senso comum.

Chevallard (1991) descreve a íntima relação que deve existir entre o saber ensinado e o entorno do sistema de ensino. Ele relata que o saber sábio encontra-se

¹²Vê-se aqui que a normalização, imposta pelo tempo didático legal à apreensão da temporalidade da aprendizagem, se apoia na delimitação do saber que resulta da colocada no texto que funda o tempo didático (por meio da dialética antigo/novo) (CHEVALLARD, 1991, p.97) (*tradução nossa*).

em constante construção, reconstrução e neste movimento interesses e focos investigativos podem mudar. Diante dessa constatação, o pesquisador compreende que o saber ensinado é passível de envelhecimento epistemológico e moral: epistemológico por ser superado por novas descobertas e mudanças de enfoque investigativo e moral por não acompanhar as mudanças sociais e culturais de modo a não apresentar relevância ao contexto histórico em que se está vivendo.

Dessa forma, cabe a noosfera gerenciar e atualizar o currículo do saber a ensinar para que haja correspondência entre o sistema de ensino e o seu entorno (sociedade). Contudo, este processo de renovação curricular realizado pela noosfera deve originar-se do saber sábio, pois é no saber científico que ocorrem os avanços investigativos. Como o tempo didático legal é "limitado" e faz-se necessário uma pré-seleção de conteúdos mais relevantes, muitos conhecimentos significativos precisarão ser excluídos para dar lugar aos saberes mais importantes para a sociedade. Observe, na figura 3, o modelo sistema didático elaborado por Chevallard:

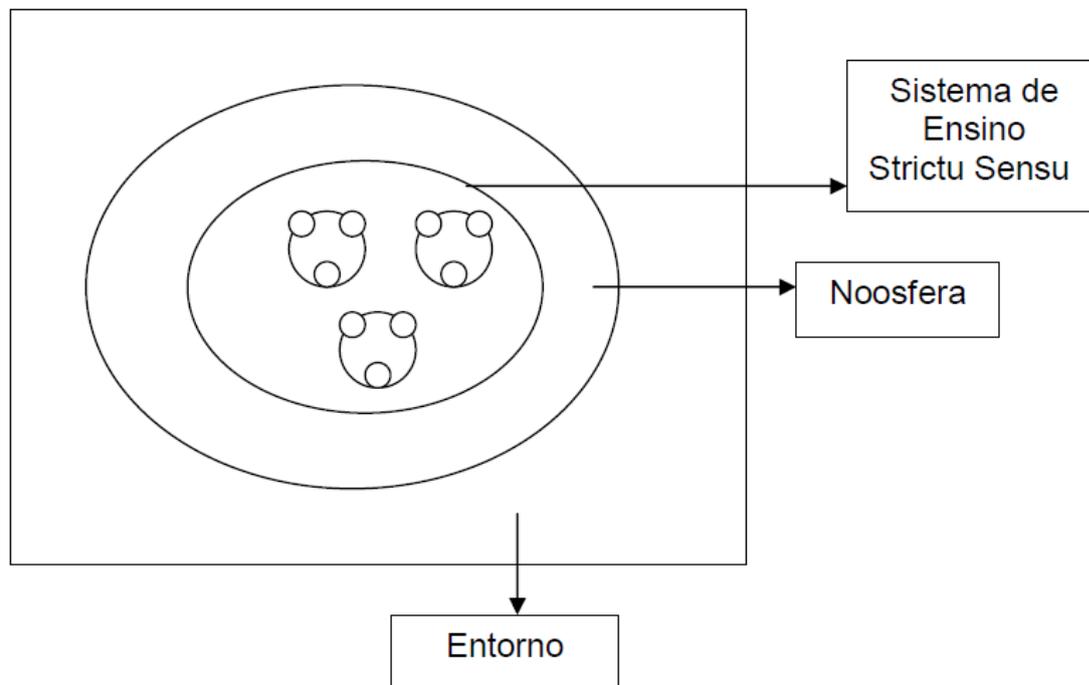


Figura 3: Modelo de sistema didático de ensino proposto por Chevallard (1991, p.28).

A transposição didática realizada pela noosfera visa a suprir necessidades emergentes do seu entorno. Desse modo, a formação intelectual dos alunos objetivará capacitar os cidadãos para o exercício da cidadania, com o

desenvolvimento do pensamento analítico, crítico e deliberativo frente às exigências comunicativas da sociedade. Nesse sentido, a escola tem a importante missão de letrar cientificamente seus alunos para que tenham autonomia intelectual para avaliar e tomar decisão. O desenvolvimento dessa autonomia intelectual, porém, envolve a crítica à própria ciência, seus métodos e processos de investigação. Compreender o conhecimento científico como um mutante, limitado, parcial e sujeito à revisão é fundamental para a superação do dogmatismo científico do saber ensinado.

Com os estudos de Astolfi e Develay (2011), temos uma significativa contribuição à teoria da transposição didática de Chevallard (1991). Estes autores compreendem que além do saber sábio há outros fatores influenciadores da transposição didática, inclusive dentro da sala de aula. Eles compreendem que dentro do fator “saber”, anteriormente destacado por Chevallard, há desdobramentos em subitens como “os diferentes níveis de formulação de um conceito” (2011). *Estes, segundo os autores*, incluem diversos planos constitutivos como o linguístico, o psicogenético e o epistemológico (2011).

De acordo com o que expõem os pesquisadores, o plano linguístico refere-se ao grau de complexidade na estrutura semântica e sintática. O plano psicogenético envolve as capacidades intelectuais para compreensão de operação mentais envolvendo lógica e matemática complexas. E o plano epistemológico envolve a descoberta do problema central (objeto) e as interações assertivas com esse problema e sua hierarquização (2011).

Além disso, outro subitem relacionado a fator “saber” é o que eles chamam de “tramas conceituais” (2011) que se caracteriza por apresentar diferentes enunciados que configuram ‘evolução’ de uma única noção. Essas tramas conceituais são constituídas por conceitos completos que se relacionam, seguindo a lógica e articulam-se em rede. Todavia, conforme mencionam os pesquisadores (2011), esses conceitos não precisam seguir uma sequência cronológica, de modo, que a soma das proposições auxiliam na compreensão holística do objeto investigado.

Outro fator muito importante destacado por Astolfi e Develay (2011) na transposição didática são “as práticas sociais de referência” que extrapolam os limites do saber sábio e contribuem, significativamente, para o processo de TD articulado pela noosfera. Com Astolfi e Develay (2011) o ponto de origem para a TD deixa de ser o saber sábio para originar-se a partir das práticas sociais. Estes

autores compreendem uma realidade multifatorial de influências sobre o processo de transposição didática.

Nessa concepção, as práticas sociais (pesquisas, produção, culturais, domésticas...) devem servir de referência para a noosfera determinar o saber a ensinar. Dessa forma, ocorre uma despolarização do saber sábio em relação às práticas sociais de referência para a seleção dos saberes relevantes para o ensino. Com isso, a atividade de ensino da ciência deve esclarecer qual é o objeto de trabalho, qual o problema científico envolvido, quais as atitudes e funções sociais esperadas, quais os instrumentos materiais e intelectuais necessários e qual o saber produzido ao longo do processo.

Dessa maneira, na concepção de Astolfi e Develay (2011) o saber sábio perde *status* para as práticas sociais de referência no processo de TD. Esses autores consideram, inclusive, um poder criativo da TDI que atribui ao sistema de ensino a capacidade de produzir uma epistemologia própria: a epistemologia escolar, uma vez que não há a correspondência fiel do saber escolar com o saber sábio. Justamente pelo fator ensino é que há dissonância entre saber sábio e saber ensinado, pois este necessita passar pelo processo de didatização, recriação didática que incorre em riscos de simplificação e distorção dos conceitos científicos. Entretanto, a TD é inevitável e necessária, o que faz da escola uma mediadora entre o saber científico e a sociedade, mas não somente socializadora de conhecimento, criadora também.

2.2 O MODELO KVP

Com as contribuições dos estudos de Pierre Clément (2004) a transposição didática de Chevallard (1991) deu origem ao modelo KVP. Este que ganhou amplitude ao deslocar a centralidade do saber para as práticas sociais de referência. Com Chevallard a TD apresentava-se em dois momentos: (TDE e TDI) representada pelos seus agentes (noosfera e sala de aula). Já com o modelo KVP, Clément (2004) procurou acompanhar a evolução histórica do conhecimento científico e sua relação com as práticas sociais e com os valores. Assim, Clément (2004) compreende que três fatores principais influenciam a Transposição Didática: o conhecimento (K), que se origina da comunidade científica (ênfático por

Chevallard); as práticas sociais (P), de professores, autores e editores de manuais escolares voltados também aos estudantes (destacado por Martinand, 2000); e os Valores (V), que incluem opiniões, crenças e ideologias (contribuição de Clément); Este modelo ficou conhecido como KVP. Para Clément (2004), valores e práticas sociais influenciam diretamente na aceitação de determinados conhecimentos que são selecionados para o ensino.

Jean-Louis Martinand (2000) a montré l'importance des pratiques sociales de référence. Et j'ai pour ma part insisté sur les valeurs de références, propos ant le tripôle KVP – connaissances, valeurs, pratiques – [...] pour analyser d'une part les références initiales de la transposition, d'autre part les programmes et manuels scolaires (Clément 1998, 2001a) (CLÉMENT, 2004, p.56)¹³.

Observe a seguir, na figura 4, as relações envolvendo o conhecimento com os valores e práticas sociais propostas por Clement (2007).

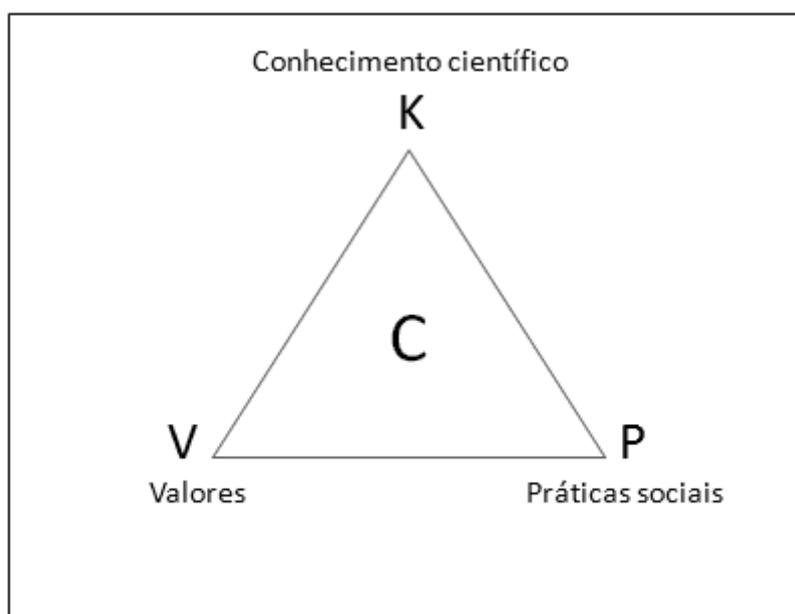


Figura 4: O modelo KVP. As concepções (C) podem ser analisadas como interações entre os três polos K, V e P. Fonte: CARVALHO; CLEMENT (2007, p.4).

¹³ Tradução nossa: Jean-Louis Martinand (2000) mostrou a importância de práticas de referência social. E eu de minha parte saliento os valores de referência, sugerindo a Trípode KVP – conhecimento, valores, práticas – (ver figura 1) para analisar de uma parte as referências iniciais da transposição e, de outra, parte os programas e manuais escolares (tradução nossa).

Carvalho e Clément (2007) destacam a contribuição de Clément (2006) ao associar mais três aspectos à transposição didática: 1) Há um novo nível a ser considerado, o dos manuais escolares; 2) A TD processa-se de modo não linear, retroagindo em todos os níveis; 3) Todos os níveis do saber interagem com KVP.

No modelo KVP, o polo K, representa os conhecimentos científicos. Ele refere-se à informação proveniente da comunidade científica, além dos conhecimentos que cada um possui como bagagem teórica, independente de seu caráter científico ou a-científico. Entretanto, a aquisição do saber visa a suprir as exigências dos outros dois polos, P e V. Desta forma, a noosfera busca elementos constituintes da sociedade atual e projeta uma sociedade idealizada, onde determinados valores culturalmente introjetados pelos cidadãos guiam as práticas sociais de referência. Visando à construção dessa sociedade, os agentes da transposição didática selecionam os saberes considerados relevantes para serem ensinados conforme expressa Clément (2004, p.55):

D'une part, c'est l'usage de mes connaissances qui me permet d'en assimiler, retenir, refaçonner tout ce qui est utile à mes pratiques: professionnelles, personnelles et/ou sociales – pôle P. D'autre part, l'attention que chacun porte à des connaissances, l'importance qu'il leur donne, dépend souvent de l'interaction entre ces connaissances et ses propres systèmes de valeurs – pôle V¹⁴.

A utilização do modelo KVP permite analisar historicamente as concepções e a evolução do saber sábio em sua relação com as práticas sociais e os valores do contexto histórico analisado. Muitas temáticas emergentes de problemáticas sociais relacionadas a valores e práticas sociais acabam por ser inseridas no saber a se ensinar como, por exemplo, alcoolismo, tabagismo, uso de drogas. Esses temas foram inclusos nos currículos escolares devido à sua importância social. Dessa forma, a noosfera atua realizando a transposição didática, interpretando as necessidades formativas dos cidadãos de sua época, voltadas, evidentemente, para as práticas sociais e axiológicas. Como é possível observar, na tríade KVP cada um dos elementos influencia e é influenciado pelos outros dois (CARVALHO, 2010).

¹⁴Por um lado, é o uso de meu conhecimento que me permite assimilar, lembrar, remodelar tudo o que é útil para as minhas práticas: profissionais, pessoais e/ou sociais – polo P. De outra parte, a atenção para a inserção de cada conhecimento, a importância que lhe é dada, depende somente da interação entre esses conhecimentos e seus próprios sistemas de valores – polo V (CLEMENTE, 2000, p. 55) (*tradução nossa*).

No modelo KVP, os valores (V) são interpretados em um sentido amplo, envolvendo todas as atribuições axiológicas pessoais e sociais. São as preferências intelectuais que se tornam hegemônicas numa cultura em determinado contexto histórico (opiniões, ideologias, crenças, outras). Quanto às práticas sociais (P) Carvalho e Clément (2007) as atribuem aos agentes do sistema educacional (professores, autores e editores de manuais escolares) que estão envolvidos nas práticas de ensino e nas práticas sociais dos alunos. Essas práticas são fundamentais para a formação cidadã dos alunos que passarão a interagir com intencionalidade e responsabilidade nas práticas profissionais e políticas.

No esquema abaixo, (Figura 5), é possível observar os processos da transposição didática (interior das caixas de texto) e as concepções dos agentes envolvidos no processo (à direita, fora da caixa de texto). As referências são constituídas pelos elementos da transposição didática – KVP – que são as publicações científicas (saber sábio), as práticas sociais e os valores dominantes. Estas referências fazem um percurso (divulgação, currículo, programas escolares, manuais e recursos escolares), no qual, a transposição didática vai progressivamente, reformulando o saber sábio até que esse torne o saber a ensinar e o saber ensinado (TDI). Neste processo de construção epistemológica do saber escolar manifestam-se as diferentes concepções dos agentes envolvidos no processo.

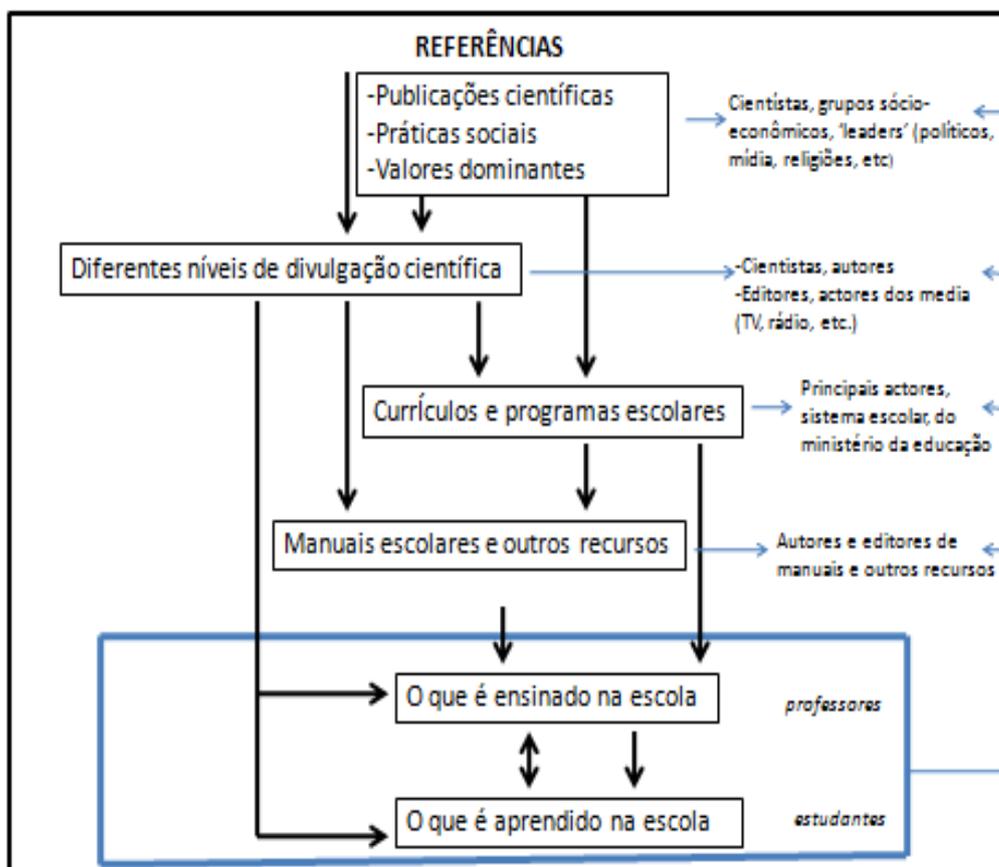


Figura 5: Esquema da transposição didática que integrando a análise das concepções dos seus principais atores no processo de TD. Fonte: Adaptado de CARVALHO e CLÉMENT (2007, p.6).

É possível observar no esquema apresentado que, o saber sábio transita por diferentes níveis até atingir a realidade da sala de aula. Dessa forma, a historicidade da construção do saber científico e sua aprendizagem em sala de aula estão subordinadas ao fator ‘tempo’. Assim, as contingências envolvidas no processo da construção científica e da transposição didática as apresentam em diferenciadas adesões/rejeições em ‘tempos’ de inclusão/exclusão do sistema de ensino.

2.3 DEMORA DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

O elemento “demora” foi abordado por Chevallard (1985) ao se referir ao tempo histórico envolvido no processo de transposição didática, no qual, a ‘descoberta’ de um ‘novo saber’ pode refutar e invalidar um antigo. Esta novidade epistemológica depois de um tempo passa a “substituir” o saber antigo nos manuais e currículos escolares.

De acordo com Quessada (2008, *apud* CARVALHO, 2010), há, sem dúvida, um período entre uma descoberta científica (saber sábio) e sua introdução no sistema de ensino (saber escolar). Esse período este que permitiu a Quessada e Clément (2005) elaborarem um novo conceito o de “demora da transposição didática” (DTD). Estes autores compreendem que há um tempo entre duas datas, sejam elas, a publicação da novidade científica e a sua aparição nos currículos e manuais escolares. Durante este tempo da demora o antigo saber continua a ser ensinado mesmo que a comunidade científica o tenha desqualificado em detrimento a uma nova interpretação da realidade.

Durante o período de DTD, muitos fatores, além do epistemológico, estão atuando sobre a inserção das novidades científicas nos programas de ensino e manuais escolares. Os fatores anteriormente destacados no modelo KVP atuam diretamente no processo e no tempo de renovação curricular. Quessada (2008, *idem*) considera a grande influência das práticas sociais e dos valores (crenças e ideologias) nas escolhas da noosfera em incluir ou excluir conteúdos do saber. Além disso, destaca a existência de diversas instituições influenciadoras do processo de transposição didática na escolha dos objetos do conhecimento a ser ensinados.

A DTD envolve, segundo Quessada (2008, *idem*), vários processos, atuando entre os dois tempos. No primeiro tempo, a vários fatores internos que influenciam a aceitação de uma novidade científica pela própria comunidade científica e por uma parcela significativa da população: incentivo à publicação; o idioma da publicação; o rigor na apresentação dos argumentos considerando os paradigmas vigentes; os obstáculos epistemológicos. Além disso, há interesses políticos, econômicos, ideológicos atuantes sobre a comunidade científica. No segundo tempo, que se refere à inserção da novidade científica nos programas escolares, o sistema de ensino também sofre influências. A ação de escolher o que deve ou não deve ser ensinado em sala de aula envolve muitos conflitos de interesses e relações de poder entre instituições (governo, ministérios, inspeção, a sociedade agregada, universidades, instituições de pesquisa, empresas, associações e grupos). Além disso, envolve relações de poder no interior das próprias instituições (diferentes disciplinas acadêmicas, diferentes concepções políticas ou educacionais). Ou seja, há disputas de poder que interferem na DTD.

Quessada (2008) apresenta modelos analíticos para interpretação do conceito de demora na transposição didática (DTD) em relação a dois tipos de demora envolvendo os programas e os manuais didáticos.

O modelo a seguir, (Figura 6), representa a DTD nos programas educacionais (DTDp):

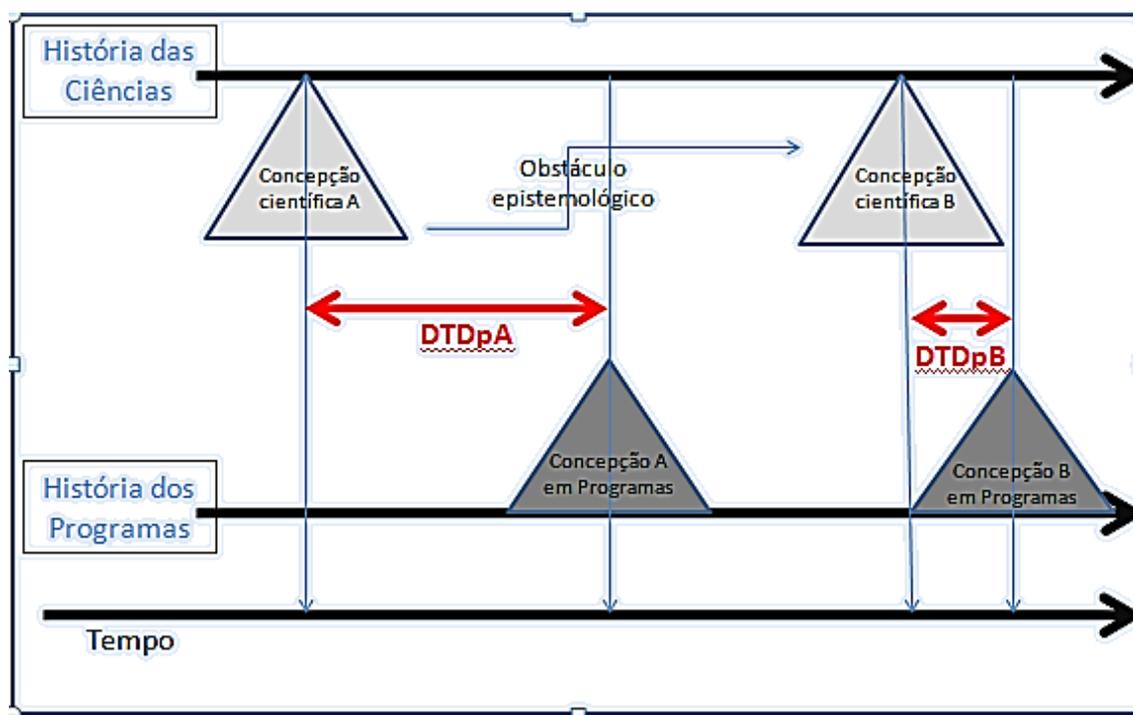


Figura 6: Representação da demora da descoberta científica em ser inserida nos programas educacionais (DTDp). Fonte: Adaptada da obra . *L'enseignement des origines d'Homo sapiens, hier et au jour d'hui, en France et ailleurs: programmes, manuels scolaires, conceptions des enseignants* de Quessada (2008, p.38).

Nesta representação dos tempos da TD nos programas educacionais há um eixo horizontal que retrata a cronologia da história da ciência e sua relação com a história dos programas educacionais. O esquema apresenta um período DTDpA que está representando o tempo entre a descoberta da novidade científica e a sua inserção nos programas educacionais e outro período DTDpB, representando os tempos entre uma nova descoberta científica e sua inserção nos programas.

Nesta representação de Quessada (2008) é possível observar que há diferenças cronológicas entre DTDpA e DTDpB que podem ser interpretadas pelos fatores anteriormente aventados (fatores externos e internos). Além disso, durante esse tempo de demora de inserção de novos conhecimentos nos programas educacionais a escola continua a ensinar os conhecimentos "antigos" que não mais

referenciam as discussões da comunidade científica. Dessa forma, o novo e o antigo compartilham do mesmo momento cronológico até a ocorrência de sua atualização.

No modelo seguinte, Quessada (2008) representa a relação entre a DTDp (demora da transposição didática nos programas) e a DTDm (demora da transposição didática nos manuais escolares):

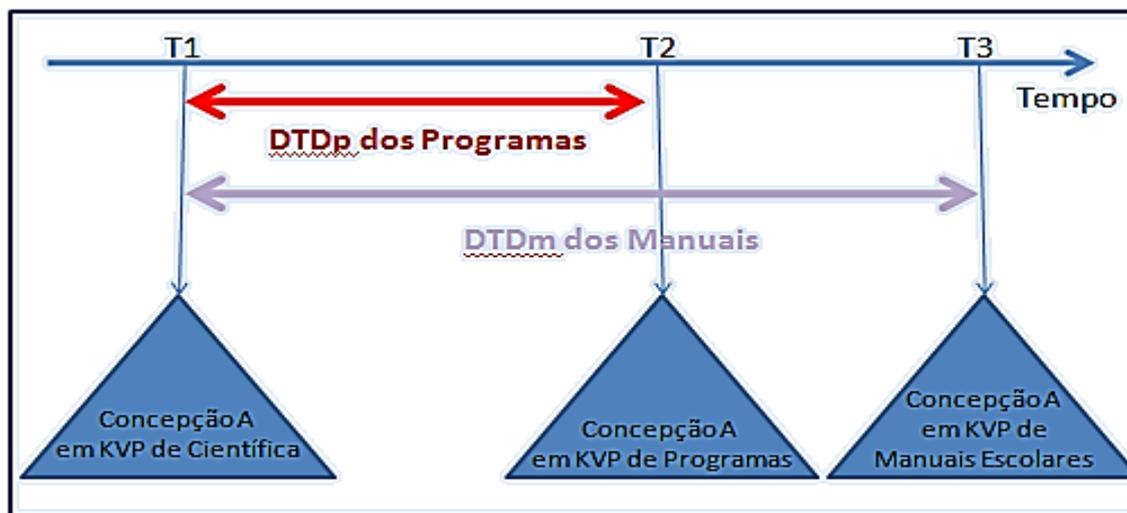


Figura 7: Demora da Transposição Didática (DTD) em um programa escolar (DTDp) e em manuais didáticos (DTDm). Fonte: Adaptada da obra *L'enseignement des origines d'Homo sapiens, hier et au jour d'hui, en France et ailleurs: programmes, manuels scolaires, conceptions des enseignants* de Quessada (2008, p.37, idem).

Nesta representação há a presença de três tempos ou demoras (DTDp e DTDm): o tempo 1 (t1) – refere-se ao momento da aceitação de um novo conhecimento científico pela comunidade científica, que passa a ser hegemônico – e, o tempo 2 (t2) – que refere-se ao momento em que esse novo conhecimento científico passa a ser aceito e inserido nos programas educacionais – e, por fim, o tempo 3 (t3) – que refere-se ao momento em que o novo conhecimento é incorporado pelos manuais didáticos.

Percebe-se que Quessada (2008, p.37) representa cada tempo em uma figura geométrica do triângulo para destacar a relação da tríade KVP no processo de transposição didática. Dessa maneira, o tempo da Transposição Didática dos programas (DTDp) é encontrado pela diferença entre T2 e T1, enquanto o tempo da TD dos manuais (DTDm) é encontrado pela diferença entre T3 e T1.

Entretanto, Quessada (2008) afirma que nem sempre a introdução de um novo conceito científico precede à sua inserção nos manuais didáticos. Observe no modelo a representação dessa antecipação da DTDm em relação à DTDp:

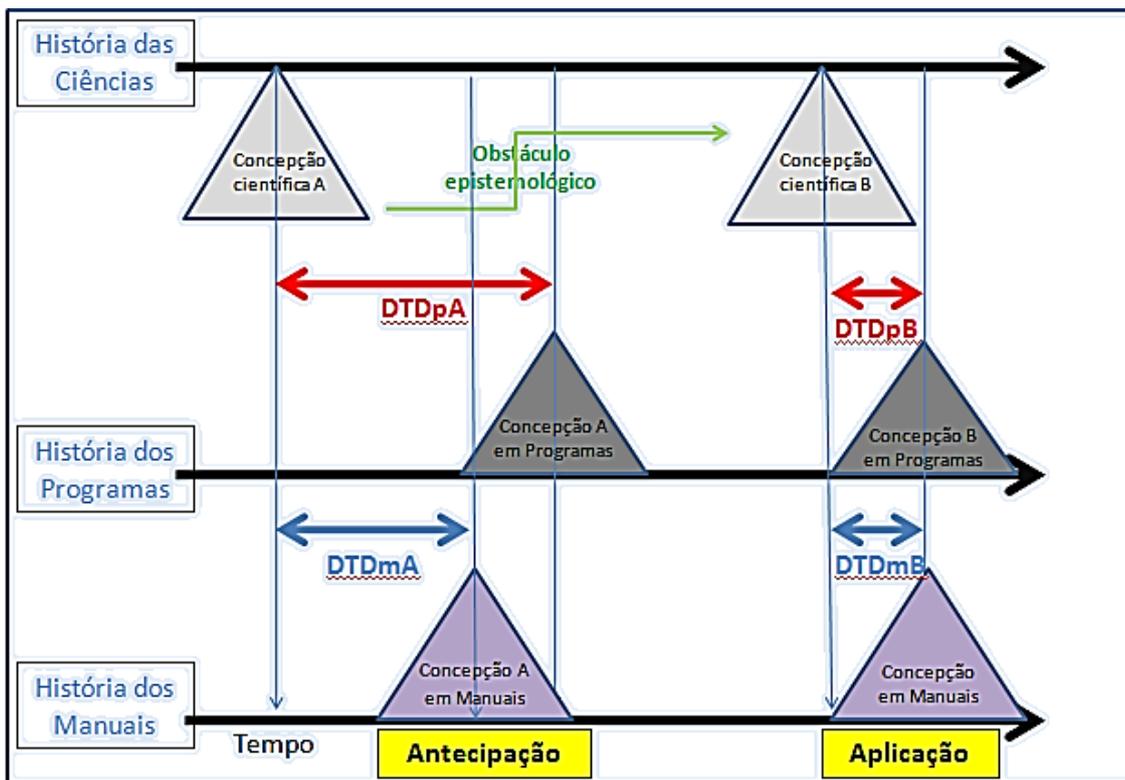


Figura 8: DTD (Demora da Transposição Didática) em programas educacionais (DTD_p) e manuais escolares (DTD_m). Fonte: Adaptada da obra de . *L'enseignement des origines d'Homo sapiens, hier et au jour d'hui, en France et ailleurs: programmes, manuels scolaires, conceptions des enseignants* de Quessada (2008, p. 40).

Verifica-se que o período de DTD_{pA} inicia-se concomitantemente ao de DTD_{mA} , mas o tempo de DTD_{mA} é mais curto, pois o novo conceito científico chegou primeiramente aos manuais escolares do que nos programas educacionais. Como foi abordada anteriormente, essa “queima” de fases na TD possui sua origem nas necessidades sociais. Desse modo, fatores que envolvem saberes, valores e práticas sociais extremamente relevantes e urgentes podem ser incluídos pela noosfera, antecipadamente, nos manuais didáticos. Isso pode ocorrer independentemente dessas temáticas estarem consolidadas ou não e ainda estarem em discussão.

Este conceito de demora da transposição didática foi utilizado na presente pesquisa para analisar os conhecimentos oriundos das atividades de pesquisa das ciências biológicas atualmente desenvolvidas ou que nos últimos anos têm ocupado espaço nas discussões da comunidade científica. Desse modo, foram utilizadas duas revistas científicas que abrem espaço para publicações relacionadas à epistemologia das ciências biológicas, que serviram de parâmetro amostral do

desenvolvimento da pesquisa científica no campo específico da evolução biológica. Essas amostras foram comparadas e analisadas com os conteúdos ensinados nas escolas do Ensino Médio, nos manuais didáticos e pelos professores de biologia.

O conceito fundamental que perpassa a análise dessa dissertação é o de transposição didática, pois ele é, como temos revelado, o pano de fundo ou a lente pela qual são abordados os saberes referentes à evolução biológica. O conceito de evolução biológica é constituído, pois, por uma amálgama de ideias e se relaciona com aspectos sociais, crenças e ideologias.

Ainda, compreendemos que há a necessidade da "transformação" do saber sábio em saber escolar pelos mecanismos epistemológicos e metodológicos da didatização do saber. Isso resulta do fato de considerar a necessidade de que a transposição didática deve superar elementos como a descontemporalização, a despersonalização e a descontextualização do saber e a naturalização do saber.

3 - METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia utilizada na realização dessa pesquisa está ancorada na revisão bibliográfica sobre os temas transposição didática, construção do conceito de “evolução” e seu ensino e, principalmente, na abordagem qualitativa a partir da análise crítica de PCNEM, de teses e dissertações do banco de dados da Capes e de artigos publicados em revistas científicas sobre o conceito de evolução biológica.

A ênfase na abordagem qualitativa em pesquisas remete a uma gama de dados e detalhes que se podem descrever a respeito das pessoas, das conversas e locais onde estão inseridos e dos objetos de estudo (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Utilizamos uma investigação qualitativa, com o foco de nossa pesquisa voltado, principalmente, à análise documental e o estado da arte.

A pesquisa em estado da arte, segundo Ferreira (2005), possui caráter bibliográfico que visa a mapear e discutir o estado do conhecimento procurando responder quais os aspectos e dimensões são privilegiados em determinada época e em determinado lugar. Realiza-se um inventário e uma descrição da produção segundo categorias presentes nos trabalhos analisados. Cataloga-se um conteúdo temático seguindo objetivos previamente delimitados, um percurso metodológico e descrevem-se os resultados encontrados de forma concisa e impessoal. Contudo, é importante mencionar que

[...] por outro lado, um pesquisador jamais terá controle sobre seu objeto de investigação ao tentar delimitar seu corpus para escrever a história de determinada produção. Ou melhor, é ilusório pensar que, se tomar apenas os resumos encontrados no CD-ROM da ANPED, o pesquisador estará escrevendo a História da produção acadêmica da Educação sobre determinada área, no país. Ele estará quando muito escrevendo uma das possíveis Histórias, construída a partir da desses resumos (FERREIRA, 2005. p.8).

Estas abordagens foram direcionadas aos dados constituídos na pesquisa. O programa de desenvolvimento deste trabalho teve como objeto investigativo: análise de revistas científicas referente ao tema evolução biológica; análise dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) e das Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas; análise de pesquisas referentes a estudos sobre os livros didáticos, especificamente no tema evolução biológica; análise de pesquisas referentes a concepções de evolução biológica de alunos e professores.

Para chegar aos resultados esperados, houve também a necessidade de uma coleta de dados de forma organizada como, a seguir descreveremos.

3.1 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

Para a busca e seleção dos textos a serem analisados foi realizado um levantamento segundo as temáticas ou nível de investigação pretendido. Para o nível do desenvolvimento científico do conceito foram analisadas duas revistas científicas que publicam textos sobre temas biológicos. Essas revistas – *Scientiae Studia* e *filosofia e história da biologia* – foram escolhidas devido ao caráter de textos publicados e por serem mais conhecidas por nós, entretanto, há outras revistas qualificadas que poderiam ser escolhidas, mas estas duas foram consideradas relevantes para fornecer os dados que buscamos. Dessa forma, buscamos ater-nos às discussões que envolviam a evolução biológica. Durante a análise dos textos das Revistas '*Scientiae Studia*' e *Filosofia e História da Biologia* surgiram três categorias de artigos, sendo estes agrupados, segundo a especificidade dominante, como "Histórico", "Ensino" e "Epistemológico".

Na revista *Scientiae Studia* foram encontrados 13 textos referentes à evolução biológica, 06 de caráter histórico e 07 de caráter epistemológico. Na revista *Filosofia e História da Biologia* foram encontrados 21 textos, sendo 03 de caráter de ensino, 09 de caráter epistemológico e 09 de caráter histórico. Para satisfazer um dos objetivos específicos deste trabalho, maior atenção foi dada para as discussões epistemológicas atuais da Evolução Biológica. Nas discussões epistemológicas procurou-se vislumbrar o horizonte das discussões atuais envolvendo este conceito, observando a existência de perspectivas de uma nova síntese expandida da evolução, englobando as discussões sobre evolução e desenvolvimento (evo-devo) e diferentes formas de herança (incluindo as abordagens epigenéticas).

Quanto à análise das Diretrizes Curriculares para os Cursos de Ciências Biológicas (BRASIL, 2001) procuramos identificar como o conceito de evolução biológica está presente nas diretrizes nacionais que orientam a formação dos futuros professores. Dessa forma, verificamos qual o conceito de evolução biológica é apresentado e qual é a importância atribuída à evolução biológica.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 1999) procuramos verificar: o conceito de evolução biológica apresentado; o papel que esse conceito assume nos PCNEM; as indicações da relação entre o conceito científico de evolução biológica e aspectos como práticas, valores, ideologias e sociedade; as indicações de vinculações desses conceitos com ideologias sociais e a interferência do contexto histórico na sua produção; a existência de sugestões para a abordagem do tema “evolução biológica” em sala de aula.

Em relação ao procedimento para a busca e seleção dos textos do banco de Dissertações e Teses da Capes, foi realizada uma busca por meio de palavras-chave sem delimitação de período de publicação para atender as categorias previamente determinadas de análise (concepções de alunos/ concepções de professores/ livros didáticos). Acreditamos ser este o substrato, no qual, estaria retratada a esfera de atuação da transposição didática no conceito científico de evolução biológica.

Assim, utilizamos as seguintes palavras-chave: evolução biológica, livro didático/ evolução biológica, concepção de professores/ evolução biológica, ensino/ evolução biológica, aprendizagem. No banco de teses e dissertações da Capes foram encontrados 13 textos que tratam de pesquisas envolvendo os livros didáticos, 19 textos que pesquisam as concepções de alunos e 27 textos que investigam as concepções de professores. Todos os 59 textos discutem o conceito de evolução biológica tanto em sua presença e disposição – nesse caso em manuais didáticos – quanto no contexto de sala de aula no processo de ensino-aprendizagem. Entretanto, devido ao banco de teses e dissertações da Capes não disponibilizar os textos na íntegra (apenas a sinopse), muitos textos não foram encontrados (17 textos), pois não estavam disponíveis *online*. Destes textos, analisamos os resumos, nos quais, aparecem brevemente algumas conclusões das pesquisas.

Em síntese, este trabalho analisou 34 artigos de revistas científicas e 59 textos do banco de teses e dissertações da Capes, as Diretrizes Curriculares para os Cursos de Ciências Biológicas e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Com essas análises buscou-se compreender como está ocorrendo o processo de transposição didática do conceito de evolução biológica em seu percurso ciência-ensino.

3.2 A ANÁLISE DE CONTEÚDO COMO METODOLOGIA DE ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados coletados na investigação do conceito de evolução biológica seguiu a análise de conteúdo que se constitui das etapas de categorização, descrição e interpretação. A análise do conteúdo é um “conjunto de técnicas de análise das comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e o objectivo de descrição do conteúdo das mensagens” (BARDIN, 1977, p.38).

A análise de conteúdo visa a descrever e interpretar para reinterpretar as mensagens em uma leitura mais profunda. A objetividade dessa análise ampara-se no acordo intersubjetivo, no qual o significado expresso no texto é de comum acordo aos leitores. Entretanto, toda interpretação, enquanto evento individual, traz em si elementos próprios do leitor. Todavia, para uma interpretação mais coerente com a mensagem textual é necessário entender o contexto que envolve o autor da mensagem simbólica e a quem ele destinou sua mensagem (MORAES, 1999).

3.3 A ELABORAÇÃO DAS CATEGORIAS

Foram criadas categorias correspondentes aos níveis de transposição didática abordados, constituindo seis eixos para análises: 01 – Conhecimento Científico sobre evolução biológica; 02 - Diretrizes Curriculares para os Cursos de Ciências Biológicas; 03 - Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio; 04 - Concepções de Alunos; 05 - Concepções de Professores; 06 – Concepções de livros didáticos.

A partir da descrição e características dos documentos analisados, foram, quando necessário, criadas subcategorias. O modelo KVP foi utilizado como temática após a categorização, buscando evidenciar a forma como as relações entre conhecimento, valores e práticas sociais estão perpassando esses diferentes níveis de transposição didática. Consideramos que todos os níveis de transposição são perpassados por essas relações, no entanto compreendemos que elas se realizam de diferentes modos e intensidades e que nem sempre é possível diferenciar o que é conhecimento, o que é valor e o que é prática social, uma vez que estes processos estão estreitamente relacionados.

Como destacam Araújo *et al* (2009), no modelo KVP o conhecimento (K) está relacionado à informação proveniente da comunidade científica, os valores (V) constituem um plano de fundo das ações que incluem opiniões, crenças e ideologias como, por exemplo, o racismo, a ideologia cientificista da ciência como conhecimento absoluto e verdadeiro, já que nas ciências biológicas podemos pensar nos reducionismos e no determinismo genético como frutos desse pensamento. As práticas sociais (P), que referem-se aos atores do sistema educacional, às atividades de ensino dos professores, as atuações críticas, entre outras.

O modelo KVP constitui-se pano de fundo das análises e é contraposto às categorias descritivas na análise crítica dos documentos. Dessa forma, em cada uma das categorias, buscamos identificar como os conhecimentos, valores e práticas estão presentes. É importante destacar que, no âmbito das pesquisas científicas, o elemento conhecimento (K) está presente de forma mais intensa, pelo próprio caráter da pesquisa científica na constituição do saber de referência e é esse o nível que vai servir de âncora para a transposição didática. No entanto, mesmo esse nível é perpassado por ideologias e pela prática social da comunidade científica.

Quanto aos outros níveis de transposição, estes ficam cada vez mais complexos quando se aproximam do contexto da sala de aula, no qual todos os elementos dos níveis anteriores estarão influenciando no que será aprendido pelos alunos (saber ensinado). No contexto da sala de aula, os valores e práticas sociais tornam-se mais explícitos, uma vez que são consequências de contradições, valores, crenças e posicionamentos de várias instâncias de transposição.

Para destacar as principais relações entre os elementos KVP, ao final da descrição de cada categoria, elaboramos um quadro síntese, identificando os principais conhecimentos (científicos e de senso comum), valores (ideologia cientificista, pensamento teleológico, pensamento progressivo, pensamento criacionista) e práticas sociais (modos de configuração das práticas de ensino do professor, organização curricular dos manuais didáticos, organização curricular das diretrizes, políticas educacionais, entre outros).

4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados são apresentados de acordo com os níveis de transposição didática investigados, de modo a traçar um panorama do conceito de evolução biológica desde a sua produção acadêmica até o contexto da sala de aula.

Assim, organizamos os resultados nas seguintes categorias: 01 – Conhecimento Científico sobre evolução biológica; 02 - Diretrizes Curriculares para os Cursos de Ciências Biológicas; 03 - Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio; Eixo 04 - Concepções de Alunos; 05 - Concepções de Professores; 06 – Concepções de Livros Didáticos.

Passamos, a seguir, a explicar esses resultados seguindo a ordem das categorias elencadas.

4.1 CONHECIMENTO CIENTÍFICO SOBRE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

Para coletar alguns dados sobre uma possível situação da discussão atual referente à evolução biológica no meio científico (saber sábio) utilizamos, como já antes exposto, duas revistas científicas que abordam temáticas pertinentes as ciências biológicas.

Essas revistas foram categorizadas (subcategorias de análise) em três tipos de documentos: históricos, epistemológicos e de ensino. Ao longo das análises, buscamos, como estratégia, evidenciar os valores e práticas sociais que perpassam o objeto de estudo dos artigos avaliados (mesmo quando o artigo não tinha como objeto específico discussões sociais e de valores).

Essa estratégia foi adotada por entendermos que o conhecimento científico sempre carrega determinadas visões de mundo, que poderiam estar implícitas nos textos analisados. Vejamos, a continuação, como se deu esse processo com a abordagem às revistas.

4.1.1. Revista *Scientiae Studia*

Os primeiros artigos analisados foram publicados na revista analisada *Scientiae Studia* que tem como objetivo divulgar as produções acadêmicas referentes à filosofia e a história da ciência, incluindo outras áreas correlatas como sociologia da ciência e da tecnologia, história da técnica e filosofia da tecnologia. Assim, essa revista promove a divulgação ampla da visão das ciências e os impactos da ação da técnica e da tecnologia na sociedade.

Dessa forma, tal meio de divulgação científica retrata as manifestações culturais em seus aspectos internos que dão suporte à racionalidade científica e a influência de valores sociais nas práticas científicas e tecnológicas, bem como, aspectos éticos e sociais da prática dos pesquisadores.

Scientiae Studia divulgou seu primeiro volume no início de 2003, editando quatro números anuais (trimestrais) e no ano de 2013 divulgou seu décimo primeiro volume. Portanto, foram selecionados os artigos científicos referentes à evolução biológica durante todos os 10 anos de existência da *Scientiae Studia* para que pudessem representar o panorama contemporâneo das discussões científicas sobre esse conceito específico. Dos artigos analisados, foram identificados 05 artigos que tratam do conceito de Evolução Biológica em discussões Históricas e 08 artigos que tratam do caráter Epistemológico do conceito de Evolução Biológica. A priori os artigos foram organizados por ordem alfabética de Autores, por isso, não seguiremos uma sequência cronológica de publicação.

Os quadros 1 e 2 indicam os artigos analisados nessa revista e as subcategorias que eles se enquadram. Maior ênfase foi dada às discussões epistemológicas, por subsidiarem as discussões referentes às alterações e adições da teoria sintética da evolução.

SCIENTIAE STUDIA/ HISTÓRICOS			
Autor	Título	Ano	Codificação
GUSTAVO CAPONI	La funcional principio de la compensación de los órganos en el transformismo de Etienne Geoffroy Saint-Hilaire	2008	SSH1
GUSTAVO CAPONI	Os modos da teleologia em Cuvier, Darwin e Claude Bernard	2003	SSH2
GUSTAVO CAPONI	O darwinismo e seu outro, a teoria transformacional da evolução	2005	SSH3
MAURICIO DE CARVALHO	Origem da vida e origem das	2003	SSH4

RAMOS	espécies no século XVIII: as concepções de Maupertuis		
WILSON ANTONIO FREZZATTI JUNIOR	A construção da oposição entre Lamarck e Darwin e a vinculação de Nietzsche ao eugenismo	2011	SSH5

Quadro 1: Artigos encontrados sobre o conceito de evolução biológica na perspectiva histórica na revista *Scientiae Studia*.

Os textos que discutem o caráter histórico na revista *Scientiae Studia* resgatam as problemáticas conceituais em diferentes autores na história do conceito de evolução biológica. Dessa maneira, há discussões sobre: compensação dos órgãos (Etienne Geoffroy Saint-Hilaire); teleologia (Cuvier, Darwin e Bernard); origem da vida e das espécies (Maupertuis); oposição entre Lamarck e Darwin e a vinculação de Nietzsche ao eugenismo.

Caponi (2008), (SSH1), analisa a filosofia anatômica de Etienne G. Saint-Hilaire e seu princípio da compensação dos órgãos, comparando-o com o pensamento de Cuvier. Hilaire busca explicar as anomalias que não eram explicadas pelas ideias de Cuvier, chegando a temas como o desenvolvimento dos organismos e o pensamento transformista dos seres vivos.

Caponi (2003), (SSH2), investigou os motivos da cisão histórica e conceitual do conjunto de condições para a manutenção do organismo em estruturas orgânicas articuladas e seu entorno. Concluiu que essa cisão sofreu influência do fim da ideia clássica de economia natural e na mudança no ideal de ordem natural. Este trabalho de Caponi retrata o movimento histórico no qual as práticas sociais, influenciadas pelo modo de produção capitalista e por valores laicos, fazem surgir uma nova visão de mundo, inclusive, no estudo dos seres vivos.

Caponi (2005), (SSH3), analisou os desafios que a teoria darwiniana de seleção natural teve que enfrentar frente às inúmeras teorias alternativas ou complementares à teoria da seleção natural. Essas teorias estiveram presentes no decorrer da elaboração da teoria evolutiva e exigiram uma postura decidida de Darwin. Nesta pesquisa de Caponi destaca a perseverança epistemológica de Darwin em defesa da teoria da seleção natural e demonstra a valorização do método científico e a valorização da racionalidade na compreensão dos fenômenos naturais.

Ramos (2003), (SSH4), investigou as concepções de Maupertuis sobre a origem dos primeiros organismos e das primeiras espécies e quadros teóricos distintos (metafísico e físico). No quadro teórico metafísico, Maupertuis acredita que Deus produziu os primeiros organismos e as primeiras espécies, no físico, acredita

que são produzidos numa concepção natural e atomista. Neste trabalho de Ramos, aparece, claramente, a tentativa de Maupertuis de conciliar as suas crenças espirituais com a racionalidade científica, fé e razão compartimentadas, mas com capacidade explicativa para os fenómenos biológicos.

Frezzatti Junior (2011), (SSH5), buscou compreender porque há no entendimento das obras de Nietzsche uma distinção entre suas concepções lamarckistas e darwinistas. O pesquisador destaca que o motivo dessa distinção está na diferenciação entre a seleção natural e a herança de caracteres adquiridos e sua relação com o eugenismo. Conclui, por fim, que há um esforço por associar Nietzsche ao eugenismo como mecanismo de divulgação dessa ideologia. Nesta pesquisa de Frezzatti Junior é possível observar o poder de influencia de ideologias que pretendem manipular o conhecimento científico de modo a recriá-lo segundo concepções políticas ou pessoais. Esse valor ideológico tende a manipular o saber para justificar suas práticas sociais antiéticas.

A seguir, no quadro 2, serão apresentados os artigos de carácter epistemológicos publicados na revista *Scientiae Studia*.

CATEGORIA: SCIENTIAE STUDIA/ EPISTEMOLÓGICOS			
Autor	Título	Ano	Codificação
ANA, M. R. ALMEIDA; CHARBEL, N. EL-HANI	Um exame histórico-filosófico da biologia evolutiva do desenvolvimento	2010	SSE1
FELIPE FARIA	A revolução darwiniana na paleontologia e a ideia de progresso no processo evolutivo	2012	SSE2
LORENZO BARAVALLE	A função adaptativa da transmissão cultural	2012	SSE3
GUSTAVO CAPONI	El retorno de la ontogenia: un conflicto de ideales de orden natural en la biología evolucionaria actual	2007	SSE4
LEYLA M. JOAQUIM; CHARBEL, N. EL-HANI	A genética em transformação: crise e revisão do conceito de gene	2010	SSE5
MARCELO LEITE	Retórica determinista no genoma humano	2006	SSE6
PATRICIA MARECHAL	Selección de grupo y altruismo: el origen del debate	2009	SSE7
KARLA CHEDIAK	O problema da individuação na biologia a luz da determinação da unidade de seleção natural	2005	SSE8

Quadro 2: Artigos encontrados sobre o conceito de evolução biológica na perspectiva epistemológica na revista *Scientiae Studia*.

As discussões de carácter epistemológico sobre a evolução biológica na revista *Scientiae Studia* abordam aspectos históricos do desenvolvimento da teoria evolutiva, principalmente, elementos teóricos da síntese evolutiva e sua relação com a evo-devo.

Almeida e El-Hani (2010), (SSE1), discutem os fundamentos e relações de semelhanças e dessemelhanças entre a teoria sintética e a evo-devo. A novidade da evo-devo está em resgatar a ontogenia juntamente à filogenia, atribuindo ao processo evolutivo uma pluralidade de processos e de padrões evolutivos. A seleção natural, apesar de ser elemento importante, passa a dividir espaço explicativo com outros fatores do desenvolvimento. Observa-se no pensamento científico atual uma tendência ao pensamento sistêmico em contraposição às abordagens reducionistas de mundo que tendem a considerar apenas parte do fenômeno natural.

Caponi (2007), (SSE4), discute as mudanças no ideal de ordem natural propostas pelas novas investigações da evo-devo em relação ao neodarwinismo ortodoxo, resgatando a sua tradição ontogenética. O pesquisador evidencia a ontogênese como um processo sequencial, no qual uma estrutura só pode surgir quando existem outras estruturas prévias que lhe fornecem substrato devido às restrições ontogenéticas. Dessa forma, compreende que as etapas da ontogênese possibilitam sequenciar os passos que a evolução seguiu no desenvolvimento de estruturas corporais (filogênese).

Com as contribuições teóricas das pesquisas na área da ontogenia, muitos teóricos da evo-devo defendem que ela pertence ao mesmo plano da seleção natural, como um fator indispensável para compreender a direção e a sequência das mudanças evolutivas. Dessa forma, o desenvolvimento delimita entre as alterações viáveis e inviáveis na ontogênese. E é sobre esse filtro das variações possíveis e/ou impossíveis que os pesquisadores da evo-devo se debruçam, questionando o porquê desse e não daquele no processo evolutivo. Enquanto o neodarwinismo ortodoxo se ocupa em explicar as variações, a evo-devo se ocupa de outras questões como, se havia outras possibilidades de desenvolvimento, por que surgiu essa e não outra? Há certas regras que garantem certa “constância” nos processos evolutivos apesar de haver muitas possibilidades em termos de desenvolvimento.

Faria (2012), (SSE2), discute a ideia de progresso presente na história da biologia evolutiva, destacando alguns fatores que influenciaram o surgimento desta. O autor retrata a mútua influência entre paleontólogos e evolucionistas na ordenação genealógica dos seres vivos. Com a utilização do método anátomo-comparativo foi possível realizar uma organização de seres vivos e fósseis que revelavam um aumento de complexidades das estruturas orgânicas, substrato para que os evolucionistas desenvolvessem a ideia de progresso evolutivo.

Atualmente, compreendemos que não existe uma tendência progressiva ou de aumento de complexidade presente na evolução biológica. No entanto, a ideia de progresso foi disseminada e ainda está presente, muitas vezes, em discursos de alunos e professores. A concepção de que o progresso está presente nos desenvolvimento dos seres vivos resulta de uma visão de mundo que está direcionada ao melhoramento dos seres vivos, tendo, em geral, como ápice de evolução e complexidade a espécie humana.

Baravalle (SSE3), evidencia aspectos evolutivos relacionados à "transmissão cultural" como adaptação (sociobiológica/ memética). Argumenta que os traços culturais se originam das adaptações biológicas e da memética, propondo a ideia de que os traços culturais são adaptados diferentemente do simples incremento *fitness*¹⁵ biológico. Certos comportamentos sociais mal adaptativos quando põe em risco a sobrevivência imediata, sua persistência e difusão dependem de alguma vantagem populacional selecionada não geneticamente. Por exemplo, as superstições (como a crença em bruxaria) que aparecem como consequência da imitação de modelos comuns. Embora não sejam imediatamente adaptativas, podem implicar outros benefícios a médio/longo termo, como a coesão da população. Por fim, propõem uma síntese entre sociobiologia e memética na adaptação.

Há também discussões sobre o conceito de gene e a busca de uma visão mais sistêmica para compreender a herança biológica nos artigos de Joaquim e El-Hani (2010), (SSE5), e Leite (2006), (SSE6). Esses textos discutem os limites de uma visão centrada no DNA, o que tem consequências sobre a compreensão do processo evolutivo, já que permite a compreensão de uma visão mais ampla de herança que inclui aspectos epigenéticos.

Marechal (2009), (SSE7), destaca o problema do nível de atuação da seleção natural. A autora defende a ideia de que a seleção natural atua em nível individual e tenta durante o seu artigo mostrar que Darwin não esboçou um modelo claro de seleção em nível de grupo. Para isso comenta os textos em que Darwin adota uma seleção em nível de indivíduo e a influência de parentesco como fundamentos para o comportamento altruísta. Destaca também que Darwin não deixou claro sua concepção sobre adaptação o que gera ambiguidades na interpretação dos níveis de atuação da seleção natural.

¹⁵O termo FITNESS é utilizado para representar o incremento da 'aptidão' presente nos traços evolutivos que lhe garantem persistência.

4.1.2. Revista *Filosofia e História da Biologia*

O segundo periódico utilizado na análise das publicações sobre o conceito de evolução biológica foi o de *Filosofia e História da Biologia* que surgiu a partir da publicação de alguns trabalhos selecionados que haviam sido apresentados durante os Encontros anuais de Filosofia e História da Biologia. A primeira publicação desse periódico foi em 2006, a princípio anual, mas, a partir de 2010 o periódico passou a publicar volumes semestralmente, inclusive com a implantação da versão eletrônica *online* de todos os artigos. Os artigos publicados são resultado de pesquisas originais em filosofia e/ou história da biologia, incluindo temas relacionados, além de artigos sobre o uso da História e Filosofia da Biologia na Educação.

Para corresponder ao objetivo dessa pesquisa foram selecionados artigos publicados no Periódico Filosofia e História da Biologia desde sua primeira edição em 2006 até as últimas publicações mais atuais. Foram identificados 09 artigos que tratam do conceito de evolução biológica em caráter histórico, 09 que tratam do caráter epistemológico e 03 que tratam do ensino da evolução biológica. Os textos analisados e suas subcategorias são demonstrados, respectivamente nos Quadros 3, 4 e 5 que, a seguir, apresentamos.

CATEGORIA: FILOSOFIA E HISTÓRIA DA BIOLOGIA/ HISTÓRICO			
Autor	Título	Ano	Codificação
ANDREZA POLIZELLO	O desenvolvimento das ideias de herança de Francis Galton: 1865-1897	2011	FHBH1
LILIAN A. P. MARTINS	O papel do núcleo na herança (1870-1900), um estudo de caso: a teoria dos idioblastos de O. Hertwing	2011	FHBH2
LILIAN A. P. MARTINS; ANA P. O. P. M. BRITO	As concepções iniciais de Thomas Hunt Morgan acerca da evolução e hereditariedade	2006	FHBH3
VIVIANE ARRUDA DO CARMO; LILIAN A. P. MARTINS	Charles Darwin, Alfred Russel Wallace e a seleção natural: um estudo comparativo	2006	FHBH4
LILIAN A. P. MARTINS; ANA M. H. BAPTISTA	Lamarck, evolução orgânica e tempo: algumas considerações	2007	FHBH5
NELIO BIZZO	Darwin e o fim da adaptação perfeita dos seres vivos: a superação da visão teológica de Paley e o princípio da divergência	2007	FHBH6
NELIO BIZZO	A teoria genética de Charles Darwin e sua oposição ao mendelismo	2008	FHBH7
VIVIANE A. CARMO; LILIAN A. P. MARTINS; NELIO BIZZO	Alfred Russel Wallace e o princípio de seleção natural	2009	FHBH8
WILSON A. FREZZATI	A relação entre Filosofia e Biologia na Alemanha do século XIX: a interpretação nietzschiana da		

JR.	seleção natural de Darwin a partir das teorias neolamarckistas alemãs	2007	FHBH9
-----	---	------	-------

Quadro 3: Artigos encontrados sobre o conceito de evolução biológica na perspectiva histórica na revista Filosofia e História da Biologia

A revista filosofia e história *da biologia* discute alguns conceitos evolutivos presentes na história da biologia, reportando-se, geralmente, a autores específicos. Conceitos como herança (em Francis Galton o papel do núcleo), hereditariedade (Thomas H. Morgan), seleção natural (Darwin, Wallace e Nietzsche), adaptação (Darwin), evolução orgânica e tempo (Lamarck) e teoria genética (Darwin) são trabalhados pelos pesquisadores atuais.

Polizello (2011), (FHBH1), comenta que Galton elaborou genealogias para propor uma teoria estatística de herança, defendendo a regressão das características herdadas dos ancestrais. Nessa teoria estatística de herança, aparecem as ideias eugênicas de Galton. Esta concepção de Galton está relacionada ao valor ideológico de uma tentativa de melhoramento da “raça” humana, amparado na ideia de um processo de seleção de indivíduos que delinearão práticas sociais em diferentes países no final do século XIX e início do século XX.

Martins (2011), (FHBH2), destaca que Hertwing defendia a ideia de que os idioblastos localizados nos cromossomos nucleares eram os portadores das características hereditárias. Os autores evidenciam as contribuições da citologia e da embriologia na elaboração da teoria da herança de Hertwing, diferenciando-a da de Darwin e Spencer.

Martins e Brito (2006), (FHBH3), investigaram a mudança conceitual de Thomas H. Morgan que, a princípio, se opôs as teorias mendelianas e cromossômicas, inclusive à seleção natural no processo evolutivo. Entretanto, Morgan mudou suas concepções e ajudou a estabelecer a teoria mendeliana e a genética de *Drosophila*. Por fim, os pesquisadores concluem que as mudanças conceituais de Morgan não podem ser explicadas a nível conceitual, pois Morgan afirmava não haver provas de que as variações contínuas pudessem ser herdadas e isso deve ter ocorrido por motivos pessoais e profissionais.

Carmo e Martins (2006), (FHBH4), compararam as concepções de seleção natural em Darwin e Wallace. Concluíram que estes possuíam em comum a importância da seleção natural para o processo evolutivo e que divergiam em outros

pontos. Wallace atribuía somente à seleção natural as diferenças anatômicas entre macho e fêmea e que a seleção sexual ocorria somente entre os machos na disputa pelas fêmeas. Wallace também recorria à “outra influência, lei ou agente” além da seleção natural, para explicar o surgimento da natureza moral e das faculdades mentais dos seres humanos. Darwin discordava de Wallace nesses pontos.

Martins e Baptista (2007), (FHBH5), investigaram a noção de “tempo” que aparece na teoria de evolução orgânica de Lamarck. Concluíram que o tempo em Lamarck é linear, contínuo, dinâmico em relação às espécies, mas estático em relação às leis da natureza. Essa ideia de temporalidade se mantém nas obras de Lamarck. A questão do tempo geológico foi muito discutida no século XVII, no qual a geologia se desenvolveu e permitiu a ampliação da noção de tempo.

Bizzo (2007), (FHBH6), procurou demonstrar que a noção de “adaptação perfeita” era um obstáculo para que Darwin pudesse construir a teoria evolutiva, examinando as teorias acessórias de herança e mudança geológica. Em suas teorizações anteriores à “origem das espécies” Darwin concebia a necessidade de mudanças profundas no ambiente para causar alterações nas espécies. Isso se dava porque concebia a harmonia dos seres vivos com as possibilidades da natureza e a seleção natural, eliminando as imperfeições naturais. Entretanto, com a sua viagem a bordo do beagle, Darwin pode constatar a grande variabilidade de espécies e suas adaptações. Quando a relação com o ambiente estava desarmônica, as novas variedades que apareciam na descendência, em vez de destruídas imediatamente, aproveitavam, de alguma forma, os recursos disponíveis em outro lugares. Isso permitiu a Darwin mudar seu ideal de economia natural.

Bizzo (2008), (FHBH7), tentou demonstrar que as teorias genéticas de Darwin e Mendel tinham pouco em comum e que o conhecimento recíproco de suas teorias não teria antecipado a construção da “nova síntese”. Discute também a preferência atribuída a Darwin na história da biologia.

Carmo, Martins e Bizzo (2009), (FHBH8), investigaram o esquecimento de Wallace nos livros didáticos do Ensino Médio, apesar deste ter chegado à teoria da seleção natural quase que simultaneamente a Darwin. Os autores aventam a ideia de que fatores sociais, políticos, filosóficos ou religiosos podem ser responsáveis pela predileção de Darwin em relação a Wallace. Concluem que, apesar das semelhanças, houve diferenças como a existência de dificuldades e conflitos nas

explicações de fenômenos naturais e a existência de modificações graduais em relação às ideias dos cientistas.

Frezzati Junior (2007), (FHBH9), destaca as críticas de Nietzsche à seleção natural de Darwin a partir de suas possíveis leituras de obras neolamarckistas. Algumas ideias neolamarckistas são associadas às suas ideias pessoais na construção da filosofia nietzschiana. Ele não aceita que transmissão de uma característica vantajosa e de sua expressão seja passada para as gerações seguintes, pois essas pequenas variações seriam eliminadas, diluídas. Além disso, não há seleção das características vantajosas, já que o acaso favorece tanto os fortes quanto os fracos. Dessa forma, não são as características vantajosas que permanecem, mas as que são mais frequentes. Nietzsche critica, ainda, a seleção natural quanto ao tempo que leva para uma característica se fixar, uma vez que isso não garantiria o sucesso de sobrevivência contra as circunstâncias e os inimigos. Critica também a noção de utilitarismo e gradualismo nas estruturas orgânicas de Darwin, considerando a teoria da seleção natural como uma noção de vida como processo que tende a conservação, em vez da vida como superação. A vida se transforma e se supera por um impulso interno, uma vontade de potência na luta por mais poder para superar o meio externo.

Na sequência está exposta a próxima tabela, com informações sobre os artigos encontrados ao longo da pesquisa realizada, como se pode observar:

CATEGORIA: FILOSOFIA E HISTÓRIA DA BIOLOGIA/ EPISTEMOLÓGICOS			
Autor	Título	Ano	Codificação
ALDO MELLENDER DE ARAUJO	Síntese evolutiva, constrição ou redução de teorias: há espaço para outros enfoques?	2006	FHBEP1
ALDO MELLENDER DE ARAUJO	Vladimir A. Kostitzin, teórico, ignorado pelos arquitetos da síntese evolutiva	2007	FHBEP2
GUILLERMO FOLGUERA	La relación entre microevolución y macroevolución desde la síntesis biológica: entre las diferencias y las similitudes	2010	FHBEP3
NAHUEL PALLITTO; GUILLERMO FOLGUERA	Cambios y continuidades: la ecología del comportamiento y su relación con la síntesis biológica extendida	2012	FHBEP4
ALEXANDRE TORRES FONSECA	Kauffman e a teoria da evolução 'no limite do caos'	2007	FHBEP5
GUILLERMO FOLGUERA; PAULA LIPKO	La teoría sintética y la población como (única) unidad evolutiva	2007	FHBEP6
JERZY A. BRZOZOWSKI	O neo-darwinismo frente as teses da auto-organização e das contingências	2006	FHBEP7
KARLA CHEDIAK	O papel da evolução biológica na compreensão da representação em Fred Dretske	2007	FHBEP8

SANTIAGO GINNOBILI	Darwinismo universal de dominio de aplicación restringido	2007	FHBEP9
-----------------------	---	------	--------

Quadro 4: Artigos encontrados sobre o conceito de evolução biológica na perspectiva epistemológica na revista *Filosofia e História da Biologia*.

Os artigos da revista *Filosofia e História da Biologia* sobre discussões envolvendo questões epistemológicas do conceito de "Evolução Biológica" abordam assuntos como: universalidade do darwinismo e sua aplicabilidade; reducionismo teórico no neodarwinismo; a relação entre micro e macroevolução; a centralidade da microevolução na teoria evolutiva; a frequência fenotípica em Kostitzin; a teoria da auto-organização de Kauffman; a relação entre neodarwinismo e as teorias da contingência e auto-organização; ecologia do comportamento; teoria do comportamento e o papel da seleção natural em Dretske.

GINNOBILI (2007), (FHBEP9), defende a tese de que o domínio do darwinismo não é universal no sentido tradicional, mas está restrito, e, portanto, necessita ser reconstruído por meio de ferramentas fornecidas por algumas metateorias semanticistas. Ginnobili considera artificial anunciar a teoria da seleção natural como resposta *a priori* para todas as polêmicas atuais visando a manter seu domínio universal. Considera que as discussões atuais sobre os níveis de atuação da seleção estejam tentando delinear a extensão de atuação da seleção, tornando-a mais restrita. Além disso, a seleção natural não é o único mecanismo a atuar no processo evolutivo. O autor também considera a hipótese de haver, em algum lugar, um ser vivo que possua uma característica que é adaptada ao ambiente e que não seja resultado da ação da seleção natural e, que, portanto, exigiria outra teoria explicativa.

Araújo (2006), (FHBEP1), aborda o reducionismo teórico consolidado pelo neodarwinismo em torno da seleção natural (construção evolucionária) e aponta abordagens alternativas fundamentadas na herança que podem contribuir com o entendimento da biologia evolutiva: genética, epigenética, comportamental e simbólica. Estas abordagens expressam a tendência atual dos teóricos das ciências biológicas em desenvolver um pensamento holístico, sistêmico, ampliando a compreensão das relações biológicas, contrariando o reducionismo teórico.

A relação entre micro e macroevolução discutida em Folguera (2010), (FHBEP3), procura destacar que a prioridade da microevolução não é igual entre os pensadores da síntese biológica como Dobzhansky, Wright, Simpson, Mayr e Ayala.

Aponta, ainda uma ausência de formulações teórica em macroevolução para explicar alguns processos evolutivos.

No texto de Folguera e Lipko (2007), (FHBEP6), de temática correlata, ao texto anteriormente mencionado, a discussão aborda o porquê da centralidade da microevolução na teoria darwiniana e neodarwiniana. Nesse se destacam algumas possíveis causas: um forte realismo da comunidade científica; a estrutura presente na síntese biológica; a metodologia específica da genética de populações; e, o êxito apresentado por algumas teorias microevolutivas. Essas características de como fazer ciências, expressam o modo, pelo qual as práticas sociais moldam-se de acordo com a visão de mundo, no caso, a visão realista de mundo que é marcadamente científica.

A utilização do fenótipo em vez da frequência gênica por Kostitzin foi abordada por Araújo (2007), (FHBEP2), como uma “sabotagem” histórica, na qual, os editores desqualificavam e rejeitavam a publicação. Araújo discute alguns possíveis obstáculos à marginalização da obra de Kostitzin como: a barreira linguística, pois publicou seus trabalhos em Francês e sem tradução para o Inglês; a barreira ideológica, pois ele era marxista, contrariando a maioria dos biólogos ingleses da época; a barreira epistemológica, pois trabalhava com fenótipos e não genótipos como os demais pesquisadores. Entretanto, Kostitzin chegava a conclusões semelhantes às de Fisher, Haldane e Wright, por isso, o pesquisador discute as razões desse abandono na literatura.

Fonseca (2007), (FHBEP5), aborda a teoria da auto-organização de Kauffman e procura evidenciar a presença dos princípios da adaptação nos sistemas complexos, no quais a auto-organização espontânea é a principal fonte de ordem no universo. Dessa forma, a seleção natural atua sobre organismos dotados de auto-organização. Para Kauffman, a vida se equilibra entre a ordem e o caos, resultando nas populações existentes não por obra do acaso, mas como produto de uma lei natural.

Em outro texto, Brzozowski (2006) – (FHBEP7) – discute a relação entre o neodarwinismo e as teorias da auto-organização e da contingência. A teoria auto-organizacional impõe restrições sobre os mecanismos da seleção natural, enquanto a teoria da contingência propõe a abertura, eliminando as predições, atendo-se ao ocorrido (história). Diante dessas teorias, o autor investigou a compatibilidade ou incompatibilidade com o neodarwinismo e/ou com a concepção pós-síntese.

Quanto às discussões envolvendo a ecologia do comportamento Pallitto e Folguera (2012), (FHBEP4), analisam se as alterações no campo da síntese evolutiva estão atuando também na ecologia comportamental. Aparentemente, a ecologia do comportamento se utiliza dos mesmos pressupostos teóricos da síntese evolutiva.

Outro texto, CHEDIAK (2007), (FHBEP8), discute a ecologia do comportamento de Dretske, que não atribui relevância à evolução por seleção natural na explicação das causas das representações mentais dos animais, atribuindo-a apenas ao aprendizado (naturalização da mente). Para ele, a seleção natural somente atua sobre, não é responsável pela origem. Portanto, ela não explica o comportamento por não originá-lo. De fato, as variações surgem aleatoriamente sem levar em conta as necessidades dos organismos. Certos comportamentos são fixados evolutivamente e ficam inscritos no processo de desenvolvimento do organismo, pois estão associados ao programa genético. Dessa forma, a evolução é importante para fixar comportamentos instintivos, mas não o é em explicar comportamentos isolados de um organismo específico.

Os demais artigos encontrados na referida revista, seguem esquematizados na tabela abaixo.

CATEGORIA: FILOSOFIA E HISTÓRIA DA BIOLOGIA/ENSINO			
Autor	Título	Ano	Codificação
ANDRE LUIZ CORREA, et. Al.	História e filosofia da biologia como ferramenta no Ensino de Evolução na formação inicial de professores de biologia	2010	HFCE1
FERNANDA APARECIDA MEGLHIORATTI et, Al.	Recorrência da ideia de progresso na história do conceito de evolução biológica e nas concepções de professores de biologia: interfaces entre produção científica e contexto socio-cultural	2006	HFCE2
NELIO BIZZO; CHARBEL NIÑO EL-HANI	O arranjo curricular do ensino de evolução e as relações entre os trabalhos de Charles Darwin e Gregor Mendel	2009	HFCE3

Quadro 5: Artigos encontrados sobre o conceito de evolução biológica na perspectiva de ensino na revista Filosofia e História da Biologia.

Ainda na revista 'Filosofia e História da Biologia' foram destacados três textos pertencentes às discussões de caráter de ensino. Eles discutem os seguintes aspectos: história e filosofia da biologia (formação inicial de professores); a ideia de progresso na história da biologia (concepção de professores); arranjo curricular sobre evolução (relação entre Darwin e Mendel).

Correa *et al* (2010), (HFCE1), discutem a utilização da história e filosofia da biologia no ensino de evolução biológica. Os autores investigaram o entendimento dos alunos de um curso de licenciatura em Ciências Biológicas sobre as teorias de Lamarck e Darwin durante a disciplina de Evolução. Para tanto, investigaram as concepções prévias, elaboraram o material pedagógico, discutiram dois módulos didáticos e analisaram a construção das concepções dos alunos. Dessa forma, concluíram que as concepções prévias dos alunos eram semelhantes às presentes nos livros didáticos (algumas ideias equivocadas) e que a utilização de textos históricos nas aulas de evolução pode contribuir para o aprendizado desse conceito. Essas conclusões demonstram o papel dos livros e materiais didáticos na constituição das práticas sociais, pois moldam o modo de pensar e este, por sua vez, influencia o modo de agir.

Meglhioratti *et al* (2006), (HFCE2), debatem a presença da ideia de progresso na história do conceito de evolução biológica e nas concepções de professores. Os autores procuraram compreender os aspectos históricos do conceito de evolução biológica e sua relação com a visão de progresso além de discutir as concepções de professores adeptos a essa visão. Suas investigações revelaram que as conotações de progresso estiveram presentes nos séculos XVIII e XIX com temáticas como o aumento de complexidade, a valoração crescente entre os seres vivos, a linearidade e os mecanismos diretivos. Quanto às concepções de professores, suas investigações revelaram que eles não distinguem entre evolução cultural e biológica; entendem que a evolução leva a uma melhoria nos organismos; associam evolução a crenças religiosas; entendem o homem como organismo mais complexo. Dessa forma, os pesquisadores concluem que há componentes progressistas enraizados em valores sociais que interferem na compreensão do conceito de evolução biológica. Esta pesquisa destaca os valores que influenciam o conceito de evolução biológica como o conceito de progresso, o antropocentrismo e a religião.

Bizzo e El-Hani (2009), (HFCE3), abordam o arranjo curricular para o ensino de evolução e as relações entre as teorias de Darwin e Mendel. Neste texto, os pesquisadores investigaram os pressupostos epistemológicos dos currículos de biologia que retratam as relações entre a genética clássica (Mendel) e a teoria da evolução de Darwin. Os pesquisadores comentam a importância do uso equilibrado da história da ciência no ensino. Além disso, destacam a demora histórica para que houvesse combinação entre as ideias de Darwin e Mendel, combinação essa que,

difícilmente, poderá ser reconstruída na sala de aula. Os autores destacam também o desequilíbrio curricular entre micro e macroevolução, o fato de a evolução ser abordada no final do Ensino Médio e o curto tempo de ensino desse conceito. Segundo os autores, estes arranjos curriculares não permitem que a evolução desempenhe um papel integrador do conhecimento biológico, resultando em resultados negativos de aprendizagem. Dessa forma, a organização curricular, os livros didáticos e as aulas interferem no ensino de evolução biológica, uma vez que essas práticas sociais tratam esse conceito de modo pontual. Além do mais, representa uma tradição escolar de como os conteúdos devem ser ensinados.

Na sequência, como forma de integralização de ideias expostas, segue uma síntese a respeito dos pressupostos mais relevantes encontrados nas revistas nas quais a pesquisa se baseou.

4.1.3. Síntese das relações KVP no conceito de evolução biológica apresentado nas revistas analisadas

Os resultados das análises feitas nos artigos das revistas podem ser representados sinteticamente, como está exposto no quadro abaixo.

Relações KVP implícitas/explicitas nas revistas científicas analisadas		
K = Conhecimento	V = Valores	P = Práticas
<ul style="list-style-type: none"> • Pensamento morfológico e Funcional • Origem da Vida • Teleologia • Teoria Sintética • evo-devo • Transmissão cultural como adaptação • Gene • Seleção natural • Hereditariedade • Adaptação • Evolução orgânica • Darwinismo • Micro-evolução • Frequência fenotípica • Auto-organização • Neodarwinismo • Ecologia do comportamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Pensamento sistêmico/ holístico • Político • Filosófico • Social • Cultural • Ideológico • Religioso • Reduccionismo teórico 	<ul style="list-style-type: none"> • Pesquisa • Ensino • Eugênicas • Tradições históricas • Preconceito ideológico/ epistemológico • Elaboração curricular • Elaboração de manuais didáticos

<ul style="list-style-type: none"> • Currículo e Ensino de Evolução Biológica • História e Filosofia da Ciência e Ensino Evolução Biológica 		
---	--	--

Quadro 6: Relações KVP implícitas/explicitas nas revistas científicas analisadas.

Os três elementos (KVP) analisados se relacionam intimamente e podem constituir aspectos de um mesmo fenômeno investigado. Isso dificulta a categorização de determinado evento. Aspectos gnosiológicos influenciam os valores e as práticas sociais, do mesmo modo que os valores interferem na maneira como o conhecimento é abordado e também nas práticas sociais. Da mesma forma, as práticas sociais influenciam os conhecimentos e os valores vigentes em determinada época e local.

As publicações nas revistas científicas se utilizam de linguagem específica, obedecendo alguns padrões convencionados para a divulgação de pesquisas. Essa linguagem tende a supervalorizar o aspecto epistêmico, incentivando a impessoalidade do autor e a abstinência de aspectos contextuais de seus caminhos investigativos. Dessa forma, a padronização dos textos de divulgação científica dificulta a identificação de elementos importantes para a compreensão das relações KVP. Entretanto, alguns dos textos permitem considerar temáticas que possuem fortes conotações valorativas e que sugerem práticas sociais.

Entre as publicações comentadas anteriormente, destaca-se a grande quantidade de pesquisas fundamentadas em personalidades importantes dentro da tradição da pesquisa sobre evolução biológica como Lamarck, Darwin, Wallace, Mendel, Cuvier, Maupertuis, Galton, Nietzsche, Hertwins e Kostitzin. Por outro lado, há um número menor de publicações que abordam temáticas “atualizadas” e que estão presentes nas discussões atuais como: evo-devo, descentralidade dos genes (DNA), transmissão cultural, ecologia do comportamento, micro e macroevolução, teoria da auto-organização, níveis de atuação da seleção natural e a não universalidade do darwinismo (seleção natural).

Entre as temáticas atuais destacam-se valores como a busca de um pensamento sistêmico e amplificado. Nos textos que abordaram a história da ciência destacam-se, como valores, o pensamento progressivo e a teleologia que influenciaram na construção do conceito de evolução biológica.

Quanto às práticas sociais que subjazem os textos analisados destacam-se: as práticas de pesquisa científica; as práticas de ensino; as tradições históricas; os preconceitos ideológicos e epistemológicos; as elaborações curriculares e de manuais didáticos. Estas práticas têm uma íntima relação com os saberes de referência e com os valores que subjazem e fundamentam as motivações dos pesquisadores.

Os conceitos enfocados nessa pesquisa têm, assim, diferentes concepções e estas aparecem também nos documentos norteadores do ensino em nosso país e região, como a seguir se demonstra.

4.2 A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NAS DIRETRIZES CURRICULARES PARA OS CURSOS DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

O Conselho Nacional de Educação – que é o responsável pelas normas obrigatórias de orientação e planejamento curricular – juntamente com o Ministério da Educação (MEC) e a Câmara de Educação Superior, destacam a evolução biológica como eixo central dos conhecimentos biológicos: [...] Os conteúdos básicos deverão englobar conhecimentos biológicos e das áreas das Ciências Exatas, da terra e humanas, tendo a evolução como eixo integrador (BRASIL, 2001, p.3). Entre os conteúdos básicos, as Diretrizes apontam os conhecimentos de: biologia celular, molecular e evolução; diversidade biológica; ecologia; fundamentos das Ciências Exatas e da terra; e fundamentos filosóficos e sociais.

Esse destaque da evolução biológica como ferramenta metodológica e epistemológica normatiza todos os cursos brasileiros de formação em Ciências Biológicas. Assim sendo, as Diretrizes Nacionais orientam os cursos de Ciências Biológicas (bacharelado e Licenciatura) a elaborarem seus currículos fundamentando-os na teoria evolutiva e indicam que:

[...] o estudo das Ciências Biológicas deve possibilitar a compreensão de que a vida se organizou através do tempo, sob a ação de processos evolutivos, tendo resultado numa diversidade de formas sobre as quais continuam atuando as pressões seletivas (BRASIL, 2001, p.1).

As Diretrizes Nacionais apontam à evolução biológica como um dos elementos fundamentais do perfil dos graduandos em Ciências Biológicas, que deverão ser:

b) Detentor de adequada fundamentação teórica, como base para uma ação competente, que inclua o conhecimento profundo da diversidade dos seres vivos, bem como sua organização e funcionamento em diferentes níveis, suas relações filogenéticas e evolutivas, suas respectivas distribuições e relações com o meio em que vivem (BRASIL, 2001, p. 3).

Em outra parte do documento, as Diretrizes Nacionais apesar de não utilizar o termo “evolução biológica” orientam os cursos a integrarem suas disciplinas (zoologia, botânica, genética, entre outras) em torno de um eixo unificador, indicando que “[...] os conhecimentos biológicos sejam distribuídos ao longo de todo o curso, devidamente interligados e estudados numa abordagem unificadora” (BRASIL, 2001, p.3).

Um dos motivos para a pequena influência da indicação da evolução biológica funcionar como elemento unificador dos cursos de Ciências Biológicas é o fato de que apesar das Diretrizes apontarem a importância do conceito de evolução biológica em sua introdução, e no perfil dos formandos, não volta a enfatizar, sistematicamente, os aspectos evolutivos quando fala das competências e habilidades dos biólogos e nem quando discute a estrutura do curso. Assim, apesar do discurso apontar a importância do papel integrador da evolução biológica isso não se faz presente de forma consistente no texto das diretrizes.

Além do documento não enfatizar sistematicamente em seus vários pontos a evolução biológica, um possível motivo é que as Diretrizes Nacionais são “recentes”, o que justificaria parte da não efetivação de suas regulamentações para os cursos de graduação. De fato, o Conselho Nacional de Educação foi criado somente em 1995 com a Lei 9.131, que dispôs sobre as diretrizes curriculares para os cursos de graduação quando tratou das competências deste órgão. Dois anos depois, em 03/12/1997, foi elaborado o parecer sobre “Orientação para as diretrizes curriculares dos cursos de graduação” em caráter genérico. Portanto, este documento que regulamenta especificamente os cursos de Ciências Biológicas sobre o perfil dos formandos, as competências e habilidades, a estrutura do curso, os conteúdos

básicos e específicos e estágios e atividades complementares, é “relativamente recente” (2001).

Veja a seguir, no quadro 7, algumas relações KVP presentes no texto das Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas.

Relações KVP implícitas/explicitas nas Diretrizes Curriculares para os Cursos de Ciências Biológicas		
K = Conhecimento	V = Valores	P = Práticas
<ul style="list-style-type: none"> • Evolução Biológica • Ciências da Terra • Ciências humanas • Fundamentos de Filosofia e de Sociologia 	<ul style="list-style-type: none"> • Pensamento ainda fragmentado do conhecimento biológico • Evolução Biológica como um dos fundamentos do perfil dos graduando. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contradição entre o papel integrador da evolução biológica e a prática demonstrada pela falta de consistência do papel da evolução no próprio texto. • Evolução Biológica como ferramenta metodológica. • Evolução Biológica como eixo unificador dos conhecimentos Biológicos.

Quadro 7: Relações KVP implícitas/explicitas nas Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas

Os conhecimentos (K) apresentados nas Diretrizes incluem, além da evolução biológica, as ciências exatas, as ciências da terra, as ciências humanas e fundamentos de filosofia e de sociologia. Quanto aos valores (V) implícitos nas Diretrizes, podemos observar o pensamento biológico pouco integrado no texto do documento e a orientação para o desenvolvimento do perfil evolucionista dos graduandos. As Práticas Sociais (P) nas Diretrizes parecem apresentar uma contradição entre o suposto papel integrador da evolução biológica e a inconsistência do seu papel na prática demonstrada no texto. Apresentam, também, a evolução biológica como ferramenta metodológica e como eixo unificador dos conhecimentos biológicos.

Em uma análise de conjunto das referidas Diretrizes, podemos observar que as Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas abordam a conceito de evolução biológica esporadicamente e ainda, como apenas um elemento a ser somado ao conjunto de conhecimentos básicos do curso de graduação em Ciências Biológicas. Eventualmente, trechos descrevem a evolução como ferramenta metodológica e/ou eixo unificador dos conhecimentos biológicos. Entretanto, as referidas Diretrizes, no conjunto de seu texto, parecem atenuar a relevância e centralidade do conceito de evolução biológica.

Como mencionado já no princípio, a seguir, verifica-se, também, a relevância do conceito que nos ocupa nos Parâmetros Curriculares Nacionais.

4.3 A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NOS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS (PCNEM)

Os parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio apresentam uma abordagem da disciplina Biologia, na qual a unidade da biosfera e a articulação das diversas ciências (geologia, climatologia, sociologia, estereoquímica, física, genética, outras) são fundamentais para o entendimento do conhecimento biológico. Nesse contexto, os PCNEM comentam que a teoria sintética da evolução recebe contribuições de diversas áreas como da paleontologia, da embriologia, da genética e da bioquímica. Além disso, a compreensão da evolução exige o entendimento dos conceitos de adaptação e seleção natural como mecanismos evolutivos e a sua dimensão temporal (geológica).

Os Parâmetros Nacionais ainda afirmam que o ensino de biologia deve permitir aos alunos utilizarem a teoria evolutiva como chave interpretativa para o entendimento das funções e relações da biosfera, como se pode verificar no trecho a seguir:

O estudo das funções vitais básicas, realizadas por diferentes estruturas, órgãos e sistemas, com características que permitem sua adaptação nos diversos meios, possibilita a compreensão das relações de origem entre diferentes grupos de seres vivos e o ambiente em que essas relações ocorrem. Caracterizar essas funções, relacioná-las entre si na manutenção do ser vivo e relacioná-las com o ambiente em que vivem os diferentes seres vivos, estabelecer vínculos de origem entre os diversos grupos de seres vivos, comparando essas diferentes estruturas, aplicar conhecimentos da teoria da evolução na interpretação dessas relações são algumas das habilidades que esses estudos permitem desenvolver (BRASIL, PCNEM, p.18)

Em nossa análise os PCNEM apresentam em diferentes momentos a importância dos aspectos evolutivos e sua integração com outros conceitos biológicos. Entendemos que para o conceito de evolução biológica se constituir em um eixo unificador do ensino de biologia essa ênfase deveria ser maior, bem como, a explicitação da relação estabelecida entre esse conceito e os demais. Esse

entendimento está pautado nas pesquisas sobre concepções de evolução biológica que têm evidenciado os obstáculos dos professores na compreensão desse conceito.

Veja a seguir, no quadro 8, as relações KVP identificadas no texto dos PCNEM.

Relações KVP implícitas/ explícitas nos PCNEM		
K = Conhecimento	V = Valores	P = Práticas
<ul style="list-style-type: none"> • Relações interdisciplinares: Paleontologia, Embriologia, Genética e Bioquímica • Evolução Biológica: adaptação, seleção natural e dimensão temporal (geológica). 	<ul style="list-style-type: none"> • Pensamento sistemático holístico • Na explicitação do texto pouca adesão à centralidade da Evolução Biológica nas Ciências Biológicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Inter-relações teórico-práticas entre as questões Biológicas • Proposição da Evolução Biológica integrada aos demais conhecimentos Biológicos para a prática

Quadro 8: Relações KVP implícitas/explicitas nos Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio.

As relações KVP presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, sintetizadas no quadro 8 acima, apresentam alguns elementos importantes que delineiam as influências das políticas educacionais nos PCNEM. Dessa forma, os conhecimentos (K) apontados nos PCNEM sugerem a necessidade das relações interdisciplinares para que os conhecimentos biológicos possam ser compreendidos. Destacam também que há conceitos importantes para a compreensão da evolução biológica como: adaptação; seleção natural; noção de temporalidade.

Quanto aos valores (V) presentes no texto dos PCNEM, há uma valorização do pensamento sistemático e holístico. Entretanto, em uma análise geral do documento podemos perceber que há pouca adesão à centralidade da evolução biológica nos Parâmetros Curriculares Nacionais para os cursos de Ciências Biológicas.

As práticas sociais (P), adjacentes aos delineamentos dos PCNEM, sugerem a necessidade de realizar inter-relações teóricas-práticas entre as questões biológicas, inclusive realizar a integração da evolução biológica com os demais conceitos biológicos.

A forma como esses conceitos, finalmente, chegam ao cotidiano da sala de aula também é um dos pontos que orienta a pesquisa desenvolvida e uma das principais é por meio do livro didático. Este é, pois, o assunto que se enfoca a seguir.

4.4 A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NOS LIVROS DIDÁTICOS (E.M.)

As pesquisas referentes à evolução biológica presentes nos livros didáticos do banco de teses e dissertações da CAPES foram analisadas como elementos amostrais da situação dos manuais didáticos brasileiros. Cabe ressaltar que nem todas as obras foram disponibilizadas na íntegra para consulta, sendo que nesses casos foi realizada apenas a análise dos resumos das mesmas. Além disso, há que se considerar a possível defasagem dos dados analisados de acordo com o período de cada pesquisa e o destaque preferencial dos pontos negativos presentes nas discussões dos resultados das pesquisadas analisadas.

Nas obras analisadas foi encontrada uma multiplicidade de enfoques ou recortes investigativos, o que fornece uma gama variada de indicativos que permeiam o objeto investigado, permitindo uma leitura ampla da situação. Entretanto, é necessário considerar o caráter local e específico de cada pesquisa, sendo possível que algumas das considerações aqui aventadas não sejam generalizáveis a outros grupos e contextos pertencentes ao complexo fenômeno estudado.

Abaixo, no quadro 9, estão apresentados os trabalhos acadêmicos que discorrem a respeito dos livros didáticos e/ou do conceito de evolução biológica.

DISSERTAÇÕES/ livros didáticos			
NOME	TÍTULO	DEFESA	CÓD.
Alessandra Kemper	A Evolução Biológica e as revistas de divulgação científica: potencialidades e limitações para o uso em sala de aula	março/2008	DL1
Graça Aparecida Cicillini	A evolução enquanto um componente metodológico para o ensino de biologia no 2º grau - análise da concepção de evolução em livros didáticos	abril/1991	DL2
Wellington Bittencourt dos Santos	Análise de livros didáticos e validação de sequência didática sobre pluralismo de processos e evo-devo no contexto do ensino de zoologia de vertebrados	agosto/2011	DL3
Marcio Fraiberg	Análise dos conceitos sobre a Origem da Vida	março/2008	DL4

Machado		nos Livros didáticos do ensino médio, na disciplina de biologia, de escolas públicas gaúchas		
Gisnaldo Amorim Pinto		Análise retórica de livros didáticos: o caso da evolução biológica	fevereiro/2002	DL5
Lucken Bueno Lucas		Contribuições axiológicas e epistemológicas ao ensino da teoria da evolução de Darwin	abril/2010	DL6
Edmara Silvana JóiaZamberlan		Contribuições da história e filosofia da ciência para o ensino da evolução biológica	julho/2008	DL7
Cecília Helena Vechiatto dos Santos		História e Filosofia da Ciência nos livros didáticos de Biologia do ensino médio: análise do conteúdo sobre a origem da vida	setembro/2006	DL8
Diego Amoroso Gonzalez Roquette		Modernização e retórica evolucionista no currículo de Biologia: Investigando livros didáticos das décadas de 1960/70	junho/2011	DL9
Nicolau Mottola		O evolucionismo no ensino de biologia: investigação das teorias de Lamarck e Darwin expostas nos livros didáticos de biologia do plano nacional do livro didático do ensino médio – PNLEM	setembro/2011	DL10
Vanessa Navarro Roma		Os livros didáticos de biologia aprovados pelo programa nacional do livro didático para o ensino médio (PNLEM 2007/2009)	março/2011	DL11
Cristina Pontes Bonfiglioli		Relações entre Ontogenia e Filogenia: da Biologia à didática.	dezembro/1998	DL12
TESES/ Livros didáticos				
Jeferson Oliveira Botelho		O Tempo geológico no ensino fundamental e médio: os estudantes e os livros didáticos	abril/2006	TL1

Quadro 9: Dissertações e teses referentes ao conceito de evolução biológica e em livros didáticos

Dos treze trabalhos de pesquisa foi possível destacar alguns apontamentos importantes que poderão servir de parâmetros para possíveis análises e encaminhamentos político-pedagógicos.

Kemer (2008), (DL1), destaca pouco espaço curricular na disciplina de biologia no Ensino Básico como um dos problemas juntamente com as limitadas propostas metodológicas presentes nas políticas de educação. Em decorrência disso, a teoria da evolução – que deve ser um componente metodológico de todas as áreas das Ciências Biológicas devido ao seu caráter histórico de produção e de ensino — também possui pouca expressividade na realidade escolar.

Roquette (2011), (D9), destaca as mudanças nos currículos e nos livros didáticos nas últimas décadas, configurando a modernização da disciplina biologia. Para o autor, a inserção da matemática nos estudos de genética associado a uma retórica de unificação da Biologia em torno da evolução biológica ajudaram a consolidar a disciplina escolar de biologia.

Ainda sobre os livros e manuais didáticos, várias pesquisas apontam a grande influência dos manuais didáticos escolares no ensino, uma vez que estes ainda

servem de fonte e guia para professores e alunos. Dessa forma, uma minuciosa análise dos livros didáticos permite inferir aspectos da qualidade do ensino presente nas escolas de ensino básico (CICILLINI, 1991), (DL2).

No entanto, como Cicillini (1991) destaca, apesar de a evolução ter ganhado espaço e se estabelecido como eixo unificador das Ciências Biológicas, apenas um dos livros por ela investigado apresentava a evolução como proposta metodológica, aparecendo nele a temática evolutiva, parcialmente, em seus temas, desconsiderando-se os conflitos epistemológicos ao expor os conteúdos.

Algumas análises de livros didáticos mais recentes destacam ainda a presença de ideias equivocadas e distorcidas sobre evolução como, por exemplo, a visão antropocêntrica (ZAMBERLAN, 2008), (DL7).

Um fator destacado por Roma (2011) é a inserção de textos complementares nos manuais. Porém, os livros continuam com muitos questionários para resolução. Este é recurso didático questionado por não representar aumento significativo na qualidade do ensino. Contudo, os textos complementares não abordam todas as concepções evolutivas atuais como a teoria do equilíbrio pontuado, a saltacionista e o gradualismo, (DL11). Dessa forma, apesar da centralidade atribuída ao livro didático no ensino seus textos não trazem as discussões atuais sobre a teoria da evolução para a sala de aula, apresentando a teoria hegemônica sem conflitos ou polêmicas com outras concepções epistemológicas (CICILLINI, 1991; ROMA, 2011). (DL2; DL11).

Quanto à evolução biológica, Cicillini (1991) analisou os manuais do início da década de 90 e observou que nos livros didáticos havia uma apresentação linear dos seres vivos, paralela à história geológica, seguindo uma suposta cronologia no processo de especiação que se desenrolaria dos seres mais simples aos mais complexos. Tal visão desconsidera, pois os movimentos que não necessariamente conduzem a uma complexificação e causam dando a impressão que a evolução ocorre de forma linear. Além disso, verificou que os livros didáticos apresentam dados que corroboram com a teoria apresentada, excluindo fatos que contradizem ou limitam a sua credibilidade. Além disso, apresentam os conteúdos que possuem validade universal e que são sujeitos à verificação empírica e que não possuem influência social ou política (método científico tradicional (física e química)) (CICILLINI, 1991), (DL2). Os manuais também utilizam expressões como: “já existem”, “já há”, “transição”, “intermediários”, “primeira ocorrência evolutiva”,

“correlação evolutiva”, “primeiro filo” de forma linear e definitiva como um ponto de chegada ou de partida. Dessa forma, essa visão de história dos seres vivos perde o movimento atual de todos os organismos (idem), (DL2).

Associado a esse engessamento da história dos seres vivos, há uma apresentação de conteúdos desatualizada, descontextualizada, fragmentada e hierarquizada, que expressa o formato tradicional (ROMA, 2011) (DL11). Os conceitos fundamentais para a compreensão da evolução estão em capítulos específicos e tratam, parcialmente, de conceitos como, por exemplo, questões filogenéticas, origem da vida e genética de populações. Além disso, aparecem poucos termos evolutivos e, quando aparecem, induzem a distorções conceituais. Nos demais capítulos a discussão de conceitos evolutivos é atenuada ou até mesmo ausente (CICILLINI, 1991), (DL2).

Nos capítulos específicos que tratam da evolução biológica há, geralmente, a apresentação de uma visão reducionista da teoria transformista de Lamarck, reduzindo-a a duas leis não centrais no pensamento desse pesquisador, induzindo o leitor a entender que Lamarck estava errado e contra a fundamentação científica. Além disso, desconsidera-se que Lamarck atribuía ao ambiente o poder de aumentar a complexidade e o surgimento de novos órgãos (MOTTOLA, 2011), (DL10). Já a Darwin, ícone da representatividade da ciência, a maioria dos autores de manuais negligenciam a referência à ancestralidade comum, ao gradualismo e à multiplicação das espécies. Além de citar a seleção natural como responsável pela mudança evolutiva. Deixam de citar que Darwin aderiu a teorias como a do uso e desuso e de herança de caracteres adquiridos (idem), (DL10).

Alguns autores de manuais induzem a erros conceituais como, por exemplo, a “adaptação” é apresentada como resultado da evolução e nunca como processo. A “diversidade” é apresentada como um fato genérico e desconsidera a variabilidade das espécies. Há comparações entre estruturas com origens embrionárias diferentes como, por exemplo, os olhos do polvo e do mamífero; comparam funções, desconsiderando suas origens anatômicas como, por exemplo, o voo de vertebrados e dos invertebrados; utilizam expressões como “mais simples” e “mais complexas” sem utilizar uma referência (quem ou quê) (CICILLINI, 1991), (DL2).

Diante dessas observações realizadas pelos pesquisadores de livros didáticos, especificamente sobre o conceito de evolução biológica, destacamos, contrariando os PCNEM e Diretrizes Curriculares, que a evolução biológica não é

efetivamente o eixo unificador dos conteúdos das ciências biológicas e nem é prioridade no ensino de biologia (ROMA, 2011), (DL11). Ou seja, a evolução, na prática, não é compreendida como significativa da biologia (ZAMBERLAN, 2008), (DL7).

A apresentação de uma sequência rígida de conteúdos por objeto de estudo, associada ao pequeno estudo sobre evolução, conduzem a uma noção de evolução biológica parcial e limitada. Outro fator importante a se destacar é a dificuldade dos manuais didáticos em incorporarem as pesquisas acadêmicas na área de ensino, bem como, discussões pós-síntese evolutiva (evo-devo) que permanecem muito negligenciadas, inclusive na graduação (ROMA, 2011), (DL11).

Esses fatores limitantes da eficiência de manuais didáticos resultam na caracterização de uma biologia factual, memorística e descontextualizada por omitir uma gama de questões e conceitos fundamentais para o bom entendimento da evolução biológica e da biologia enquanto ciência e disciplina (CICILLINI, 1991), (DL2).

Diante dessas análises e observações dos pesquisadores da área percebe-se uma carência de estudos que se utilizem da história e filosofia da biologia de modo que a transposição didática bem realizada consiga aproximar a linguagem científica presente nos conceitos da teoria evolutiva ao nível cognitivo dos alunos (LUCAS, 2010), (DL6).

No quadro 10, a seguir, encontram-se as relações KVP identificadas nas pesquisas com livros didáticos e/ou sobre o conceito de evolução biológica.

Relações KVP implícitas/ explícitas referentes ao conceito de Evolução Biológica nos Livros Didáticos		
K = Conhecimento	V = Valores	P = Práticas
<ul style="list-style-type: none"> • Evolução Biológica com pouca expressividade (DL11; DL7) • Livro didático com conceitos equivocados e distorcidos (DL2; DL7) • Negligencia conceitos como: a teoria do equilíbrio pontuado, saltacionismo, gradualismo, ancestralidade comum e multiplicação das espécies (DL10; DL11) • Apresentação superficial dos conceitos: filogenia, origem da vida e genética de populações 	<ul style="list-style-type: none"> • Presença da influência da ideologia norte-americana nos livros didáticos (cristã/capitalista) • Ideologia progressista, linearidade, complexificação, neutralidade da ciência (DL2; DL9) • Visão Reducionista (DL10), factual e memorística (DL2) • Valorização da ação 	<ul style="list-style-type: none"> • Ensino fragmentado, parcial e desatualizado (DL11; (DL9) • Técnicas de pesquisa e de ensino (DL9), método tradicional com muitos questionários (DL11) • Manuais como fonte e guia de ensino (DL2)

(DL2)	pedagógica acadêmica (DL9)	e
-------	-------------------------------	---

Quadro 10: Relações KVP implícitas/explicitas referentes ao conceito de evolução biológica nos livros didáticos.

As pesquisas envolvendo o conceito de evolução biológica nos livros didáticos, conforme representado no Quadro 10, apresentam alguns elementos importantes para a análise KVP. Dentre os conhecimentos (K) elencados nas pesquisas destaca-se a pouca expressividade do conceito de evolução biológica. Além disso, os pesquisadores interpretam que há negligência de alguns conceitos como: o saltacionismo; o gradualismo; a ancestralidade comum; a multiplicação das espécies e a teoria do equilíbrio pontuado. No entanto, outros conceitos são abordados, segundo os pesquisadores, superficialmente como: a origem da vida; a genética de populações; e a filogenia.

Nas pesquisas realizadas com livros didáticos destacam-se também alguns valores (V) que norteiam as políticas educacionais, tais como: a influência da ideologia norte-americana nos livros didáticos brasileiros na consolidação da disciplina escolar biologia; a influência da ideologia progressista, apresentada em ideias como de linearidade e complexificação dos seres vivos; a visão de neutralidade da ciência; a visão reducionista, factual e memorística na estruturação dos livros didáticos.

As pesquisas destacam algumas práticas (P) presentes nos textos dos manuais didáticos, como: a fragmentação do conteúdo, a parcialidade e a desatualização do conhecimento. Apontam também a presença de muitos questionários (método tradicional) e de técnicas de pesquisa e de ensino. As teses e dissertações consultadas apontam, ainda, que os manuais didáticos são utilizados como fonte e guia para o ensino.

Por conseguinte, no próximo tópico apresentaremos as concepções dos docentes sobre o conceito de evolução biológica, para posteriormente traçarmos as convergências ou divergências entre as demais pesquisas e o que pensam os professores e, também, os alunos.

4.5 A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NA CONCEPÇÃO DOS DOCENTES

As pesquisas referentes às concepções dos docentes sobre a evolução biológica presentes no banco de teses e dissertações da CAPES foram analisadas como elementos amostrais da situação formativa dos professores brasileiros de Ensino Básico. Desta forma, após uma abordagem de estado da arte, objetivamos sintetizar os principais resultados e observações dos pesquisadores em educação das universidades brasileiras referente às concepções dos professores sobre o conhecimento da evolução biológica.

A análise das 21 dissertações e 05 teses, nas quais os pesquisadores apresentaram seus objetos de pesquisa, objetivos, dados e resultados forneceram algumas linhas de convergência de resultados de análise, bem como, alguns elementos divergentes. Esse é um resultado esperado devido à diversidade de grupos analisados em contextos específicos.

A seguir, no Quadro 11, serão apresentadas sinteticamente as principais observações e resultados encontrados pelas dissertações e teses pesquisadas.

DISSERTAÇÕES/ Professores			
NOME	TÍTULO	DEFESA	CÓD.
Ana Paula Netto Carneiro	A evolução biológica aos olhos de professores não-licenciados	maio/2004	DP1
Andrea Vianna Cerqueira	Representações sociais de dois grupos de professores de biologia sobre o ensino de origem da vida e evolução biológica: aspirações, ambiguidades e demandas profissionais	maio/2009	DP2
André Luiz Correa	História e filosofia da biologia na formação inicial de professores: reflexões sobre o conceito de evolução biológica	maio/2010	DP3
Carina Merheb Azevedo Souza	A presença do evolucionismo e do criacionismo em disciplinas do ensino médio (geografia, história e biologia): um mapeamento de conteúdos na sala de aula sob a ótica dos professores	janeiro/2008	DP4
Cristina Rosa Valença	Teoria da evolução: representações de professores-pesquisadores de biologia e suas relações com o ensino médio	julho/2011	DP5
Daniel Luis Montagnini	O ensino da diversidade e evolução biológicas: um estudo crítico-reflexivo sobre a própria prática docente	julho/2000	DP6
Daniel Pauli Lucena	Evolução Biológica pelo modo não-tradicional: como professores de ensino médio lidam com esta situação?	setembro/2008	DP7
Elaine Aparecida Daniel	Concepções de Futuros professores da escola básica sobre evolução dos seres vivos: implicações para a prática docente	fevereiro/2003	DP8

Fabio Licatti	O ensino da Evolução biológica no nível médio: investigando concepções de professores de biologia	março/2005	DP9
Fernanda Aparecida Meghioratti	História da construção do conceito de evolução biológica: possibilidades de uma percepção dinâmica da ciência pelos professores de biologia	maio/2004	DP10
Júlio César Castilho Razera	Ética em assuntos controversos no Ensino de Ciências: atitudes que configuram as controvérsias evolucionismo e criacionismo	março/2000	DP11
Lia Midori Meyer Nascimento	Como ensinar a estudantes universitários de ciências biológicas e ciências da saúde sobre a crise do conceito de gene?	junho/2010	DP12
Lidiane Goedert	A formação do professor de biologia na UFSC e o ensino da evolução biológica	outubro/2004	DP13
Livia Baptista Nicolini	Origem da Vida: Como os licenciandos em Ciências biológicas lidam com este tema?	agosto/2006	DP14
Luciane Carvalho Oleques	Evolução biológica: percepção de professores de biologia de Santa Maria-RS	agosto/2010	DP15
Maicon J. C. Azevedo	Explicações teleológicas no ensino de evolução: um estudo sobre os saberes mobilizados por professores de biologia	janeiro/2007	DP16
Maria Grazielle Bossi da Silva	Um estudo sobre a evolução biológica como eixo norteador do processo de formação do professor de biologia	setembro/2011	DP17
Maria Letícia FelicoriTonelli e Teixeira Leite	Muito além da Dolly: as “novidades científicas” em sala de aula	agosto/2004	DP18
Renata Agnoletto	A representação Social do conceito de Evolução por professores de biologia	maio/2011	DP19
Roberta Lipp Coimbra	A influência da crença religiosa no processo de ensino em evolução biológica	maio/2007	DP20
Roni Ivan Rocha de Oliveira	Utilização de espaços não formais de educação como estratégia para a promoção de aprendizagens significativas sobre evolução biológica	março/2011	DP21
TESES/ Professores			
Antonio Fernandes Nascimento Júnior	Construção de estatutos de ciência para a biologia numa perspectiva histórico-filosófica: uma abordagem estruturante para seu ensino	julho/2010	TP1
Filipe Cavalcanti da Silva Porto	O tema comportamento no ensino de biologia	junho/2008	TP2
Francisco Angelo Coutinho	Construção de Um perfil conceitual de Vida	março/05	TP3
Graça Aparecida Cicillini	A produção do conhecimento biológico no contexto da cultura escolar do ensino médio: a teoria da evolução como exemplo	março/1997	TP4
João Mianutti	Uma proposta de formação continuada de professores de biologia em Mato Grosso do Sul: de manuais didáticos a obras clássicas no estudo da evolução biológica	março/2010	TP5
Nélio Marco Vincenzo Bizzo	Ensino de evolução e história do darwinismo	dezembro/1991	TP6

Quadro 11: Dissertações e teses referentes ao conceito de evolução biológica sobre as concepções professores disponíveis no Banco de Dados de Dissertações e Teses da CAPES.

Evolução e concepções criacionistas tendem a causar mal-estar tanto em cientistas crentes como em crentes não cientistas. Dessa forma, os resultados encontrados pelos pesquisadores sobre o conhecimento dos professores sobre a evolução biológica e sua relação com as concepções religiosas são variadas.

Entre as posturas encontradas pelos pesquisadores estão a negação do conflito ciência/fé pelos professores que afirmam não haver disputas entre professores e alunos; e a fuga do conflito, opção da maioria dos professores, evitando abordar temas que causam estranheza com as concepções religiosas dos alunos (CARNEIRO, 2004), (DP1).

Quando os professores argumentam sobre a origem da vida e evolução biológica transparece o ecletismo, no qual se misturam conceitos da teoria da evolução biológica com crenças criacionista e valores culturais (progresso) (idem), (DP1). Há sem dúvida uma falta de clareza conceitual que dificulta o ensino da evolução quando confrontados com as concepções religiosas dos alunos, uma vez que alguns professores não sabem como trabalhar a temática (MEGLHIORATTI, 2004), (DP10).

A fragilidade conceitual de boa parte dos docentes referente à teoria evolutiva pode ser resultado de múltiplos fatores como déficit de formação inicial, falta de formação continuada (GOEDERT, 2004), (DP13), interferência de concepções íntimas contrárias, entre outros, resultam em erros conceituais graves. Estes restringem aspectos da teoria ou ignoram conceitos importantes.

A seguir destacam-se algumas afirmações equivocadas que são frequentes sobre a evolução biológica: todas as modificações são provocadas por seleção natural; a evolução ocorre a partir da Lei do Uso e Desuso de Lamarck (CARNEIRO, 2004), (DP1); a adaptação como causa do processo evolutivo; a evolução como meio de sobrevivência; a evolução como necessidade interna do organismo; a evolução como resposta às mudanças ambientais; a evolução como mudança com finalidade ou propósito, como maturação ou preditividade, como complexificação ou progresso, como aperfeiçoamento ou melhoramento (OLEQUES, 2010), (DP15).

Carneiro (2004), (DP1), identifica que os professores têm distorções conceituais mesmo sobre a teoria neodarwiniana, desconsiderando a seleção natural e a adaptação. Ainda uma das ideias, fortemente, presente no discurso dos professores é a de progresso dos seres vivos (CARNEIRO, 2004), (DP1), entendendo que a evolução ocorre do mais simples aos mais complexos, numa

espécie de hierarquia natural em direção à complexidade e ao melhoramento. Essa visão linear e progressista (teleológica), muito próxima do senso comum (AZEVEDO, 2007), (DP16), é utilizada por alguns professores como ferramenta heurística para “facilitar” a aprendizagem da teoria da evolução biológica. Tal metodologia é desaprovada pela maioria dos professores de biologia (idem), (DP16). Alguns professores apresentam, também, uma concepção antropocêntrica, na qual, concebem o ser humano como auge do processo evolutivo (AGNOLETTI, 2011), (DP19).

Conceitos a-científicos como os descritos acima expressam a distorção do conceito de evolução por falta de conhecimento dos conceitos básicos da teoria sintética da evolução (CARNEIRO, 2004), (DP1). Além desses erros conceituais, alguns professores afirmam não ter conhecimentos sobre a evolução humana (OLEQUES, 2010) (DP15).

Outra observação destacada pelos pesquisadores diz respeito à apresentação dos conteúdos de modo desarticulado, utilizando termos científicos com sentido de senso comum, servindo-se de linguagem inadequada por falta de conceitos estruturados. E, mais, o conhecimento histórico de parte dos professores sobre a formação do conceito de evolução biológica está restrito a Lamarck e Darwin. Alguns nem citam Lamarck, Darwin, teoria sintética, mutação, acaso, seleção natural, adaptação, diversidade, genes e pressões ambientais (MEGLHIORATTI, 2004), (DP10).

Quanto à história evolutiva alguns docentes afirmam que as evidências paleontológicas permitem reconstruir a história evolutiva, desconsiderando os elos perdidos dos registros paleontológicos (CARNEIRO, 2004), (DP1). Outra visão limitada da teoria evolutiva apresentada por boa parte dos professores se refere à visão de evolução restrita ao indivíduo, desconsiderando o caráter populacional do processo evolutivo (OLEQUES, 2010) (DP15). Alguns docentes apresentaram, também, uma personificação do meio ambiente ou dos genes como se fossem agentes intencionais no processo evolutivo (AGNOLETTI, 2011), (DP19). Outros ainda atribuíram ao DNA um poder de criação molecular, um criacionismo a partir das mudanças promovidas pelo DNA (idem), (DP19).

Quanto ao processo de ensino-aprendizagem da evolução biológica, os professores tendem a valorizar a interatividade entre alunos e objeto de estudo para que ocorra a aprendizagem numa forma de estratégia didática alternativa. Além

disso, defendem a educação informal como motivadora indispensável da aprendizagem (internet, TV, centros de ciências, zoológicos, outros). Contudo, afirmam que primeiro os alunos precisam ter contato formal com a teoria para depois participarem de atividades informais (LUCENA, 2008), (DP7). Mesmo com o destaque da importância das atividades informais, os professores consideram o livro didático como o principal instrumento de apoio sobre o conteúdo de evolução biológica (LUCENA, 2008 (DP7); OLEQUES, 2010 (DP15)). E afirmam que os manuais necessitam de atualização (AGNOLETTI, 2011), (DP19).

Algumas pesquisas utilizaram textos de história e filosofia da ciência como meio para contextualizar os conceitos de evolução biológica na formação de professores (por exemplo, MEGLHIORATTI, 2004 e CORREA, 2010), (DP10; DP3). Este recurso diminuiu a dificuldade dos estudantes em discutir os temas (CORREA, 2010), (DP3), pois permitem preencher lacunas presentes nos manuais didáticos, conferindo ao conhecimento biológico maior movimento histórico e contextualizando os processos de construção do saber. Da mesma forma, os instrumentos audiovisuais como filmes e entrevistas, podem auxiliar nas discussões em sala de aula (MIANUTTI, 2010), (TP5).

Em situações de controvérsias em sala de aula, Razera (2000) indica que os professores, de modo geral, demonstram harmonia com as concepções prévias dos alunos (respeito, justiça, liberdade, igualdade e benevolência), favorecendo a autonomia intelectual e moral dos alunos (RAZERA, 2000), (DP11). Entretanto, muitas vezes os confrontos epistemológicos entre concepções prévias e concepção científica são inevitáveis, exigindo dos professores um bom suporte formativo para conduzir as discussões com equilíbrio lógico e psicológico para interagir com os alunos.

Associados aos problemas epistemológicos dos professores estão as limitações metodológicas e pedagógicas de ensino. Muitos professores se utilizam do método tradicional, que privilegia a memorização dos conceitos, negligenciando os seus significados. Por possuírem uma visão positivista de ciência, defendem uma visão de aprendizagem que objetiva fixar conceitos (MEGLHIORATTI, 2004), (DP10). As limitações metodológicas dos docentes aparecem também quando afirmam que percebem as dificuldades que os alunos têm para aprender, mas afirmam que não possuem dificuldade em ensinar. Há uma inconsciência dos

docentes de suas dificuldades no ensino de evolução, pois não estabelecem relação entre ensino-aprendizagem (CERQUEIRA, 2009), (DP2).

Muitos problemas são ainda destacados pelos pesquisadores como a falta de conhecimento e domínio sobre a história do desenvolvimento do pensamento evolutivo (OLEQUES, 2010), (DP15), associada à pequena compreensão dos conceitos básicos (MEGLHIORATTI, 2004), (DP10). De fato, faltam discussões sobre a natureza da ciência na disciplina história e filosofia da ciência na graduação (fragilidade formativa). Além disso, há a falta de uma abordagem de contextos históricos, sociais, econômicos, culturais em questões polêmicas (SILVA, 2011), (DP17).

Quando esses docentes precisam discutir questões complexas e polêmicas com seus alunos, a maioria prefere evitar conflitos com as concepções religiosas dos alunos (SOUZA, 2008), (DP4). Há, sem dúvida, uma grande dificuldade do professorado em lidar com as crenças dos alunos. Por isso fogem deste tema, negam o conflito, apresentam-no com superficialidade, ou pior, realizam uma síntese, uma mistura de evolução com crenças pessoais, entre elas a teleológica (MEGLHIORATTI, 2004), (DP10). Desta forma, transparecem traços ideológicos genéricos no discurso dos professores (RAZERA, 2000), (DP11), resultado, talvez, de falta de domínio da teoria evolutiva e falta de reflexão sobre suas próprias crenças e sua relação com a prática pedagógica.

Ainda alguns professores afirmam ter maior dificuldade com o ensino sobre a origem da vida do que com o ensino de evolução. Essa dificuldade é atribuída a lacunas na formação inicial e também a falta de conhecimentos de química dos estudantes do primeiro ano para compreender a origem da vida, o que gera conflito com as concepções prévias dos alunos (CERQUEIRA, 2009), (DP2). Além desses fatores, os docentes sugerem a revisão dos currículos para se adaptarem a capacidade cognitiva dos alunos, favorecendo a construção dos conceitos básicos (fator motivacional), pois os conceitos ensinados possuem alto grau de especificidade que dificulta a aprendizagem (LUCENA, 2008), (DP7). As propostas curriculares que estipulam os conteúdos tornam-se entraves aos objetivos projetados para o ensino, inclusive, à moralidade na relação com o aluno (RAZERA, 2000), (DP11).

A maioria dos professores formadores que atuam na formação inicial nunca lecionou no Ensino Básico, dificultando a formação pedagógica dos futuros

professores para atuarem com os alunos no ensino básico. A grande maioria dos novos professores afirmou não estarem preparados para lecionar evolução, enquanto outros não sabem como transpor o conhecimento acadêmico para a sala de aula e outros, ainda, acreditam que o tempo vai dar-lhes experiência e segurança para ensinar. Entretanto, alguns fatores confirmam esse despreparo dos docentes para o ensino de evolução: falta de conceitos estruturados; problema no entendimento do caráter populacional, problema no entendimento da teoria sintética, problema no entendimento do processo evolutivo, da adaptação, da seleção natural, inclusive do termo “teoria” (SILVA, 2011), (DP17).

As pesquisas – (GOEDERT, 2004), (DP13) – destacam, também fragilidades nas estruturas dos cursos de graduação em Ciência Biológicas como: a evolução não aparece como eixo integrador dos conhecimentos biológicos; falta articulação entre professores de diversas áreas; falta de conhecimento profundo sobre evolução e natureza da ciência; falta de integração entre as disciplinas na formação; falta vínculo estreito entre teoria e prática na formação inicial (SILVA, 2011), (DP17). Estas fragilidades dos cursos de graduação em Ciências Biológicas se associam à fragilidade da visão de biologia apresentada nos documentos curriculares e na falta de atualização dos livros didáticos (PORTO, 2008), (TP2). Outro fator importante para o ensino da biologia evolutiva é a ampliação de espaços informais para auxiliar no ensino (LUCENA, 2008), (DP7).

Problemas estruturais como os anteriormente comentados, entretanto, não eximem os professores de suas responsabilidades formativas. Os pesquisadores observaram que 2/3 dos professores não conhecem as Diretrizes Curriculares para o ensino de biologia (SILVA, 2011), (DP17). Porém, os docentes justificam sua estagnação formativa pelo excesso de trabalho, pela burocracia para realizar a formação continuada e pela falta de material alternativo de qualidade (GOEDERT, 2004), (DP13). Além do mais, afirmam que leituras extras demandam muito tempo e são obstáculos à prática docente (MIANUTTI, 2010), (TP5).

Das observações realizadas pelos pesquisadores da temática “ensino de evolução biológica” é possível extrair algumas exigências formativas para que os professores adquiram as competências necessárias para administrarem o complexo processo de ensino da teoria evolutiva. Disso se depreende que o professor deva possuir uma predisposição para o ensino, deva possuir o domínio do conteúdo a ser ensinado e também possuir a capacidade de problematizar e conduzir as discussões

visando a superar os obstáculos epistemológicos dos alunos. O desenvolvimento dessas competências exige a convergência formativa de diversos fatores epistemológicos, pedagógicos e políticos. Como síntese das carências e possibilidades formativas aventadas pelas pesquisas tem-se:

- Falta de estudos sobre origem da vida (DP2);
- Falta de reflexões sobre a natureza da Ciência (DP2; DP3; DP17);
- Necessidade de utilização da história e filosofia da ciência na formação epistemológica do professor (DP3; DP10; DP17);
- Necessidade de recontextualização didática dos trabalhos históricos e filosóficos (DP12);
- Falta de estudo sobre filogenia (DP15);
- Falta de textos de apoio adequados que abordem temas desconhecidos pelos professores como: equilíbrio pontuado, neutralismo, gene egoísta, entre outros (DP10);
- Falta de integração dos conhecimentos biológicos na teoria da evolução biológica (DP13);
- Falta de integração entre as disciplinas nos cursos de graduação;
- Necessidade de formação continuada sobre o conhecimento científico e pedagógico (DP13; DP15; DP17);
- Necessidade de incluir a ética e moral na prática de ensino na formação inicial de professores (DP11);
- Falta de planejar as interações discursivas com os estudantes (DP12);
- Necessidade de investir na transposição didática de pesquisas atuais para o contexto escolar (DP15; DP17);

Apresentamos a seguir, no quadro 12, as relações KVP identificadas nas concepções dos docentes sobre o conceito de evolução biológica.

Relações KVP implícitas/explicitas nas concepções de Evolução dos Docentes		
K = Conhecimento	V = Valores	P = Práticas
<ul style="list-style-type: none"> • Pouco domínio do conhecimento sobre Evolução Biológica (DP13) • Erros conceituais (DP1) • História e Filosofia da ciência (DP10; DP3) • Falha na formação inicial 	<ul style="list-style-type: none"> • Antropocentrismo (DP16) • Crenças religiosas (DP1) • Ecletismo (DP1) • Negação do conflito (DP1) • Evolução como finalidade, predictividade, complexificação, progresso e melhoramento 	<ul style="list-style-type: none"> • Não sabem como ensinar Evolução Biológica (DP10) • Ignoram a evolução humana (DP15) • Valorização da educação informal como apoio ao ensino (DP7)

<p>(DP2)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falha na estrutura dos cursos acadêmicos de Biologia (DP13) • Fragilidade da visão de Biologia nos documentos curriculares (TP2) 	<p>(DP1; DP15; DP16)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Intencionalidade nos seres vivos (DP19) • Respeitam as concepções prévias dos alunos (DP11) • Inconsciência das próprias dificuldades do ensino (DP2) 	<ul style="list-style-type: none"> • Instrumentos audiovisuais como auxílio a aprendizagem (TP5) • Limitação metodológica e pedagógica (metodologia tradicional) (DP10) • Muitos evitam conflitos com as concepções dos alunos (DP4) e outros negam os conflitos (DP10) • Dificuldade no ensino da origem da vida (DP2) • Sugerem revisão curricular (DP7) • Não sabem transpor o conhecimento acadêmico para a sala de aula (DP17) • Desconhecem as diretrizes curriculares para o ensino de Biologia (DP17) • Excesso de atividade e falta de tempo para atualizar o saber (DP13; TP5)
--	--	--

Quadro 12: Relações KVP implícitas/explicitas nas concepções de evolução por parte dos docentes encontradas nas Dissertações e Teses analisadas, disponibilizadas no Banco de Teses e Dissertações da CAPES.

As pesquisas envolvendo as concepções dos professores sobre a evolução biológica revelam algumas conclusões importantes para retratar a relação entre a visão científica e adesão pessoal do docente. Com relação ao conhecimento (K), os pesquisadores apontam o pouco domínio do conhecimento sobre a evolução biológica associada aos erros conceituais. Eles atribuem estes fatores à falha na formação inicial, à estrutura dos cursos acadêmicos de biologia, à fragilidade da visão de biologia nos documentos curriculares, ao excesso de atividade e à falta de tempo para atualizar o saber. Por outro lado, destacam a utilização da história e filosofia da ciência como conhecimentos importantes para a compreensão da evolução biológica.

Quanto aos valores (V), destacamos das pesquisas analisadas alguns elementos que emergiram na abordagem desses trabalhos com os docentes sobre a evolução biológica. Os docentes possuem valores como o antropocentrismo, o ecletismo, a adesão às crenças religiosas e à negação do conflito. Concebem, também, a evolução como finalidade, preditividade, complexificação, progresso, melhoramento e a intencionalidade nos seres vivos. Além disso, os pesquisadores

apontam que os docentes são inconscientes das próprias dificuldades no ensino, mas, alguns respeitam as concepções prévias dos alunos.

Nas análises realizadas com os professores emergem algumas práticas sociais (P) que caracterizam as ações dos docentes como: não saber como ensinar e ignoram conteúdos tanto de Evolução Biológica quanto os de origem da vida; apresentação desarticulada e informal; utilização de instrumentos audiovisuais; limitação metodológica e pedagógica (metodologia tradicional); evitam ou negam os conflitos com as concepções dos alunos; não sabem transpor o conhecimento acadêmico para a sala de aula; e, desconhecem as diretrizes curriculares para o ensino de biologia.

Da mesma forma como os docentes, é importante verificar como a concepção de evolução biológica está presente na comunidade discente. A esse ponto nos dedicamos a seguir.

4.6 A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NAS CONCEPÇÕES DE ALUNOS.

As pesquisas referentes às concepções dos alunos sobre a evolução biológica presentes no banco de teses e dissertações da CAPES foram analisadas como elementos amostrais da situação do processo de ensino-aprendizagem do conceito de evolução dos alunos de Ensino Básico, conforme exposto no Quadro 13.

DISSERTAÇÕES/ Alunos			
NOME	TÍTULO	DATA	CÓD.
Alessandra Guida dos Santos	Religião, Ciência e Mundo Social: Aspectos de uma dinâmica de aprendizagem em uma escola pública do ensino médio	janeiro/2008	DA1
Aline de Castilho Mello	Evolução biológica: concepções de alunos e reflexões didáticas	março/08	DA2
Andréa Porto Luiz Madeira	Fé e evolução: a influência de crenças religiosas sobre a criação do homem na aprendizagem da teoria da evolução com alunos do 3º ano do ensino médio	agosto/2007	DA3
Chrystian Carletti	A percepção infantil dos conceitos essenciais à teoria da evolução	abril/2008	DA4
Douglas Verrangia Correa da Silva	Análise do desenvolvimento de conceitos científicos sobre a teoria da evolução das espécies em alunos do ensino médio	abril/2004	DA5
Eliane Dias de Franco Trigo	Ciência, um convidado especial na sala de aula de biologia - estudo exploratório de um encontro cultural entre ciência e religião no ensino médio	fevereiro/2005	DA6

Graciela da Silva Oliveira	Aceitação/Rejeição da Evolução Biológica: atitudes de alunos da Educação Básica	janeiro/2009	DA7
Lígia Cristina Ferreira Machado	Interações discursivas e aprendizagem no contexto da sala de aula de ciências	agosto/1999	DA9
Luciano Rogério Destro Giocóia	Conhecimento básico de genética: concluintes do ensino médio e graduandos de ciências biológicas	março/2006	DA10
Marcio Andrei Guimarães	Cladogramas e Evolução no Ensino de Biologia	setembro/2005	DA11
Maria de Fátima Marcelos	Analogias e metáforas da árvore da vida, de Charles Darwin, na prática escolar	agosto/2006	DA12
Marta Moniz Freire Vargens	Análise dos efeitos do jogo Clipsitacideos (clipbirds) sobre a aprendizagem de estudantes do ensino médio sobre evolução	julho/2009	DA13
Silvana Cristina dos Santos	O ensino e aprendizagem de Evolução biológica no cotidiano da sala de aula	outubro/1999	DA14
Silvia Nogueira Chaves	Evolução de ideias e ideias de evolução: a evolução dos seres vivos na ótica de aluno e professor de Biologia do ensino secundário	outubro/1993	DA15
Lígia Cristina Ferreira Machado	Interações discursivas e aprendizagem no contexto da sala de aula de ciências	agosto/1999	DA9
TESES/ Alunos			
Nomes	Título	Defesa	Codificação
Argus Vasconcelos de Almeida	A estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Lamarck e Darwin e os processos de conceitualização da biologia evolutiva	junho/2007	TA1
Marina de Lima Tavares	Argumentação em salas de aula de biologia sobre a teoria sintética da evolução	maio/2009	TA2
Claudia de Alencar Serra e Sepulveda	Perfil conceitual de adaptação: uma ferramenta para a análise de discurso de salas de aula de biologia em contextos de ensino de evolução	julho/2010	TA3
Luis Fernando Marques Dorvillé	Religião, escola e ciência: conflitos e tensões nas visões de mundo de alunos de uma licenciatura em ciências biológicas	março/2010	TA4

Quadro 13: Dissertações e Teses referentes ao conceito de evolução biológica na concepção dos alunos, disponibilizadas no Banco de Teses e Dissertações da CAPES.

As dissertações e teses analisadas revelam as motivações e fatores que atuam no processo de aprendizagem dos alunos. Neste processo, o incentivo e a valorização do docente são fundamentais para que o aluno consiga progredir no entendimento dos conceitos científicos. As pesquisas demonstram que há interesse dos alunos sobre o tema “evolução biológica” quando é apresentado de forma atrativa (CARLETTI, 2008), (DA4), pois eles possuem uma curiosidade por temas polêmicos, permitindo ao professor atuar trabalhando com a visão da ciência (SANTOS, 2008), (DA1). Além disso, o docente pode servir-se de meios de educação informais para fortalecer a compreensão da teoria evolutiva, pois a maioria dos alunos afirmou buscar informações sobre a temática extraclasse.

Quanto aos resultados das pesquisas realizadas com os alunos, há muitos elementos importantes a serem considerados. Alguns alunos compreendem a diversidade biológica como resultado do processo adaptativo. Outros consideram o meio ambiente como responsável pela adaptação, mas, compreendendo que a adaptação depende da consciência do ser vivo para responder ao ambiente. E outros, ainda, acreditam que a seleção natural é a eliminação dos menos adaptados e a conservação dos mais adaptados (GUIMARAES, 2005), (DA11).

Alguns alunos tendem a separar os humanos dos demais animais como um ser especial (antropocentrismo) que não possui parentesco com os outros seres vivos por não possuir um ancestral comum. De fato, esses acreditam que o humano não estaria sujeito às leis evolutivas como os outros seres vivos, pois o humano seria a espécie mais desenvolvida (MELLO, 2008), (DA2); (QUIMARAES, 2005), (DA11). Como é possível observar, muitos alunos possuem forte influência cultural religiosa que atribui ao humano uma origem divina, uma predileção divina entre os demais seres vivos.

Como nas observações realizadas nas concepções de professores, as concepções dos alunos revelam um ecletismo, uma mistura de crenças religiosas com científicas. Alguns deles acreditam numa evolução programada de origem divina (teleológica), na qual, Deus teria criado os primeiros seres vivos e a partir deles ocorreu a biodiversidade por meio da evolução biológica (MELLO, 2008), (DA2). Entretanto, as respostas dos alunos revelam uma distinção entre conhecer e aceitar um determinado saber, por exemplo, eles conseguem entender que na teoria evolutiva o chimpanzé é considerado como pertencente a um grupo irmão do humano, mas não aceitam esse conhecimento (GUIMARAES, 2005), (DA11).

Outras concepções de alunos foram destacadas pelos pesquisadores, tais como: a aceitação da evolução gradual dos seres vivos (TAVARES, 2009), (TA2); a extinção de espécies como resultado de alterações no meio ambiente (GUIMARAES, 2005), (DA11); aceitação da manipulação genética com finalidade terapêutica e não para selecionar qualidades (idem), (DA11); a não existência de espécies diferentes como resultado seletivo da adaptação (idem), (DA11); a ausência de fósseis anteriores aos registrados como resultado de fatores que dificultam a sua formação e preservação (TAVARES, 2009), (TA2); o estudo do Cladograma como importante para conhecer a história dos seres vivos, porém,

demonstram dificuldades em montá-lo devido ao não domínio da Teoria (GUIMARAES, 2005), (DA11).

Uma observação importante deve ser considerada ao relatar os resultados das pesquisas realizadas com alunos sobre suas concepções de evolução biológica: a metodologia utilizada por alguns pesquisadores interfere diretamente nas concepções demonstradas pelos alunos. Quando um pesquisador realiza um questionamento aberto há maior liberdade intelectual para que o aluno discorra sobre o objeto questionado; entretanto, quando a questão é fechada, e com alternativas de múltipla escolha, perdem-se elementos importantes próprios do sujeito pesquisado. Por exemplo, no parágrafo anterior é possível perceber algumas concepções complexas que derivaram de questionamentos fechados.

Por outro lado, quando a metodologia utilizada permite ao aluno revelar suas concepções pessoais, é possível perceber as confusões conceituais como, por exemplo, a confusão entre origem da vida com a origem do universo e as misturas envolvendo concepções religiosas e teorias científicas (MELLO, 2008), (DA2).

As pesquisas revelam que a maioria dos alunos entende que os animais sofrem mudanças com o passar do tempo, contudo, elas são atribuídas aos indivíduos e não à espécie (CARLETTI, 2008), (DA4). E mais, muitos concebem a evolução como causalidade, finalidade e direcionamento ao progresso (CHAVES, 1993), (DA15). Esta forma de ver a evolução biológica expressa a má compreensão da teoria evolutiva que, na maior parte, tende a se manter equivocada após o processo de instrução formal.

Muitos fatores influenciam na aprendizagem do conceito de evolução biológica dos alunos e um deles é a falta de noção do tempo geológico, outro é a influência da mídia, pois esta transmite, às vezes, uma imagem distorcida da história dos seres vivos (CARLETTI, 2008), (DA4). Todavia, os alunos tendem a elaborar diversos mecanismos de mediação para lidar com conflitos no ensino de evolução, como a interpretação relativista e representativista (DORVILLE, 2010), (TA4).

Quanto mais tempo os alunos estão envolvidos com concepções religiosas em suas casas, maior a resistência às explicações científicas (SANTOS, 2008), (DA1). De fato, os dogmas religiosos dificultam a assimilação da teoria evolutiva por envolverem questões que são explicadas de modo diferente. Diante dessa e outras constatações, Madeira (2007) afirma que a escola não está preparada para trabalhar a evolução biológica com alunos religiosos, (DA3).

Com a utilização de registros fósseis, por outro lado, há maior adesão à teoria evolutiva, à ancestralidade comum e à seleção natural por parte dos alunos. Isso ocorre porque, assim, demonstra-se empiricamente o que as teorias afirmam abstratamente (CARLETTI, 2008), (DA4). Todavia, os alunos evangélicos não aceitam as referências à origem e evolução da terra e do ser humano (OLIVEIRA, 2009), (DA7). Algumas pesquisas indicam que os católicos e sem denominação religiosa têm maior adesão à teoria evolutiva que os evangélicos que tendem a serem mais fundamentalistas (interpretação literal da bíblia) (OLIVEIRA, 2009, (DA7); DORVILLE, 2010, (TA4)).

Quanto à possibilidade de coexistência entre religião e ciência, os alunos apresentam opiniões controversas: enquanto alguns afirmam a possibilidade, outros afirmam que há incompatibilidade entre as duas visões de mundo (GUIMARAES, 2005), (DA11). Todavia, um dos pesquisadores percebeu uma tentativa por parte de alunos criacionistas (caso específico do grupo estudado) em impor uma agenda política na sala de aula a partir de questões religiosas (DORVILLE, 2010), (TA4). Por fim, outro pesquisador deixou transparecer sua posição de que é necessária a coexistência de opiniões distintas em sala de aula, inclusive, a adesão híbrida de ciência e religião (MADEIRA, 2007), (DA3). Sem dúvida uma questão a ser discutida e que envolve a concepção do que seja a escola, por que existe e para quê. Porém, tal questão que foge aos objetivos desta pesquisa, mas pode ser caminho a outros pesquisadores.

Um destaque importante realizado pelas pesquisas analisadas revela que os alunos possuem a capacidade de mudança conceitual com o surgimento de novas questões (GUIMARAES, 2005), (DA11), bem como, a partir da inserção dos estudos fósseis que apresentam evidências do processo evolutivo (CARLETTI, 2008), (DA4). Contudo, a adesão ao conceito científico depende também de outros fatores como os culturais, religiosos, crenças pessoais que podem constituir-se em obstáculos epistemológicos. Já o fator sócioeconômico demonstrou-se não influenciador das concepções dos alunos entrevistados (idem), (DA4). Entretanto, alunos de lugares diferentes apresentaram maior ou menor abertura à teoria evolutiva (OLIVEIRA, 2009), (DA7).

O pouco tempo para as aulas de biologia (SANTOS, 2008), (DA1); a falta de estrutura e de materiais didáticos adequados (idem), (DA1); a influência religiosa (MELLO, 2008), (DA2); as concepções alternativas; o despreparo docente

(SANTOS, 2008), (DA1); e as limitações curriculares são destacados também como influenciadores negativos da aprendizagem da evolução biológica pelos alunos. Há, também, o destaque da dificuldade de trabalhar a temática devido à exigência de estruturação do conceito, que muitos docentes desconheciam por possuírem uma formação inicial frágil (GIOCÓIA, 2006), (DA10).

Veja a seguir, no quadro 14, as relações KVP destacadas nas pesquisas sobre as concepções dos alunos sobre a evolução biológica.

Relações KVP implícitas/explicitas nas concepções de Evolução dos alunos		
K = Conhecimento	V = Valores	P = Práticas
<ul style="list-style-type: none"> • Eclesiologia (DA2) • Gradualismo (TA2) • Confusão conceitual entre origem da vida e do universo (DA2) • Equívoco ao pensar que as mudanças ocorrem nos indivíduos, não nas espécies (DA4) • Causalidade, finalidade, progresso (DA15) • Falta de noção de tempo geológico, influência da mídia (DA4) 	<ul style="list-style-type: none"> • Antropocentrismo (DA2) • Crenças religiosas e científicas, teleologia (DA2) • Distinção entre conhecer e aceitar (DA11) • Aceitação da manipulação genética terapêutica (DA11) • Quanto mais religioso o aluno, maior a resistência à explicação científica (DA1) • Evangélicos resistem mais às explicações evolutivas (TA4) • Divergência entre compatibilidade e incompatibilidade entre ciência e religião (DA3) • Capacidade de mudança conceitual (DA11) • Fator econômico não influencia adesão/rejeição à teoria evolutiva (DA4) 	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretação relativista e representativista (TA4) • Escola despreparada para trabalhar evolução com alunos religiosos (DA3) • Utilização de registros fósseis como ferramenta didática (DA4) • Pouco tempo para aulas, falta de estrutura e de materiais didáticos, concepções alternativas, despreparo docente e limites curriculares com dificuldades para a aprendizagem da evolução biológica (DA1; DA2)

Quadro 14: Relações KVP implícitas/explicitas nas concepções de evolução por parte dos alunos nas dissertações e teses analisadas, disponibilizadas no Banco de Teses e Dissertações da CAPES.

Em suas pesquisas sobre as concepções de alunos a respeito do conceito de evolução biológica, os autores estudados nesta seção destacaram algumas conclusões muito importantes para a construção do perfil dos discentes. Primeiramente, no fator conhecimento (K), entre as concepções dos alunos encontram-se elementos como o ecletismo, o gradualismo, a causalidade, a finalidade e o progresso. Além disso, demonstraram confusão conceitual entre a

origem da vida e do universo, falta de noção de tempo geológico e a influência sofrida pela mídia em suas concepções.

Os pesquisadores destacam também alguns valores (V) que os alunos possuem e que influenciam suas concepções e práticas sociais. Entre eles, o antropocentrismo, a adesão às crenças religiosas e à teleologia. Os autores apontam alguns resultados importantes como: o fator econômico não tem influência sobre a adesão/rejeição à teoria evolutiva pelos alunos; os alunos divergem entre a compatibilidade e/ou incompatibilidade entre ciência e religião; os alunos possuem capacidade de mudança conceitual; e, evangélicos resistem mais às explicações evolutivas. Além disso, os autores compreenderam que há uma distinção entre conhecer e aceitar a evolução biológica devido às influências de outras concepções.

Quanto às práticas sociais (P), em síntese, a partir da análise das teses e dissertações, evidenciou-se que os alunos fazem interpretação relativista e representativista da evolução biológica. Além do mais, destacam a despreparação da escola para trabalhar a evolução biológica com os alunos religiosos, associada ao pouco tempo para as aulas, à falta de estrutura e de materiais didáticos, ao despreparo docente, aos limites curriculares e às concepções alternativas dos alunos.

Todos os resultados dessas pesquisas já realizadas e a amálgama que delas aqui fizemos revelam, entre outros aspectos, o fator do distanciamento e das aproximações entre o discurso científico e a sua inserção no processo de ensino e aprendizagem. Tal tópico, relevante à compreensão da complexidade do tema que nos move, é abordado na sequência.

4.7 APROXIMAÇÕES E DISTANCIAMENTOS ENTRE O DISCURSO CIENTÍFICO E O ENSINO DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

A seguir apresentamos sinteticamente, nos Quadros 15, 16 e 17, o esboço dos principais resultados obtidos nas análises realizadas nesta pesquisa sobre os indicativos do processo de transposição didática do conceito de evolução biológica desde a produção científica (Saber Sábio) até o processo de ensino (Saber Ensinado). A partir destes dados coletados, apontaremos alguns elementos

importantes sobre o *status* da transposição didática e do conceito de evolução biológica nos três níveis do saber (Sábio/ Ensinar/ Ensinado).

Do Saber Sábio ao Saber Ensinado: conceito de evolução biológica K= CONHECIMENTOS					
Saber Sábio	Saber a Ensinar			Saber Ensinado	
Produção acadêmica	Diretrizes para os Cursos de Ciências Biológicas (2001)	PCNEM (1999)	Livros Didáticos	Professores da Educação Básica	Alunos da Educação Básica
<ul style="list-style-type: none"> • Pensamento morfológico e funcional • Origem da Vida • Teleologia • Teoria sintética • evo-devo • Transmissão cultural como adaptação • Gene • Seleção natural • Hereditariedade • Adaptação • Evolução orgânica • Darwinismo • Micro evolução • Frequência fenotípica • Auto-organização • Neodarwinismo • Ecologia do comportamento • Currículo e ensino de evolução biológica • História e filosofia da ciência e ensino da evolução biológica 	<ul style="list-style-type: none"> • Evolução biológica • Ciências da terra • Ciências humanas • Fundamentos de filosofia e de sociologia 	<ul style="list-style-type: none"> • Relações interdisciplinares: paleontologia, embriologia, genética e bioquímica • Evolução biológica: adaptação, seleção natural e dimensão temporal (geológica). 	<ul style="list-style-type: none"> • Evolução biológica com pouca expressividade (DL11; DL7) • Livro didático com conceitos equivocados e distorcidos (DL2; DL7) • Negligencia conceitos como: a teoria do equilíbrio pontuado, saltacionismo, gradualismo, ancestralidade comum e multiplicação das espécies (DL10; DL11) • Apresentação superficial dos conceitos de: filogenia, origem da vida e genética de populações (DL2) 	<ul style="list-style-type: none"> • Pouco domínio do conhecimento sobre evolução biológica (DP13) • Erros conceituais (DP1) • Utilizar a história e filosofia da ciência (DP10; DP3) • Falha na formação inicial (DP2) • Falha na estrutura dos cursos acadêmicos de biologia (DP13) • Fragilidade da visão de biologia nos documentos curriculares (TP2) 	<ul style="list-style-type: none"> • Eclesiologia (DA2) • Gradualismo (TA2) • Confusão conceitual entre origem da vida e do universo (DA2) • Equívoco ao pensar que as mudanças ocorrem nos indivíduos, não nas espécies (DA4) • Causalidade, finalidade, progresso (DA15) • Falta de noção de tempo geológico e influência da mídia (DA4)

Quadro 15: Síntese do processo de transposição didática do conceito de evolução biológica referente ao conhecimento (K).

Do Saber Sábio ao Saber Ensinado: conceito de evolução biológica V= VALORES					
Saber Sábio	Saber a Ensinar			Saber Ensinado	
Produção acadêmica	Diretrizes para os Cursos de Ciências Biológicas (2001)	PCNEM (1999)	Livros Didáticos	Professores da Educação Básica	Alunos da Educação Básica
<ul style="list-style-type: none"> • Pensamento sistêmico/holístico • Político • Filosófico • Social • Cultural • Ideológico • Religioso • Reducionismo teórico 	<ul style="list-style-type: none"> • Pensamento ainda fragmentado do conhecimento biológico • Evolução biológica como um dos fundamentos do perfil dos graduando. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pensamento sistemático/holístico • Na explicitação do texto pouca adesão à centralidade da evolução biológica nas Ciências Biológicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Presença da influência da ideologia norte-americana nos livros didáticos (cristã/capitalista) • Ideologia progressista, linearidade, complexificação, neutralidade da ciência (DL2; DL9) • Visão reducionista (DL10), fatural e memorística (DL2) • Valorização da ação pedagógica e acadêmica (DL9) 	<ul style="list-style-type: none"> • Antropocentrismo (DP16) • Crenças religiosas (DP1) • Eclétismo (DP1) • Negação do conflito (DP1) • Evolução como finalidade, preteritividade, complexificação, progresso e melhoramento (DP1; DP15; DP16) • Intencionalidade nos seres vivos (DP19) • Respeitam as concepções prévias dos alunos (DP11) • Inconsciência das próprias dificuldades do ensino (DP2) 	<ul style="list-style-type: none"> • Antropocentrismo (DA2) • Crenças religiosas e científicas, teleologia (DA2) • Distinção entre conhecer e aceitar (DA11) • Aceitação da manipulação genética terapêutica (DA11) • Quanto mais religioso o aluno, maior a resistência à explicação científica (DA1) • Evangélicos resistem mais às explicações evolutivas (TA4) • Divergência entre compatibilidade e incompatibilidade entre ciência e religião (DA3) • Capacidade de mudança conceitual (DA11) • Fator econômico não influencia à adesão/rejeição da teoria evolutiva (DA4)

Quadro 16: Síntese do processo de transposição didática do conceito de evolução biológica referente aos valores (V).

Do Saber Sábio ao Saber Ensinado: conceito de Evolução Biológica P= PRÁTICAS SOCIAIS					
Saber Sábio	Saber a Ensinar			Saber Ensinado	
Produção acadêmica	Diretrizes para os Cursos de Ciências Biológicas (2001)	PCNEM (1999)	Livros Didáticos	Professores da Educação Básica	Alunos da Educação Básica
<ul style="list-style-type: none"> • Pesquisa • Ensino • Eugênicas • Tradições históricas • Preconceito ideológico/epistemológico • Elaboração curricular • Elaboração de manuais didáticos 	<ul style="list-style-type: none"> • Contradição entre o papel integrador da evolução biológica e a prática demonstrada pela falta de consistência do papel da evolução no próprio texto. • Evolução biológica como ferramenta metodológica. • Evolução biológica como eixo unificador dos conhecimentos biológicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inter-relações teóricas-práticas entre as questões biológicas • Proposição da evolução biológica integrada aos demais conhecimentos biológicos para a prática 	<ul style="list-style-type: none"> • Ensino fragmentado, parcial e desatualizado (DL11; (DL9) • Técnicas de pesquisa e de ensino (DL9), método tradicional com muitos questionários (DL11) • Manuais como fonte e guia de ensino (DL2) 	<ul style="list-style-type: none"> • Não sabem como ensinar a evolução biológica (DP10) • Ignoram a evolução humana (DP15) • Valorização da educação informal como apoio ao ensino (DP7) • Instrumentos audiovisuais como auxílio a aprendizagem (TP5) • Limitação metodológica e pedagógica (metodologia tradicional) (DP10) • Muitos evitam conflitos com as concepções dos alunos (DP4) e outros negam os conflitos (DP10) • Dificuldade no ensino da origem da vida (DP2) • Sugerem revisão curricular (DP7) • Não sabem transpor o conhecimento acadêmico para a sala de aula (DP17) • Desconhecem as diretrizes curriculares para o ensino de biologia (DP17) • Excesso de atividade e falta de tempo para atualizar o saber (DP13; TP5) 	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretação relativista e representativista (TA4) • Escola despreparada para trabalhar evolução com alunos religiosos (DA3) • Utilização de registros fósseis como ferramenta didática (DA4) • Pouco tempo para aulas, falta de estrutura e de materiais didáticos, concepções alternativas, despreparo docente e limites curriculares com dificuldades para a aprendizagem da evolução biológica (DA1; DA2)

Quadro 17: Síntese do processo de transposição didática do conceito de evolução biológica referente às práticas sociais (P).

Na análise feita neste trabalho verificamos que boa parte da produção acadêmica do **Saber Sábido** (TDE) desenvolvida nos últimos anos, referente à evolução biológica, tem se ocupado de discussões que envolvem tanto elementos histórico-epistemológicos do período pré-síntese como investigações da síntese evolutiva e de pós-síntese como a evo-devo, epigenética, plasticidade e acomodação fenotípica, construção de nicho, seleção multiníveis e a existência de exaptações.

Discute-se a tentativa de expansão da teoria sintética superando a visão genecentrista e a exclusividade da seleção natural como único fundamento explicativo para o processo evolutivo. Dessa forma, o resgate da investigação ontogênica (desenvolvimento orgânico) como importante elemento explicativo associado à seleção natural, permite a ampliação dos horizontes investigativos na medida em que possibilita o surgimento de novos questionamentos.

O outro nível da transposição didática (TDE), o **Saber a Ensinar**, presente nas Diretrizes para os cursos de Ciências Biológicas, apresenta a evolução biológica como eixo central dos conhecimentos biológicos e como ferramenta metodológica para unificação das disciplinas em torno de um eixo epistemológico comum. Entretanto, os resultados de algumas pesquisas sobre essa realidade, demonstram que a maioria dos cursos de Ciências Biológicas não possui, efetivamente, a evolução como elemento unificador. Ao contrário, esse conceito é abordado esporadicamente em algumas disciplinas do currículo. Além disso, no texto das Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas, a evolução não possui expressividade enquanto pano de fundo da referida Diretriz. Quanto à elaboração curricular, opta-se por deixar a disciplina específica para abordar a evolução biológica no final do curso e de forma fragmentada.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) o saber a Ensinar é apresentado como resultado de um pensamento sistemático/holístico, no qual, a teoria evolutiva deve servir de chave interpretativa para o entendimento das funções e relações da biosfera. Entretanto, não aborda sistematicamente, como os diversos conteúdos de biologia podem ser relacionados a essa temática, apesar de afirmar que a evolução biológica deve ser integrada aos demais conhecimentos biológicos. De fato, os PCNEM apresentam pouca adesão à centralidade da evolução biológica no processo de ensino-aprendizagem das Ciências Biológicas.

Nos livros didáticos, o saber a Ensinar, segundo os resultados de algumas pesquisas sobre a temática, apresenta a teoria evolutiva de forma não integradora aos demais conhecimentos biológicos. Além disso, o ensino é descrito como fragmentado, parcial e desatualizado, pois não aborda os conceitos discutidos atualmente pelo **Saber Sábio**. O conteúdo referente à evolução biológica, como a filogenia e a genética de populações, é abordado com superficialidade. Há ainda resultados de pesquisas que descrevem a existência de equívocos e de erros conceituais nos livros didáticos, apesar de haver uma progressiva melhora na qualidade desses livros a partir da avaliação sistemática realizada pelo Plano Nacional do Livro Didático. Mesmo assim, os pesquisadores encontraram resquícios ideológicos com visões progressistas, reducionistas, lineares, fatuais, memorísticas e de complexificação.

Quanto à realidade da transposição didática interna (TDI), o **Saber Ensinado**, as pesquisas referentes às concepções de professores e de alunos sobre a evolução biológica revelam diversas limitações. A maioria dos professores investigados demonstra um conflito interno entre as concepções científicas e as suas concepções pessoais e religiosas. Deste modo, um ecletismo perpassa tanto as concepções pessoais quanto à prática de ensino. Alguns pesquisadores atribuem as falhas à formação inicial deficitária e à incapacidade de integração de conceitos e das disciplinas estudadas, pois os professores pouco dominam o conhecimento sobre a evolução biológica. Isso resulta em falta de clareza, em erros conceituais e em ecletismo. Desse modo, apresentam limitações metodológicas e pedagógicas na prática de ensino, fragmentando os conteúdos do saber. As dissertações e teses analisadas evidenciaram que visões culturais e religiosas interferem na apresentação do conceito de evolução biológica, que muitas vezes é modificado para se integrar a percepção do sujeito.

Quanto às concepções dos alunos sobre a evolução biológica, observam-se muitas semelhanças com as concepções identificadas nas pesquisas com os professores. O ecletismo e, até mesmo a rejeição à teoria evolutiva, resultam da falta de entendimento e de clareza do conceito de evolução biológica. Essas limitações dos alunos levam em distorções e erros conceituais como, por exemplo, o antropocentrismo, o ecletismo, a influência dos valores e crenças religiosas e a teleologia. Além disso, os alunos apresentam uma interpretação relativista da evolução biológica, distinguindo entre conhecer e aceitar a concepção científica.

Dessa forma, o fator religioso quanto mais presente mais dificulta a adesão à concepção científica, enquanto, o fator econômico dos alunos não interfere na adesão ou rejeição à teoria evolutiva.

4.8 DEMORA DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

As análises realizadas nos diferentes níveis da transposição didática do conceito de evolução biológica permite identificar as distâncias entre a produção científica acadêmica e sua inserção em programas de ensino e, conseqüentemente, na prática docente. Esta distância temporal entre produção do saber pelo Saber Sábio e sua inserção nos programas caracteriza o que Quessada e Clément (2005) chamam de “demora da transposição didática”.

A partir das informações destacadas nessa pesquisa identificamos alguns distanciamentos importantes como, por exemplo, as discussões da evo-devo por parte da comunidade científica a partir da década de 80 e 90 e sua não inserção nos programas de ensino (PCNEM (1999); e, Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas (2001)).

Além disso, essa demora estende-se até os manuais didáticos e às práticas de ensino em sala de aula. Dessa forma, o conceito de evolução biológica abordado nos programas de ensino está restrito a teoria sintética. Além disso, está adesão a teoria sintética, apesar de ser tratada em parte do texto como eixo integrador do conhecimento biológico, não possui a devida ênfase.

Outro conceito que, assim como o de evolução biológica, está relativizado e ampliado é o de gene (a partir de 1986 com Falk). Este conceito é compreendido atualmente, como não determinante das características dos fenótipos dos seres vivos devido a fatores epigenéticos, comportamentais e simbólicos. Entretanto, o conceito de gene ainda permanece como elemento central e determinante das características dos seres vivos nos manuais didáticos. Outros conceitos como o de Epigenética (1942 com C. H. Waddington¹⁶) e de auto-organização (década de 1950 e 1960), discutidos pela comunidade científica, também não aparecem nos programas de ensino e nos manuais didáticos.

¹⁶ <http://www.biomedicinapadiao.com/2011/10/epigenetica.html>.

Como é possível observar, há um período de demora, relativamente grande, da transposição didática entre as discussões ampliadas de conceitos como o de evolução, de gene, epigenética, entre outros, mas que não foram inseridas até o presente momento nos programas de ensino e nos manuais didáticos. Além das discussões atuais ampliadas não estarem inseridas nos programas e manuais, há limitações na apresentação da teoria sintética nos manuais didáticos e na prática de ensino dos docentes.

Essa demora pode-se atribuir a uma opção política da noosfera que, provavelmente, considera que as discussões atuais sobre a evolução biológica não sejam importantes para as necessidades formativas dos futuros cidadãos brasileiros. Além disso, as discussões atuais não têm feito parte das reflexões acadêmicas responsáveis pela formação inicial dos professores. Tal fato garante um verdadeiro abismo entre a concepção científica atual e a aprendizagem da evolução pelos futuros professores e seus alunos (STAUB, 2011).

Soma-se a isso o fato de que, muitas vezes, mesmo entre professores universitários de cursos de Ciências Biológicas, há a presença de dificuldades conceituais referentes à teoria sintética da evolução. E, ainda, é possível encontrar alguns docentes formadores que rejeitam a teoria evolutiva, como evidenciado por Staub (2011). Isso demonstra a dificuldade de se concretizar o potencial integrador da evolução biológica nesses cursos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na pesquisa desenvolvida sobre o processo de transposição didática do conceito de evolução biológica foi possível notar que o conhecimento que está em discussão na academia sobre a evolução biológica se diferencia muito do conhecimento que, efetivamente, é ensinado e aprendido nas escolas.

Nas revistas especializadas em discutir aspectos epistemológicos da biologia foram encontrados artigos sobre a tentativa de expansão da teoria sintética, elaborada por meio de uma série de publicações e colaboradores entre os anos de 1940 a 1950. Essa expansão discute aspectos tais como: desenvolvimento, embriologia, teorias da auto-organização e fatores epigenéticos que podem contribuir para a compreensão do processo evolutivo. Essa expansão não desmerece o papel da seleção natural na evolução biológica, mas inclui, junto com ela, outros fatores considerados importantes na discussão atual.

Quando se analisa as Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas, percebe-se que apesar da evolução biológica ser colocada como um eixo integrador, as Diretrizes não discorrem, sistematicamente, sobre isso ao longo de seu texto. Além disso, a concretização da evolução biológica (aqui praticamente entendida como teoria sintética da evolução) nos cursos de graduação muitas vezes não se efetiva, ficando a disciplina de evolução nos últimos períodos do curso. Apesar de algumas disciplinas tangenciarem as discussões evolutivas, ela não é trabalhada sistematicamente ao longo de toda grade curricular.

Os Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio apresentam a evolução biológica como um eixo unificador do conhecimento biológico, no entanto, seria importante explicitar melhor as relações do conceito de evolução biológica com as diferentes áreas e conteúdos biológicos, de modo a facilitar a compreensão e orientação do professor, que em muitos casos, teve uma formação frágil.

A falta de integração conceitual e de uma formação consistente associada às crenças, valores e divulgações populares da ideia evolutiva, faz com que alguns professores de biologia apresentem distorções sobre a teoria sintética da evolução biológica, apresentando conotações de progresso, linearidade, finalidade e antropocentrismo. Ou seja, a teoria sintética da evolução, construída entre 1940 e 1950, pode não chegar a ser ensinada no âmbito da Educação Básica, sendo apresentada no lugar dela uma ideia de evolução que não chega a se diferenciar

muito do senso comum da população em geral. Os alunos, por consequência, apresentam os mesmos obstáculos de aprendizagem encontrados em alguns professores, entendendo que a evolução ocorre para um determinado fim, ou que existem organismos “mais adaptados” que outros.

Nota-se que há um grande distanciamento e demora do saber sábio ao saber ensinado no caso do conceito de evolução biológica. Essa demora é influenciada, grandemente, pelos valores e crenças pessoais que muitas vezes são acrescentados ao conceito de evolução, tornando-o diferente daquele aceito pela ciência.

Apesar da dificuldade em ensinar sobre a evolução biológica, uma formação consistente de professores e uma abordagem mais integrada dos conteúdos biológicos favoreceria a compreensão da teoria sintética da evolução na Educação Básica. Cabe ressaltar que é importante que os cursos de formação incluam as novas discussões e tentativas de elaboração de uma síntese expandida da evolução, já que esse é um primeiro passo para que essas discussões apareçam em outros níveis de ensino e que esse distanciamento entre saber sábio e ensinado diminua.

Além disso, o conceito de evolução biológica deve estar presente desde o início do curso de Ciências Biológicas, ofertando subsídios para a compreensão de outros conceitos biológicos. Entendemos que a formação inicial de professores de qualidade é o ponto de apoio para que a compreensão do conceito de evolução biológica possa ocorrer na Educação Básica e permitir a compreensão racional dos fenômenos e processos biológicos.

Os indícios do processo de transposição didática do conceito de evolução biológica, objeto de investigação deste trabalho, aparecem nos mecanismos de seleção de conteúdos, na reconstrução e didatização dos elementos constituintes do conceito de evolução biológica. Enquanto seleção de conteúdos, os responsáveis pelas políticas educacionais (noosfera) optam por conceitos da teoria sintética da primeira metade do século XX. Além de não inserir discussões pós-síntese evolutiva nos interesses formativos de professores e de alunos, a noosfera não apresenta a evolução biológica com uma clara função de eixo dos conhecimentos biológicos nas Diretrizes para os cursos de Ciências Biológicas e nos PCNEM.

Associada a isso, está a limitação na constituição das temáticas nos livros didáticos que não conseguem concretizar uma apresentação relacional entre os conteúdos da biologia funcional e da biologia evolutiva. Dessa forma, os conteúdos

biológicos encontram-se compartimentados em temáticas isoladas e sem intercomunicação.

Com relação ao Saber Ensinado (professores e alunos), a transposição didática do conceito de evolução biológica não só ignora as discussões atuais do saber científico (pós-síntese evolutiva), como pouco retratam a visão científica da teoria sintética com fidelidade. Neste nível da transposição didática, elementos como valores religiosos, crenças pessoais e práticas sociais de referência estão muito presentes no contexto de ensino-aprendizagem. Como bem retratou Marandino (2004), neste nível há a construção de um saber especificamente escolar, no qual se apresentam elementos novos que não estão caracterizados no saber científico.

A pesquisa realizada ofereceu indicativos de que as crenças pessoais, os valores e as práticas sociais interferem de modo intenso na reconstrução do conceito de evolução biológica em sala de aula, proporcionando a construção de um conceito de evolução bastante distante do conceito compreendido pela comunidade científica. Desse modo, o panorama traçado em relação ao processo de transposição Didática do conceito de evolução biológica evidencia a complexidade do ensino de evolução e como consequência do ensino de biologia e a necessidade de se pensar em modos de se superar os obstáculos encontrados para a compreensão desse conceito tanto na Educação Básica como no Ensino Superior.

REFERÊNCIAS

- AGNOLETTO, R. *A representação Social do conceito de Evolução por professores de biologia*. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Instituição de Ensino: Universidade Estadual de Maringá, Biblioteca Depositária: Biblioteca Central da Universidade Estadual de Maringá, 2011.
- ALLCHIN, Douglas. Pseudohistory and Pseudoscience. *Science & Education* 13: 179-195, 2004.
- ALMEIDA, A. M. R.; EL-HANI, C. N. Um exame histórico-filosófico da biologia evolutiva do desenvolvimento. *Revista Scientiae Studia*, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 9-40, 2010.
- ALMEIDA, A. V. de. *A estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Lamarck e Darwin e os processos de conceitualização da biologia evolutiva*. Tese (Doutorado em PSICOLOGIA COGNITIVA) – Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO, Biblioteca Depositária: Biblioteca Central da UFPE, 2007.
- ALVES FILHO, J. de P. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. *Cad.Cat.Ens.Fís.* UFSC, Florianópolis/SC, v.17, n.2 p.174-188, ago.2000.
- ANDREATTA, S. A.; MEGLHIORATTI, F. A. A integração conceitual do conhecimento biológico por meio da Teoria Sintética da Evolução: possibilidades e desafios no Ensino de Biologia, 2009 (PDE - Programa de Desenvolvimento Educacional). Disponível em: <<http://www.nre.seed.pr.gov.br/uniaodavitoria/arquivos/File/Equipe/Disciplinas/Biologia/oficina/SAIONARAIntegracaoconceitual.pdf>> Acesso em: 09/08/2013.
- ARAUJO, A. M. de. Síntese evolutiva, constrição ou redução de teorias: há espaço para outros enfoques? *Filosofia e História da Biologia*, v.1, p. 5-19, 2006.
- , Vladimir A. Kostitzin, teórico, ignorado pelos arquitetos da síntese evolutiva. *Filosofia e História da Biologia*, v.2, p.5-22, 2007.
- ARAUJO, E. S. N. N. de; CALDEIRA, A. M. de A.; CALUZI, J. J.; CARVALHO, G. S. Concepções criacionistas e evolucionistas de professores em formação e em exercício. In: VII ENPEC Encontro Nacional dos Pesquisadores de Ciências, 2009, Florianópolis. Anais VII ENPEC Encontro Nacional dos Pesquisadores de Ciências. Belo Horizonte: ABRAPEC, 2009. v. 1. p. 1 -12.
- ASTOLFI, J.P.; DEVELAY, M. *A didática das ciências*. ed. 15, Campinas-SP: Papyrus, 2011.
- AZEVEDO, M. J. C. *Explicações teleológicas no ensino de evolução: um estudo sobre os saberes mobilizados por professores de biologia*. Dissertação (Mestrado

em EDUCAÇÃO) – Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE, Biblioteca Depositária: Central do Gragoatá, 2007.

BACHELARD, Gaston. A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARAVALLE, L. A função adaptativa da transmissão cultural. *Scientiae Studia*, São Paulo, v.10, n.2, p.269-95, 2012.

BARDUB, L. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70; 1977.

BASTOS, F. O ensino de conteúdos de História e Filosofia da Ciência. *Revista Ciência & Educação*, 1998, p. 55-72.

BELHOSTE, B. Das ciências instituídas às ciências ensinadas, ou como levar em conta a atividade didática na história das ciências. Tradução: Bernardo Jefferson de oliveira. *Revista Brasileira de História da Educação*, v. 11, n. 3 (27), p. 47-61, set./dez. 2011.

BIZZO, N. A teoria genética de Charles Darwin e sua oposição ao mendelismo. *Filosofia e História da Biologia*, v.3, p.317-333, 2008.

------. Darwin e o fim da adaptação perfeita dos seres vivos: a superação da visão teológica de Paley e o princípio da divergência. *Filosofia e História da Biologia*, v.2, p.351-367, 2007.

------. *Ensino de Evolução e História do Darwinismo*. Tese (Doutorado em Educação) São Paulo: Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, 1991.

-----; EL-HANI, C. N. O arranjo curricular do ensino de evolução e as relações entre os trabalhos de Charles Darwin e Gregor Mendel. *Filosofia e História da Biologia*, v.4, p.235-257, 2009.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 1994.

BONFIGLIOLI, C. P. *Relações entre Ontogenia e Filogenia: da Biologia à didática*. Dissertação (Mestrado em Educação) -- Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo na área temática: ensino de ciências e matemática, 1998.

BRASIL. *Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio*. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

------. *Ministério da Educação/conselho nacional de educação*. Parecer nº 1.301/2001 (CNE/CES). Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas. Brasília, DF, 06/11/2001.

BROUSSEAU, G. Fondements et méthodes de la didactique. Recherches en Didactique des Mathématiques, La Pensée Sauvage, Grenoble, n. 7.2, 33-115., 1986.

BRZOZOWSKI, J. A. O neo-darwinismo frente as teses da auto-organização e das contingências. *Filosofia e História da Biologia*, v.1, p.147-160, 2006.

CACHAPUZ, A. et al. A emergência da didáctica das Ciências como campo específico de conhecimento. *Revista Portuguesa de Educação*, v.14, n.1, p.155-195, 2001.

CALDEIRA, A. M. A.; BASTOS, F. *A Didática como área do Conhecimento*. In: CALDEIRA, A. M. A.; ARAUJO, E. S. N. N. (Orgs). Introdução à Didática da Biologia. São Paulo: Escrituras, 2009.

CAPONI, G. El retorno de la ontogenia: un conflicto de ideales de ordem natural em la biología evolucionaria actual. *Scientiae Studia*, São Paulo, v.5, n.1, p.9-34, 2007.

----- La funcional principio de la compensacion de los órganos em el transformismo de Etienne Geoffroy Saint-Hilaire. *Scientiae Studia*, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 169-78, 2008.

----- O darwinismo e seu outro, a teoria transformacional da evolução. *Scientiae Studia*, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 233-42, 2005.

----- Os modos da teleologia em Cuvier, Darwin e Claude Bernard. *Scientiae Studia*, Vol. 1, 2003 p. 27-41.

CARLETTI, C. *A percepção infantil dos conceitos essenciais à teoria da evolução*. Dissertação (Mestrado em Ensino em Biociência e Saúde) -- Instituição de Ensino: Associação Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada, Biblioteca Depositária: Biblioteca de Ciências Biomédicas, 2008.

CARMO, V. A. do C. Charles Darwin, Alfred Wallace e a seleção natural: um estudo comparativo. *Filosofia e História da Biologia*, v.1, p.335-350, 2006.

-----; MARTINS, L.A.P; BIZZO, N. Alfred Russel Wallace e o principio de seleção natura. *Filosofia e História da Biologia*, v.4, p.209-233, 2009.

CARNEIRO, A. P. N. *A evolução biológica aos olhos de professores não-licenciados*. Dissertação (mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Florianópolis, 2004.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. *Formação de professores de ciências: tendências e inovações*. São Paulo: Cortez, 1993. (Coleção questões da nossa época, v. 26).

CARVALHO, G. S. *A Transposição Didática e o Ensino da Biologia*. Tese (Doutorado em Educação) - Instituto de Educação da Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2010.

----- *A Transposição Didática e o Ensino de Biologia*. In: CALDEIRA, A. M. A.; ARAUJO, E. S. N. N. (orgs). *Introdução à Didática da Biologia*. São Paulo: Escrituras, 2009 p. 34-57.

-----; CLÉMENT, P. Projecto “Educação em biologia, educação para a saúde e educação ambiental para uma melhor cidadania”: análise de manuais escolares e concepções de professores de 19 países (europeus, africanos e do próximo oriente). *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 7, n. 2, 2007.

CARVALHO, I. N.; NUNES-NETO, N. F.; EL-HANI, C. Como selecionar conteúdos de biologia para o ensino médio? *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, v.1 n.1, p. 67-100, ago/dez, 2011.

CERQUEIRA, A. V. *Representações sociais de dois grupos de professores de biologia sobre o ensino de origem da vida e evolução biológica: aspirações, ambiguidades e demandas profissionais*. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Saúde) -- Instituição de Ensino: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Biblioteca Depositária: Biblioteca de recursos Intrucionais - BRI/NUTES, 2009.

CHAVES, S. N. *Evolução de ideias e ideias de evolução: a evolução dos seres vivos na ótica de aluno e professor de Biologia do ensino secundário*. Dissertação (Mestrado em Educação) -- Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, 1993.

CHEDIAK, K. O papel da evolução biológica na compreensão da representação em Fred Dretske. *Filosofia e História da Biologia*, v.2, p.245-255, 2007.

----- O problema da individuação na biologia a luz da determinação da unidade de seleção natural. *Scientiae Studia*, São Paulo, v.3, n.1, p. 65-78, 2005.

CHEVALLARD, Y. *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné*. Paris: La Pensé e Sauvage, 1991.

----- *La transposition didactique. Grenóble*, Edition la Pensé e Sauvage, 1985.

-----; JOHSUA, M-A. Um exemple da analyse de la transposition didactique La notion de distance. *Recherches em Didactique des mathematiques*. V. 3, n.2, 157-239, 1982.

CICILLINI, G. A. *A evolução enquanto um componente metodológico para o ensino de biologia no 2º grau – análise da concepção de Evolução em livros didáticos*

Dissertação (mestrado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), 1991.

------. *A produção do conhecimento biológico no contexto da cultura escolar do ensino médio: a teoria da evolução como exemplo*. Tese (Doutorado em Educação) -- Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, 1997.

------. *A evolução enquanto um componente metodológico para o ensino de biologia no 2º grau - análise da concepção de evolução em livros didáticos*. Dissertação (Mestrado em Educação) -- Universidade Estadual de Campinas, 1991.

CLÉMENT, P. *Didactic Transposition and KVP Model: Conceptions as Interactions Between Scientific knowledge, Values and Social Practices*, ESERA Summer School, IEC, Univ Minho, Braga (Portugal), p.9-18, 2006.

------. *La biologie et sa didactique. Dixans de recherches*. Aster,, 1998 v.27, p.57-93.

------. *Science et idéologie: exemples en didactique et épistémologie de la biologie*. *Revista Scienes, Médias et Société*, 2004.

COIMBRA, R. L. *A influência da crença religiosa no processo de ensino em evolução biológica*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) -- Instituição de Ensino: Universidade Luterana do Brasil, Biblioteca Depositária: Martinho Lutero, 2007.

CORREA, A. L. *Proposta de aproximação entre a evo-devo e a teoria da construção do nicho: perspectiva histórico-epistemológica para o ensino de biologia*. V Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia (EREPIO-SUL) IV Simpósio Latino Americano e Caribenho de Educação em Ciências do International Council of Associations for Science Education (ICASE), 2011. Disponível em: <<http://www.uel.br/ccb/biologiageral/eventos/erebio/comunicacoes/T223.pdf>>. Acesso em 15/10/2013.

------. *História e filosofia da biologia na formação inicial de professores: reflexões sobre o conceito de evolução biológica*. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências (UNESP) – Campus Bauru. Bauru/SP, 2010.

------.; et. Al. *História e filosofia da biologia como ferramenta no Ensino de Evolução na formação inicial de professores de biologia*. *Filosofia e História da Biologia*, v.5, n.2, 217-237, 2010.

COUTINHO, F. A. *Construção de Um perfil conceitual de Vida*. Tese (Doutorado em EDUCAÇÃO) -- Instituição de Ensino: Universidade Federal de Minas Gerais, Biblioteca Depositária: Biblioteca da Faculdade de educação da UFMG, 2005.

DANIEL, E. A. *Concepções de futuros professores da escola básica sobre Evolução dos seres vivos: implicações para a prática docente*. 2003. 92f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru.

DARWIN, C. R. *Autobiografia*. Rio de Janeiro: Contraponto, 127p. 2000 (publicação original: 1887). Disponível em: <<http://darwin-online.org.uk/content/frameset?itemID=F1497&viewtype=text&pageseq=1>> Acesso em: 20/05/2013.

DE VECCHI, G. *Aider les élèves à apprendre*. Paris, Hachette Livre, 2000.

DEVELAY, M. *De l'apprentissage à l'enseignement*. Paris, ESF, 1992.

DIAS CORREIA, J. H. R., DIAS CORREIA, A. A.. Alguns aspectos funcionais do epigenoma, genoma e transcriptoma nos animais REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria* [On-line] 2007, VIII (Outubro-Sinmes): Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63612713_005>. Acesso em 14/10/2013.

DOBZANSKY, T. O homem em evolução. Trad. Josef Manasterski. São Paulo: Polígono, 1972.

DORVILLE, L. F. M. *Religião, escola e ciência: conflitos e tensões nas visões de mundo de alunos de uma licenciatura em ciências biológicas*. Tese (Doutorado em EDUCAÇÃO) -- Instituição de Ensino: Universidade Federal Fluminense, Biblioteca Depositária: BCG, 2010.

FALK, R. What is a gene? *Studies in the History and Philosophy of Science*, 17, p. 133-73, 1986.

FARIA, F. A revolução darwiniana na paleontologia e a ideia de progresso no processo evolutivo. *Scientiae Studia*, São Paulo, v.10, n.2, p.297-326, 2012.

FERREIRA, N. S. de A. *As pesquisas denominadas "estado da arte"*. UNICAMP, 2005. Disponível em: <<http://www.fe.unicamp.br/alle/textos/NSAF-AsPesquisasDenominadasEstadodaArte.pdf>> Acesso em: 19/11/2013.

FOLGUERA, G. La relacion entre microevolucion y macroevolucion desde la síntesis biológica: entre las diferencias y las similitudes. *Filosofia e História da Biologia*, v.5, n.2, p.277-294, 2010.

-----.; LIPKO, P. La Teoria sintetica y la poblacion como (única) unidad evolutiva. *Filosofia e História da Biologia*, v.2, p.191-202, 2007.

FONSECA, A. T. Kauffman e a teoria da evolução 'no limite do caos'. *Filosofia e História da Biologia*, v.2, p.23-38, 2007.

FREZZATI JUNIOR, W. A. A relação entre Filosofia e Biologia na Alemanha do século XIX: a interpretação nietzschiana da seleção natural de Darwin a partir das teorias neolamarckistas alemãs. *Filosofia e História da Biologia*, v.2, p.457-465, 2007.

----- . A construção da oposição entre Lamarck e Darwin e a vinculação de Nietzsche ao eugenismo. *Scientiae Studia*, São Paulo, v.9, n.4 , p. 791-820, 2011.

FURTADO, G. *Biologia Evolutiva: a questão da seleção multinível* (2009). Disponível em: <<http://biologiaevolutiva.wordpress.com/2009/07/26/a-questao-da-selecao-multinivel/>> Acesso em: 15/10/2013.

FUTUYMA, D, J. *Biologia evolutiva*. 2 ed. Ribeirão Preto: FUNPEC-RP, 2002.

----- . *Biologia Evolutiva*. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética/CNPq, 1992.

GAGLIARDI, R. Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 4, n. 1, p. 30-35, 1986.

GARCIA ,M, C. *Formação de professores: para uma mudança educativa*, Portugal: Porto, 1999.

GINNOBILI, S. Darwinismo universal de dominio de aplicacion restringido. *Filosofia e História da Biologia*, v.2, p.427-443, 2007.

GIOCOIA, L. R. D. *Conhecimento básico de genética: concluintes do ensino médio e graduandos de ciências biológicas*. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) -- Instituição de Ensino: Universidade Estadual de Campinas/ Piracicaba, Biblioteca Depositária: UNESP – BAURU, 2006.

GOEDERT, L. *A formação do professor de biologia na UFSC e o ensino da evolução biológica*. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) -- Instituição de Ensino: Universidade Federal de Santa Catarina, Biblioteca Depositária: Biblioteca Central da Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

GOULD, S. J. *Darwin and Adam Smith*. In: GOULD, S. J. *The Structure of Evolutionary Theory*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press, 2002.p.121-125.

----- . *Três aspectos da Evolução*. In: BROCKMAN, J.; MATSON, K. *As coisas são assim – pequeno repertório científico do mundo que nos cerca*. São Paulo: Cia das Letras, 1997, p. 95-100.

GUIMARAES, M. A. *Cladogramas e Evolução no Ensino de Biologia*. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) -- Instituição de Ensino: Universidade Estadual de Campinas/ Piracicaba, Biblioteca Depositária: Biblioteca da UNESP - Câmpus de Bauru, 2005.

HORTA, M. R. A primeira teoria evolucionista de Wallace. *Scientia e Studia*, v.1, n. 4, p. 519-530, 2003.

JABLONKA, E. Epigenética e teoria da evolução: Suas compatibilidades. *Revista do Instituto Humanitas Unisinos (on-line)*. São Leopoldo-RS, 300 ano IX, 13/07/2009. Disponível em: <http://www.ihuonline.unisinos.br/index.php?option=com_content&view=article&id=2673&secao=300>. Acesso em: 07/11/2013.

-----; LAMB, M.J. *Evolução em Quatro Dimensões- DNA, Comportamento e a História de Vida*. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.

JOAQUIM, L. M. EL-HANI, C. A genética em transformação: crise e revisão do conceito de gene. *Scientiae Studia*, São Paulo, v.8, n.1, p.93-128, 2010.

JUNIOR, A. F. N. *Construção de estatutos de ciência para a biologia numa perspectiva histórico-filosófica: uma abordagem estruturante para seu ensino*. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) -- Instituição de Ensino: Universidade de São Paulo/ São Carlos, Biblioteca Depositária: Bauru, 2010.

KEMPER, A. *A Evolução Biológica e as revistas de divulgação científica: potencialidades e limitações para o uso em sala de aula*. Dissertação (Mestrado em EDUCAÇÃO) -- Instituição de Ensino: Universidade de Brasília, Biblioteca Depositária: BIBLIOTECA CENTRAL DA UNB, 2008.

LEITE, M. L. F. T. e T. *Muito além da Dolly: as “novidades científicas” em sala de aula*. Dissertação (Mestrado em EDUCAÇÃO) -- Instituição de Ensino: Universidade Federal Fluminense, Biblioteca Depositária: BIBLIOTECA CENTRAL DO GRAGOATÁ, 2004.

LEITE, M. Retórica determinista no genoma humano. *Scientiae Studia*, São Paulo, v.4, n.3, p.421-52, 2006.

LEITE, M. S. *Contribuições de Basil Bernstein e Yves Chevallard para a discussão do conhecimento escolar*. Dissertação (Mestrado em Educação). Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Educação, 2004. Disponível em: <http://www.maxwell.lambda.ele.puc-rio.br/5269/5269_1.PDF>. Acesso em: 09/08/2013.

LEWONTIN, R. *A tripa hélice- gene, organismo e ambiente*. Companhia das Letras, 2002.

LIBÂNEO, J. C. *Didática*. São Paulo: Cortez, 1994.

LICATTI, F. *O ensino da Evolução biológica no nível médio: investigando concepções de professores de biologia*. Dissertação (Mestrado em EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA) -- Instituição de Ensino: Universidade Estadual de Campinas/Piracicaba, Biblioteca Depositária: UNESP - Campus de Bauru, 2005.

LUCAS, L. B. *Contribuições axiológicas e epistemológicas ao ensino da teoria da evolução de Darwin*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) -- Instituição de Ensino: Universidade Estadual de

Londrina, Biblioteca Depositária: Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina, 2010.

LUCENA, D. P. *Evolução Biológica pelo modo não-tradicional: como professores de ensino médio lidam com esta situação?*. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) -- Instituição de Ensino: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho/Araraquara, Biblioteca Depositária: CAMPUS DE BAURU, 2008.

MACHADO, L.C.F. Interações Discursivas no contexto da sala de aula de ciências: elementos teóricos e um esboço de análise de um episódio de ensino. In: 12^o CONGRESSO DE LEITURA do BRASIL – III ENCONTRO SOBRE LINGUAGENS LEITURAS E ENSINO DAS CIÊNCIAS. Apresentação de trabalho. Campinas: UNICAMP, 1999.

MACHADO, M. F. *Análise dos conceitos sobre a Origem da Vida nos Livros didáticos do ensino médio, na disciplina de biologia, de escolas públicas gaúchas*. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) -- Instituição de Ensino: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Biblioteca Depositária: Biblioteca Central Irmão José Otão da PUCRS, 2008.

MADEIRA, A. P. L. *Fé e evolução: a influência de crenças religiosas sobre a criação do homem na aprendizagem da teoria da evolução com alunos do 3^o ano do ensino médio*. Dissertação (Mestrado em Ciências da Religião) -- Instituição de Ensino: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Biblioteca Depositária: PUC/SP, 2007.

MARANDINO, M. Transposição ou recontextualização? Sobre a produção de saberes na educação em museus de ciências. *Revista brasileira de Educação*, n.26, Maio/Jun/Jul/Ago, 2004.

MARCELOS, M. de F. *Analogias e metáforas da árvore da vida, de Charles Darwin, na prática escolar*. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), 2006.

MARECHAL, P. Selección de grupo y altruismo: el origen del debate. *Scientiae Studia*, São Paulo, v.7, n.3, p.447-59, 2009.

MARTINAND J.-L. Pratique de référence et problématique de la référence curriculaire. In: Terrisse, A. *Didactique des disciplines, les références au savoir, Bruxelles, De Boeck Université* (Perspectives em educação et formation), 2000. p. 17-24.

MARTINS, L. A. P. A teoria da herança: proposta, fundamentação, crítica e aceitação. Tese (doutorado em Ciências Biológicas na área da Genética) UNICAMP, Campinas, 1997.

------. *A teoria da progressão dos animais de Lamarck*. 403f. Dissertação (Mestrado em Genética). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

------. P. O papel do núcleo na herança (1870-1900), um estudo de caso: a teoria dos idioblastos de O. Hertwing. *Filosofia e História da Biologia*, v.6, n.2, p.269-290, 2011.

------.; BAPTISTA, A. M. H. Lamarck, evolução orgânica e tempo: algumas considerações. *Filosofia e História da Biologia*, v.2, p.279-296, 2007.

------.; BRITO, A. P. O. P. M. A história da ciência e o ensino da genética e evolução no nível médio: um estudo de caso. In SILVA, C. C. (ed.). *Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.p. 245-264.

------.; BRITO, A. P. O. P. M. As concepções iniciais de Thomas Hunt Morgan acerca da evolução e hereditariedade. *Filosofia e História da Biologia*, v.1, p.175-189, 2006.

MATO GROSSO DO SUL. *Secretaria de Estado de Educação: Núcleo de Ensino Médio*. Cadernos da Escola Guaicuru: Ensino Médio 1. Campo Grande: Diosul, 2000.

MAYR, E. *Biologia, ciência única*. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

------. *Toward a new philosophy of biology: Observations of an evolutionist*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1988.

------. *O desenvolvimento do pensamento biológico*. Brasília: editora UnB., 1998.

------. *What makes biology unique?: considerations on the autonomy of a scientific discipline*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2004.

MEGLHIORATTI, F. A. *História da construção do conceito de evolução biológica: possibilidades de uma percepção dinâmica da ciência pelos professores de Biologia*. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Faculdade de Ciências (UNESP) – Campus Bauru. Bauru/SP, 2004.

------. *História da construção do conceito de evolução biológica: possibilidades de uma percepção dinâmica da ciência pelos professores de biologia*. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) -- Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS/PIRACICABA, Biblioteca Depositária: Unesp - Bauru 2004.

------.; et. Al. Recorrência da ideia de progresso na historia do conceito de evolução biológica e nas concepções de professores de biologia: interfaces entre

produção científica e contexto socio-cultural. *Filosofia e História da Biologia*, v.1, p.107-123, 2006.

MELLO, A. C. *Evolução biológica: concepções de alunos e reflexões didáticas* Dissertação (mestrado em Educação, Ciências e Matemática, PUC/RS). Porto Alegre, 2008.

MEYER, D.; EL-HANI, C. N. Evolução. In: EL-HANI, C. N.; VIDEIRA, A. A. P. O que é vida? Para entender a Biologia do século XXI. *Relume Dumará*, Rio de Janeiro, p. 153-185, 2001.

------. *Evolução: o sentido da biologia*. São Paulo: UNESP, 2005.

MIANUTTI, J. *Uma proposta de formação continuada de professores de biologia em Mato Grosso do Sul: de manuais didáticos a obras clássicas no estudo da evolução biológica*. Tese (doutorado em Educação para a Ciência). Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho', Bauru-SP, 2010.

MONTAGNINI, D. L. *O ensino da diversidade e evolução biológicas: um estudo crítico-reflexivo sobre a própria prática docente*. Dissertação (mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências e Práticas Educativas) -- Universidade de Franca, 2000.

MORAES, Roque. Análise de conteúdo. *Revista Educação*, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MOTTOLA, N. *O evolucionismo no ensino de biologia: investigação das teorias de Lamarck e Darwin expostas nos livros didáticos de biologia do plano nacional do livro didático do ensino médio – PNLEM*. Dissertação (mestrado em Educação). Universidade Estadual Paulista 'Julio de Mesquita Filho' – UNESP, Rio Claro, 2011.

MULLER, H. R.; PRADO, K. B. Epigenética: um novo campo da genética. *Revista RUBS*, Curitiba, v.1, n.3, p.61-69, set./dez. 2008.

NASCIMENTO, L. M. M. *Como ensinar a estudantes universitários de ciências biológicas e ciências da saúde sobre a crise do conceito de gene?* Dissertação (Mestrado em Ensino de Filosofia e História das Ciências) -- Instituição de Ensino: Universidade Federal da Bahia, Biblioteca Depositária: Biblioteca Universitária Reitor Macedo Costa, 2010.

NEVES, K. C. R.; BARRO, R. M. de O. Diferentes olhares acerca da Transposição didática. *Revista Investigações em Ensino de Ciências*, v.16, n.1, pp. 103-115, 2011.

NICOLINI, L. B. *Origem da Vida: Como os licenciandos em Ciências biológicas lidam com este tema?* Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Saúde) -- Instituição de Ensino: Universidade Federal do Rio de

Janeiro, Biblioteca Depositária: BIBLIOTECA DE RECURSOS INSTRUCCIONAIS - BRI/NUTES, 2006.

OLEQUES, L. C. *Evolução biológica: percepção de professores de biologia de Santa Maria – RS*. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) -- Universidade Federal de Santa Maria, 2010.

-----; BARTHOLOMEI-S., M. L.; BOER, N. Evolução biológica: percepção de professores de biologia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 10, n. 2, 243-263, 2011.

OLIVEIRA, G. da S. *Aceitação/Rejeição da Evolução Biológica: atitudes de alunos da Educação Básica*. Dissertação (Mestrado em EDUCAÇÃO) -- Instituição de Ensino: Universidade de São Paulo, Biblioteca Depositária: FEUSP, 2009.

OLIVEIRA, J. B. O Tempo Geológico no Ensino Fundamental e Médio: os estudantes e os livros didáticos. Tese (não publicada em PhD em Educação da Universidade de São Paulo), São Paulo, (2006)

OLIVEIRA, R. I. R. de. *Utilização de espaços não formais de educação como estratégia para a promoção de aprendizagens significativas sobre evolução biológica*. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) -- Instituição de Ensino: Universidade de Brasília, Biblioteca Depositária: BCE, 2011.

PALLITTO, N.; FOLGUERA, G. Cambios y continuidades: la ecología del comportamiento y su relación con la síntesis biológica extendida. *Filosofia e História da Biologia*, v.7, n.1, p.71-89, 2012.

PARANÁ. *Diretrizes Curriculares da Educação Básica da Secretaria de Estado da Educação do Paraná*, 2008.

PEREIRA, H. M. R. *Um olhar sobre a dinâmica discursiva em sala de aula de biologia do ensino médio no contexto do ensino da evolução biológica*. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) -- UFBA/UEFS). Salvador-BA, 2009.

PINTO, G. A. *Análise retórica de livros didáticos: o caso da evolução biológica*. 2002. Dissertação (Mestrado em Educação) -- Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

POLIZELLO, A. O desenvolvimento das ideias de herança de Francis Galton: 1865-1897. *Filosofia e História da Biologia*, v.6, n.1, p.1-17, 2011.

PORTO, F. C. da S. *O tema comportamento no ensino de biologia*. Tese (Doutorado em ENSINO EM BIOCÊNCIAS E SAÚDE) -- Instituição de Ensino: Associação Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada, Biblioteca Depositária: Biblioteca de Ciências Biomédicas, 2008.

QUESSADA, M. P. *L'enseignement des origines d'Homo sapiens, hier et aujourd'hui, en France et ailleurs: programmes, manuels scolaires, conceptions des enseignants*. Tese (doutorado em Ciência da Educação, Didática da biologia). Université Montpellier II, 2008. Disponível em: <<http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/35/39/71/PDF/these.pdf>> acesso em: 09/08/2013.

-----; CLÉMENT, P. An epistemological approach to French curricula on human origin during the 19th & 20th centuries. In Proceedings of the Eighth International History, Philosophy, Sociology & Science Teaching Conference, University of Leeds, 2005

RAMOS, M. de C. Origem da vida e origem das espécies no século XVIII: as concepções de Maupertuis. *Scientiae Studia*, Vol.1, 2003, p. 43-62.

RAZERA, J. C. C. *Ética em assuntos controvertidos no Ensino de Ciências: atitudes que configuram as controvérsias evolucionismo e criacionismo*. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) -- Faculdade Estadual Paulista, Câmpus de Bauru, 2000.

ROMA, V. N. *Os livros didáticos de biologia aprovados pelo programa nacional do livro didático para o ensino médio (PNLEM 2007/2009)*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências (modalidades Física, Química e Biologia)) -- Instituição de Ensino: Universidade de São Paulo, Biblioteca Depositária: IFUSP, 2011.

-----; MOTOKANE, M. Evolução biológica nos livros didáticos de biologia do ensino médio. *Revista de Investigación y experiencias didácticas* (Enseñanza de las ciencias), VIII Congreso Internacional sobre investigación en la didáctica de las ciencias. Disponível em: acesso em: 08/08/2013. P. 3021-3025.

ROQUETE, D. A. G. *Modernização e retórica evolucionista no currículo de Biologia: Investigando livros didáticos das décadas de 1960/70*. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Faculdade de Educação, 2011.

SANTOS, A. G. dos. *Religião, Ciência e Mundo Social: Aspectos de uma dinâmica de aprendizagem em uma escola pública do ensino médio*. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Saúde) -- Instituição de Ensino: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Biblioteca Depositária: BIBLIOTECA DE RECURSOS INSTRUCIONAIS - BRI/NUTES, 2008.

SANTOS, C. H. V. dos. *História e Filosofia da Ciência nos livros didáticos de Biologia do ensino médio: análise do conteúdo sobre a origem da vida*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) -- Instituição de Ensino: Universidade Estadual de Londrina, Biblioteca Depositária: Biblioteca Central da UEL, 2006.

SANTOS, S. C. do. *O ensino e a aprendizagem de evolução biológica no cotidiano da sala de aula*. 151f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Biociências

da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

SANTOS, W. B. *Análise de livros didáticos e validação de sequência didática sobre pluralismo de processos e evo-devo no contexto do ensino de zoologia de vertebrados*. Dissertação (Mestrado em ECOLOGIA) -- Instituição de ensino: Universidade Federal da Bahia (UFBA), 2011. Disponível em: < <http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/14548>>. Acesso em: 21/02/2014.

-----; EL-HANI, C. N. A abordagem do pluralismo de processos e da evo-devo em livros didáticos de biologia evolutiva e zoologia de vertebrados. *Revista Ensaio*: v. 15, p..199-216, set-dez, 2013.

SEPULVEDA, C. de A. S. *Perfil conceitual de adaptação: uma ferramenta para a análise de discurso de salas de aula de biologia em contextos de ensino de evolução*. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) -- Instituição de Ensino: Universidade Federal da Bahia, Biblioteca Depositária: Biblioteca Central Reitor Macedo Costa, 2010.

-----; EL-HANI, C. N. Ensino de Evolução: uma experiência na formação inicial de professores de Biologia. In: TEIXEIRA, P. M. M.; RAZERA, J. C. C. (Orgs.). *Ensino de Ciências: Pesquisas e pontos em discussão*. Campinas: Komedi, 2009. Pp. 21-45,

SILVA, D. V. C. *Análise do desenvolvimento de conceitos científicos sobre a teoria da evolução das espécies em alunos do Ensino Médio*. Dissertação (Mestrado em Educação) - Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2004.

SILVA, M. G. B da. *Um estudo sobre a evolução biológica como eixo norteador do processo de formação do professor de biologia*. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Instituição de Ensino: Universidade Federal da Bahia, Biblioteca Depositária: Biblioteca Universitária Reitor Macêdo Costa, 2011.

SIMON, M. N. Acomodação fenotípica e acomodação genética: evidencias e questões não resolvidas em macroevolução. *Revista da Biologia (2010)* 6: 1-5, 2011.

SOUZA, C. M. A. *A presença do evolucionismo e do criacionismo em disciplinas do ensino médio (geografia, história e biologia): um mapeamento de conteúdos na sala de aula sob a ótica dos professores*. Dissertação (Mestrado em Ensino e História de Ciências da Terra) -- Instituição de Ensino: Universidade Estadual de Campinas, Biblioteca Depositária: Biblioteca Central da UNICAMP, 2008.

STAUB, T. *Análise da Controvérsia entre Evolução Biológica e Crenças Pessoais em Docentes de um Curso de Ciências Biológicas*. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas). Unioeste, Cascavel, 2011.

TAVARE, M. de L. *Argumentação em salas de aula de biologia sobre a teoria sintética da evolução*. Tese (Doutorado em EDUCAÇÃO) -- Instituição de Ensino:

Universidade Federal de Minas Gerais, Biblioteca Depositária: Faculdade de Educação, 2009.

TOCHON, F.V. Semiotic foundations for building the new didactics: an introduction to the prototype features of the discipline. *Instructional Science*, 1999, v. 27, p. 9-32.

TRIGO, E. D. de F. *Ciência, um convidado especial na sala de aula de biologia - estudo exploratório de um encontro cultural entre ciência e religião no ensino médio*. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Saúde) -- Instituição de Ensino: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Biblioteca Depositária: BIBLIOTECA DE RECURSOS INSTRUCIONAIS -BRI/NUTES, 2005.

VALENÇA, C. R. *Teoria da evolução: representações de professores-pesquisadores de biologia e suas relações com o ensino médio*. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Saúde) -- Instituição de Ensino: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Biblioteca Depositária: BIBLIOTECA DE RECURSOS INSTRUCIONAIS - BRI/NUTES, 2011.

VARGENS, M. M. F. *Análise dos efeitos do jogo Clipsitacídeos (clipbirds) sobre a aprendizagem de estudantes do ensino médio sobre evolução*. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Biomonitoramento) -- Instituição de Ensino: Universidade Federal da Bahia, Biblioteca Depositária: Central da UFBA, 2009,

VERRET, M. *Le temps des études*. Lille: Atelier de Réproduction de Thèses, 1975.

VILLAÇA, J. da S. *Ensino de Ciências e a Transposição Didática: uma reflexão sobre o processo de transformação do conteúdo científico para o fazer docente*. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Faculdade de Ciências (UNESP) – Campus Bauru. Bauru/SP, 2007.

ZAMBERLAN, E. S. J. *Contribuições da história e filosofia da ciência para o ensino da evolução biológica*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) -- Instituição de Ensino: Universidade Estadual de Londrina, Biblioteca Depositária: Universidade Estadual de Londrina, 2008.