

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS

CAMPUS DE BAURU

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A

CIÊNCIA

**SÍNTESE ESTENDIDA – UMA INVESTIGAÇÃO
HISTÓRICO-FILOSÓFICA**

Luiz Felipe Reversi

Bauru

2015

Reversi, Luiz Felipe.
Síntese Estendida - Uma Investigação Histórico-
Filosófica / Luiz Felipe Reversi, 2015
206 f.

Orientador: João José Caluzi

Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual
Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2015

1. Ensino de Evolução. 2. Perfil Epistemológico

LUIZ FELIPE REVERSI

Síntese Estendida – Uma Investigação Histórico-Filosófica.

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, área de concentração em Ensino de Ciências, da Unesp, Campus de Bauru, como requisito à obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência, sob a orientação do Prof. Dr. João José Caluzi.

Bauru

2015

LUIZ FELIPE REVERSI

Síntese Estendida – Uma Investigação Histórico-Filosófica.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. João José Caluzi

Prof^a. Dr^a. Ana Maria de Andrade Caldeira

Prof^a. Dr^a. Fernanda Rocha Brando

Agradecimentos

À meu orientador, prof. Caluzi, por sua paciência, orientação e pela confiança em meu trabalho, estando sempre com as portas abertas para me ajudar sempre que precisei.

À toda banca avaliadora, pelas correções e apontamentos atenciosos e sinceros que contribuíram significativamente para os rumos que esta dissertação tomou, e um agradecimento em especial à prof^a. Ana, minha orientadora de iniciação científica, que sempre incentivou e me ajudou em minha trajetória acadêmica, me abrindo muitas oportunidades e sempre me ensinando muito.

Ao professor Marcelo Carbone, pela grande ajuda no desenvolvimento desta pesquisa, pelos elogios, incentivos e críticas, e por todo conhecimento que me proporcionou.

À minha família, em especial à meu avô, que desde muito cedo sempre incentivou minha curiosidade e meu amor pelo conhecimento, e que sem dúvida em muito influenciou minhas escolhas e a opção pela vida acadêmica, mas que não pode chegar à ver este trabalho completo.

À meus mestres, todos os grandes professores que tive em minha vida desde minha infância, sem os quais jamais chegaria até aqui e que durante todo este tempo alimentaram meu interesse e admiração pela área da educação e pela docência.

E à meu amor, por todo o apoio, incentivo e ajuda, por estar sempre presente e me dando suporte, acreditando sempre em mim e iluminando meus caminhos mesmo nas horas mais difíceis, tornando tudo isso possível.

À CAPES, pela concessão da bolsa, que permitiu a realização deste trabalho.

Sumário

| | |
|---|-----|
| 1 – Introdução | 10 |
| 2 – Objetivos: | 18 |
| 2.1 – Objetivos Gerais: | 18 |
| 2.2 – Objetivos Específicos: | 18 |
| 3 – Referencial Teórico | 19 |
| 3.1 – Epistemologia Bachelardiana | 19 |
| 3.2 – Panorama Histórico das Ideias Transformistas na Perspectiva da Epistemologia de Gaston Bachelard | 25 |
| 3.2.1 - Animismo | 25 |
| 3.2.2 – Realismo Naturalista: | 37 |
| 3.2.3 – Empirismo Positivo de Lamarck: | 45 |
| 3.2.4 – Racionalismo Clássico: | 50 |
| 3.2.5 – Racionalismo Complexo: | 53 |
| 3.2.6 – Racionalismo Dialético: | 59 |
| 4 – Metodologia | 62 |
| 4.1 – Metodologia do Estudo Histórico: | 62 |
| 4.2 – Análise Documental | 65 |
| 5 – Investigação Histórica | 66 |
| 5.1 – Baldwin | 68 |
| 5.1.1 – A New Factor In Evolution | 72 |
| 5.2 – Waddington | 83 |
| 5.2.1 – Canalization Of Development And The Inheritance Of Acquired Characters | 84 |
| 5.3 – Conclusões da Análise Histórica | 91 |
| 6 – Investigação No Ensino: A Evolução Biológica Como Eixo Articulador E Unificador Da Biologia | 94 |
| 6.1 – Análise Histórica e Documental da Situação Da Evolução Biológica Nos Currículos Da Educação Básica: | 96 |
| 6.1.1 – Processo de Definição da Evolução Biológica no Ensino na Atualidade | 105 |
| 6.1.2– Análise dos Parâmetros Curriculares Nacionais | 113 |
| 7 – A Evolução Biológica Nas Esferas Curriculares E Na Formação De Professores | 127 |
| 7.1 – As Esferas Curriculares | 127 |
| 7.1.1 – Os Livros Didáticos | 128 |
| 7.1.2 – Leis e Normas | 131 |
| 7.1.3 – Guias E Modelos | 131 |
| 7.1.4 – O Currículo Em Ação | 132 |

| | |
|--|-----|
| 7.2 - Problematizando a Ação e Formação de Professores de Evolução..... | 136 |
| 7.2.1 – Análise das Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Ciências Biológicas | 141 |
| 7.3 – Processo de Articulação Curricular E Disciplinar dos Cursos de Ciências Biológicas da UNESP | 150 |
| 8 – Nossa Proposta para o Ensino de Evolução | 163 |
| 9 – Considerações Finais..... | 176 |
| 10 – Referências | 179 |

REVERSI, L. F. **Síntese Estendida – Uma Investigação Histórico-Filosófica**. 2015. 202f. DISSERTAÇÃO (Mestrado em Educação para a Ciência) Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2015.

Resumo:

Atualmente diversas questões emergentes vêm questionando a validade e abrangência da atual moldura conceitual da biologia evolutiva, conhecida como Síntese Moderna, e expansões desta mesma moldura tem sido debatidas, levando a um novo quadro conceitual denominado Síntese Estendida, uma vez que pretende expandir ao invés de refutar a Síntese Moderna. Estas discussões também têm levantado questões acerca da epistemologia e da natureza histórica da biologia evolutiva, neste sentido buscamos um referencial teórico que pudesse interpretar epistemologicamente o desenvolvimento das ideias e teorias evolutivas e transformistas na história da biologia assim como explicar o atual processo de expansão da teoria sintética da evolução. Desta forma realizamos uma análise filosófica da história da biologia evolutiva por meio de um referencial bachelardiano e observamos um progressivo racionalismo na mesma, sendo condizente com o modelo de perfil epistemológico proposto por Bachelard. Após esta análise buscamos investigar como ela poderia contribuir para o ensino de evolução, uma vez que a evolução biológica desempenha um papel central tanto para a biologia quanto para seu ensino, articulando suas diferentes áreas e conferindo-lhes sentido. Também a teoria dos perfis epistemológicos de Bachelard possui a capacidade *sui generis* de relacionar intimamente o desenvolvimento histórico-filosófico de um conceito com o desenvolvimento psicológico do mesmo conceito em seu processo de ensino-aprendizagem. Identificamos que o ensino de evolução possui diversos problemas como – Dificuldades dos professores em lidar com as concepções religiosas dos alunos; Visões finalistas e teleológicas da evolução tanto pelos alunos quanto pelos professores; Ensino fragmentado e estanque dos conteúdos de biologia; Falta de bases teóricas por parte dos professores para se trabalhar a história da ciência e para se utilizar a evolução como eixo integrador; Concepção estritamente genecêntrica da evolução biológica; Ensino de evolução restrito às ideias de Lamarck e Darwin e oposição entre ambos – A grande maioria destes problemas está relacionada direta ou indiretamente com a formação de professores de biologia, que se encontra, quase em sua totalidade, deficiente, pobre e não articulada, sem que se dê uma formação sólida nas áreas de história e filosofia da ciência e de biologia evolutiva, e sem que as diversas disciplinas destes cursos integrem sua teoria e prática, integrem seus conteúdos específicos com ensino destes mesmos conteúdos e integrem-se umas às outras por meio de um enfoque evolutivo. Por fim, percebemos o distanciamento entre aquilo que é previsto nas leis e documentos oficiais e o observado na realidade das salas de aula e na formação de professores, por isto propomos que o presente trabalho seja utilizado como referencial para a elaboração dos projetos políticos pedagógicos dos cursos de formação de professores de biologia, uma vez que este trabalho pretende ir além das exigências legais e oficiais, as quais apresentam o que deve ser feito, ao apresentar sugestões e possibilidades de como efetivamente concretizar aquilo que é preconizado por estes documentos.

Palavras-Chave: Ensino de Evolução; Perfil Epistemológico Bachelardiano; Formação Inicial de Professores de Biologia.

Abstract:

Currently several emerging issues are questioning the validity and scope of the current conceptual framework of evolutionary biology, known as Modern Synthesis, and expansions of this frame are being discussed, leading to a new conceptual framework called Extended Synthesis, since it seeks to expand rather than refute the Modern Synthesis. These discussions have also raised questions about the epistemology and the historical nature of evolutionary biology, in this sense we seek a theoretical framework that could interpret philosophically the development of evolutionary ideas and theories in the history of biology as well as explain the current process of expansion of the Modern Synthesis. Thus, we performed a philosophical analysis of the history of the evolutionary biology through a Bachelardian referential, and we observed a progressive rationalism in this historical process, being consistent with the epistemological profile model proposed by Bachelard. After this analysis we seek to investigate how it could contribute to the teaching of evolution, since the biological evolution plays a central role both for biology and for his teaching, combining their different areas and giving them direction. Also the bachelardian theory of epistemological profiles has the unique ability to closely relate the historical and philosophical development of a concept to the psychological development of the same concept in it's teaching-learning process. We found that the teaching of evolution has several problems such as - Teachers difficulties in dealing with religious conceptions of the students; Finalists and teleological views of evolution brought by students and teachers as well; Fragmented teaching of biology content; Lack of theoretical bases for teachers to work with the history of science and to use evolution as an integrating axis; Strictly genecentric conception of biological evolution; Teaching of evolution restricted to Lamarck's and Darwin's ideas and opposition between them – Most of these problems are directly or indirectly related with the formation of biology teachers, that is, almost entirely, handicapped, poor and not articulated, without a solid background in the areas of history and philosophy of science and evolutionary biology, and without the integration of the various disciplines of these courses in its theory and practice, in their specific content with teaching of these same contents and in the integration of each other through an evolutionary approach. Finally, we perceived the gap between what is stated in the laws and official documents and the reality observed in the classrooms and in teacher's formation, therefore we propose that this study be used as a reference for the development of pedagogical political projects of graduating courses for biology teachers, since this work intends to go beyond legal and official requirements, which state _what must be done_, to make suggestions and possibilities of how to effectively implement what is advocated by these documents.

Keywords: Evolution Teaching; Bachelardian Epistemological Profile; Biology Teachers' Initial Education.

1 – INTRODUÇÃO

O biólogo evolucionista e historiador da ciência Ernst Mayr (2005) afirma que em geral o conhecimento biológico não é baseado em leis como as das demais ciências naturais tais como a química e a física, e sim em redes conceituais. Ainda que este pensamento realmente seja condizente com uma ciência das exceções e da diversidade como é a biologia, se há um conceito nela que possa desempenhar o papel de uma lei geral que se aplique a todos os casos particulares e possa de fato unificar e se relacionar com os demais conceitos este é o da evolução biológica.

De acordo com o dicionário etimológico e circunstanciado de Biologia, a biologia é entendida como a ciência que estuda os seres vivos, a vida, suas leis, princípios e fenômenos (Soares, 1993). Dentro desta e da grande maioria de outras possíveis definições encontradas para a biologia, para a vida e sua diversidade, podemos concluir que a evolução é compatível e inerente a quase todas.

Todos os mecanismos metabólicos, processos bioquímicos, moleculares e celulares envolvidos, que resultam no desenvolvimento e ontologia de um organismo e se traduzem em sua complexa anatomia e fisiologia, bem como as relações filogenéticas, ecológicas e etológicas dos indivíduos podem ser expressas, explicadas e interpretadas do ponto de vista evolutivo. Esta capacidade explicativa que a evolução possui nas ciências biológicas levou um dos protagonistas da Síntese Moderna, Theodosius Dobzhansky (1937) a afirmar, já no título de uma de suas publicações, que "nada faz sentido em biologia senão à luz da evolução".

Devido a estas características é comum e recorrente a afirmação de que a evolução se configura como o eixo estruturador ou norteador de toda a biologia, assim

como um conceito central para a compreensão e unificação das ciências biológicas (Dobzhansky, 1937; Bizzo, 1991; Smocovits, 1996; Mayr, 1998; Meyer e El-Hani, 2000; 2005; Futuyma, 2002; Marandino, Selles e Ferreira, 2009).

A evolução é tão marcadamente necessária para a compreensão da biologia que o italiano Massimo Pigliucci (2007), biólogo evolucionista e filósofo da biologia, afirma que o momento da biologia que esteve mais próximo de uma revolução científica foi a passagem de uma visão teológica natural para uma visão filosófica natural e transformista da história da vida e da diversidade biológica. Entretanto este foi um processo para o qual o naturalista britânico Charles Darwin (1809 – 1882) contribuiu, mas não iniciou, sendo a história das ideias transformistas bastante antiga e complexa. Assim, as contribuições feitas por Darwin, juntamente com o também naturalista britânico Alfred Russel Wallace, foram para uma ideia já existente de uma evolução biológica. Estes últimos aportes a uma teoria evolutiva são referentes a dois principais conceitos: O de um, ou poucos, descendentes comuns a todos os seres vivos; e a seleção natural como mecanismo da aparente adaptação dos organismos ao ambiente (Pigliucci, 2009).

Desde sua publicação, a teoria darwinista foi bastante controversa, e como exposto por Pigliucci (2009), Darwin teve de dedicar tempo e energia para convencer os principais filósofos de seu tempo da qualidade e relevância de sua obra. Entretanto, o que faltava à teoria de Darwin não era uma base filosófica, mas uma teoria da hereditariedade. Darwin reconhecidamente apresentava dificuldades para explicar os mecanismos de herança, e para tanto, em alguns momentos se aproximou do lamarckismo ou de seu próprio modelo de herança por mistura.

No entanto, nos anos que se seguiram à publicação da *“Origem das Espécies”* o lamarckismo foi expurgado da teoria evolucionária, separando a teoria de Darwin de suas influências lamarckistas, o que Mayr (1980; 2005) denominou como sendo historicamente o neodarwinismo, embora a maioria dos autores utilize este termo para se referir à própria teoria sintética da evolução ao invés da teoria de Darwin sem o lamarckismo. Ainda após esta depuração da teoria evolutiva, não havia inserida nela uma teoria da herança que a sustentasse, uma vez que os trabalhos de Mendel permaneceram de certa forma desconhecidos até a virada do século XX (ver Baldwin, 1896). Como consequência, questionamentos ao conceito de seleção natural e em favor de teorias alternativas como mutacionismo e ortogênese (Bowler, 1983) proliferaram.

A solução para explicar os mecanismos de herança na teoria de Darwin começou a ser delineada na primeira metade do século XX, e suas raízes remontam à década de 1920, se desenvolvendo nas três décadas seguintes com as contribuições de Fisher (1930), Haldane (1932), Wright (1932) e Dobzhansky (1937). Esse último, em seu livro *“Genetics and the Origin of Species”* integrou a teoria evolutiva de Darwin com a Genética de Mendel, e finalmente em 1942, Julian Huxley cunha o termo Síntese Moderna em seu livro *“Evolution: The Modern Synthesis”* para designar este processo da integração das duas teorias que estava em curso na época.

Pouco mais de uma década após esta união de teorias houve a proposição de um modelo da estrutura físico-química em dupla hélice do DNA, em 1953, por James Watson, Francis Crick, Maurice Wilkins e Rosalind Franklin, que atribuiu o significado de base material da herança ao gene (Keller, 2002). Este modelo corroborou para o entendimento de gene como uma sequência específica e discreta de nucleotídeos de DNA, envolvido em uma função específica (Falk, 1986; Keller, 2000).

O modelo da dupla-hélice não levou somente à preponderância da visão realista do gene como uma entidade material, Watson e Crick (1953) também propuseram que a sequência precisa das bases nucleotídicas constituiria o código que levaria a informação genética. A chamada ‘hipótese da sequência’ (Crick, 1958) abriu o caminho para os avanços da biologia molecular nas próximas décadas, com o esclarecimento do mecanismo de síntese protéica ou do código genético, por exemplo.

Desde o desenvolvimento da biologia molecular aos dias atuais vários autores argumentam que há uma crescente ênfase nos aspectos moleculares da teoria evolutiva e que esta não atribui um papel explicativo claro ao desenvolvimento do organismo em sua estrutura conceitual (Lewontin, 1978, 2002; Goodwin, 1994; Feltz, 1995; Webster e Goodwin, 1999; El-Hani e Emmeche, 2000; Ruiz-Mirazo et al., 2000; Gutmann e Neumann-Held, 2000; El-Hani, 2002; Sepúlveda, Meyer e El-Hani, 2011). As pesquisas biológicas de modo geral estão em níveis focais microscópicos, como no caso da biologia molecular, ou macroscópicos, como na ecologia, no entanto em ambos os casos estão presentes uma visão afastada do organismo (Ruiz-Mirazo et al., 2000).

Os autores Etxeberria e Umerez (2006), caracterizam que a biologia molecular, ao longo de sua história, busca explicar os fenômenos orgânicos com base somente em mecanismos moleculares, além de apoiar-se na noção de informação genética, noção esta que ainda requer uma teoria que lhe confira sentido (El-Hani, 2007), para compreender os processos evolutivos e de desenvolvimento, sobretudo em termos do papel dos genes. Para Lewontin (2000), no século XX, a ideologia da ciência moderna está apoiada na visão reducionista de mundo que resultou em uma visão particular de organismos determinados apenas por fatores internos, os genes.

Segundo Platnick e Rosen (1987), também o filósofo Karl Popper atestou que a Síntese Moderna era estritamente uma teoria de genes, ainda que o fenômeno que tenha de ser explicado seja o da transformação da forma dos organismos. Pigliucci (2007) considera esta fala de Popper exagerada, argumentando que há a necessidade de ambas as teorias, da forma e dos genes, ainda que seja claro o foco genético da Síntese Moderna,

Lewontin (2002) ainda discorre sobre a importância do ambiente no desenvolvimento dos organismos:

—A ontogenia de um organismo é consequência de uma interação singular entre seus genes, a seqüência temporal dos ambientes externos aos quais está sujeito durante a vida e eventos aleatórios de interações moleculares que ocorrem dentro das células individuais” (Lewontin, 2002, p.24)

El-Hani (2002) concorda com Lewontin (2000; 2002) que mesmo a síntese evolutiva atual carrega a tendência em ver o organismo biológico como um agente passivo, sem influência no próprio ambiente e consequentemente sem influência no mecanismo de seleção natural.

Lewontin é um defensor da biologia evolutiva desenvolvimentista que é uma das muitas contribuições que surgiram para a área da pesquisa em evolução no período de mais de meio século após a Síntese Moderna ser formulada. Entre as outras contribuições podemos citar os avanços da biologia molecular, das pesquisas sobre “heranças-suaves” (soft inheritance), entre outras. Este conjunto de novas áreas de investigação levou muitos cientistas e filósofos da ciência a avaliar a validade dos principais dogmas da Síntese Moderna à luz destes novos estudos no século XXI (Handsuh & Mitteroecker, 2012).

Entretanto uma expansão na moldura conceitual da teoria evolutiva não deveria ser surpreendente, uma vez que a Síntese Moderna, que é reconhecidamente uma teoria genecêntrica (Oliveira, 2013), teve sua origem na primeira metade do século passado, muito antes da expansão da genética e biologia molecular.

Recentemente algumas questões emergentes e tópicos de investigação, advindas das novas áreas de pesquisa citadas anteriormente, que estão distantes do foco gênico da atual moldura conceitual da biologia evolutiva (Schrey, 2012), foram elencadas pelo biólogo evolucionista e filósofo da ciência Massimo Pigliucci (2007), como por exemplo: a epigenética, a evolvabilidade, a plasticidade fenotípica, o papel das interações ecológicas na evolução adaptativa e a biologia evolutiva do desenvolvimento.

Embora variados, muitos destes tópicos como a epigenética, a evolvabilidade, a plasticidade fenotípica e seus assuntos relacionados podem ser agrupados sob a bandeira da “soft-inheritance” ou “herança suave”, termo cunhado por Mayr (1980) para se referir à herança de variações fenotípicas não-genômicas, ou em outras palavras, a transmissão de caracteres adquiridos, um fenômeno que coloca em xeque a visão genecêntrica da Síntese Moderna.

Estas heranças suaves são atualmente reconhecidas e bem descritas (ver, por exemplo: Youngson & Whitelaw, 2008). No entanto, apesar do reconhecimento de seus efeitos pontuais, sua extensão e seu grau de interferência nos processos evolutivos ainda são desconhecidos, abrindo espaço para especulações interessantes, como a descrita por Jablonka & Lamb (2005) em seu livro “*Evolução em quatro dimensões*”, no qual as autoras propõem a possibilidade de um planeta biologicamente diverso, mas com todas as criaturas apresentando genótipos idênticos.

Outra questão importante para nossa visão da teoria evolutiva é a plasticidade fenotípica, definida por West-Eberhard (1989) como a expressão de formas alternativas de morfologia, fisiologia e/ou comportamento por um mesmo genótipo, sendo considerado um fenômeno universal dos seres biológicos (Schlichting e Pigliucci, 1998; West-Eberhard, 2003) e apresentada como relevante na evolução destes desde o século XIX, com os trabalhos de Baldwin (1896). –O modelo de Baldwin refere-se ao potencial da plasticidade fenotípica permitir que uma parcela dos indivíduos de uma população sobreviva a uma mudança ambiental, por meio da expressão de novos fenótipos resistentes” (Simon, 2010, p.1). Formulações teóricas atuais referentes à influência da plasticidade em questões macroevolutivas recuperaram o interesse dos cientistas nesta área de investigação (Simon, 2010).

Baseados nestas novas ideias, alegações de que a moldura conceitual da Síntese Moderna necessita de uma séria revisão e extensão têm se proliferado e se tornado cada vez mais convincentes (por exemplo: Carroll, 2008; Gould, 2002; Müller, 2007; Pigliucci, 2007). A integração dessas novas ideias com a Síntese Moderna está formando um novo quadro conceitual da evolução que pode abranger a explicação para antigas questões assim como os novos conceitos emergentes, conhecida como a Síntese Estendida, uma vez que irá aumentar, em vez de refutar, a Síntese Moderna (Handschuh & Mitteroecker, 2012).

Dado o exposto, Pigliucci (2007) questiona a necessidade de uma síntese evolutiva estendida, chegando à conclusão de que apesar de não podermos ignorar as questões emergentes relacionadas à biologia evolutiva, a biologia como ciência não possui uma estrutura como a proposta pelo filósofo da ciência Thomas Kuhn e dificilmente passará por uma revolução kuhniana, fazendo uma previsão de que haverá uma extensão gradual do corpo conceitual evolutivo por meio de um desenvolvimento

complexo sobre seus predecessores (darwinismo, neodarwinismo, e a própria Síntese Moderna).

Neste sentido buscamos mostrar que o desenvolvimento das teorias evolutivas, apesar de incompatível com o modelo kuhniano, pode ser visto sob a perspectiva bachelardiana, numa sequência de perfis epistemológicos em seu desenvolvimento histórico, partindo de concepções realistas para outras mais racionais e complexas.

Desta forma, considerando a importância das discussões em torno da possibilidade de uma Síntese Estendida, e das conseqüentes transformações que esta implicaria no quadro conceitual da evolução, buscamos uma teoria epistemológica que pudesse interpretar o desenvolvimento da biologia e as transformações pelas quais esta ciência está sujeita com a expansão da moldura conceitual da Síntese Moderna.

Ao buscar um referencial que conferisse sentido para o desenvolvimento das ciências biológicas encontramos a epistemologia de Gaston Bachelard, que se mostrou capaz de interpretar o desenvolvimento histórico da biologia evolutiva.

Segundo Bachelard (1996), para se compreender um conceito em seu estado atual de maturidade epistemológica é necessário retomar a história de todos os perfis pelos quais este conceito já atravessou, juntamente com as retificações feitas a cada ruptura do conceito em direção ao racionalismo.

Portanto traçamos um perfil histórico da biologia evolutiva analisando-o sob o referencial teórico bachelardiano a fim de verificar o crescente racionalismo nas pesquisas e teorias evolutivas e identificar os importantes pontos históricos responsáveis por estes avanços da racionalidade das ciências biológicas.

Dentre estes importantes pontos históricos, destacamos e investigamos os trabalhos históricos de Baldwin e Waddington, que possuem importantes contribuições para as discussões acerca da Síntese Estendida.

Por fim, evidenciamos a capacidade da epistemologia de Bachelard em integrar diferentes áreas do conhecimento biológico, histórico, filosófico e referente ao ensino. Sendo assim buscamos analisar as possíveis contribuições desta investigação histórico-filosófica empreendida por nós, para o ensino de biologia e evolução, concluindo com uma proposta de utilização da história e filosofia da biologia evolutiva sob uma perspectiva bachelardiana para a superação dos problemas relacionados ao ensino de evolução.

2 – OBJETIVOS:

2.1 – OBJETIVOS GERAIS:

Desta forma, considerando a importância das discussões em torno da possibilidade de uma Síntese Estendida investigaremos se tais discussões são abordadas no ensino dos cursos de graduação em Ciências Biológicas de universidades públicas do estado de São Paulo, e se existem possíveis contribuições para estas discussões e para a própria Síntese Estendida nos trabalhos históricos de Baldwin, Waddington e Schmalhausen.

2.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- a) Analisar epistemologicamente a história das teorias evolutivas sob o conceito de perfil epistemológico bachelardiano;
- b) Avaliar a existência de um processo gradual de racionalização nas teorias evolutivas e a importância dos textos de Baldwin e Waddington para este processo;
- c) Realizar uma análise documental dos principais documentos oficiais que definem o currículo do ensino de evolução e dos cursos de formação inicial de professores de biologia;
- d) Verificar de que forma a evolução biológica é apresentada por estes documentos oficiais e se estes a abordam como eixo estruturador das ciências biológicas;
- e) Identificar os principais problemas que impedem a efetiva adoção da evolução biológica como eixo estruturador da biologia;
- f) Avaliar a possibilidade das contribuições da análise bachelardiana realizada neste trabalho para a superação dos problemas encontrados para na adoção da evolução biológica como eixo articulador da biologia.

3 – REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 – EPISTEMOLOGIA BACHELARDIANA

Gaston Bachelard foi um filósofo e epistemólogo francês do século XX, nascido em 27 de junho de 1884 em uma cidade chamada Bar-sur Aube, na região de Champagne, França.

Iniciou sua carreira como funcionário dos correios até conquistar seu bacharelado em ciências e se tornar professor de física e química. Em 1927 conseguiu seu doutorado em filosofia e história da ciência e passou então a lecionar na universidade de Dijon até tornar-se, em 1954, professor da renomada Sorbonne.

Desde então se tornou um grande epistemólogo e crítico das bases teóricas e metodológicas do conhecimento científico, mas ainda sim manteve uma relação próxima e considerou profundamente a questão da imaginação e inventividade humana, estabelecendo uma relação entre a imaginação e a racionalidade e permitindo uma união produtiva de ambas as esferas segundo sua biografia escrita pela European Graduate School.¹

Muitos autores distinguem as duas faces de Bachelard classificando suas obras em noturnas (poéticas) e diurnas (científicas), as quais fazem parte de um mesmo todo que o autor busca compatibilizar por meio da filosofia:

—Os eixos da poesia e da ciência são, antes de mais, inversos. Tudo o que a filosofia pode esperar é tornar a poesia e a ciência complementares, unilas como dois contrários bem ajustados. É necessário pois, opor ao espírito poético expansivo o espírito científico taciturno, para o qual a antipatia prévia constitui uma sã precaução” (Bachelard, 1978, p.130)

Em *—A água e os sonhos*”, o autor mostra de forma quase lírica como esta união dos aspectos científicos e poéticos é produtiva, fecunda, importante e até mesmo

¹Disponível em <http://www.egs.edu/library/gaston-bachelard/biography/>

necessária para o desenvolvimento do conhecimento e em último caso, da própria ciência:

–Deseja-se sempre que o homem pré-histórico tenha resolvido inteligentemente o problema da sua subsistência... A utilidade de navegar não é suficientemente clara para determinar o homem pré-histórico a entalhar uma canoa. Não há utilidade alguma que legitime o risco imenso de partir sobre as ondas. Para enfrentar a navegação, são precisos poderosos interesses. Ora os verdadeiros interesses poderosos são os interesses quiméricos. São os interesses sonhados não são aqueles que se calculam. São os interesses fabulosos” (Bachelard, 1998, p.76)

Bachelard foi bastante influenciado e inspirado pelos trabalhos de Carl Jung, aventurando-se em explorar e tecer importantes teorias acerca da forma como se constroem e estruturam os conhecimentos científicos na mente humana, tanto dos cientistas que produzem tais conhecimentos quanto de alunos que buscam compreendê-los. Ainda sob as influências dos trabalhos na área da psicologia, o autor desenvolveu o que chamou de “psicanálise do conhecimento objetivo”, definida como o estudo dos obstáculos emocionais que perpetravam a mente do sujeito e que se colocavam como barreiras para o desenvolvimento do conhecimento objetivo sobre algum assunto. Não somente, para ele, o conhecimento, tanto psicologicamente quanto historicamente, se desenvolve por meio de rupturas marcadas pela superação de tais obstáculos e pela retificação dos erros aos quais estes nos levam.

Em seu livro “*A filosofia do Não*” (1978), Bachelard nos apresenta como podemos conceituar psicologicamente e historicamente os conceitos científicos. De modo que em ambas as esferas, histórica e psicológica, o desenvolvimento dos conceitos científicos atravessam estádios semelhantes, representados por várias

doutrinas filosóficas que caminham para um racionalismo progressivo das ciências e de seus conceitos.

Com isso Bachelard evidencia a insuficiência das doutrinas filosóficas anteriores, centradas na dicotomia racionalismo-empirismo, em descrever isoladamente tanto o processo histórico-epistemológico quanto todas as formas de se pensar e explicar um determinado conceito. De acordo com o autor, ao analisar o conceito de massa foi possível perceber as limitações das epistemologias propostas até então - “Um conceito sozinho foi suficiente para dispersar as filosofias e mostrar que a incompletude de algumas filosofias estava atribuída ao fato de que elas se sustentavam em apenas um aspecto, elas iluminavam apenas uma faceta do conceito” (Bachelard, 1978, p.34).

Ao descrever seu conceito de perfil epistemológico, Bachelard mostra como os diferentes estágios de desenvolvimento conceitual, ou diferentes perfis epistemológicos, podem coexistir na mente de uma pessoa e apresenta um gráfico de seu próprio perfil epistemológico pessoal do conceito de “massa”, conceito este que ele se utiliza para descrever detalhadamente cada doutrina filosófica ou estágio do perfil epistemológico.

Baseando-se nos estudos de Bachelard, Mortimer (1995) afirma que as diferenças entre estes estágios não são apenas epistemológicas, mas também ontológicas, apresentando-nos sua noção de perfil conceitual, que estabelece que um determinado conceito possa encontrar-se distribuído entre vários tipos ou estágios hierárquicos de pensamento filosófico, assim como apresentar características ontológicas variadas, sendo assim possível para um indivíduo constituir mais de uma forma de compreensão de um conceito que podem ser acessadas e utilizadas em contextos diferentes.

Mortimer (1995, p. 267) ainda afirma que:

—.(.) deve ser possível para cada indivíduo desenhar seu próprio perfil epistemológico acerca de cada conceito científico. Apesar das características individuais do perfil, como resultado de uma psico-análise individual de um certo conceito, as categorias que constituem as diferentes divisões do perfil são formas supra-individuais de pensamento, uma vez que pertencem à um intelecto coletivo.”

A este “~~in~~telecto-coletivo” podemos estabelecer relação com o “~~zeitgeist~~”, termo alemão bastante presente na filosofia hegeliana para descrever o contexto em que o espírito individual estaria inserido, e que assim influenciaria e seria composto pelas ideias e teorias de determinada época.

Este “~~zeitgeist~~” é semelhante a um paradigma sociocultural, que como uma moldura conceitual orienta o desenvolvimento das ideias de uma determinada época, e também é semelhante à noção de perfil epistemológico histórico, que assim como a crítica de Bachelard mostra a insuficiência de doutrinas filosóficas anteriores em conceituar o desenvolvimento, humano para Hegel e científico para Bachelard, por estarem limitadas a aplicar apenas um modelo a todos os estádios do desenvolvimento que se propõe a explicar.

Como descrito por Souza (2010, p. 17):

“O Zeitgeist é o momento, o contexto em que o espírito está inserido; é uma crítica direta que Hegel faz a todos os sistemas filosóficos anteriores ao seu, que estabeleciam critérios imutáveis para o estudo da filosofia e o que o homem pode conhecer, sem levar em consideração o momento em que isso ocorreria.”

Também tal recapitulação ontológica do processo histórico de construção conceitual apontada por Mortimer (1995) é em parte semelhante à ideia de Ernst Heckel (1961, p.8) de que “A ontogenia é uma recapitulação concisa e condensada da filogenia” (ver também Mayr, 1998; Ritvo, 1992), estando esta ideia equivocada ou não (processo este que Bachelard defende como natural da ciência, em que seu avanço se dá de forma descontínua pela correção de erros anteriores) ainda se estabelece como análoga e ilustra o processo epistemológico descrito por Bachelard.

Os diferentes perfis epistemológicos se distribuem na seguinte ordem hierárquica, – animismo, realismo, positivismo, racionalismo clássico, racionalismo complexo e racionalismo dialético – caminhando de uma simplicidade concreta a um racionalismo abstrato e complexo, e segundo Bachelard (1991, p. 19-20) “A evolução filosófica de um conceito científico particular é um movimento que atravessa todas [as] doutrinas filosóficas”, ainda que nem todos os conceitos científicos tenham atingido o mesmo grau de maturidade ou desenvolvimento.

Não somente, para se compreender um conceito em seu estado atual de maturidade epistemológica é necessário retomar a história de todos os perfis pelos quais este conceito já atravessou, juntamente com as retificações feitas a cada ruptura do conceito em direção ao racionalismo, assim como exemplifica Dagonet (1980, p.63) em sua obra acerca da epistemologia de Bachelard: “Parece-nos que não é possível compreender o átomo da física moderna sem evocar a história das suas imagens, sem retomar as formas realistas e as formas racionais, sem explicar o seu perfil epistemológico.” E que, “de qualquer modo, aquilo que se fortifica na imagem deve encontrar-se no conceito retificado. Portanto, diremos de boa vontade que o átomo é exatamente a soma das críticas às quais submetemos a sua imagem primeira.” (Dagonet, 1980, p.63)

Aceitando então esta premissa, e de modo a compreender o conceito histórico de evolução biológica, para assim verificar as possíveis contribuições históricas à Síntese Estendida e ao ensino de evolução, buscamos não somente analisar o desenvolvimento do pensamento evolutivo ao longo da história da ciência, mas também evidenciar o gradual avanço da racionalidade neste pensamento e apontar em textos e conceitos históricos momentos em que seja possível notar tal aplicação do pensamento racional abstrato, como esperamos encontrar nos trabalhos de Baldwin (1896) e Waddington (1961).

3.2 – PANORAMA HISTÓRICO DAS IDEIAS TRANSFORMISTAS NA PERSPECTIVA DA EPISTEMOLOGIA DE GASTON BACHELARD

3.2.1 - Animismo

Na filosofia de Bachelard, o animismo é uma apreciação grosseira e ingênua da realidade empírica, repleta de características subjetivas e valores imprecisos, por esta razão Bachelard define esta etapa também como obstáculo epistemológico para a aquisição do conhecimento científico. O animista atribui a elementos naturais sentimentos, emoções, vontades ou desejos, e até mesmo inteligência (Castro & Santos, 2012) havendo assim uma proximidade entre os conceitos e o pensamento teológico ou mitológico.

Podemos identificar o animismo na história da biologia evolutiva nos primórdios desta ciência, no embrião da história natural fundada por Aristóteles (Tripicchio, 2005), ou mesmo antes, na cosmogonia de diversos povos (ou de outros filósofos pré-socráticos como Tales de Mileto, Anaximandro, Empédocles e Epicuro).

Primordialmente, durante a tentativa de explicar a origem do universo e dos seres vivos, povos antigos teceram teorias mitológicas diversas, como aponta Berezuk (2011, p. 60):

–Durante muito tempo da história da humanidade, os conhecimentos acerca dos fenômenos da natureza eram considerados associados à própria explicação teológica. Não havia uma distinção entre a explicação nos moldes científicos [...] e nas explicações de base mais metafísica e teológica.”

Algumas destas explicações mitológicas contemplavam ideias transformistas, ao passo em que outras contemplavam ideias fixistas acerca do surgimento e modificação ou permanência dos seres vivos. Neste sentido, tanto a mitologia dos povos antigos quanto a filosofia de Aristóteles e de outros filósofos naturalistas pré-socráticos possuem em comum o espírito pré-científico e animista.

Tripicchio (2005) afirma que há basicamente quatro maneiras metafísicas de se conceber a origem da vida e do universo bem como sua natureza: Um mundo de transformações cíclicas, que se alterna entre períodos míticos de esplendor e florescimento e períodos de decadência; Um mundo estático, infinito e atemporal, correspondente à visão da cosmologia aristotélica; Um mundo finito, com um momento de criação e um fim previsto como na mitologia criacionista judaico-cristã; E por fim um mundo dinâmico em que há uma mudança evolutiva gradual dos seres como no pensamento de Lamarck e Darwin.

Ainda segundo Tripicchio (2005) o desenvolvimento das concepções da origem da vida teve seu desenvolvimento sob um prisma metafísico e teológico até o século XVIII, e Aristóteles inaugura o fixismo na biologia por uma metafísica continuísta sustentada por suas observações empíricas, como aponta o biólogo e filósofo da biologia Ernest Mayr (1998, p.109-110):

—Muito mais do que os seus predecessores ele era um empírico. As suas especulações sempre se reportam às observações por ele feitas. Em certa ocasião (ARIST., De Generatione Animalum, 760b 28), ele afirma de modo muito claro que a informação que procede dos nossos sentidos tem primazia sobre aquilo que diz a razão (...) “Com Platão a história é diferente: Para ele a Biologia foi um desastre”.

Sendo assim a história natural de Aristóteles claramente se enquadra no animismo bachelardiano ao se apoiar no realismo da observação empírica e a ela conceder interpretações metafísicas e mitológicas, atribuindo valores, como podemos observar em sua *—Scala Naturae*”, uma classificação teleológica dos seres que tendem à perfeição e a proximidade com o divino, assim como analogias destes às leis gerais de organização e perfeição do universo (Hull, 1975). Estas leis gerais de organização para Aristóteles, bem como a escala rumo à perfeição da *—Scala Naturae*” se traduzem no *—logos*” determinístico da natureza, ou seja, uma *—lógica*” superior e universal que dá ordem ao cosmos, a tudo, e estrutura de todas as coisas como são:

—Para, Aristóteles, não é o “logos” humano que por ser lógico descobre o “logos” da “physis” e aí começa a pensar e fazer ciência: “episteme”. É o inverso: é porque a natureza é regida pelo “logos”, o princípio básico de origem, da regularidade, que nós somos aptos a pensar logicamente. [...] A Lógica aristotélica é uma tentativa de revelar os princípios do cosmos.” É o “logos” da “physis” que nos convoca a pensar.” (Tripicchio, 2005, p.22).

Ainda sendo Aristóteles um fixista, sua metodologia empirista e sua forma de pensar e de explicar seus conceitos de história natural, especialmente seu conceito de organização e diversidade dos seres vivos, denunciam contornos imprecisos e baseados

em metafísica (Daros, 2003), e nas palavras de Bachelard (1965, p.14) –Um espírito que aceite um conceito desta natureza não pode aceder à cultura científica. Uma declaração explícita de analogia dificilmente corrige o perigo deste emprego.”. Tal afirmação nos remete à analogia aristotélica da organização dos seres vivos numa escala natural com a organização do cosmos, ambos frutos de uma força superior da razão, o *–logos*”. Logo, fixistas ou transformistas, Aristóteles e seus predecessores e contemporâneos como Heráclito de Éfeso, Anaxágoras, Anaximandro, Tales, Empédocles e Epicuro (Daros, 2003) que compartilhavam de sua forma de raciocínio e metodologias empíricas partilhavam também do espírito pré-científico do animismo.

Mas não só ideias fixistas tiveram seu desenvolvimento no animismo bachelardiano, o poeta e filósofo romano Tito Lucrécio Caro (circa 99 a. C. – circa 55 a.C), do qual pouco se sabe de sua biografia e formação, exceto que pode ser classificado como epicurista devido às posições tomadas por ele em sua obra, *–De rerum natura*” (frequentemente traduzida como *–Da natureza*”, ou “*Sobre a natureza das coisas*”, ou ainda como *–Sobre a natureza do Universo*”), poema épico-didático no qual, dentre muitas outras coisas, descreve o surgimento da vida na Terra, desvinculada de uma ação divina, e a transformação desta vida com o tempo:

–Primeiro produziu a terra, à volta das colinas e por todos os campos, as espécies de ervas com seu verde esplendor; com sua cor verdejante brilharam os prados floridos e foi concedido às várias árvores crescer à compita pelos ares, sem que nenhuma rédea as contivesse. E assim como primeiro aparecem as penugens, os pêlos e as sedas nos membros dos quadrúpedes e no corpo das aves de asas poderosas, assim também a jovem terra produziu primeiro as ervas e os arbustos e criou depois, de várias maneiras, numerosas gerações mortais de formas variadas.

Efetivamente os animais não podem ter caído do céu nem o que é terrestre pode provir das lagoas salgadas. Resta, portanto, aceitar que merecidamente recebeu a terra o nome de mãe, visto que tudo veio a nascer da terra. E, mesmo agora, muitos animais saem da terra gerados pelas chuvas e pelo cálido vapor do Sol; não há, pois, que estranhar que muitos mais e muito maiores tenham nascido quando estavam em plena juventude a Terra e o éter.

A princípio, as espécies aladas e as várias aves abandonavam os ovos e eclodiam na época primaveril, exatamente como agora as cigarras abandonam no verão espontaneamente os seus redondos envoltórios e procuram o alimento e a vida. Foi então que a terra produziu primeiro as gerações mortais, visto que havia no ar em grande quantidade calor e umidade.

Em toda parte em que o lugar dava qualquer oportunidade, apareciam úteros ligados à terra por meio de raízes; logo que em devido tempo eles se abriam pelo esforço dos filhotes, já em idade de fugirem ao úmido e procurarem os ares, para eles dirigia a natureza os canais da terra, obrigando-a, pelas veias abertas, a lhes escorrer um líquido semelhante a leite, como acontece agora às mulheres paridas que se enchem de doce leite, visto se lhes dirigir para os peitos toda a força do alimento.

A terra dava aos meninos o sustento; o calor, vestuário, e as ervas numerosas e cheias de branda lanugem lhes forneciam um leito. De resto, a juventude do mundo não trazia ainda os duros frios, nem o demasiado calor, nem os ventos de grandes forças. Tudo por igual vai crescendo e ganhando o seu vigor.

É por tudo isto que, digamo-lo ainda uma vez, a terra merecidamente recebeu o nome de mãe: ela própria criou a raça humana e produziu, por assim dizer, em tempo determinado toda a raça de animais que vagueia e folga pelos

montes e ao mesmo tempo as aves aéreas de variadas formas. Mas, como deve haver algum termo para a fecundidade, por fim parou à maneira da mulher cansada pela longa idade.

O tempo modifica a natureza de todo o mundo, um estádio se sucede a outro, segundo uma ordem determinada, e nada fica semelhante a si próprio: tudo passa, a tudo a natureza muda e obriga a transformar-se. Apodrece um corpo e se enfraquece de velhice e logo outro cresce e sai daquilo que se desprezava. Assim, pois, modifica o tempo a natureza de todo o mundo e passa a terra de um estádio a outro: acaba por não poder o que já pôde e por ser capaz do que lhe era impossível.” (Lucrecio, 1980)

Por este trecho de sua obra podemos ver que Lucrecio afasta a ideia de um criacionismo no qual a vida seja produto da obra divina ou do planejamento de uma inteligência superior, sendo defensor de uma ideia abiogênica do surgimento da vida, que se dá espontaneamente na natureza a partir de elementos naturais que se transformam com o passar do tempo seguindo leis também naturais, como aponta Almeida (2014, p. 3) –Guiado pelo seu mestre, Lucrecio se convence na primeira diade que todo o mundo obedece às leis da natureza”.

Lucrecio ainda chega a antecipar a proposta de Darwin e postula um mecanismo de seleção natural de seres inaptos que os levariam à extinção frente à competição com outros. Esta competição e seleção ainda são detalhadas em suas formas, seja na procura e obtenção de alimento e outros recursos, no crescimento, na defesa e proteção de sua integridade, na capacidade de reprodução e manutenção de sua descendência.

“Foi nessa altura que a Terra tentou criar numerosos monstros de estranho aspecto e membros, por exemplo, o andrógino, intermediário entre os dois sexos, e que não é nem um nem outro e que de ambos se afasta, e os seres

que não tinham pés ou que não tinham mãos, e também os que não tinham boca e eram mudos e os que se encontravam cegos e sem face e os que tinham os membros inteiramente presos ao corpo e não podiam fazer coisa alguma, nem andar nem evitar o mal nem apanhar aquilo que seria útil.

Outros monstros criava e outros portentos, e tudo inútil porque a natureza lhes impediu o crescimento e não puderam alcançar a desejada flor da idade nem encontrar alimento nem unir-se pelo ato de Vênus. Vemos efetivamente que deve existir um concurso de circunstâncias para que seja possível às gerações o propagar-se é necessário primeiro que haja alimentos e depois que exista para os elementos seminais uma saída por onde possam correr dos membros cansados; para que a fêmea se possa juntar aos machos é preciso que tenha cada um o que permita a troca de gozos.

Tiveram então que desaparecer muitas raças de seres vivos que não puderam, reproduzindo-se, dar origem a uma descendência. “Todas aquelas que vêm se alimentarem das auras vitais têm, ou a manha, ou a força, ou então a mobilidade que, desde o princípio, protegeram a raça e a conservaram.”
(Lucrecio, 1980)

Não se limitando somente à descrição dos mecanismos de seleção natural, o poeta ainda apresenta a possibilidade de uma seleção artificial, baseada na utilidade que alguns animais poderiam ter para o homem, que assim, interessando em suas qualidades, lhes alimentavam e protegiam, permitindo com que se desenvolvessem e sobrevivessem:

“[...] Há também muitas que nos foram recomendadas pela sua utilidade e que se conservam entregues à nossa guarda.

A cruel espécie dos leões e as gerações bravias foram guardadas pela força, as raposas pela manha e os veados pela fuga. Mas os cães de sono leve e coração fiel, a raça que nasceu de germe cavalariço, os laníferos gados e as gerações coníferas, todas elas foram, ó Mêmio, entregues à tutela dos homens. Trataram de fugir das feras, de conseguir a paz, de obter, sem fadiga sua, uma farta alimentação, a qual nós lhes damos como prêmio da sua utilidade”
(Lucrécio, 1980)

Também Lucrécio demonstrou a impossibilidade da existência de criaturas míticas comuns no imaginário popular da época e descritas em lendas e poemas, como centauros e quimeras, demonstrando a incompatibilidade das naturezas das partes que compunham tais seres:

—Mas não houve centauros nem podem em tempo algum existir conjuntos de dupla natureza e de dois corpos, formados de membros dispares, nem haver forças desiguais. E qualquer o pode reconhecer pelas razões seguintes, mesmo que seja de espírito obtuso. Primeiro, ao fim de cerca de três anos, está o cavalo em pleno vigor, mas não o está uma criança; mesmo nesta idade, procurará em sonhos a ponta do seio que o amamentou. Depois, quando o cavalo começa a não ter já as mesmas forças vigorosas por causa da idade e lhe falham os membros e o deserta a fatigada vida, então floresce para o menino o tempo da sua juventude e lhe veste as faces uma branda penugem.

Não julgues, pois, que possam ter existido ou existir centauros provenientes de germe de homem e germe de cavalo, ou Cilas de corpos meio marinhos e rodeadas embaixo de raivosos cães, ou qualquer outra coisa deste gênero, desde que a vejamos com membros discordantes. De fato, não florescem a par, nem os corpos lhes tomam vigor ao mesmo tempo, nem simultaneamente os atinge a velhice; também não é igual neles o ardor de

Vênus nem têm os mesmos costumes, nem lhes correm pelos membros os mesmos prazeres; muitas vezes engorda os animais de barba a mesma cicuta que é para o homem um terrível veneno. E, como a chama costuma carbonizar e abrasar não só os fulvos corpos dos leões como também tudo o que na terra existe de víscera ou de sangue, como é que poderia acontecer que houvesse alguma coisa de três corpos, na frente um leão, atrás um dragão, no meio realmente uma químera, lançando do corpo, pela boca, uma terrível chama?”(Lucrecio, 1980).

Para concluir sua descrição do surgimento da vida na Terra, o filósofo descreve a transformação da “raça humana” com o tempo, relacionando as variáveis do ambiente como fontes promotoras das mudanças sofridas pelos homens, com conjecturas que muito se assemelham às proposições de Lamarck quanto às leis do uso e desuso e da transmissão de caracteres adquiridos, além de promover uma espécie de descrição antropológica do modo de vida dos homens primitivos, que muito se assemelhavam no comportamento com os demais animais, e não faziam uso do fogo e de ferramentas, assim como não produziam os próprios alimentos e não eram sedentários:

“Mas a raça humana que houve naqueles campos foi muito mais dura, como era natural, dado que a tinha criado uma dura terra; tinha como fundamento ossos maiores e mais sólidos e as carnes estavam ligadas por fortes nervos, de modo que nem os impressionava facilmente ou o calor ou o frio ou a novidade da comida ou qualquer das ruínas do corpo. E, enquanto muitos lustros se desenrolavam pelo céu marcados pelo Sol, levavam eles uma vida errante à maneira dos animais bravios.

Não havia quem vigorosamente guiasse o curvo arado nem se sabia amansar os campos com o ferro, nem enterrar no solo novas mudas, nem cortar com as podas os ramos velhos das altas árvores. O que o sol e as chuvas

tinham dado, o que espontaneamente tinha criado a terra, bastava como oferta para lhes aplacar o peito. Na maior parte das vezes sustentavam o corpo com as bolotas dos azinhos; e também naquele tempo produzia a terra em maior quantidade e maiores as bagas que se vêem agora no inverno tingir-se, ao amadurecerem, da cor purpúrea. Além disto, a florida juventude do mundo produzia nessa altura alimentos grosseiro? Que eram bastantes para os míseros mortais.

Os rios e as fontes os chamavam para aplacarem a sede, como agora as águas, correndo do cimo dos altos montes, fazem apelo para que se dessedentem as gerações das feras. Finalmente, como andavam errantes, conheciam os silvestres abrigos das ninfas, donde sabiam que fluía, lavando sem cessar os úmidos rochedos, por cima do musgo verde e gotejante, uma água rápida e clara; e sabiam das que irrompem e se derramam em campo aberto.

Não sabiam tratar ainda os objetos pelo fogo, nem fazer uso das peles, nem vestir o corpo com os despojos das feras; habitavam as florestas, os cavos montes e os bosques e, forçados como estavam a evitar as chicotadas dos ventos e as chuvas, escondiam com ramagens os membros esqueléticos.

Não podiam compreender o bem comum nem sabiam usar entre si de quaisquer costumes ou de leis. Cada um levava espontaneamente a presa que a sorte lhe oferecia, porque estava habituado a usar da sua força e a viver apenas para si.

Vênus juntava pelos bosques os corpos dos amantes, quer houvesse efetivamente um desejo mútuo, quer a violenta força do homem e a paixão dominadora, quer uma recompensa, bolotas, bagas ou frutas escolhidas.

Confiados no vigor admirável das mãos e dos pés, perseguiram as gerações silvestres dos animais bravios, atirando-lhes pedras ou com o peso enorme das clavas; a muitas venciam, a poucas evitavam com seus esconderijos semelhantes aos javalis cobertos de secas; estendiam nus no solo os rudes membros, de cada vez que a noite vinha e os tomava, e punham à volta ramos e folhas.

Não procuravam, em clamores pelos campos e errando, cheios de medo, pelas sombras noturnas, o Sol e o dia: ficavam calados e mergulhados no sono até que o Sol, com o seu róseo facho, trouxesse a luz ao céu; acostumados desde pequenos a ver sempre as trevas e a luz surgirem em tempos alternados, não tinham nada que pudesse espantá-los ou que pudesse fazê-los desconfiar de que as terras ficariam para sempre mergulhadas numa noite eterna, por ter sido roubada a luz do Sol.

O que mais os preocupava era a raça das feras, que sempre tornava perigoso o descanso para aqueles infelizes; expulsos de casa, fugiam de seus tetos de pedra quando chegava o espumante javali, ou um vigoroso leão; e a horas intempestivas da noite tinham de ceder a estes hóspedes terríveis as suas camas juncadas de ramagens.

[...] Em seguida, depois que prepararam cabanas, peles e o lume, e depois que a mulher, ligando-se ao marido, (Lacuna) entrou em matrimônio, e viram nascer a prole sua descendente, então começou o gênero humano a abrandar. O fogo tornou-lhes os corpos sensíveis ao frio e menos capazes de suportá-lo só com o abrigo do céu; Vênus diminuiu-lhes as forças e os meninos, com suas carícias, facilmente quebraram a dura natureza de seus pais.”
(Lucrécio, 1980).

Observando as ideias de Lucrécio aqui expostas podemos observar que este dificilmente poderia ser enquadrado no espectro do animismo, especialmente quando o autor busca “levar os princípios da filosofia de Epicuro ao povo romano, com o objetivo de libertá-lo dos seus medos e das suas superstições” (Almeida, 2014, p.11), apresentando uma visão materialista do mundo que é constituído por átomos e regido por leis naturais a serem conhecidas e compreendidas, e não por caprichos, desejos ou paixões de deuses ou entidades sobrenaturais (Medeiros, 2002). Neste sentido poderíamos considerar Lucrécio como animista apenas pelo contexto e época em que está inserido, e considerá-lo como um autor que antecipa um perfil epistemológico histórico ainda não atingido pelo “*Zeitgeist*” da época.

Esta antecipação por sua vez pode levar à consequências históricas, como a pouca influência e notoriedade de sua obra nos séculos que se seguiram, ou a proposital deformação da imagem do autor promovida por defensores de molduras conceituais mais anímicas. Como exposto pela filósofa brasileira Marilena Chauí:

"Assim como Tertuliano, um dos primeiros Padres da Igreja, inventou a história de que o materialista Demócrito teria furado os próprios olhos por não suportar o desejo sexual despertado pela visão de jovens mulheres, assim também são Jerônimo inventou que Lucrécio teria bebido um filtro de amor, enlouquecido e escrito seu poema nos intervalos de lucidez, terminando por se suicidar. O mínimo que um leitor atento do Sobre a Natureza das Coisas (De Rerum Natura) pode afirmar é que essa obra jamais poderia ter sido escrita em 'intervalos de lucidez!'" (Chauí, 2010, p. 253).

Almeida (2014, p.2) ainda complementa:

“É possível que a informação sobre a “loucura” do poeta, nascida em um ambiente cristão do 4º século, se refira não a uma loucura no sentido de

uma patologia, mas sim a sua loucura filosófica materialista, negadora da imortalidade da alma.

O silêncio das fontes e o retrato apresentado por São Jerônimo contribuíram decisivamente para a difusão da imagem de um poeta solitário, angustiado e maldito [...]

[...] Lucrécio conduz o seu leitor a confrontar-se com a fisicalidade da morte ao trazer à luz os seus piores medos, a fim de poder dominá-los com a força iluminadora da razão.”

Desta forma é bastante razoável inferirmos que Lucrécio estava à frente de seu tempo e suas ideias tenham caído no esquecimento, na descrença ou no repúdio ao surgirem num contexto de pensamento fixista e anímico. Contexto este, compreendido entre os séculos I a.C. e XVI d.C., em que se encontram poucas referências sequer sobre as ideias de natureza que se tinham, e as poucas que temos conhecimento apresentam visões dominadas pela teologia cristã que colocam a natureza criada por deus à serviço do homem, consolidado uma visão utilitarista e superficial acerca da natureza que se consolidou durante a idade média até a modernidade (Medeiros, 2002).

3.2.2 – Realismo Naturalista:

O próximo estágio ou perfil epistemológico bachelardiano representa um realismo muitas vezes ingênuo, que ainda configura-se em bases empíricas, mas que avança expressivamente sobre o animismo ao se distanciar da metafísica superando em muitos casos o obstáculo animista. Entretanto, o realista, por sua conduta empírica ingênua incorre em outro obstáculo epistemológico, a experiência primeira, em que uma

experiência é colocada acima da crítica e tida como verdadeira, gerando um pensamento empírico, sólido, claro e imutável, pensamento este que se relaciona profundamente com o perfil realista: “Um pensamento empírico associado a uma experiência tão peremptória, tão simples, recebe então o nome de pensamento realista” (Bachelard, 1978, p.19).

Consequentemente há nesta doutrina filosófica ainda uma quantificação grosseira relativa às impressões imediatas da realidade, como exemplificado por Bachelard (1978, p.15) ao relacionar o conceito realista de massa com o uso da balança:

“O conceito [de massa] está então ligado à utilização da balança. [...] Notemos, no entanto, que se pode evocar um longo período em que o instrumento precede a sua teoria [...] é evidente que a balança é utilizada antes que se conheça a teoria da alavanca. Então, o conceito de massa apresenta-se diretamente, como que sem pensamento, como o substituto de uma experiência primeira que é decidida e clara, simples e infalível”.

A este realismo encontramos paralelo na história da biologia durante o intervalo de tempo que se estende entre as ideias aristotélicas e as teorias de Lamarck, especialmente nas últimas décadas que antecederam a publicação da *“Philosophie Zoologique”*.

Este intervalo, embora muito longo e marcado por episódios históricos bastante heterogêneos², pode ser rotulado como um período de pré-ciência, por não serem determinados por escolas filosóficas de pensamento, mas por compromissos

²No *„Livro dos Animais”*; o escritor e teólogo islâmico Abū Uthman Amr ibn Baḥr al-Kinānī al-Baṣrī (781 – 869), conhecido no ocidente como Al-Jahiz (olhos esbugalhados) devido à uma má-formação em seus olhos, traz algumas idéias transformistas dos seres vivos. Segundo o Dr. Mehmet Bayrakdar (1983): “Apesar de ter sido al-Nazzām que realizou os primeiros passos no campo da evolução biológica, na história da ciência, a teoria da evolução biológica foi apresentada pela primeira vez em sua forma completa por um grande zoólogo precoce, al-Jahiz, no século IX [...]. A teoria de al-Jahiz é um exemplo de revolução científica e inovação a qual teve reverberações nos mais distantes alcances do pensamento humano”.

epistemológicos e ontológicos dos indivíduos” (Martins, 2006). Ainda que Martins (2006) critique esta ideia, defendendo uma subdivisão dos níveis mais basais dos perfis epistemológicos, fracionando o animismo e a pré-ciência em outros níveis mais específicos que se relacionem com as estruturas supra-individuais da época, a filosofia de Bachelard não contempla estas subdivisões.

Em termos gerais, no mundo ocidental, este longo período animista pré-científico esteve marcado pelo pensamento religioso cristão, que era bastante metafórico, dogmático, anímico e fortemente avesso à ideias transformistas, além de ser um período com reconhecidamente poucos avanços nas teorias biológicas. Deste modo justificamos este grande salto histórico, ao agrupar os eventos nele incluídos num espectro do pensamento pré-científico ainda que diversificado como aponta Andrade et. al. (2002, p.3):

–Com sua visão racionalista, Bachelard faz uma análise baseada em exemplos do que ele considera conhecimento pré-científico (antigüidade clássica até o final do século XVIII) onde estas características (obstáculos) estavam fortemente presentes e onde dominava uma linguagem metafórica, com uso de imagens e generalizações que guiavam este pensamento pré-científico para uma visão concreta e imediata, que impedia o processo de abstração necessária para a formação do espírito científico.”

No caso da anatomia, assim como no da balança, exemplificado por Bachelard, em que o uso do instrumento precede sua teoria, os experimentos, as dissecções, desenhos e observações precederam até meados do século XVIII uma teoria que lhes conferisse sentido, como demonstra Porter (2004, p.78):

“o bisturi estava desvendando um novo mundo, o dos órgãos corporais, embora um mapeamento aprimorado das estruturas se antecipasse a uma compreensão correta das funções: a Anatomia pós-vesaliana ainda raciocinava predominantemente em termos de fisiologia galênica”.

Este fato foi sanado somente com os estudos anatômicos de Cuvier e com sua criação dos princípios da anatomia comparada.

Como dito anteriormente, podemos afirmar quatro formas de conceber de forma metafísica a origem e natureza da vida e de sua diversidade. Aristóteles possuía sua própria interpretação fixista do mundo natural, há, porém a ideia da criação de um mundo finito e estático de acordo com a doutrina judaico-cristã que prevaleceu orientando o pensamento ocidental durante a idade média (Daros, 2003).

Ao descrever a origem de mundo e dos seres humanos, o livro do Gênesis diz –Produza a terra verdura, ervas que contenham semente e árvores frutíferas que dêem fruto **segundo a sua espécie**, e o fruto contenha a sua semente” (Gênesis, 1:11, grifo nosso) –Produza a terra seres vivos **segundo a sua espécie**: animais domésticos, répteis e animais selvagens, **segundo a sua espécie”**. (Gênesis, 1:24, grifo nosso). Daros (2003) afirma que de acordo com esta citação bíblica e com a lógica e classificação de Aristóteles podemos afirmar que as espécies ou formas viventes possuem três características: 1) Uma espécie é uma forma platônica, perfeita, universal e fixa, que incluía, porém superava, cada caso particular. Sendo assim cada espécie era uma ideia inteligível, porém não capaz de ser apreendida pelos sentidos; 2) É possível ordenar as espécies em uma hierarquia segundo suas características e complexidade; 3) Como consequência esta classificação estabelecia uma escala valorativa e também fixa, na qual o homem ocupava um local privilegiado, diferentemente do que Darwin pensaria

posteriormente –Penso que o homem e o mosquito estão na mesma categoria” (Darwin, 1945, p.180).

Durante este longo período e também durante a renascença houve uma gradual instrumentalização das ciências e da biologia, assim como do empirismo descritivo que se popularizou com os cientistas naturalistas. Dentro da biologia, especialmente a anatomia, botânica e zoologia, sofreram um expressivo avanço no desenvolvimento de técnicas, instrumentos e observações. Estas ciências descritivas se tornam férteis no empirismo realista e naturalista, como Carolus Linnaeus, Georges Cuvier, o Conde de Buffon e Robert Hooke, que obtiveram grande destaque e criaram as bases para o desenvolvimento da história natural e da biologia. Somente o Conde de Buffon produziu um compêndio descritivo das formas naturais em 44 volumes e que lhe tomou 30 anos para ser completado (Mello, 2013). Linnaeus, naturalista e botânico sueco, talvez seja o mais claramente empirista dentre os naturalistas citados, em 1735 publica sua obra –*Systema Naturae*”, no qual apresenta um sistema de classificação dos seres vivos baseados em suas características, diferenças e semelhanças (Daros, 2003). Robert Hooke por sua vez publicou no ano de 1665 o livro –*Micrographia*”, uma das primeiras obras onde o instrumento microscópio foi aplicado para o estudo dos seres vivos. Hooke também se tornou, em 1662, curador de experimentos da Royal Society (Martins, 2011), e segundo Martins (2011, p. 110) –A Royal Society procurava seguir o pensamento de Francis Bacon, fugindo de especulações teóricas vazias e dedicando-se mais ao conhecimento direto da natureza. Os seus membros valorizavam muito a observação e a experimentação.”, reforçando a importância do empirismo em sua produção e da característica realista da mesma.

Outra instituição que também assumia nesta época um programa de pesquisas com ideias baconianas, newtonianas e linneanas, era o Museu Nacional de História

Natural da França, do qual Cuvier ocupava desde 1795 a cátedra de professor de anatomia e zoologia de vertebrados (Calvés, 2011). Neste cargo Cuvier pode desenvolver grande parte de seu extenso trabalho, desenvolvendo a ciência da anatomia comparada, estabelecendo seus princípios, como o princípio da correlação das partes, o qual expõe no seu livro *–Lições de anatomia comparada–*. Cuvier também contribuiu para o estabelecimento da paleontologia como ciência através de seu grande conhecimento de anatomia comparada, ao estudar e comparar espécies viventes e fósseis, sendo que um das grandes proposições de Cuvier aconteceu em 1796, durante o estudo de restos fósseis de proboscídeos, no qual os comparou as duas espécies de elefantes viventes (Ferreira, 2007), documentando assim a ocorrência de extinção, especialmente de uma grande espécie, que dificilmente passaria despercebida caso não estivesse realmente extinta.

Ainda que admitisse a extinção de espécies, Cuvier ainda não admitia ideias evolucionistas, e seu pensamento ainda sofria forte influência do criacionismo assim como Linneaus, Hooke e Buffon. Entretanto a crença em um fixismo das espécies não se dava somente no campo metafísico da influência religiosa, mas o empirismo realista fornecia fortes indícios para esta hipótese, especialmente se levarmos em consideração o fato de que o tempo evolutivo e geológico é excepcionalmente grande e difícil de conceber na época. Até o despontar do Iluminismo, as cronologias do planeta Terra eram predominantemente bíblicas, e segundo as cronologias cristãs mais antigas como as de Teófilo de Antióquia, Julio Africano e Eusébio de Cesárea, a duração da Terra seria estimada em aproximadamente 5500 anos. Esta noção de tempo permaneceu muito próxima nas cronologias posteriores como a de Martin Luter ou James Ussher (Tort & Nagarol, 2012). Buffon foi talvez o primeiro a empregar métodos científicos para estimar a idade da Terra, fazendo experimentações para descobrir quanto tempo seria

necessário pra que uma esfera do tamanho da Terra resfriasse permitindo assim a manutenção da vida em sua superfície. Assim Buffon empreendeu uma série de testes com esferas de tamanhos e materiais diferentes aquecidas e utilizando as taxas de resfriamento obtidas propôs que para um modelo como a Terra seriam necessários aproximadamente 75 mil anos (Tort & Nagarol, 2012).

Embora este cálculo representasse um avanço em relação às estimativas anteriores ainda estaria muito distante do tempo que admitimos que nosso planeta tenha atualmente, e ainda seria um tempo muito curto para se conceber mudanças evolutivas graduais e lentas capazes de gerar toda a diversidade da vida no planeta. Sendo assim, a observação empírica orientada pela noção de tempo geológico da época, fornecia indícios de uma escala ecológica de tempo, no qual se observam poucas ou nenhuma mudança nas espécies, apenas em sua distribuição geográfica, sustentando assim a ideia fixista.

Outro exemplo do problema na escala de tempo pode ser visto com os experimentos de Cuvier com gatos mumificados, obtidos na campanha militar de Napoleão no Egito. Ao proceder com a comparação anatômica destes gatos mumificados a milhares de anos com os gatos de então, Cuvier concluiu que não havia diferenças anatômicas entre eles, e esta seria mais uma prova da inexistência de mecanismos evolutivos ou transformistas, sendo as espécies então fixas. (D'Amara, 2006)

Cuvier, de modo a explicar as extinções documentadas por si ainda empreendeu na concepção de uma ideia de que no passado geológico da Terra, súbitas catástrofes como inundações semelhantes ao grande dilúvio bíblico, seriam as responsáveis por grandes extinções, redefinindo assim as configurações geológicas e biológicas (Faria,

2008), esta sua proposição ficou conhecida como Catastrofismo. Entretanto, ainda que não fosse um evolucionista, seus trabalhos de anatomia comparada, entre diversos grupos vivos e fósseis, forneceram muitas evidências para a existência de uma transição entre os grupos de vertebrados aquáticos e terrestres (Daros, 2003).

Podemos ver neste trecho de um discurso lido por Cuvier no Instituto Nacional das Ciências e das Artes no ano de 1796, traduzido por Felipe Faria, algumas das bases empíricas que Cuvier tomou para sua proposição do catastrofismo:

“O que ocorreu com estes dois enormes animais dos quais não se encontram mais vestígios? E tantos outros que a terra nos oferta por toda parte os despojos e dos quais talvez nenhum exista atualmente? Os rinocerontes fósseis da Sibéria são muito diferentes de todos os rinocerontes conhecidos. O mesmo ocorre com o pretense urso fóssil de Anspach; com o crocodilo fóssil de Maestricht; com a espécie de cervo do mesmo lugar; com o animal de doze pés de comprimento, sem dentes incisivos, com dedos armados de garras, o qual teve seu esqueleto descoberto no Paraguai: nenhum tem análogo vivo. Por que, enfim, não encontramos nenhum osso humano petrificado? Todos estes fatos, análogos entre si, e aos quais não se pode opor nenhum que tenha sido constatado, me parecem provar a existência de um mundo anterior ao nosso, destruído por uma catástrofe qualquer. Mas qual seria esta terra primitiva? Qual seria esta natureza que não estava submetida ao império do homem? E qual revolução pôde aniquilá-la a ponto de deixar como traços, somente ossadas semi-decompostas.” (Discurso lido por Cuvier no Instituto Nacional das Ciências e das Artes e traduzido por Faria, 2010)

Embora Linnaeus, ao estabelecer relações entre os seres vivos baseados em seus caracteres, tenha aberto a possibilidade de se conceber ancestrais comuns a diferentes grupos e de se estabelecer deduções transformistas entre as diversas espécies, nunca se

declarou um evolucionista, provavelmente devido à sua religiosidade (Daros, 2003). Buffon, igualmente religioso, certamente foi assombrado por dúvidas e questões morais advindas de suas observações, mas viu-se obrigado a aceitar a existência de um pequeno processo evolutivo, ao menos em algumas espécies, entretanto com uma conotação bastante distinta das teorias evolucionistas propostas posteriormente por Lamarck e por Darwin. De acordo com Buffon as modificações dos indivíduos ocorreriam no sentido inverso ao da complexidade e perfeição, as modificações surgiriam devido a um processo de degeneração da vida das espécies. Nesta sua visão os burros se degenerariam dos cavalos e os macacos se degenerariam dos homens e não o contrário (Daros, 2003).

3.2.3 – Empirismo Positivo de Lamarck:

A terceira doutrina filosófica pela qual um conceito se progride historicamente é um empirismo positivo e indutivo. Embora se assemelhe com o realismo por estar ainda apoiado na experiência, vai além dela ao utilizar-se de algum nível de racionalismo para, através de uma lógica indutiva, unificar diversas observações ou noções particulares em uma lei geral, tornando-se menos ingênuo, o empirista positivo não crê nos fatos isolados como verdades, mas constrói uma abstração geral que se sustenta nas observações específicas.

Para Bachelard esta doutrina filosófica ganha contornos claros, para a física e mais especificamente para o conceito de massa, com a mecânica newtoniana. Segundo Bachelard, (1978, p.16) no positivismo –À utilização simples e absoluta de uma noção segue-se a utilização correlativa das noções. A noção de massa define-se então num

corpo de noções e já não apenas como um elemento primitivo de uma experiência imediata e direta.”, assim como Euler definiu e quantificou precisamente a massa a partir das noções de força e de aceleração.

Dentro de nosso objeto de estudo, o conceito de evolução biológica, é natural assumir que para se ter uma concepção transformista das espécies seria necessário uma abstração ao menos indutiva de uma série de observações particulares, uma vez dada a dificuldade de se experimentar e observar direta e imediatamente o processo evolutivo. Quem procedeu nesta empreitada de unificar em uma teoria as observações e descobertas dos naturalistas de até então foi um aluno de Buffon, Jean-Baptiste Pierre-Antoine de Monet, Chevalier de Lamarck, outro naturalista que produziu uma vasta obra nas áreas de meteorologia, botânica, paleontologia, física, zoologia e filosofia, e que assim como Cuvier, ocupou uma cátedra, a de professor de Zoologia de Invertebrados, no Museu Nacional de História Natural da França.

Embora outros antecessores tenham proposto teorias transformistas, ou admitido processos evolutivos em casos específicos, nenhum outro obteve tanto êxito quanto Lamarck, como apontam Martins e Martins (1996, p.116):

—~~le~~ [Lamarck] desenvolveu uma teoria bastante detalhada sobre a progressão dos seres vivos, procurando fundamentá-la por meio de estudos geológicos e zoológicos. Embora, antes de Lamarck, outros autores tenham sugerido a possibilidade de transformação progressiva dos seres vivos, nenhum naturalista havia proposto um sistema teórico completo defendendo tal visão”.

O filósofo francês Condillac, ultra-empirista e discípulo de Francis Bacon, classifica Lamarck como parte dos ideólogos – grupo de empiristas franceses do fim do século XVII e início do XIX, que baseados nas ideias do próprio Condillac acreditavam

serem as sensações a fonte de todo o conhecimento e todas as faculdades cognitivas (Matos, 2011) - embora estudos posteriores da obra de Lamarck, como os realizados por um importante e contemporâneo estudioso das mesmas, Léon Szyfman, contradigam a afirmação de Condillac ao argumentar que Lamarck havia desenvolvido outro tipo de método com pressupostos opostos à filosofia sensualista/sensacionista condillaciana (Martins & Martins, 1996).

Szyfman é considerado o único historiador da ciência que discutiu em detalhes a metodologia de Lamarck, o que pode ser considerado uma tarefa bastante trabalhosa, uma vez que Lamarck, sendo um cientista e não um filósofo, não sistematizou ou detalhou explicitamente seus métodos e pressupostos. O autor assim resume a metodologia de Lamarck:

—Passagens das grandes generalizações às pesquisas concretas, descoberta de leis particulares e gerais, verificação dos conceitos abstratos com a ajuda de estudos laboriosos e a compreensão da verdade de cuja reunião de fatos não constitui ainda a ciência, pois esta se elabora pelo conhecimento de leis e relações essenciais da realidade. Enfim, conforme Lamarck, a dedução e a indução constituem apenas procedimentos auxiliares de um método mais geral que deve ser evolucionista.” (Szyfman, 1971, p. 256)

Desta forma Szyfman, ainda que abrigue Lamarck no grupo dos ideólogos, considera que este inaugurou uma nova metodologia. Acepção esta que é criticada por Martins (1996), que compara as afirmações de Szyfman com as feitas pelo próprio Lamarck, nas quais este assume uma fidelidade metodológica aos preceitos de Condillac, como fica evidente no seguinte trecho da obra de Lamarck (1907, p. 562):

—Ao vos dedicar ao estudo da natureza e de suas produções, examinai primeiro em seu conjunto os objetos propostos para o conhecimento; considerai bem esse conjunto sob diversos pontos de vista a fim de penetrar o suficiente no assunto de vossa empreitada e na intenção mantida; e a seguir deçais por degraus no exame e estudo das massas, começando pelas maiores ou aquelas da primeira ordem, em vos ocupando daquelas que vos são subordinadas. Terminareis se tiverdes o vagar, pelos estudos dos objetos particulares, tais como das raças ou espécies, o estudo dos caracteres distintivos, bem como todos os caracteres particulares que elas possam vos oferecer. Enfim, vós vos instruireis se isso vos interessar, a respeito dos nomes que lhes foram dados; mas não confundireis jamais a seu respeito o que pertence a natureza com o que é produto da arte. Tal é a marcha do método de análise, tão bem desenvolvido por Condillac; e o único verdadeiramente favorável aos progressos de nossos conhecimentos.

Esse será o método de análise que seguiremos nesse curso, onde passaremos sucessivamente em revista todas as classes dos animais sem vértebras, ocupando-nos principalmente em toda a parte da filosofia da ciência, assim como dos objetos essenciais ao conhecimento dos animais que teremos em vista.”

Todavia, ainda que declaradamente se apresente como um seguidor da metodologia de Condillac, em suas obras Lamarck utiliza o termo “~~fato~~ positivo”, antes mesmo do surgimento do positivismo comteano, e os define em sua “*Philosophie Zoologique*” (1907, p. XXV) como “~~a~~quelas [verdades] com as quais ele possa contar solidamente”, assim o autor distingue “~~v~~erdades positivas” seguras e indubitáveis e “~~s~~imples opiniões”, que corresponderiam às teorias sempre dubitáveis. Entretanto ainda seguindo as ideias de Condillac, para Lamarck não seria trabalho do pesquisador a mera

descrição dos fatos concretos, mas as leis gerais que os regiam e lhes explicavam também seriam fatos positivos e poderiam ser obtidos com os fatos isolados por meio de uma lógica indutiva (Martins e Martins, 1996).

Lamarck, que apesar de se marcar predominantemente um empirista positivo, ainda vai além desta doutrina filosófica e se arrasta em direção a um racionalismo mais abstrato ao desafiar alguns dos princípios do método geral empregado pelos ideólogos franceses, que se postavam explicitamente contra juízos e questões as quais não podemos ter a certeza positiva e indubitável, como no caso da questão da sensibilidade dos animais e vegetais, e contra a elaboração de sistemas abstratos baseados em meras hipóteses. Entretanto, ainda sim Lamarck estuda a sensibilidade dos animais e plantas, discute a natureza abstrata e complexa da vida, e intitula sua última obra de *–Système analytique des connaissances positives de l’homme”* (Martins e Martins, 1996).

É fato conhecido que a teoria de Lamarck não teve boa recepção em sua época, ganhando pouca repercussão e igualmente baixa aceitação, sendo considerada por muitos, incluindo Cuvier, como especulativa. Entretanto Szyfman, um dos principais estudiosos da obra de Lamarck critica a validade da análise desta obra sob o ponto de vista empirista e ingênuo da época. Szyfman afirma que Lamarck inaugura um novo método, distinto dos ideólogos e de Condillac, e estes últimos não estavam preparados filosófica e cientificamente para compreender a genialidade das ideias de Lamarck, que pretendia fundar uma teoria geral abrangendo *–as leis comuns a todos os domínios de que se ocupa o espírito humano”* (Martins e Martins, 1996, p. 128), procedendo assim como um empirista positivo na visão bachelardiana.

3.2.4 – Racionalismo Clássico:

A doutrina filosófica do racionalismo clássico se afasta do indutivismo e passa a trabalhar com abstrações advindas de uma lógica dedutiva sobre a experiência, se afastando assim das limitações do real e da experiência primeira. Entretanto em sua obra, Bachelard afirma que a biologia de modo geral não é uma ciência que tenha atingido a maturidade do racionalismo, estando ainda presa ao realismo positivista. Entretanto, esta afirmação feita em 1940, ano da publicação da *–Filosofia do Não*”, é evidentemente apressada (Almeida, 2005), como Karl Popper viria a mostrar posteriormente ao exaltar a racionalidade da biologia evolutiva e demonstrar sua admiração ao pensamento de Charles Darwin, chegando até mesmo a nomear sua epistemologia de pós-darwiniana e a traçar paralelos entre o pensamento darwinista e seu próprio processo de *–Conjecturas e Refutações*” (Soares, 2007):

“Minha “Logik der Forschung” apresentou uma teoria do crescimento do saber por meio da tentativa e da eliminação do erro, ou seja, por seleção darwiniana e não por aprendizado lamarckiano; esse ponto (que insinuei no citado livro) fez aumentar, naturalmente, meu interesse pela teoria da evolução.” (Popper, 1977, p.176)

–Nós escolhemos a teoria que melhor se sustentou em competição com outras teorias; aquela que, por seleção natural, provou ela mesma sua aptidão para sobreviver.” (Popper, 1968, p.108).

Popper (1977, p. 177) ainda destaca o darwinismo como quase tautológico ao compará-lo com o lamarckismo: –Parece-me que o darwinismo está para o lamarckismo exatamente como: dedutivismo está para o indutivismo, a seleção está para o

aprendizado pela repetição e a eliminação crítica do erro está para a justificação.” Para Popper (1977) a insustentabilidade lógica destas últimas (indutivismo, aprendizado pela repetição e justificação dos erros) funda uma espécie de explicação lógica do darwinismo. Poderíamos considerá-lo como algo “quase tautológico” ou descrevê-lo como lógica aplicada. Soares (2007, p. 56) ainda complementa que:

“A teoria evolutiva afirma que os mais aptos ou adaptados a um ambiente tendem a sobreviver e se reproduzir em maior número, transmitindo assim a seus descendentes suas características. Os mais aptos são definidos como aqueles que têm sobrevivido com maior frequência. O enunciado-padrão do darwinismo “os mais aptos tendem a sobreviver” será então tautológico, pois se substituirmos “mais aptos” por sua definição corrente, teremos: “aqueles que têm sobrevivido com maior frequência tendem a sobreviver”.

Também Canguilhem, discípulo de Bachelard, defende o racionalismo nas ciências biológicas ao mostrar que após o pensamento darwinista a biologia passou por uma drástica mudança em sua perspectiva e objeto de estudo, assim como em sua metodologia, como podemos ver em sua obra *–Ideologia e racionalidade nas ciências da vida–*:

–De Darwin aos nossos dias e, mais precisamente, de 1900 até hoje, as ciências biológicas compreenderam que a maior parte dos problemas por elas formulados no século XIX só podiam ser solucionados através de uma transformação de escala do objeto de estudo, e por uma nova forma de fazer as perguntas. [...] Essa revolução de objeto e esta revolução de óptica não teriam sido possíveis se as ciências físicas não tivessem começado por dar o exemplo. Foi porque os físicos e os químicos tinham, de certo modo, desmaterializado a matéria, que os biólogos puderam explicar a vida, desvitalizando-a. O homem

investiga agora em preparações laboratoriais o que tinha procurado compreender nos organismos, tal como a natureza lhos oferecia desde tempos imemoriais. De descritivo, o darwinismo tornou-se dedutivo. De vivissectora, a fisiologia tornou-se matemática. O que o olho e a mão não podiam discernir ou perceber foi confiado ao poder dos aparelhos de detecção.” (Canguilhem, 1977, p. 106).

Segundo Almeida (2005), *“a biologia constituiu seu objeto afastando-se do empirismo claro e positivista ao passar a estudar a vida —no que há de mais próximo da não vida” (Canguilhem, 1977)”*.

Outra evidência da racionalidade da teoria darwinista pode ser encontrada na declaração que Julian Huxley, reconhecido defensor das ideias de Darwin, fez ao explicitar os passos dedutivos da teoria evolutiva darwinista e evidenciar a forte influência de teorias anteriores como a de Malthus nas conclusões de Darwin:

“É necessário lembrar o forte elemento dedutivo no darwinismo. Darwin baseou sua teoria da seleção natural em três fatos observáveis da natureza e duas deduções a partir deles. O primeiro fato é a tendência de todos os organismos de crescerem em razão geométrica. Tal tendência é devida ao fato de que a prole, em seus estágios de existência iniciais, é sempre mais numerosa que seus pais [...] O segundo fato é que, a despeito dessa tendência de crescimento progressivo, o número de indivíduos de uma dada espécie curiosamente permanece mais ou menos constante. A primeira dedução se segue: desses dois fatos Darwin deduziu a luta pela existência. Desde que mais filhotes são produzidos do que aqueles que sobrevivem, deve haver então competição pela sobrevivência [...] O terceiro fato da natureza observado por Darwin foi a variação: todos os organismos variam consideravelmente. E a Segunda e final dedução foi a Seleção Natural. Desde que há uma luta por

sobrevivência entre os indivíduos, e desde que tais indivíduos não são iguais, algumas das variações entre eles serão vantajosas e outras desvantajosas na luta pela sobrevivência. Conseqüentemente, uma alta proporção de indivíduos com variações favoráveis vão sobreviver e uma alta proporção daqueles com variações desfavoráveis vão morrer ou não conseguirão reproduzir-se. E uma vez que uma grande parte da variação é transmitida por hereditariedade, esses efeitos, em grande medida, acumularão de geração para geração. Assim, a seleção natural vai agir constantemente para desenvolver e manter o ajuste dos animais e das plantas aos seus ambientes e a seus modos de vida.” (Huxley, 1942, p.14).

Um aspecto interessante da análise que Popper realiza da teoria de Darwin é a de que por seus critérios esta teoria não seria científica, por não poder passar por testes e por um mecanismo de falseamento, uma vez que é uma teoria tautológica que não exerce um papel preditivo, sendo assim irrefutável, poderia apenas ser considerada como uma teoria puramente metafísica (Soares, 2007). Este aspecto é bastante positivo para nossa análise bachelardiana, pois demonstra que embora haja um forte racionalismo dedutivo e abstrato no transformismo darwinista, ainda não há uma dialética reflexiva deste racionalismo, que não retorna à experiência para então retificar seus erros como seria de se esperar de um conceito que estivesse enquadrado num racionalismo dialético.

3.2.5 – Racionalismo Complexo:

As afirmações de Canguilhem citadas anteriormente marcam mais apropriadamente a biologia neo-darwinista do que o darwinismo em si. O status

racionalista complexo é atingido pela biologia evolutiva após o processo de união gradual das teorias genéticas de Gregor Mendel com as teorias evolutivas de Charles Darwin, inaugurando assim a moldura conceitual da Síntese Moderna, que eleva o nível de complexidade e abstração do conceito transformista ao permitir que este se torne preditivo matematicamente, especialmente através da genética de populações.

A Síntese Evolutiva Moderna, termo cunhado em 1942 por Julian Huxley em seu livro *–Evolution: The Modern Synthesis*” designa o processo de integração das teorias evolutivas de Darwin com as teorias genéticas de Mendel que estava em andamento desde a primeira metade do século XX com os trabalhos de Fisher (1930), Haldane (1932), Wright (1932) e Dobzhansky (1937), em uma busca de bases hereditárias que pudessem sustentar a teoria de Darwin (Reversi, 2013).

Pouco mais de uma década após a criação da Síntese Moderna, os pesquisadores James Watson, Francis Crick, Maurice Wilkins e Rosalind Franklin propuseram o modelo da estrutura físico-química em dupla hélice para o DNA, que corroborou para o entendimento de gene como uma sequência específica e discreta de nucleotídeos de DNA, envolvido em uma função específica (Falk, 1986; Keller, 2000), abrindo o caminho para os avanços da biologia molecular nas próximas décadas, com o esclarecimento dos mecanismos de síntese protéica (Reversi, 2013). Todos estes mecanismos complexos dificilmente podem ser observados diretamente, apenas por indícios indiretos que necessitam de uma lógica dedutiva e grande abstração, por vezes matemática, para que sejam concebidos. Canguilhem (1977, p.99) evidencia a importância destes avanços técnicos e tecnológicos para o desenvolvimento do pensamento racional na biologia:

–Compreende-se facilmente que, sem a utilização de técnicas inconcebíveis há meio século, sem o estudo das estruturas cristalinas por difração dos raios X, sem o microscópio eletrônico, sem o emprego dos radioisótopos, teria sido impossível empreender o conjunto de investigações que permitiram por fim localizar nas macromoléculas do ácido desoxirribonucléico a função conservadora e a função inovadora da hereditariedade.” (Canguilhem, 1977, p. 99).

Segundo Nascimento (2001), o modelo probabilístico ganhou terreno a partir da presença da genética de populações na teoria da evolução (o cerne dos pensamentos biológicos), fortalecendo a ideia do acaso evolutivo. Através da descoberta dos processos biológicos moleculares e da genética de populações, foi possível para a biologia um nível de abstração e quantificação bastante preciso e sem precedentes nesta ciência, além do poder preditivo da genética de populações permitir a criação de modelos matemáticos probabilísticos e preditivos através do uso de equações complexas que afastaram o foco da biologia evolutiva do real e a colocava em um patamar de racionalismo altamente complexo que havia sido atingido pela física e química anteriormente.

Nascimento (2010) afirma que Francis Galton, cientista primo de Charles Darwin, foi o primeiro ou ao menos um dos primeiros, a se interessar pela herança de características contínuas não discretas, como altura, peso, ou inteligência, por exemplo. Para analisar tais características que possuíam expressões quantitativas, e não somente qualitativas como a dualidade “presença/ausência” de determinadas características, era necessária uma análise e tratamento estatístico destas características. A proposta de tratamento estatístico feita por Galton sustentou:

—inda no final do século XIX, [...] os trabalhos de grupos evolucionistas chamados de biometristas [...] havia [para eles] a impossibilidade de estudar os problemas de raças e espécies e propor uma solução utilizando-se dos métodos qualitativos predominantes na época” (Nascimento, 2010, p. 226).

Wilhelm Ludvig Johannsen, o criador do termo *‘gene’* e contemporâneo de Galton, publicou nos anos de 1903, 1905 e 1909, alguns trabalhos nos quais ele mediu o peso das sementes de uma espécie vegetal em questão e aplicou um tratamento estatístico nos resultados, distribuindo-os em uma tabela de intervalos estabelecidos. Ao transferir estes resultados para sua representação gráfica, Johannsen obteve uma curva muito próxima da curva normal. Ainda ao executar a auto-fecundação e cultivar sementes de pesos bastante distintos e analisar da mesma forma as novas sementes produzidas por cada nova planta, o padrão estatístico se mantinha, com uma mesma distribuição normal centrada no mesmo valor médio.

Em sua tese de doutorado, Nascimento (2010) descreve os episódios históricos subsequentes nos quais fica evidente o aumento cada vez mais acentuado do tratamento estatístico e abstrato das questões genéticas e evolutivas, culminando na proposição do equilíbrio de Hardy-Weinberg, que possibilita um cálculo estatístico-probabilístico e permite se fazer previsões assumindo-se condições ideais, como as de uma população infinitamente grande e uma população panmítica com cruzamentos exclusivamente ao acaso, um cenário impossível na prática, mas que se presta bem à previsões estatísticas racionalistas:

—Dessa forma [Através dos experimentos de Johannsen] caracterizou-se uma diferença entre a variação em função de fatores hereditários e aquela provocada por valores do ambiente.

Finalmente os conhecimentos da genética tiveram uma aplicação prática para os criadores a respeito do melhoramento de animais e plantas. Os animais escolhidos para procriação não deveriam ser aqueles que se apresentassem fenotipicamente os mais favoráveis (mais fortes, resistentes, etc.) e sim aqueles que eram geneticamente os melhores.

Por outro lado, esses caracteres que apresentavam uma gama contínua de variação poderiam, segundo Bateson e Saunders (1902), ser determinados por um grande número de genes. A hipótese dos fatores múltiplos foi consubstanciada por Yule (1906), Nilsson-Ehle (1908) e Shull (1910) com o descobrimento do vigor híbrido. Estes foram alguns dos primeiros cientistas a estabelecer uma estrutura teórica da herança dos caracteres métricos. A genética de um caráter métrico, dessa forma, somente podia ser estudada a nível de sua variação. A quantidade de variação, por sua vez, se mede e se expressa pela variância.

Yule (1902), por sua vez, acreditava que os alelos dominantes aumentariam na população. Castle (1903) mostrou que sem seleção, a frequência genotípica se mantinha estável. Pearson (1903) encontrou um equilíbrio entre alelos com valores de $p = q = 0.5$.” (Nascimento, 2010, p. 227-228).

Nascimento (2010) continua e expõe as relações matemáticas, expressas justamente em linguagem igualmente matemática, racionalizadas e reduzidas à forma de um binômio de Newton. Juntamente, o autor discorre sobre as condições necessárias para a aplicação de tal relação lógica num sistema biológico, evidenciando a impossibilidade de haverem tais condições na realidade:

“Hardy (1908) e Weinberg (1908) chegaram, separadamente, numa fórmula matemática que sintetizava todo o comportamento de dois alelos numa população. É a lei de Hardy e Wienberg que foi elaborada em 1908 e cujo anunciado é: numa grande população de acasalamento ao acaso (panmixia) as frequências gênicas e genotípicas são constantes de geração para geração. Assim se a frequência do alelo dominante é denominada de p e do recessivo é q , então matematicamente quando o alelo dominante aparecer em homozigose (p e AA) então teremos $pXp=p^2$. O mesmo ocorre para o recessivo (aa)= $qXq=q^2$. Os heterozigotos serão Aa e aA ou seja $pq + qp$, então $2pq$. Notou que a lei de Mendel explica que $Aa X Aa = AA, Aa, aA, aa$ ou seja $AA, 2Aa, aa$ o que quer dizer $p^2 + 2pq + q^2 = (p + q)^2 = 1$. Pode-se assim completar o enunciado anterior acrescentando que tais frequências obedecerão sempre o binômio de Newton. É claro desde que todas as condições matemáticas da população sejam satisfeitas, ou seja, que os cruzamentos ocorram ao acaso, que o tamanho da população tenda a infinito, que não haja seleção, migração ou oscilação genética. Para os alelos múltiplos ou aqueles ligados ao sexo, a equação também pode ser utilizada”. (Nascimento, 2010, p. 228)

Já no início do século XX, um dos pais da Síntese Moderna, Fisher lança os pilares da genética quantitativa ao distinguir dois tipos de variância, a genotípica e a ambiental e mostrando que a variância contínua poderia ser transmitida por herança mendeliana, e também após alguns anos, definir os conceitos de epistasia, variância aditiva e dominância, permitindo que autores futuros utilizassem tais conceitos em sistematizações matemáticas que explicassem e calculassem estas diferentes variâncias, a heritabilidade, o ganho genético, entre outros, o que, segundo Nascimento (2010, p. 229) favoreceu a –onstrução de uma explicação genética acerca da evolução, a partir dos estudos de variações quantitativas nas populações”.

3.2.6 – Racionalismo Dialético:

Ambos o racionalismo complexo e o racionalismo dialético possuem características bastante semelhantes e podem ser agrupados sob um mesmo termo como ultra-racionalismo ou surracionalismo, como indo além do racionalismo assim como o surrealismo vai além do mero realismo, o que, segundo Martins (2006), “a região surracionalista talvez seja a mais difícil de caracterizar, em parte porque as diferenças epistemológicas em relação ao racionalismo tradicional podem ser sutis ou objeto de controvérsia”. Porém, neste sentido, o racionalismo dialético se distingue de seu predecessor por compreender a atividade reflexiva sobre si, buscando retificar seus erros e obstáculos, realizando um movimento reflexivo, retornando à prática e ao teste empírico se necessário, e remodelando, retificando e expandindo o corpo teórico se necessário.

Desde o desenvolvimento da biologia molecular aos dias atuais, vários autores argumentam uma crescente ênfase nos aspectos moleculares da teoria evolutiva, e esta não ter atribuído um papel explicativo claro ao desenvolvimento do organismo em sua estrutura conceitual (Lewontin, 1978, 2002; Goodwin, 1994; Feltz, 1995; Webster e Goodwin, 1999; El-Hani e Emmeche, 2000; Ruiz-Mirazo *et al.*, 2000; Gutmann e Neumann-Held, 2000; El-Hani, 2002; Sepúlveda, Meyer e El-Hani, 2011). As pesquisas biológicas de modo geral estão em níveis focais microscópicos, como no caso da biologia molecular, ou macroscópicos como na ecologia (Ruiz-Mirazo *et al.*, 2000), ambos os casos se valendo de modelos matemáticos e de uma instrumentalização que afastou a visão do organismo.

Também Karl Popper, reconhecido admirador das teorias evolutivas, como demonstrado anteriormente, atestou que a Síntese Moderna era estritamente uma teoria de genes, ainda que o fenômeno que tenha de ser explicado seja a da transformação da forma dos organismos. Popper já apresenta o darwinismo como racional, mas não como dialético ou reflexivo, por não possuir poder preditivo, ou seja, não retornar sua teoria para a prática empírica e então novamente para a teoria. Este problema pode ser superado com os avanços, sobretudo da genética de populações e conseqüentemente do próprio conceito de evolução biológica, entretanto este poder preditivo não é capaz de dar conta das explicações necessárias ainda para as questões emergentes da biologia da segunda metade do século XX e século XXI.

Recentemente algumas questões emergentes e tópicos de investigação, advindas de novas áreas de pesquisa, como a biologia evolutiva desenvolvimentista, das pesquisas sobre “heranças-suaves” (soft inheritance), dos avanços da biologia molecular, entre outras, que estão distantes do foco gênico da atual moldura conceitual da biologia evolutiva (Schrey, 2012), foram elencadas por Massimo Pigliucci (2007), como por exemplo: a epigenética, a evolvabilidade, a plasticidade fenotípica, o papel das interações ecológicas na evolução adaptativa e a biologia evolutiva do desenvolvimento. Todas estas, e mais especificamente as questões referentes à evolvabilidade e à evo-devo, requerem um processo dialético bastante claro, por se tratarem tanto da capacidade e predisposição diferencial do próprio mecanismo evolutivo também evoluir, quanto dos processos intermediários e paralelos entre o desenvolvimento ontológico e evolutivo dos seres em diferentes escalas temporais.

Estas questões também abrem espaço para uma complexidade maior das predições, recapitulações e interpretações da história evolutiva, permitindo uma

multiplicidade de respostas como a multiplicidade de resultados do cálculo das equações de Dirac:

–O cálculo fornece-nos esta noção juntamente com outras, com os momentos magnéticos e elétricos, com os spins, respeitando até ao fim o sincretismo fundamental tão característico de um racionalismo completo. Mas eis a surpresa, eis a descoberta: no final do cálculo, a noção de massa é-nos fornecida estranhamente dialetizada. Nós tínhamos apenas necessidade de uma massa; o cálculo dá-nos duas, duas massas para um só objeto. Uma destas massas resume perfeitamente tudo o que se sabia da massa nas quatro filosofias precedentes: realismo ingênuo, empirismo claro, racionalismo newtoniano, racionalismo completo einsteiniano. Mas a outra massa, dialética da primeira, é uma massa negativa.” (Bachelard, 19778, p.20)

Ao se conceber a complexidade das interações moleculares e dos fenômenos de plasticidade fenotípica torna-se possível observar diferentes resultados para condições genéticas idênticas. Jablonka e Lamb (2005) exemplificam esse processo com a criação de um cenário em que este fenômeno é explorado ao máximo: um planeta povoado por criaturas relativamente simples, porém diversas, pertencentes a várias espécies, que, no entanto compartilham exatamente o mesmo material genético, tendo todas as suas diferenciações fenotípicas baseadas apenas em herança epigenética.

Baseados nestas questões, alegações de que a moldura conceitual da Síntese Moderna necessita de uma revisão e extensão têm se proliferado e se tornado cada vez mais convincente (por exemplo: Carroll, 2008; Gould, 2002; Müller, 2007; Pigliucci, 2007). A integração dessas novas ideias com a Síntese Moderna está delineando um novo quadro conceitual da evolução que pode abranger a explicação para antigas questões assim como os novos conceitos emergentes. Este novo quadro, a Síntese

Estendida, é assim denominada uma vez que irá aumentar, em vez de refutar, a Síntese Moderna (Handschuh & Mitteroecker, 2012), e abarca uma dialetização do conceito de evolução ao permitir um aumento significativo de sua complexidade, uma pluralidade ainda maior de possibilidades no processo evolutivo e uma prática reflexiva entre o conhecimento abstrato e racional com o teste empírico.

4 – METODOLOGIA

4.1 – METODOLOGIA DO ESTUDO HISTÓRICO:

Nossa metodologia de investigação representa uma análise histórica e filosófica baseada naquela apresentada por Martins (1997), especialmente em sua categoria de *abordagem histórica*.

A abordagem histórica consiste no levantamento e análise bibliográfica de fontes históricas e documentais. Fontes estas que são divididas em fontes primárias, as quais representam os trabalhos e publicações dos próprios autores analisados no período o qual se busca investigar. Ao passo em que fontes secundárias são obras recentes que versam sobre os autores e assuntos relacionados às fontes primárias (Martins, 2005).

Fontes primárias devem preferencialmente constituir o cerne da pesquisa histórica, que pode ser amparada por fontes secundárias confiáveis, definidas como fontes secundárias escritas por especialistas que reconhecidamente fizeram bom uso e interpretação das fontes primárias (Martins, 2008).

As fontes primárias consideradas para nossa abordagem histórica se referem às publicações de Waddington e Baldwin, em especial as citadas por Pigliucci, que por sua vez se configura como uma de nossas fontes secundárias, juntamente com outros autores como, por exemplo, Jablonka e Lamb.

As fontes secundárias foram lidas primeiramente para ajudar a definir e limitar as fontes primárias, bem como possibilitar uma visão ampla e geral de nosso campo de investigação e das relações históricas deste com as propostas presentes. Desta forma pudemos verificar como se deu a interpretação e não consideração dos trabalhos de Waddington e Baldwin para a formulação da Síntese Moderna, e dos fatores que levaram estes trabalhos a serem retomados e considerados importantes atualmente para a Síntese Estendida.

Além da existência destes diferentes tipos de fontes descritas, há também diferentes formas de se analisar estas fontes. Martins (2005) aponta a existência de duas possíveis abordagens de análise histórica, uma conceitual e interna do texto e outra abordagem não-conceitual externa ao texto, referente à suas condições de produção.

As definições de abordagens internalistas (internas) e externalistas (externas) coincidem com análises feitas por Goldschmidt (1963) acerca da metodologia de estudo e investigação histórica e filosófica. O autor problematiza a questão da metodologia do estudo histórico e filosófico na pesquisa e identifica duas maneiras diferentes de se interpretar um sistema histórico-filosófico. Uma maneira chamada por ele de ‘método dogmático’, muito embora esta expressão não tenha relação direta com a interpretação coloquial e usual da palavra ‘dogma’, e uma outra denominada por ele de ‘método genético’, o qual também não faz referência à interpretação usual da palavra ‘genético’ ou de qualquer conceito biológico.

Para Goldshimidt (1963) o método dogmático se configura na análise interna do texto a ser trabalhado, buscando avaliar sua lógica e estrutura interna, aceitando suas premissas sem as confrontar com modelos externos de validação, e verificando se suas conclusões estão corretas a partir destas premissas. Neste método os conceitos, expressões e termos presentes no texto devem ser definidos pelo próprio contexto interno do mesmo dado pelo autor, abandonando, se necessário, as definições usuais.

Por sua vez o método genético considera os conceitos e ideias presentes no texto como efeitos e consequências de fontes externas a ele, os quais cabe ao historiador-leitor buscar a etiologia, sejam estes fatores econômicos, políticos e sociais, a constituição fisiológica e condições psicológicas e físicas do autor, sua educação, formação intelectual e suas leituras, suas crenças espirituais e filosóficas, etc. Desta forma esta metodologia requer fontes secundárias de apoio para que se conheçam as condições de produção da obra a ser analisada.

Martins (2005) também afirma que é interessante que uma investigação histórica contemple ambas as abordagens internalistas e externalistas, ou dogmáticas e genética na terminologia proposta por Goldschimidt, uma vez que há na prática uma relação entre a argumentação e fundamentação conceitual científica e a aceitação e rejeição desta argumentação e de suas propostas, especialmente quando aceitamos a premissa de que a ciência é uma atividade social (Kuhn, 1970).

Sendo assim, ao proceder a análise das fontes históricas mencionadas buscamos superar a dicotomia das visões internalistas e externalistas da história das ciências, realizando, na medida do possível, uma investigação que nos permita ir além de um ou outro viés fechado e tecer inferências e conclusões que revelem não somente os conceitos internos do texto, mas suas relações com seu contexto.

Deste modo, procedemos inicialmente realizando um levantamento bibliográfico que nos permitiu traçar uma história do pensamento evolutivo e estabelecer então uma análise filosófica desta história sob a perspectiva de Gaston Bachelard.

Demos sequência a nosso estudo histórico buscando e reunindo trabalhos de Baldwin e Waddington, citados por Pigliucci (2007), que possuem relevantes colaborações para os conceitos de epigenética, herança de caracteres adquiridos, acomodação genética e fenotípica, canalização do desenvolvimento e em última análise para a própria síntese estendida assim como para a progressiva racionalização da biologia evolutiva, e a partir destes trabalhos analisamos também seus principais referências teóricas por meio de uma análise documental.

4.2 – ANÁLISE DOCUMENTAL

A pesquisa do tipo qualitativa pode envolver um ou vários métodos para coleta dos dados, sendo que em uma mesma pesquisa esses métodos podem ser complementares, como no caso da presente pesquisa.

Em um primeiro momento, nos apropriamos de uma análise documental. Embora esse instrumento de coleta de dados seja pouco explorado, tanto na área de educação como em outras áreas de ação social, o mesmo pode fornecer uma abordagem valiosa de dados qualitativos – podendo completar informações obtidas através de outras técnicas ou ainda desvelando as facetas de um tema ou problema de pesquisa. Para Philips (1974), são considerados documentos “quaisquer materiais escritos que possam ser usados como fonte de informação sobre o comportamento humano” (p.187). Dentre esses materiais, podemos elencar: leis e regulamentos, normas, pareceres, cartas,

memorandos, diários pessoais, autobiografias, jornais, revistas, discursos, roteiros de programas de rádio e televisão, livros, estatísticas, livros de arquivos escolares e artigos científicos, sendo estes os documentos que utilizamos como fonte documental para nossa análise.

Vários autores ressaltam as vantagens dos documentos como fornecedores de dados, uma vez que os mesmos constituem uma fonte estável e rica, podendo ser consultados várias vezes e servir de base para diferentes estudos, o que garante uma maior estabilidade aos dados obtidos, além de estarem incluídos em um contexto, o qual subjaz aos dados informações sobre esse contexto. Como vantagem adicional, há ainda o baixo custo que este instrumento envolve (Ludke & André, 1986).

Para nossa investigação no ensino analisamos diversos documentos, especialmente leis, resoluções, pareceres e outros documentos oficiais, juntamente com artigos científicos, dissertações e teses.

5 – INVESTIGAÇÃO HISTÓRICA

Assim como no caso de Lucrécio, podemos identificar outros dois casos importantes de autores que anteciparam o avanço no racionalismo da biologia evolutiva e produziram ideias a frente da zona de perfil epistemológico histórico em que estavam inseridos. Segundo Pigliucci (2007) geralmente uma pesquisa científica inicia-se com uma revisão (bibliográfica ou histórica) daquilo que já se conhece sobre o tema da pesquisa, para que se avalie o “estado da arte” do mesmo, entretanto para a formulação da Síntese Moderna alguns pontos relevantes do conhecimento biológico foram

ignorados, como os trabalhos de Baldwin (1896) e Waddington (1961), cujas ideias contribuiriam para elaboração dos conceitos de acomodação genética e fenotípica, que por sua vez são implicações controversas do fenômeno da plasticidade fenotípica, um dos pilares e principais argumentos para uma expansão da teoria evolutiva.

Desta forma, estas descobertas empíricas e conceituais expostas por Pigliucci (2007) estão levando às discussões em torno da capacidade explicativa da atual moldura conceitual da teoria evolutiva, que embora não seja contradita por nenhum destes estudos e conceitos elencados, não os abrange de forma explícita, levando a uma maior racionalização e uma possível mudança interna na moldura conceitual, expandindo-a e retirando a ênfase da visão centrada na genética de populações que caracteriza a Síntese Moderna (Pigliucci, 2007).

Esta expansão da Síntese Moderna para uma Síntese Estendida, ou Teoria Estendida da Evolução, foi debatida em uma conferência realizada na cidade de Altenberg, em 2008, organizada por Massimo Pigliucci, que culminou com a publicação do livro *Evolution – The Extended Synthesis*, o qual apresenta uma coleção de 16 ensaios sobre diversas áreas da pesquisa evolutiva contemporânea.

Alguns destes ensaios retomam importantes conceitos históricos, como os citados acima, que já se faziam presentes nos trabalhos históricos publicados durante ou mesmo anteriormente ao período de formulação e consolidação da Síntese Moderna. Assim como no caso de Lucrécio, estes dois autores, Baldwin e Waddington, também representam outros dois casos importantes para o desenvolvimento do racionalismo nas ciências biológicas e no processo de desenvolvimento histórico das ideias evolutivas.

5.1 – BALDWIN

O filósofo e psicólogo James Mark Baldwin é citado por Pigliucci (2007) como um dos autores cujas ideias e contribuições para o pensamento evolutivo foram desconsideradas durante a formulação da Síntese Moderna. A escolha deste autor para emprendermos nossa análise histórica se deve justamente à época em que viveu e produziu suas teorias, uma época de transição entre o realismo naturalista e o racionalismo darwinista e ainda em seus trabalhos mais tardios Baldwin também pôde presenciar a retomada dos trabalhos de Gregor Mendel e o surgimento de uma racionalidade complexa na biologia. Neste contexto, Baldwin foi um dos pioneiros e talvez o inaugurador do racionalismo dialético nas ciências biológicas, antecipando, assim como Lucrécio um novo grau de racionalidade e um novo perfil epistemológico na biologia evolutiva.

Optamos pela escolha do seguinte trabalho de Baldwin – *A New Factor In Evolution*”, por ser este trabalho uma reunião de toda sua teoria, e de seus argumentos e evidências até então em favor da –seleção orgânica” defendida por ele, além de sua biografia e suas referências. Como colocado por Herbert Nichols (1896, p. 697), crítico das ideias de Baldwin, –No ultimo artigo do professor Baldwin, acima referido, ele reuniu em um esboço os contornos de sua teoria”.

Baldwin nasceu em 1861 na Carolina do Sul, EUA e a maioria dos seus trabalhos acadêmicos e contribuições para as ciências e filosofia foram publicados entre o final do século XIX e as primeiras décadas do século XX. Baldwin então conduziu suas pesquisas numa época em que as teorias evolucionistas estavam em expansão e que Darwin voltava a ter um papel principal no pensamento evolutivo. Neste mesmo

período também os trabalhos de Mendel começavam a ser considerados importantes para a evolução biológica e os aspectos genéticos se tornavam o foco das pesquisas e estudos evolucionistas. Podemos observar também nos escritos do autor em questão, especialmente naqueles da década de 1890, que mesmo antes da retomada da genética mendeliana, o darwinismo influenciava fortemente os pensamentos e as pesquisas de então, fazendo com que as teses naturalistas perdessem força para abordagens menos empíricas e mais racionais como podemos ver neste trecho da breve autobiografia de Baldwin: “Entre os psicólogos da América, o darwinismo estava em ascensão, James [McCosh] sendo um dos convertidos convictos. A redescoberta do Mendelismo ainda não havia sido anunciada” (Baldwin, 1930, p. 5).

Ainda segundo sua autobiografia, publicada originalmente em 1930, Baldwin se envolveu desde o início de sua carreira acadêmica, enquanto cursava sua graduação em teologia, posteriormente transferida para filosofia, com o “realismo natural” e a psicologia empírica, vigorosamente defendidos pelo então presidente da universidade de Princeton James McCosh. McCosh influenciou os futuros trabalhos de Baldwin, especialmente nas questões relativas à evolução biológica.

Em 1887, Baldwin iniciou seus trabalhos como professor de filosofia e psicologia na Lake Forest University em Illinois, e pela necessidade pedagógica ante a falta de bons livros-textos disponíveis em língua inglesa acerca da psicologia geral, Baldwin publicou o primeiro volume de seu *Handbook de Psicologia –Senses and Intellect*”, entretanto, segundo Baldwin, as questões tratadas no segundo volume –*Feeling and Will*”, publicado durante sua estadia em Toronto enquanto ocupando a cadeira de professor de lógica e metafísica entre 1900 e 1903, o levaram a uma pesquisa mais pessoal e menos convencional, se distanciando da psicologia estrutural e se aproximando de abordagens e pontos de vista funcionais e do desenvolvimento.

Novamente em sua “alma mater”, Princeton, seu interesse em psicologia genética e biologia geral se intensificaram, levando-o a crer no que McCosh já proclamava “acerca da esterilidade das tabelas e curvas advindas de muitos laboratórios” (Baldwin, 1930, p.3).

Neste trecho de sua autobiografia Baldwin relata que a insuficiência dos resultados dos laboratórios de psicologia se tornava evidente em toda parte, com exceção do trabalho direto sobre as sensações e movimento. Neste ponto podemos apreender, tanto pelo sentido geral e contexto histórico, quanto pela significação interna da escolha de palavras, na fala de Baldwin e especialmente de McCosh, uma crítica à demasiada racionalização das pesquisas em psicologia, que produziam resultados estéreis e insuficientes, sem um corpo teórico que lhes conferisse sentido e sem que estes também contribuíssem de forma significativa para uma teoria em questão num movimento dialético dentro do surracionalismo.

Logo em seguida, Baldwin, diante da falta de uma teoria geral na psicologia que lhe permitisse encontrar uma base para suas descobertas empíricas, passa a estudar a correlação dos dados em psicologia com aqueles em biologia, por meio de experimentos com destros e canhotos, percepção de cores, sugestionamento, imitação, fala, entre outros. Tais experimentos permitiram a ele encontrar correlações nas teorias biológicas da recapitulação, acomodação e crescimento, assim Baldwin empreendeu um movimento dialético não somente entre o empirismo realista e o racionalismo teórico, como também entre a psicologia e a biologia.

Durante seu trabalho em Princeton, Baldwin pôde realizar diversas incursões no território da biologia que resultaram na sua obra “*Development and Evolution*” publicada em 1902, que discutia assuntos como hereditariedade, transmissão de

caracteres adquiridos, o papel da determinação interna e do ambiente nos indivíduos e o paralelismo entre o desenvolvimento ontológico e filogenético. A esta altura Baldwin identifica os dois maiores problemas em questão nesta época: a teoria de uma seleção natural; e a questão da possível influência das adaptações individuais no curso da evolução.

Estas questões eram concebidas de formas diferentes por dois grupos distintos, os darwinistas, dentre eles Weismann e McCosh, mais proeminentes e em ascensão, especialmente entre psicólogos americanos, e em contraponto os lamarckistas, que uma vez que as teorias de Mendel continuavam afastadas do darwinismo se apoiavam na noção de uma “tendência vital” ou “fator de direcionamento”.

Baldwin pendia para o lado darwinista, acreditando que variações espontâneas selecionadas naturalmente seriam suficientes para que de fato houvesse um processo evolutivo, sem a necessidade de outros mecanismos tais como a herança de caracteres adquiridos defendidos pelo lamarckismo, chegando a argumentar fortemente contra a ideia da “herança dos caracteres adquiridos”. Todavia, o autor argumentava que ainda sim, o processo evolutivo só seria possível em vistas do comportamento, aprendizado, esforço e adaptações individuais, os quais permitiriam que as variações graduais ainda não plenamente “coincidentes” ou adaptadas à execução de uma função útil ou benéfica para o organismo, fossem então suplementadas por estas características individuais, de modo a dar tempo às espécies para desenvolver suas variações em determinadas linhas que lhes conferissem vantagens evolutivas na seleção natural. Este mecanismo, publicado por Baldwin em 1896, foi batizado por ele de “seleção orgânica”.

O foco que Baldwin confere ao indivíduo, ao invés do foco mais geral e abstrato que era dado para as espécies, permitia uma relação mais realista e direta com o objeto

de estudo. Tal nível focal, que se permitia desenvolver numa escala de tempo pequena, com comportamentos diretamente observáveis e vinculados às pequenas variações aleatórias e não em uma escala de tempo evolutivo possível de ser concebido apenas racionalmente e não acompanhada de fato, permitia que Baldwin pudesse executar um movimento recursivo entre a teoria e a experiência, movimento este que desde seu envolvimento com a psicologia experimental havia lhe permitido o desenvolvimento de tais ideias como a da “seleção orgânica”.

Este foco próximo de parâmetros observáveis e concebíveis de forma concreta, a defesa de um darwinismo reforçado com a ideia da “seleção orgânica” e sem a necessidade de aspectos como a herança de caracteres adquiridos, e a correlação que Baldwin estabeleceu desde cedo entre a psicologia e a biologia permitiram a criação de seu livro *“Darwin and the Humanities”*, como colocado pelo próprio autor:

“A partir deste ponto de vista - o do darwinismo reforçado – o pequeno livro „Darwin e as Humanidades” foi escrito. Ele estima o lugar do darwinismo nas ciências humanas - psicologia, sociologia, ética, religião - e mostra até que ponto o princípio da seleção natural, como reforçada pela seleção orgânica, é válida nestes assuntos.” (Baldwin, 1930, p. 6)

5.1.1 – A New Factor In Evolution

Em Junho de 1896 Baldwin publica um artigo intitulado *“A New Factor In Evolution”*, no qual ele sintetiza e analisa sob diferentes perspectivas algumas considerações de seus trabalhos anteriores relacionados à “seleção orgânica”.

Ao reunir estas considerações e descobertas de seus trabalhos anteriores, o autor tinha o objetivo de reunir em um só artigo um resumo da visão do processo de desenvolvimento sob o qual estes trabalhos anteriores se baseavam (Baldwin, 1896). Segundo ele, os problemas relacionados à evolução e desenvolvimento biológico poderiam ser classificados e agrupados em três grandes categorias, a da ontogenia, a da filogenia e a da hereditariedade. Todas proximamente relacionadas, especialmente as duas últimas.

O foco escolhido por Baldwin em sua publicação se deu, dentre as três classes citadas, no âmbito da ontogenia, uma vez que o “novo fator” proposto atuava nesta esfera. Este pensamento fez com que Baldwin iluminasse uma faceta pouco explorada do processo evolutivo, o do desenvolvimento ontológico, que por muito tempo foi abordado de forma superficial nas teorias transformistas de modo geral, quando abordado. É possível então notar, desde essa porção introdutória da publicação aqui tratada, a razão para Pigliucci (2007) apontá-la como importante para a Síntese Estendida, ainda que tenha sido ignorada para a formulação da Síntese Moderna, razão esta que é justamente o resgate de um dos pontos mais importantes na argumentação de uma expansão teórica da evolução, a do desenvolvimento.

Ainda no início do artigo, dois tipos diferentes de fatos são elencados e distinguidos pelo autor do ponto de vista das “funções as quais um indivíduo desempenha no curso de sua história de vida” (Baldwin, 1896, p. 442). Estes dois fatores são: 1- O desenvolvimento do impulso hereditário, ou seja, a conversão do genótipo do indivíduo em fenótipo que lhe caracteriza como um de sua espécie ainda com suas individualidades e variações que emergem no processo; 2- As habilidades, funções, atos, etc., os quais o indivíduo adquire ao longo da vida através do aprendizado, da atuação do intelecto e da interação com o meio, de forma a serem

identificados como “caracteres adquiridos”, uma vez que não estavam presentes no organismo anteriormente e nem previstos hereditariamente no seu desenvolvimento.

Após identificar estes fatos acima classificados, Baldwin empreende um questionamento:

“Assumindo que existem tais funções novas ou modificadas, em primeiro lugar, e tais „caracteres adquiridos“, decorrente da lei do „uso e desuso“ destas novas funções, a nossa pergunta seguinte é sobre eles. E a questão é: Como um organismo vem a ser modificado durante sua história de vida?” (Baldwin, 1896, p 443)

Desta forma, ainda mantendo o foco no indivíduo e seu desenvolvimento, o “novo fator” na evolução que Baldwin descreve se situa justamente na ontogenia do ser, contrastando com o foco macroscópico da filogenia e microscópico da hereditariedade que posteriormente se resumiria aos processos genéticos.

Ao focar seu estudo na ontogenia, no desenvolvimento do organismo enquanto o genótipo se manifesta como fenótipo, e os mecanismos envolvidos neste complexo processo, Baldwin não só faz um movimento dialético entre o aparato racional, abstrato e microscópico que são os genes e o empírico, concreto e macroscópico nível focal do organismo e seu fenótipo como também fornece grandes contribuições para a biologia evolutiva do desenvolvimento (ou evo-devo), um dos principais campos de pesquisa que nutrem uma nova estrutura conceitual da Síntese Estendida.

Ainda ao explorar os processos do desenvolvimento, Baldwin passa a dar um novo papel e uma nova visão sobre o ambiente, como ativo participante nos processos complexos do desenvolvimento e não delega ao ambiente somente o papel de selecionador de características favoráveis como a Síntese Moderna preconiza.

Em sequência Baldwin identifica e classifica três diferentes tipos de agentes ontogênicos que são capazes de interferir no desenvolvimento do organismo produzindo modificações ontogenéticas, adaptações ou variações. São estes:

- A) Os agentes físicos e influências ambientais, chamados por Baldwin de “físico-genéticos”, que atuam no indivíduo de modo a modificar as formas e funções presentes neste. Estão inclusos nesta classe os agentes químicos, as forças físicas e de contato, as limitações e restrições físicas ao crescimento, as mudanças de temperatura e outras tantas variáveis do meio. Estes tipos de agente são mais evidentes e são abordados de forma superficial ou implícita na Síntese Moderna, que embora reconheça por vezes, em seu corpo teórico, que há uma interação entre o meio e o indivíduo, não considera explicitamente esta interação como importante na evolução, assumindo que estas relações não produziriam influências significativas no curso evolutivo. Isso porque dentro da Síntese Moderna o ambiente possui um papel passivo de selecionar as variações e modificações e não de promovê-las, e quaisquer mudanças que o ambiente viesse a promover não poderiam ser transmitidas geneticamente, uma vez que a hipótese da transmissão de caracteres adquiridos foi tão duramente combatida e não encontrou espaço na síntese evolutiva, deixando o foco nas transmissões genéticas que eram, em grande medida, alheias às transformações do ambiente;
- B) O segundo tipo de agente, denominado “neuro-genético”, é aquele que provem de forma espontânea ao longo do desenvolvimento do organismo em questão, no decorrer de suas próprias funções orgânicas. Baldwin coloca que estas variações e adaptações são notáveis e bem descritas em organismos unicelulares simples, em plantas e em crianças bastante jovens. É notável também que esta classe de agentes é observada geralmente quando foge de seu funcionamento normal,

levando à patologias no caso dos seres humanos, e dificilmente são pensadas em termos evolutivos, mesmo que estes mecanismos muitas vezes requeiram um alto grau de refinamento e complexidade dos processos morfo-fisiológicos, que permitem ~~h~~aver uma disponibilidade e capacidade por parte do organismo para estar à altura da ocasião, por assim dizer, e tirar proveito das circunstâncias de sua vida” (Baldwin, 1896, p. 443)

C) Por ultimo existem aqueles fatores, chamados de ~~psico~~-genéticos”, que são garantidos pela ação consciente do intelecto, são adaptações advindas de comportamentos e ações conscientes processados a nível psicológico, tais como imitação, influências gregárias, instrução materna, aprendizado através das experiências de prazer e dor, do raciocínio de meios e fins, entre outros.

Após elencar estes três tipos de agentes ontogênicos, o autor aponta que duas questões emergem da constatação destes fatores e da ação deles na modificação das funções e estruturas do individuo em seu desenvolvimento ontogenético. ~~Primeiro~~, há a questão de como estas modificações podem vir a ser adaptativas na vida da criatura individual. Ou em outras palavras: Qual é o método do crescimento individual e adaptação como mostrado na bem conhecida lei do uso e desuso“?” (Baldwin, 1896, p. 444).

A questão levantada por Baldwin acerca do processo ontológico do indivíduo reside em como o ~~uso e desuso~~”, conceito não negado por Darwin, mas fortemente presente nas ideias naturalistas e lamarckistas, pode levar as características a se tornarem adaptativas, ou seja, a se sustentarem em termos da ~~seleção natural~~” darwinista. Colocado de outra forma, em que parâmetros o uso e desuso opera e torna possível que as modificações das características e funções do ser passem a ser vantajosas competitivamente para a sobrevivência do mesmo.

A experiência de Baldwin na psicologia empírica se mostra como importante contribuinte para suas conclusões quando ele afirma que “O progresso da criança em todo o processo de aprendizado que a leva a se tornar um homem, somente ilustra esta forma superior de adaptação ontogenética”. (Baldwin, 1896, p. 445)

Esta experiência empírica pode também ser observada quando Baldwin (1896, p. 444) expõe o uso e desuso funcionalmente como ação do intelecto sobre a experiência: “Olhando funcionalmente, vemos que o organismo consegue de alguma forma acomodar-se às condições que são favoráveis, a repetir os movimentos que são adaptáveis, e assim crescer pelo princípio do uso.” Baldwin ainda complementa, mostrando o papel do ‘uso e desuso’ em sua teoria da ‘Seleção Orgânica’:

—Est [processo] envolve algum tipo de seleção, a partir das variações ontogenéticas reais, de certos indivíduos, certas funções, etc. [...] Qualquer que seja o método pelo qual isso acontece, nós podemos simplesmente, a esta altura, afirmar que a lei do ‘uso e desuso’, como aplicável no desenvolvimento ontogenético, e aplicar a sentença, ‘Seleção Orgânica’, para o comportamento do indivíduo na aquisição de novos modos ou modificações de funções adaptativas com sua influência da estrutura.” (Baldwin, 1896, p. 444).

A segunda questão então levantada, após a definição dos agentes capazes de interferir no desenvolvimento, é justamente o papel destas adaptações e modificações na teoria geral do desenvolvimento.

Tal questão é bastante semelhante à levantada por Jablonka e Lamb (2005), citadas anteriormente, na qual as autoras se perguntam sobre a extensão e real influência das chamadas “heranças suaves” no processo evolutivo. Outrossim, as autoras também já haviam analisado as influências de Baldwin e de Waddington para a teoria evolutiva

em um artigo publicado em 1998, no qual elas definem o chamado “Efeito Baldwin” como a transformação de um comportamento ou resposta aprendido, advindo do intelecto, em uma resposta ou comportamento instintivo, com esta transformação acontecendo por meio de uma seleção darwinista clássica.

Este processo de assimilação genética de aspectos culturais/comportamentais aprendidos se assemelha muito à herança de caracteres adquiridos, porém Jablonka e Lamb (1998) distinguem ambos os fenômenos, uma vez que a assimilação em questão é realizada por meio de mecanismos darwinistas. As autoras citam outros dois pesquisadores de fins do século XIX, Fairfield Osborne e Lloyd Morgan, que haviam discorrido sobre um mecanismo similar como podemos ver nas palavras deste último: “Quaisquer variações hereditárias que coincidem em sentido com as modificações adquiridas no comportamento seriam favorecidas e promovidas; Ao passo em que tais variações que ocorressem em uma outra linha divergente tenderiam a ser eliminadas” (Morgan apud Hardy, 1968, p.197).

Neste ponto é oportuno citarmos a observação de Waizbort (2001), na qual afirma o que já citamos anteriormente, que Darwin não possuía uma explicação clara e convincente para os mecanismos da hereditariedade, propondo, após a publicação de “*A Origem das Espécies*”, um modelo hereditário conhecido como pangênese, na qual cada parte do corpo forneceria um material “genético” que migraria para as gônadas durante o período reprodutivo. Este modelo é bastante compatível e corrobora com o lamarckismo, uma vez que as características adquiridas em cada parte do corpo produziriam gêmulas que seriam incorporadas nas células reprodutivas sendo então passadas para a prole, assim como as características ou partes do corpo atrofiadas ou ausentes não enviariam gêmulas, fazendo com que tais características permanecessem ausentes nas gerações futuras (Mayr, 1998).

Podemos assim observar a forte presença da ideia de ~~herança~~ de caracteres adquiridos” na teoria de Darwin, que se faz presente de uma forma bastante específica em sua hipótese das gêmulas, ainda que esta mesma ideia esteja ausente na Síntese Moderna. Este fato se deve, dentre outros fatores, aos esforços de August Weismann (Jablonka e Lamb, 1998), um biólogo Alemão do século XIX, que conduziu experimentos nos quais cortava as caudas de camundongos e os submetia então a reprodução, repetindo a excisão das caudas ao longo de várias gerações, falseando a ideia da pangênese de Darwin (Waizbort, 2001).

Neste ponto é interessante observar os apontamentos de Jablonka e Lamb (1998), nos quais afirmam que as teorias de Lamarck e Darwin são ambas bastante complexas e com vários elementos que usualmente são deixados de lado ou simplesmente esquecidos, provocando um reducionismo destas teorias, em especial no caso do lamarckismo, que se resume na maioria dos contextos a um mero sinônimo da herança dos caracteres adquiridos. Devido a esse processo reducionista é notável o quanto o lamarckismo seria negativamente influenciado pelos experimentos e conclusões de Weismann, caindo em desuso.

Segundo Martins (2006), ainda que Lamarck e sua teoria sejam lembrados apenas por suas duas leis mais conhecidas, o uso e desuso e a transmissão dos caracteres, sua obra não se reduz a estas duas proposições. Nas últimas versões de sua teoria, o naturalista apresenta outras duas leis: Uma referente à tendência natural do aumento no grau de complexidade dos sistemas biológicos, tanto na ontogenia quanto na filogenia, permitindo o crescimento e desenvolvimento dos indivíduos e a formação de uma escala taxonômica, segundo a qual o homem figuraria em seu topo; E uma quarta lei a qual explica:

“o surgimento de um novo órgão a partir de mudanças nas circunstâncias que provocam novas necessidades e movimento dos fluidos no interior do corpo do animal que no decorrer de muitas gerações podem provocar o aparecimento de novos órgãos, que serão mantidos se as circunstâncias permanecerem as mesmas e a necessidade continuar a se fazer sentir” (Martins, 2006, p. 255).

Lamarck ainda possui obras nas áreas de botânica e medicina, além de contribuições para a taxonomia, empregando provavelmente pela primeira vez os conceitos de “vertebrados” e “invertebrados” para a classificação de seres com ou sem ossos, e também ter contemplado em suas teorias explicações para o surgimento da vida via abiogênese baseando-se em fenômenos conhecidos na época como o calórico, eletricidade e forças de atração e repulsão.

Martins (2006, p. 9) discute os prováveis motivos que levaram à crença de que a transmissão de caracteres adquiridos fosse uma ideia original de Lamarck, favorecendo a redução de suas teorias a esta única proposição:

“É bem provável que a atribuição da herança de caracteres adquiridos a Lamarck se deva em parte ao fato de a teoria de Lamarck na época de sua proposta não ter sido discutida, no âmbito acadêmico, exceto informalmente por poucos colegas mais próximos, por ter sido revivida décadas mais tarde, após a proposta de Darwin pelos chamados neo-lamarckistas que, em sua maior parte, não leram as versões finais da teoria de Lamarck, mas apenas superficialmente uma versão intermediária (Lamarck, 1809), fixando-se nas duas leis. Eles introduzindo muitas vezes ideias que não eram de Lamarck mas deles próprios.”

Como dito por Martins (2006), a crença de que a prole poderia herdar as características de seus genitores, ainda que atribuída por muitos à Lamarck, não havia sido inaugurada por ele. Desde a história antiga há relatos de tal pensamento, como no *“Corpus Hipocraticum”* e em obras de Aristóteles (384-322 a.C.) nas quais era dito que os filhos podem se assemelhar aos pais tanto nas características congênicas quanto adquiridas (Aristóteles, 1912; Zirkle, 1935).

Muitos outros autores já citados anteriormente em nossa análise filosófica também tomavam como verdadeiro e natural este processo, como Pierre Louis Moreau de Maupertuis (1698-1759), Georges Louis Leclerc, conde de Buffon (1707-1788) e o avô de Darwin, Erasmus Darwin (1731-1812).

É curioso notarmos, entretanto, que embora a ideia de tais heranças de características adquiridas fosse amplamente aceita na época, não havia grandes proposições que explicassem seus mecanismos, como descrito por Mayr (1982, p.687) *“Curiosamente, a herança soft foi universalmente aceita e considerada axiomática de tal modo que, somente após 1850 foram feitas as primeiras tentativas para justificá-la e esclarecer seus mecanismos”*. Martins (2006) ainda complementa que até meados do século XIX, antes de estudos conduzidos por Darwin, não haviam registros de estudos detalhados acerca do assunto, talvez por se tratar justamente de uma ideia quase universalmente aceita e tida como óbvia. Igualmente curioso, é também o fato de que a transmissão dos caracteres adquiridos tenha sido detalhadamente discutida por Darwin, e meramente citada por Lamarck, que mesmo em suas obras mais detalhadas não contemplou este tópico em específico com explicações ou exemplos.

Todavia, apesar do pouco espaço dedicado em sua obra para explicar os mecanismos de transmissão de caracteres adquiridos, Lamarck deixou claro que não

eram em todos os casos que ocorriam tal transmissão, e que as características a serem transmitidas necessitavam estarem presentes em ambos os pais, e ainda que a herança direta de mutilações não era possível (Martins, 2006), o que tornava os experimentos de Weismann incapazes de falsear a ideia lamarckista da herança de caracteres adquiridos, ainda que pudesse falsear a ideia de Darwin sobre o mesmo mecanismo.

Também outros trabalhos experimentais da época corroboravam com a ideia de Lamarck, como os trabalhos de Brown-Séguard com porcos-da-índia (Laurent, 1979) e de Herbert Spencer Jennings com paramécios.

Sendo assim, ao rejeitar a pangênese de Darwin, Weisman e os posteriores autores da Síntese Moderna não só rejeitaram uma hipótese da transmissão de caracteres adquiridos e dos mecanismos nela envolvidos, mas toda a teoria e possibilidade de tal transmissão hereditária. Rejeição esta que provavelmente tenha sido muito precoce, uma vez que a complexidade envolvida nestes mecanismos, frente ao grau de maturidade e desenvolvimento tanto teórico quanto tecnológico da época impossibilitassem uma melhor compreensão do fenômeno.

Neste sentido, segundo Jablonka e Lamb (1998), o lamarckismo foi retomado por pesquisadores como Baldwin e Waddington, porém não em sua forma histórica tradicional, mas sim de uma forma heterodoxa, não se opondo aos princípios darwinistas, mas complementando-os como no atual processo de expansão da síntese evolutiva.

Uma retomada do lamarckismo poderia aparentar uma regressão para as ideias evolutivas e uma volta a um realismo e um afastamento do racionalismo conquistado por Darwin, porém ao abordar um dos princípios da teoria de Lamarck, a transmissão dos caracteres adquiridos, de uma forma mais complexa, como um mecanismo

integrante da seleção darwinista, Baldwin realiza uma dialética entre ambas as teorias e um consequente salto na complexidade e racionalidade nas teorias evolutivas.

5.2 – WADDINGTON

Waddington, como já dito anteriormente, é outro autor apontado como de vital importância para a história da biologia e para a defesa e avanço de tópicos ignorados pela Síntese Moderna (Pigliucci, 2007), representando o que alguns autores convencionam chamar de neo-lamarckismo (Jablonka & Lamb, 1998), e antecipando perfis epistemológicos posteriores em suas ideias.

Slack (2002) defende a ideia de que Waddington talvez tenha sido o último biólogo renascentista, por se tratar de um polímata com publicações e pesquisas nas áreas de paleontologia, genética de populações, genética desenvolvimentista, embriologia, bioquímica e biologia teórica. Estas publicações ainda contendo ideias e conceitos que colaboram com alguns dos pilares e principais argumentos para uma expansão da teoria evolutiva e que agora podem ser vistas como muito a frente de seu próprio tempo, sendo apontado por alguns autores como o criador do termo e do conceito formal de ‘epigenética’, juntamente com outros tantos conceitos impactantes para a biologia.

Jonathan M.W. Slack (2002) ainda ao fazer esta breve recapitulação da vida e trabalho de Waddington apresenta um glossário de termos criados ou apropriados por ele, o que nos mostra seu caráter inovador e suas bases filosóficas, traduzidas em sua ânsia em definir novos termos para expressar os fenômenos do desenvolvimento que encontrava tanto em suas incursões experimentais como teóricas.

No ano de 1942, o mesmo da criação do termo “Síntese Moderna” por Huxley, Waddington publica na revista *Nature* uma pequena comunicação intitulada “*Canalization of development and the inheritance of acquired characters*”. Nesta breve comunicação de pouco mais de duas páginas Waddington faz uma retomada das teorias evolutivas naturalistas, colocadas em oposição às teorias geneticistas, pautadas no gradualismo de mutações selecionadas, enquanto as primeiras buscavam explicações para a evolução da “forma”. Entre estes dois polos, Waddington propõe uma dialética, buscando uma superação dos dois modelos em um mais completo e com maior poder explicativo. Deste modo, dentre os diversos trabalhos do autor, optamos por este para nossa análise,

5.2.1 – Canalization Of Development And The Inheritance Of Acquired Characters

No ano de 1942, Waddington publica uma breve comunicação na revista *Nature*, defendendo as teses naturalistas da evolução em detrimento do foco genético que ganhava espaço em sua época. O próprio autor inicia seu artigo apresentando que “A batalha, que durou por muito tempo entre as teorias da evolução apoiadas por geneticista de um lado e por naturalistas de outro, tem nos últimos anos ido fortemente a favor dos primeiros.” (Waddington, 1942, p. 563).

Diferentemente de Baldwin, Waddington conduziu seus principais trabalhos e viveu numa época em que a Síntese Moderna já atingia sua maturidade e possuía seus contornos bem definidos. Por este motivo ele admite a importância das pesquisas em genética para o desenvolvimento e descoberta dos mecanismos da hereditariedade:

–Poucos biólogos agora duvidam que a investigação genética tem revelado, em qualquer caso, as categorias mais importantes de variação hereditária” (Waddington, 1942, p. 563).

Waddington (1942) expõe que a tese naturalista clássica corresponde à ideia da transmissão de caracteres adquiridos, a qual perdeu espaço e foi lançada aos bastidores das discussões acadêmicas por não apresentar evidências empíricas de tal tipo de hereditariedade. E que a popularidade que tal teoria neo-lamarckista (Jablonka e Lamb, 1998) possuía derivava não de sua comprovação ou constatação empírica, mas de sua capacidade explicativa e utilidade para a compreensão de resultados do processo evolutivo que se destacam pelo seu alto grau de complexidade ou de adaptação ao meio ou de partes específicas do organismo umas com as outras.

Para Waddington, estas adaptações emergentes do processo evolutivo não deixam de intrigar os naturalistas e dificilmente podem ser explicadas através do gradualismo clássico baseado meramente em mutações aleatórias selecionadas passivamente pelo ambiente. O autor afirma enfaticamente que uma resposta para o surgimento de tais características deve ser provido, e que ao sermos privados de explicações tais como a herança dos produtos do uso e desuso ficamos a mercê de uma explicação limitada como a da síntese moderna. O autor ainda complementa: –É duvidoso, porém, que até mesmo os geneticistas com a mentalidade mais estatística estejam absolutamente convencidos de que nada mais está envolvido [na evolução] do que a triagem de mutações aleatórias pelo filtro seletivo natural.” (Waddington, 1942, p. 563).

Neste sentido Waddington busca um processo semelhante ao da Síntese Estendida, ao não negar os mecanismos genéticos da síntese moderna, mas sugerir e

apontar que outras visões do processo ontológico e desenvolvimental dos organismos são possíveis e com melhor poder heurístico-explicativo e que tais processos podem complementar e coexistir com as visões então adotadas, elucidando —como os genótipos podem responder ao ambiente de forma mais coordenada” (Waddington, 1942 p. 563).

Para exemplificar as possíveis abordagens evolutivas Waddington utiliza o exemplo das calosidades presentes em avestruzes e o espedramento da pele plantar dos pés humanos, provenientes em ambos os casos do atrito da pele com o meio. Estas calosidades e espedamentos, entretanto, foram encontradas presentes no desenvolvimento embrionário, sem a necessidade do estímulo ambiental para produzi-las. Deste fato podem surgir duas interpretações clássicas e uma outra alternativa proposta e defendida por Waddington: 1- A explicação tradicional da Síntese Moderna, a qual interpretaria as calosidades como mera expressão de características genéticas vantajosas para os animais em questão, levando-os a serem selecionados. Esta explicação por sua vez contém alguns problemas, primeiramente o de que as calosidades são atribuídas exclusivamente aos genes, ignorando o fato que estas podem ser produzidas pelo meio, assim como a de que as calosidades selecionadas deveriam aparecer exatamente nos locais que viriam a ser vantajosas e necessárias nos adultos e em nenhum outro lugar, tornando esta explicação mais complexa e pelo princípio da parcimônia, menos provável; 2- Numa explicação clássica naturalista, a característica adaptativa, no caso as calosidades desenvolvidas pelo estímulo ambiental, viriam a ser herdadas após adquiridas, uma proposta que o próprio Darwin chegou a sugerir. Entretanto esta hipótese se torna difícil de sustentar sem nenhuma base empírica ou explicação convincente sobre os mecanismos relacionadas à herança de variações adquiridas; 3- Em vista de problemas em ambas as explicações propostas até então para o questionamento, Waddington sugere uma nova interpretação, a de que as calosidades

eram produzidas inicialmente pelo estímulo ambiental em um ancestral da espécie, e que no curso do processo evolutivo o estímulo passou a ser substituído por um fator genético que produziria a mesma resposta.

Waddington começa então a argumentar em favor desta última proposta, e o primeiro argumento por ele utilizado é o de que a própria capacidade de responder a estímulos externos e o modo pelo qual esta resposta acontece, como a produção de calosidades em resposta ao atrito mecânico, são regulados por genes.

De fato que este é um argumento que pode atualmente nos parecer óbvio a esta altura do desenvolvimento histórico das ciências biológicas, não obstante o próprio autor expõe que, ainda em sua época este seria um argumento dificilmente negado mas pouco levado em consideração e, provavelmente devido à limitações tecnológicas e frente ao estado da arte da biologia molecular que ainda mal lançava suas bases, tais mecanismos eram tomados como acessório e não definitivos ou importantes.

A partir deste primeiro argumento é que Waddington propõe uma ideia inovadora, a de que “as reações do desenvolvimento, do modo como ocorrem em organismos submetidos à seleção natural, são geralmente canalizadas” (Waddington, 1942, p. 563). Em outras palavras, a seleção natural atua no produto final do desenvolvimento, ou seja, nas características expressas e não no genótipo que contém as potencialidades para manifestá-las ou no mecanismo de resposta ao ambiente que converte o genótipo em fenótipo. Desta forma, não somente um genótipo ou um estímulo altamente específico seriam selecionados, mas todos os possíveis genótipos e mecanismos de expressão e resposta à estímulos que produzissem respostas ótimas frente à seleção seriam então preservados na espécie. Deste modo as características

tenderiam a ser “analisadas” para que determinado fenótipo fosse expresso não obstante pequenas variações genéticas ou ambientais.

Juntamente com este novo e importante conceito de “análise do desenvolvimento”, o autor apresenta evidências empíricas que corroboram sua hipótese, advindas tanto da embriologia quanto da genética.

Segundo Waddington (1942), a embriologia fornece muitas evidências da canalização que podem ser separadas em duas escalas distintas, uma escala menor referente à organização dos tecidos, os quais se apresentam no desenvolvimento embrionário como nitidamente bem definidos ao invés de uma massa celular que se altera gradualmente no organismo, evidenciando a expressão de fenótipos bem definidos pelas células componentes destes tecidos, que não apresentam características intermediárias entre tecidos diferentes, sendo canalizadas à apresentar um ou outro fenótipo de cada tecido. Waddington ainda aponta, que mesmo por vias experimentais, nas quais se intervém no desenvolvimento é possível conduzir o desenvolvimento de determinadas células a se tornarem determinados tipos de tecidos, mas é difícil fazer com que as células se diferenciem em algo intermediário entre dois diferentes tipos de tecidos normais. O outro nível focal ainda na embriologia é o referente aos órgãos, que também em alguma fase do desenvolvimento apresentaram mecanismos regulatórios que permitem que pequenas variações morfológicas sejam recuperadas ou regeneradas produzindo o efeito final esperado.

Outro argumento apresentado por Waddington (1942, p. 563 - 564) é a do “tipo selvagem”, como descrito neste trecho de sua comunicação:

“A canalização, ou talvez seria melhor chamá-la de „amortecimento”, do genótipo é evidenciada mais claramente pela constância do tipo selvagem. É

uma observação muito geral a qual pouca atenção tem sido dirigida que o tipo selvagem de um organismo, ou seja, a forma que ocorre na natureza sob a influência da selecção natural, é muito menos variável na aparência do que a maioria da raças mutantes.”

No caso do ‘tipo selvagem’, podemos observar como a canalização, fruto da ação da seleção natural, direciona as pequenas variações genéticas e ambientais na produção de um determinado fenótipo, tendo como consequência a pequena variação nas características dos indivíduos selvagens em comparação aos mutantes da mesma espécie, os quais não passaram por um processo de seleção natural que lhes permitisse o desenvolvimento de mecanismos de canalização. Waddington reforça esta ideia apresentando dados obtidos em experimentos com drosófilas, os quais apresentaram resultados bastante significativos na direção de uma canalização genética frente a seleção natural.

Waddington, entretanto, reforça a ideia de que a canalização do desenvolvimento, ainda que possa representar um papel bastante significativo na evolução e no processo histórico-evolutivo das espécies, não é um efeito onipresente, uma vez que em indivíduos mutantes e em condições patológicas a canalização é quebrada, havendo uma vasta gama de variações.

Posteriormente à publicação da comunicação por nós analisada, Waddington realizaria diversos experimentos com moscas do gênero *Drosóphila*, num dos quais verificaria que há uma pequena veia transversal no meio da asa destas moscas, que pode ser feita desaparecer expondo as moscas a uma temperatura elevada durante a fase de pupa. Se as moscas individuais que não possuem esta veia são cruzadas entre si e o choque de temperatura e de seleção é repetido por algumas gerações, surge então, de maneira espontânea, sem a necessidade do choque de temperatura, uma população que

tem uma elevada proporção do fenótipo sem a veia. Waddington assim nomeia este processo de assimilação genética, e enfatiza o papel da canalização para tal processo.

A este ponto podemos perceber que o conceito de canalização do desenvolvimento criado por Waddington se coloca como de natureza semelhante à plasticidade fenotípica, porém de forma oposta, uma vez que a canalização permite a manutenção de apenas um fenótipo ainda que existam variações no genótipo, ao passo em que a plasticidade permite a manifestação de diferentes fenótipos com um mesmo genótipo.

Estes fenômenos, ainda que opostos, possuem uma mesma base para seu desenvolvimento teórico, a de uma contestação dos genes como únicos responsáveis pelas características e pelo desenvolvimento do organismo. E levadas em consideração, ambas mostram a necessidade de se tirar o foco genecêntrico da Síntese Moderna.

Também a canalização do desenvolvimento, juntamente com a assimilação e a plasticidade, permitem a possibilidade de uma capacitância evolutiva, ou em outras palavras, a acumulação de variações genéticas não manifestadas fenotipicamente, que podem passar a ser expressas sob condições de estresse ou após a ocorrência de mutações, o que poderia levar à origem de fenótipos alternativos e formas de evolução distintas daquelas do gradualismo tradicional da Síntese Moderna.

Este pensamento é apresentado por Pigliucci (2007, p. 2747): “O papel da plasticidade fenotípica, quando levada a sério, modifica a visão genecêntrica da evolução, e em direção a uma integração mais complexa da genética, biologia do desenvolvimento e, acima de todas, ecologia.”

Slack (2002, p. 894) também conclui a breve biografia que fez de Waddington afirmando:

"[...] Um dos maiores desafios de hoje é como relacionar uma vasta e crescente massa de informação genômica para um relativamente muito menor número de fenômenos biológicos fundamentais. Alguma forma de biologia teórica terá de ser concebido para enfrentar esse desafio e, se atribuídas ou não, as ideias de Waddington voltarão à superfície, sem dúvida, no processo."

5.3 – CONCLUSÕES DA ANÁLISE HISTÓRICA

A biologia como ciência possui uma história muito rica e tão diversa como seu objeto de estudo, o que torna difícil enquadrá-la em uma estrutura filosófica única, entretanto como demonstramos aqui, a noção de pluralismo filosófico de Bachelard permite uma análise filosófica da história da biologia bastante produtiva, e embora o próprio Bachelard não tenha reconhecido este fato, a biologia evolutiva avançou em seu progresso filosófico para além do racionalismo como as ciências da física e química.

Podemos perceber em nossa análise que embora a história da biologia possa ser considerada sob a visão bachelardiana, especialmente na progressiva racionalidade das ideias evolutivas, nem todos os seus episódios históricos se encaixam perfeitamente no desenvolvimento dos perfis epistemológicos, como nos casos de Baldwin e Waddington os quais, numa época em que predominava um racionalismo complexo, inauguraram um pensamento racional dialético.

Entretanto, talvez neste aspecto a epistemologia de Bachelard possa nos dar indícios dos motivos que levaram aqueles autores a serem desconsiderados na formação da moldura conceitual da Síntese Moderna. Como Léon Szyfman já havia afirmado sobre as teorias de Lamarck:

—Os sábios da época não estavam preparados nem filosófica nem cientificamente para conceber a ideia genial de Lamarck. [...] Lamarck pretendia fundar uma teoria geral que abrangesse as leis comuns a todos os domínios de que se ocupa o espírito humano” (Szyfman, 1971, p.243, apud Martins, 1996)

Dado este possível paralelo histórico, não é difícil de supor que as ideias de Baldwin e Waddington estivessem de tal modo à frente de seu tempo a ponto de se configurarem em outra fase do espectro bachelardiano, tornando-os autores incompatíveis às teorias vigentes e ao estado da arte do contexto de produção da Síntese Moderna.

Ainda assim, interpretar a história da biologia por meio de uma lente bachelardiana pode ser uma tarefa difícil, uma vez que para tal interpretação é necessário se conhecer todo o processo de investigação, as metodologias e os pressupostos dos autores a serem considerados e não somente o resultado final de suas obras, o que muitas vezes se torna um problema, como no caso de Lamarck, em que este, como dito anteriormente, não se preocupou em descrever de forma explícita e sistematizada sua metodologia. Por conseguinte, frequentemente é necessária uma vasta gama de fontes históricas que não as próprias obras do autor estudado, mas de seus contemporâneos, de suas leituras e bases teóricas e metodológicas para que se possa inferir com algum grau de confiabilidade quais seriam seus pressupostos, suas crenças quanto às fontes do conhecimento e de interpretação dos seus dados. Logo, a análise bachelardiana não permite a restrição à apenas uma tradição de pesquisa histórica internalista ou externalista, são necessárias ambas para que se possa obter resultados e análises seguras.

Concluimos assim que embora possa haver dificuldades de se enquadrar alguns autores na interpretação bachelardiana das teorias transformistas, como no caso dos dois autores acima apresentados, em que o perfil epistemológico individual e psicológico dos mesmos se apresenta dessincronizado como perfil histórico do zeitgeist da época em que viveram, estes autores podem ainda ser vistos sob a epistemologia de Bachelard, possibilitando uma explicação para a recepção que estas obras tiveram na comunidade científica e para o papel a elas atribuído ou não no desenvolvimento das teorias científicas evolutivas de então. Sob esta perspectiva estas próprias consequências de tais ideias à frente de seu tempo podem nos servir para defender a epistemologia bachelardiana na interpretação e análise da história da biologia evolutiva.

Como visto até então o pensamento evolutivo não possui apenas uma única tendência ou aceção filosófica, não possuindo uma abordagem uniforme ao longo da história da biologia e podendo ainda ser compreendido e apropriado individualmente de diversas formas, estas sendo mais ou menos racionais ou empíricas dentro do espectro de doutrinas filosóficas apresentadas por Bachelard e analisadas por nós até então.

Cabe, entretanto, ressaltar que este exame histórico do progresso do conceito de evolução não tem a pretensão de ser definitivo ou único, reconhecemos que pode haver fatos históricos que não foram abordados neste trabalho que possam modificar a perspectiva filosófica do processo histórico, bem como interpretações diversificadas de alguns pontos que possam eventualmente surgir, entretanto ainda sim o progresso racional da biologia permanece evidente, e esperamos que este estudo possa contribuir para uma melhor análise do perfil conceitual e epistemológico de outros conceitos biológicos, bem como da caracterização da maturidade conceitual no perfil epistemológico individual de análises futuras.

Após esta análise filosófica da história das ideias evolutivas nos indagamos de que modo esta investigação pode contribuir para o ensino da evolução biológica e como um referencial bachelardiano pode contribuir para a superação dos problemas encontrados nos processos de ensino-aprendizagem das teorias evolutivas. São estas as principais questões que buscamos responder nos seguintes capítulos do presente trabalho.

6 – INVESTIGAÇÃO NO ENSINO: A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA COMO EIXO ARTICULADOR E UNIFICADOR DA BIOLOGIA

O papel determinante que a evolução desempenha no ensino-aprendizagem da biologia é ressaltado por vários autores, pois a evolução articula e unifica esta ciência e seus conteúdos, impedindo uma estruturação fragmentada e estanque dos mesmos (Dobzhansky, 1937; Cicillini, 1991; Licatti, 2005; Meyer & El-Hani, 2005).

Segundo Cicillini (1991, 1997), orientações curriculares para que a evolução biológica seja adotada como eixo estruturador tem origem no final da década de 1950, época na qual materiais curriculares norte-americanos como o *Biological Sciences Curriculum Study* (BSCS) foram traduzidos e adaptados para o sistema educacional do Brasil. Estes materiais visavam à articulação dos conteúdos, e para tanto possuíam duas versões, uma que se valia da ecologia para promover tal articulação e outra que o fazia por meio do processo evolutivo (Cicillini, 1991).

Em vista desta importância da evolução biológica tanto para a biologia quanto para seu ensino-aprendizagem, se torna evidente a necessidade das pesquisas relativas ao Ensino de Evolução se configurarem como uma preocupação constante na agenda de

pesquisas da área de Educação para a Ciência e Ensino de Biologia (Silva & Lopes, 2013). Esta importância motivou Silva e Lopes (2013) a realizar um mapeamento da produção científica a cerca do tema “Ensino de Evolução”, mais especificamente das dissertações e teses realizadas no período de 1990 a 2010, a fim de se identificar as principais características e tendências desta agenda de pesquisas.

Em sua investigação para avaliar o “estado da arte”, Silva e Lopes (2013) identificaram uma expansão quantitativa e qualitativa das pesquisas em Ensino de Ciências que, todavia, não foi seguida de forma tão próxima quanto o esperado pelas investigações na sub-área do Ensino de Evolução, esta, que apesar de se encontrar também em crescimento, tal crescimento ainda é considerado insuficiente e pouco representativo dada a importância que a evolução representa como eixo central das ciências biológicas e perante o número de produções de outras sub-áreas do Ensino de Biologia, como por exemplo, a sub-área de educação ambiental.

Na primeira década (1990-2000) considerada no estudo de Silva e Lopes (2013), foram encontradas interrupções na produção de dissertações e teses referentes ao ensino de evolução, especialmente no período compreendido entre 1994 e 1996. Este hiato pode ser considerado ainda mais preocupante quando cruzado com outros dados da literatura, como os apresentados por Slongo (2004) e Teixeira (2008), que apresentam um crescimento bastante significativo tanto na quantidade quanto na qualidade das publicações referentes à área de ensino de biologia.

“Neste contexto, embora a evolução tenha sido eleita, a mais de meio século, como eixo articulador para o ensino-aprendizagem de conteúdos biológicos, as pesquisas em Ensino de Biologia, em termos numéricos, não tem refletido tal importância” (Silva e Lopes, 2013, p. 510).

Este quadro não é exclusivo da produção científica, um estudo feito por Silva (2012), no qual o autor analisa a base curricular do Estado de São Paulo, constatou-se que embora os documentos oficiais assumam explicitamente a evolução como eixo unificador dos conhecimentos biológicos, a mesma ocupa o último lugar como elemento curricular a ser trabalhado.

6.1 – ANÁLISE HISTÓRICA E DOCUMENTAL DA SITUAÇÃO DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NOS CURRÍCULOS DA EDUCAÇÃO BÁSICA:

Para analisarmos qual status atual que a Evolução Biológica ocupa nos currículos acreditamos que seja necessária uma pequena retrospectiva histórica, pois como nos adverte Krasilchik (2000, p.85): “Nossas escolas, como sempre, refletem as maiores mudanças na sociedade – política, econômica, social e culturalmente. A cada novo governo ocorre um surto reformista que atinge principalmente os ensinos básico e médio”.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais referentes ao primeiro ciclo do ensino fundamental, até a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases de 1961, as aulas de ciências naturais eram restritas apenas aos dois últimos anos do período correspondente ao atual ensino fundamental, e estas aulas se pautavam numa perspectiva tradicional e conteudista, baseada em aulas expositivas, nas quais os professores eram encarregados de transmitir aos alunos a maior quantidade de informação possível, e os alunos de absorvê-las sem reflexão ou questionamento, uma vez que o conhecimento científico era tido como neutro.

As necessidades da formação científica e a influência da Escola Nova contribuíram para uma mudança na perspectiva pedagógica do ensino de ciências, que de meramente informativo passou a se preocupar com a formação dos estudantes.

Como dito anteriormente, na década de 1950 e início da década de 1960 foram adaptados para o Brasil materiais didáticos de ciências (BSCS) para orientar a formação de futuros cientistas e do desenvolvimento científico nacional, uma vez que o país passou por um momento de liberdade política e de busca por uma independência econômica, devido aos efeitos da segunda grande guerra, que levou à destruição, desestruturação e mudança de foco dos centros produtores de matérias-primas e de produtos industrializados e tecnológicos, levando a um desabastecimento destes produtos no Brasil. Este projeto nacional do desenvolvimento de ciência e tecnologias autóctones levou até mesmo à adaptação dos currículos escolares com a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação em 1961, que ampliou os objetivos do ensino de ciências, incluindo, por exemplo, a disciplina de “Iniciação à Ciência” na grade curricular e da divisão dos anos correspondentes ao atual ensino médio em científico, clássico e normal (Krasilchik, 1987, 2000).

Entretanto cabe ressaltar que muito embora os materiais utilizados assumissem e preconizassem a evolução como eixo articulador dos conteúdos, a prática educativa não refletia esta orientação. Segundo Cicillini (1991) as orientações curriculares que promulgavam uma articulação da biologia por meio da evolução biológica não foram consensuais e estiveram permeadas por polêmicas, fazendo com que o ensino de biologia fosse subdividido e os principais conteúdos abordados no currículo passaram a serem os referentes às áreas de citologia, genética, zoologia e botânica, com tentativas de inclusão dos campos da biologia molecular e ecologia, por serem consideradas áreas então em expansão.

Sendo assim a tentativa de unificar os conteúdos da biologia não fora efetivamente aplicada nas salas de aula, e o ensino dos conhecimentos biológicos manteve-se fragmentado e restrito à descrição e repetição memorística dos conteúdos, que permaneciam desvinculados tanto entre si quanto com o cotidiano dos alunos (Teixeira, 2008).

Após o golpe militar de 1964 e a implantação do regime totalitário houve uma nova reformulação do sistema educacional, que agora deveria voltar-se para os objetivos de crescimento econômico almejados pelo governo, este objetivo ia ao encontro da formação e qualificação da classe operária e produtiva (Krasilchik, 2000). —A escola secundária deve servir agora não mais à formação do futuro cientista ou profissional liberal, mas principalmente ao trabalhador, peça essencial para responder às demandas do desenvolvimento” (Krasilchick, 1987, p. 18).

Segundo Saviani (2005, p. 18), ao final da década de 1960:

“são fechados o Centro Brasileiro de Pesquisas Educacionais e os Centros Regionais a ele ligados. No interior dessa crise articula-se a tendência tecnicista, de base produtivista, que se tornará dominante na década seguinte, assumida como orientação oficial do grupo de militares e tecnocratas que passou a constituir o núcleo do poder a partir do golpe de 1964.”

Ainda segundo Saviani (2005, p. 34), a pedagogia tecnicista pode ser definida da seguinte forma:

“A partir do pressuposto da neutralidade científica e inspirada nos princípios de racionalidade, eficiência e produtividade, a pedagogia tecnicista advogou a reordenação do processo educativo de maneira a torná-lo objetivo e operacional. De modo semelhante ao que ocorreu no trabalho fabril,

pretendeu-se a objetivação do trabalho pedagógico. Buscou-se, então, com base em justificativas teóricas derivadas da corrente filosófico-psicológica do behaviorismo, planejar a educação de modo a dotá-la de uma organização racional capaz de minimizar as interferências subjetivas que pudessem pôr em risco sua eficiência.”

Para Silva (2005, p. 285) a concepção positivista da ciência que historicamente subsidiou a nossa formação, [é] marcada pela rigidez e fragmentação dos conteúdos e por um modelo instrutivista de educação.”

Desta forma a abordagem das disciplinas científicas se afastou muito de suas bases filosóficas e estas se tornaram instrumentais e/ou profissionalizantes, o que segundo Krasilchick (1987) resultou na fragmentação ou até mesmo no esfacelamento destas disciplinas de ciências da natureza.

Neste contexto o período escolar correspondente ao atual ensino médio foi desmembrado em três vertentes que buscavam cada uma a formação de técnicos voltados para a atuação em cada um dos setores econômicos: a agricultura (setor primário), a indústria (setor secundário) e o comércio (setor terciário) (Cicillini, 1991).

A biologia por sua vez sofreu grande redução, ficando restrita apenas ao primeiro ano do período correspondente ao atual ensino médio. Assim os currículos voltados para os setores secundários e terciários contemplavam os conteúdos biológicos em componentes curriculares específicos como “Programas de Saúde”, enquanto que o currículo voltado para o setor primário era fragmentado em um número maior de componentes, tendo em sua grade além das disciplinas “Biologia”, “Programas de Saúde” também as de “Noções Básicas de Agricultura e Zootecnia”, “Biologia Celular” e “Genética”. Entretanto Cicillini (1991) ressalta que a realidade das salas de aula

diferia dos documentos e currículos oficiais, uma vez que na prática as aulas ainda eram centradas no ensino de genética, citologia, botânica e zoologia, além do acréscimo da disciplina de ecologia. Cicillini (1991) ainda afirma que o ensino de biologia sofreu um retrocesso e perda de qualidade, Krasilchick (1987, p.20) complementa esta ideia, afirmando que:

“o imobilismo e as difíceis condições de trabalho tornam cada vez mais presentes um tipo de ensino baseado na apresentação, pelo professor, por meio de aulas expositivas ou textos impressos, de fatos esparsos e desconexos que os alunos memorizam, sem interesse, apenas para usar na época das provas”.

O período de redemocratização do país na década de 1980 foi marcado por uma pluralidade curricular, uma vez que a Lei 7.044, promulgada em 1982 desobrigava as escolas de fornecerem uma formação profissionalizante, e conferia certa liberdade para que cada instituição de ensino tomasse as decisões acerca do currículo (Krasilchick, 1987). Entretanto, a biologia, como disciplina curricular manteve-se semelhante às décadas anteriores, com conteúdos advindos das antigas disciplinas de “Biologia” e “Programas de Saúde”, mantendo sua característica fragmentada e descontextualizada (Cicillini, 1991).

Ainda na década de 1980, houve a elaboração de uma proposta curricular estadual, visando unificar o currículo do Estado de São Paulo. Esta proposta feita pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo em parceria com docentes das universidades e da rede pública de ensino paulista, preconizava a relevância social dos conteúdos curriculares na formação dos estudantes. Neste sentido as disciplinas de ciências naturais possuíam dentre seus objetivos o do desenvolvimento por parte dos alunos, na compreensão das ciências como produto humano com condicionantes

econômicos, políticos e sociais, desvinculando a ideia da neutralidade das ciências (Silva, 2012).

Especificamente no ensino de biologia foram incorporados princípios que permitissem ao aluno compreender a natureza das ciências biológicas, por meio do incentivo às atividades práticas e de investigação e da superação da compreensão reducionista, fragmentada e descritiva, retomando-se a evolução como eixo unificador dos conteúdos (Silva, 2012).

Todavia, segundo Silva (2012), assim como nas décadas anteriores, a prática escolar em muito se distancia da preconizada pelos documentos oficiais. Desta forma, ainda que as estruturas curriculares oficiais tenham tido avanços com relação aos currículos anteriores, a realidade em sala de aula sofreu poucas modificações entre a década de 1980 e 1990. Para Teixeira (2008), vários problemas podem ser encontrados para explicar este cenário, entretanto o autor destaca o papel central que o livro didático assumiu nos processos de ensino-aprendizagem, devido às deficiências da formação dos professores, tanto a inicial quanto continuada, e da falta de tempo para se trabalhar a grande quantidade de conteúdos curriculares. Sendo assim os livros didáticos passaram a determinar a estrutura das aulas, desde a ordenação dos conteúdos, o tempo dedicado a eles e a metodologia para se trabalhar tais conteúdos, com cada diferente material ditando a estrutura das aulas, levando a uma variedade de currículos, diferentes em cada instituição (Teixeira, 2008).

No ano de 1996 é promulgada uma nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação, que se encontra em vigor até o momento, e que juntamente com as Diretrizes Curriculares Nacionais (DNC) preconizam uma relação direta entre a educação, a

formação profissional e as demandas da sociedade, como contido no caput do artigo segundo:

*“A educação, dever da família e do Estado, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu **preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.**”* (Brasil, 1996, grifo nosso).

A LDB também preconiza a liberdade e pluralidade de concepções pedagógicas, fornecendo diretrizes curriculares gerais para a educação básica, mas conferindo autonomia às diferentes escolas e regiões para que adaptem o currículo à suas especificidades locais (Krasilchick, 2000; Teixeira, 2008) de acordo com o disposto no artigo terceiro, inciso III: –Art. 3º O ensino será ministrado com base nos seguintes princípios: [...] III - pluralismo de idéias e de concepções pedagógicas;” e décimo quinto –Os sistemas de ensino assegurarão às unidades escolares públicas de educação básica que os integram progressivos graus de autonomia pedagógica e administrativa e de gestão financeira, observadas as normas gerais de direito financeiro público.” (Brasil, 1996).

Ao estabelecer apenas regras gerais que versam mais especificamente sobre a organização e estrutura da educação no país, a nova legislação e as Diretrizes curriculares nacionais não abrangem questões específicas quanto ao conteúdo dos currículos da área de ciências, não chegando a mencionar especificamente a Biologia ou as ciências naturais com relação a seus conteúdos, somente apresentam a necessidade da educação básica realizar uma formação que permita ao aluno conhecer e compreender o mundo físico e natural, assim como fornecer subsídios para a compreensão da ciência e incentivar o trabalho de pesquisa e investigação científica (Brasil, 1996).

Podemos observar que no artigo 26 há a tentativa de se estruturar uma base curricular comum, que inclui o ensino de arte, educação física, história do Brasil e seus conteúdos referentes à participação histórica das diferentes etnias que constituem o povo brasileiro, conteúdos referentes à educação ambiental, o ensino de uma língua estrangeira, e também, como disposto no primeiro parágrafo do artigo em questão, o ensino das disciplinas básicas como língua portuguesa e matemática, além de citar implicitamente as ciências naturais e sociais: –Os currículos a que se refere o *caput* devem abranger, obrigatoriamente, o estudo da língua portuguesa e da matemática, o conhecimento do mundo físico e natural e da realidade social e política, especialmente do Brasil.” (Brasil, 1996).

Cury (2002, p. 195) sintetiza esta situação das diretrizes curriculares durante a década de 1990, e que de certo modo se estende até a atualidade:

“Dada a nova legislação e a normatização que lhe é consequente, percebe-se que está extinta a noção de “currículo mínimo” nacionalmente fixado. Os entes federativos, assim, gozam de autonomia para enriquecer essas diretrizes com seus parâmetros. [...] Vista esta lógica, reserva-se aos entes federativos e ao próprio estabelecimento escolar, de acordo com a Constituição Federal e a LDB, a tarefa que lhes compete em termos de uma proposta curricular, fruto de um projeto pedagógico como síntese entre as diretrizes e a situação contextualizada do estabelecimento.”

Dada esta autonomia curricular, Moehlecke (2012, p. 39) ao comparar as antigas diretrizes curriculares da década de 1990 com as atuais, aponta algumas das principais críticas referentes àquelas: –sua ênfase excessiva na flexibilização, autonomia e descentralização do currículo, subordinando a educação às demandas do mundo do trabalho”.

De modo a superar tais críticas e permitir ao menos orientações para uma base curricular comum, o Ministério de Educação e Cultura (MEC) lançou na década de 1990 os chamados Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Primeiramente com o lançamento dos PCNs referentes ao ensino fundamental, e posteriormente PCNEM e PCNEM+, referentes ao ensino médio. O processo de elaboração, avaliação, discussão e oficialização dos PCNs é descrito por Cury (2002, p. 190):

“Da proposição inicial dos PCNs, feita pela Secretaria de Educação Fundamental (SEF/MEC), consta uma série de textos didáticos voltados para os currículos das escolas de ensino fundamental e divididos por áreas de conhecimento. A partir disso, antes mesmo da Lei nº 9.131/95 e da Lei nº 9.394/96, até mesmo para propor um campo de atuação próprio de governo, a SEF deu a conhecer esses textos nas unidades federativas. Lá se fizeram presentes apresentações, debates, apoios e contestações quanto à metodologia utilizada e também quanto à competência legal do MEC neste assunto. Destes encontros e desencontros, o MEC reelaborou sua versão preliminar e a nova versão dos PCNs foi então apresentada formalmente ao Conselho Nacional de Educação em 10/9/1996”

Ainda que os PCNs representem uma importante iniciativa e tentativa para o estabelecimento de uma base curricular comum nacionalmente (Krasilchick, 2000; Teixeira, 2008), estes não possuem o caráter de obrigatoriedade. Para Cury (2002, p. 191 - 192) —os PCNs são propostas detalhadas de conteúdos que incluem conhecimentos, procedimentos, valores e atitudes no interior de disciplinas, áreas e matérias articulados em temas que se vinculam às várias dimensões da cidadania.”

6.1.1 – Processo de Definição da Evolução Biológica no Ensino na Atualidade

Historicamente o ensino médio em nosso país foi marcadamente identificado como um espaço em busca de sua definição, mas que conserva um caráter propedêutico voltado para o ingresso no ensino superior, sendo historicamente um espaço destinado ao preparo das elites para os exames de acesso às universidades desde o início do desenvolvimento da educação no país.

Estas características sofreram algumas alterações com a necessidade e a implementação do ensino profissionalizante atrelado ao ensino médio, que expandia o acesso a este nível de ensino dado as demandas por mão-de-obra especializada advindas da expansão industrial do período pós-guerra.

Após a redemocratização, o ensino médio adquiriu progressivamente o caráter de direito universal e obrigatório, perdendo a característica dual de ser paralelamente um espaço elitizado destinado ao ingresso superior, especialmente nas escolas particulares, e um espaço de formação de mão-de-obra especializada voltada para o crescimento econômico do país.

Segundo Moehlecke (2012, p. 41):

"[...] a LDB de 1996, além de manter a redação original da Constituição, consagrou o ensino médio como etapa final da educação básica, definindo-lhe objetivos abrangentes (art. 35) que englobavam a formação para a continuidade dos estudos, o desenvolvimento da cidadania e do pensamento crítico, assim como a preparação técnica para o trabalho, assegurada à formação geral. Ressalta-se, nesse momento, a intenção de imprimir ao ensino médio uma identidade associada à formação básica que deve ser garantida a

toda a população, no sentido de romper a dicotomia entre ensino profissionalizante ou preparatório para o ensino superior.”

De modo a permitir essa transformação e universalização do ensino médio, diversas leis, dispositivos legais e documentos oficiais foram promulgados, como no caso da lei nº 10,172 de 2001, que instituiu o Plano Nacional da Educação (PNE), que estabeleceu metas para o ensino médio, dentre as quais podemos destacar: A ampliação das vagas para o ensino médio, atingindo 100% da demanda em um prazo de dez anos; Melhorar o aproveitamento dos alunos nas avaliações padronizadas estaduais e nacionais, tais como o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM); Reduzir progressivamente a uma taxa de 5% ao ano a repetência e evasão dos alunos; Assegurar, num prazo de cinco anos, a formação em nível superior de todos os professores do ensino médio;

Além dos dispositivos legais, há também outros recursos para a transformação do ensino médio, dentre elas se destaca a iniciativa do poder executivo através do Ministério da Educação, com a criação do Programa Ensino Médio Inovador, que fornece apoio técnico e financeiro aos estados da federação visando à superação da dualidade do ensino médio citada anteriormente, incorporando e articulando ambas dentro dos diversos objetivos do ensino médio, como colocado por Moehleck (2012, p. 45):

“Quer-se estimular a reorganização curricular da escola, de modo a superar a fragmentação do conhecimento, reforçando-se a flexibilização do currículo e desenvolvendo uma articulação interdisciplinar, por áreas de conhecimento, com atividades integradoras definidas com base nos quatro eixos constitutivos do ensino médio – trabalho, ciência, tecnologia e cultura. Desse modo, propõe-se um currículo organizado não apenas em torno de

disciplinas, mas também de ações, situações e tempos diversos, assim como de espaços intra e extraescolares, para realização de atividades que favoreçam a iniciativa, a autonomia e o protagonismo social dos jovens. [...] Em síntese, o Programa Ensino Médio Inovador (2009) expressa a preocupação do Ministério da Educação em responder às mudanças ocorridas ao longo das últimas décadas nesse nível de ensino e sugere a urgência de se repensar sua proposta curricular, tornando-a adequada à singularidade do alunado, de forma comprometida com as múltiplas necessidades sociais e culturais da população brasileira.”

Este projeto corrobora com a ideia de um currículo mais integrado e menos estanque, que perpassaria a integração dos conteúdos próprios de cada ciência natural, como a biologia, podendo realizar esta articulação através da evolução.

Entretanto também disciplinam sobre os currículos escolares as chamadas Diretrizes Curriculares Nacionais, que se dividem em diretrizes gerais referentes à educação básica e diretrizes específicas para o ensino fundamental, médio e superior.

As Diretrizes Curriculares Nacionais são normas obrigatórias para a Educação que orientam o planejamento curricular das escolas e sistemas de ensino, estas diretrizes são fixadas pelo Conselho Nacional de Educação (CNE) como em conformidade com a LDB de 1996, que fixa a incumbência da União em estabelecer uma base curricular comum para orientar e compor os currículos mínimos das escolas.

As primeiras Diretrizes referentes ao ensino médio formuladas após a LDB de 1996 foram promulgadas pelo CNE em 1998. Estas diretrizes preconizavam uma maior integração curricular, a interdisciplinaridade, a autonomia, o desenvolvimento do pensamento crítico e da capacidade de continuar a aprender. Os currículos eram divididos em uma base nacional comum e uma porção diversificada com sua elaboração

sendo de responsabilidade dos estados, municípios e das escolas de acordo com suas especificidades locais.

Por sua vez a base curricular nacional, que deveria corresponder ao menos 75% da carga horária estabelecida, foi subdividida não em disciplinas, mas em áreas do conhecimento, a saber: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias; E Ciências Humanas e suas Tecnologias.

Embora algumas destas inovações que as diretrizes continham tenham sido positivas, estas também receberam muitas críticas. Diversas pesquisas (Bueno, 2000; Cunha, 2000; Frigotto e Ciavatta, 2002; Ferretti e Silva, 1998; Kuenzer, 1997, 2000; Martins, 2000) então conduzidas identificaram um forte alinhamento das reformas educacionais com as políticas e ideais neoliberais da época, características do período em que Fernando Henrique Cardoso (FHC) ocupou a presidência da república.

Zibas (2005) elencou as principais críticas feitas às Diretrizes Curriculares de 1998, a saber: a) a subordinação da educação ao livre-mercado, distorcendo conceitos como “flexibilização”, “autonomia” e “descentralização”; b) Apesar de preconizar o oposto, manteve a separação entre formação geral e formação para o trabalho; c) o poder de indução relativamente limitado das diretrizes.

Dentre estas críticas está uma flexibilização cada vez maior do currículo de modo a se adequar às necessidades e demandas do mercado de trabalho em transformação (Moehlecke, 2012), estas características também se alinhavam com a LDB na manutenção da autonomia dos currículos quanto a seus conteúdos. Neste sentido, em vista a manter esta abertura curricular, não são previstas no corpo das diretrizes nenhuma definição quanto aos conteúdos específicos das disciplinas de ciências naturais, sendo estas mencionadas apenas ao estabelecer as habilidades e

competências que deveriam ser desenvolvidas pelos educandos nestas disciplinas da seguinte forma: —Apropriar-se dos conhecimentos da física, da química e da biologia e aplicar esses conhecimentos para explicar o funcionamento do mundo natural, planejar, executar e avaliar ações de intervenção na realidade natural.” (Brasil, 1998b, p. 5).

Assim torna implícita a necessidade da abordagem da evolução biológica nos currículos de ciências naturais, uma vez que este conteúdo é necessário para se explicar o funcionamento dos sistemas biológicos. Podendo também ser entendido como um conteúdo articulador para explicar a diversidade natural da vida e o surgimento das mais diversas adaptações existentes nos seres vivos.

Ainda sim, como já havia ocorrido com as legislações anteriores desde a década de 1950, as novas diretrizes tiveram pouca efetividade e alcance nas escolas e nas práticas em sala de aula, além de ser marcadamente considerada um “programa de governo”, que está vinculada a determinado viés político representado por um mandato, com uma duração definida (Domingues *et al.*, 2000), e como tal tendo uma ruptura com as mudanças no quadro político do país como descreve Moehlecke (2012, p. 52):

“Duramente criticadas por grupos contrários às políticas do governo FHC, novas diretrizes curriculares para o ensino médio já vinham sendo propostas desde a aprovação das DCNEM em 1998. Contudo, tal debate se consolida e entra na agenda do poder público com o início da gestão do governo Lula. Em 2003, a Secretaria de Educação Média e Tecnológica (SEMTEC), do MEC, iniciou uma série de discussões e consultas sobre o tema que culminou no Seminário Nacional “Ensino Médio: Construção Política”, cujas principais discussões foram publicadas em livro em fevereiro de 2004. Posteriormente, a Secretaria de Educação Básica (SEB), da qual a educação de nível médio passa a fazer parte, iniciou uma revisão dos PCNEM, consultando

diversos especialistas no assunto, o que culminou nas Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, publicadas em 2006. Em 2009, o Ministério da Educação convidou um conjunto de especialistas para auxiliá-lo no processo de revisão e atualização das diretrizes curriculares nacionais para a educação básica como um todo, incluindo o ensino médio. Em 2010, o documento resultante desse trabalho foi apresentado pelo MEC ao Conselho Nacional de Educação como base para o início da definição de novas diretrizes para a área. Em julho de 2010, foram aprovadas as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica (parecer CNE/CEB n. 7/2010 e resolução CNE/CEB n. 4/2010) e, em maio de 2011, foi aprovado parecer estabelecendo novas diretrizes curriculares especificamente para o ensino médio (parecer CNE/CEB n. 5/2011).”

As novas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio são então apresentadas, juntamente com o parecer CNE/CEB nº 5/2011, pela resolução CNE/CEB nº2/2012, e se distinguem das anteriores ao assegurarem a obrigatoriedade da educação formal para crianças e jovens dos 4 aos 17 anos e ao garantirem um financiamento especificamente direcionado ao ensino médio por meio do FUNDEB (Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, instituído e regulamentado pela Lei nº 11.494/2007), sendo condizentes com o atual cenário político do país, no qual se expandiram nos últimos anos os investimentos na área da educação.

Todavia, os pareceres das novas diretrizes apontam sérios problemas de abrangência e desigualdade no acesso ao ensino médio:

“Atualmente mais de 50% dos jovens de 15 a 17 anos ainda não atingiram esta etapa da Educação Básica e milhões de jovens com mais de 18

anos e adultos não concluíram o Ensino Médio, configurando uma grande dívida da sociedade com esta população. [...] Metade dos adolescentes de 15 a 17 anos ainda não está matriculada no Ensino Médio. No Nordeste a taxa de escolaridade líquida é ainda inferior, ficando em 39,1%. A proporção de pessoas de 18 a 24 anos de idade, economicamente ativas, com mais de 11 anos de estudos é de 15,2% [...]. Observe-se que essas taxas diferem de região para região e entre as zonas urbana e rural. Há também uma diferença significativa entre as escolas privadas e públicas.” (Brasil, 2011, p. 3)

Os pareceres atribuem estes problemas a um ensino médio que não é capaz de atender as demandas de formação para o trabalho nem para a cidadania, tornando-se pouco atraente e significativo na vida dos alunos e inadequado às exigências da sociedade e do mercado de trabalho, que sofrem transformações contínuas e rápidas, necessitando o currículo ser menos rígido para poder acompanhar tais mudanças.

Podemos observar neste sentido um ensino médio ainda em busca de uma definição, propostas de um currículo mais flexível e uma maior autonomia conferida aos estados, municípios e escolas para definir os componentes curriculares. Todas características já presentes nas diretrizes curriculares anteriores de 1998. Para Moehlecke (2012), ainda que tenha havido uma nítida mudança no discurso e nos referenciais teóricos das novas diretrizes em consonância com as principais críticas às diretrizes anteriores, a efetiva mudança e implementação das propostas curriculares nacionais dependem dos programas e ações do governo federal através do ministério da educação.

Por fim, à parte da discussão acerca da efetiva implementação daquilo que é preconizado pelas diretrizes, os componentes curriculares obrigatórios não são diretamente abordados por estas, e se mantêm definidos pela LDB e suas atualizações,

correspondendo atualmente à: língua portuguesa; língua materna, para populações indígenas; língua estrangeira moderna; arte, em suas diferentes linguagens: cênicas, plásticas e, obrigatoriamente, a musical; educação física; matemática; biologia; física; química; história; geografia; filosofia; sociologia; história e cultura afro-brasileira e indígena; língua espanhola; educação alimentar e nutricional; o processo de envelhecimento, o respeito e a valorização do idoso; a educação ambiental; a educação para o trânsito; a educação em direitos humanos.

Cabe, porém, ressaltar que:

“[...] O parecer CNE/CEB n. 38/2006 assinalou que não há, na LDB, relação direta entre obrigatoriedade e formato ou modalidade do componente curricular (seja chamado de estudo, conhecimento, ensino, matéria, conteúdo, componente ou disciplina). Indicou também que, quanto ao formato de disciplina, não há sua obrigatoriedade para nenhum componente curricular, seja da base nacional comum, seja da parte diversificada. As escolas têm garantida a autonomia quanto à sua concepção pedagógica e para a formulação de sua correspondente proposta curricular, sempre que o interesse do processo de aprendizagem assim o recomendar, dando-lhe o formato que julgarem compatível com a sua proposta de trabalho.” (Moehlecke, 2012, p. 54).

Desta forma, mesmo que a LDB defina os componentes curriculares obrigatórios, e que estes representem uma base curricular comum, os conteúdos internos de cada componente curricular, bem como seu formato, organização, estrutura e método são de autonomia das escolas, e não há de fato a obrigatoriedade sequer da existência de uma disciplina definida de biologia ou outro conteúdo curricular qualquer, desde que este seja de alguma forma trabalhado no ensino.

6.1.2– Análise dos Parâmetros Curriculares Nacionais

Dada esta indefinição, voltamo-nos aos Parâmetros Curriculares Nacionais, que mesmo que não tenham o caráter de obrigatoriedade buscam suprir esta lacuna deixada pela grande descentralização e autonomia concedida às escolas enquanto organizadoras de seus currículos.

Segundo Pena (2009) a Lei de Diretrizes e Bases da Educação lança os princípios para um projeto de reforma curricular nacional que toma forma com os PCN. Nesta reforma as Diretrizes Curriculares Nacionais expressam os pressupostos pedagógicos e filosóficos da LDB e os PCN oferecem aos docentes subsídios para a implementação desta reforma na realidade escolar, e por sua vez os PCN+ (definidos como orientações educacionais complementares aos PCN referentes ao ensino médio) aprofundam e exemplificam a proposta inicial contida nos parâmetros.

O autor espanhol Gimeno Sacristan (1998) descreve de que forma são definidos os conteúdos e o currículo real que são efetivamente aplicados em sala de aula e desenvolvidos na interação do professor e dos alunos, mostrando que este é um processo composto por muitas influências inter-relacionadas, das quais a primeira são as decisões político-administrativas expressas por leis e normas, como as diretrizes curriculares obrigatórias, e em segundo lugar por modelos e guias, currículos planejados para auxiliar as práticas docentes e discentes, como é o caso dos PCNs. O autor ainda afirma que mais três instâncias influenciam e colaboram para a definição do currículo, sendo estes: A organização realizada e permitida pela escola, dentro de seu processo burocrático e funcional próprio; O da reelaboração prática dos conteúdos pelos professores em sua ação docente, ao reavaliarem e reorganizarem seus conhecimentos; E por fim a as influências ditadas por avaliações externas, que ao cobrarem conteúdos

específicos se configuram como barreiras aos interesses da sociedade, das escolas e dos próprios educandos, servindo então de crivo para a seleção e método de abordagem de conteúdos.

Neste sentido podemos afirmar que, de modo mais ou menos explícito, além das diretrizes analisadas anteriormente, os PCN juntamente com os currículos elaborados por cada estado da federação definem os conteúdos que são contemplados nas disciplinas e no cotidiano das salas de aula.

Ao analisar o caderno de ciências dos PCN referentes ao primeiro ciclo do ensino fundamental, correspondente 1º ao 5º ano de escolaridade, observamos que não há menção direta à evolução biológica como componente curricular, entretanto em alguns momentos podemos observar partes do documento nos quais subjazem os conteúdos da evolução, como no seguinte trecho em que se busca explicitar a necessidade do ensino de ciências naturais no ensino fundamental:

–Mostrar a Ciência como um conhecimento que colabora para a compreensão do mundo e suas transformações, para reconhecer o homem como parte do universo e como indivíduo, é a meta que se propõe para o ensino da área na escola fundamental.” (Brasil, 1997b, p. 21).

No trecho citado não há a menção explícita à evolução, ainda que se possa afirmar que para compreender o mundo e suas transformações, especialmente sua porção biológica, sejam necessários conhecimentos acerca da evolução.

Em outros momentos o texto repete tais referências implícitas à evolução e principalmente à ecologia:

–Θ conhecimento sobre como a natureza se comporta e a vida se processa contribui para o aluno se posicionar com fundamentos acerca de questões bastante polêmicas e orientar suas ações de forma mais consciente.” (Brasil, 1997b, p. 22)

“Também é importante o estudo do ser humano considerando-se seu corpo como um todo dinâmico, que interage com o meio em sentido amplo. Tanto os aspectos da herança biológica quanto aqueles de ordem cultural, social e afetiva refletem-se na arquitetura do corpo.” (Brasil, 1997b, p. 22)

E apresenta apenas uma referência direta à teoria evolutiva e sua capacidade unificadora dos conceitos biológicos:

“Poucas décadas depois da publicação da geologia de Lyell, as ciências da vida alcançam uma teoria unificadora por meio da obra de Darwin, que foi leitor e amigo do geólogo. Tomando os conhecimentos produzidos pela Botânica, Zoologia, Paleontologia e Embriologia, avaliando-os à luz dos dados que obteve em suas viagens de exploração e das relações que estabeleceu entre tais achados, Darwin elabora uma teoria da evolução que possibilita uma interpretação geral para o fenômeno da diversidade da vida, assentada sobre os conceitos de adaptação e seleção natural. Mesmo que tal teoria tenha encontrado muitos opositores e revelado pontos frágeis, estes foram, mais tarde, explicados com o desenvolvimento da Genética e a com cooperação de outros campos do conhecimento, confirmando e dando mais consistência à formulação de Darwin.” (Brasil, 1997b, p. 23 - 24).

Ainda que o próprio texto contido nos PCN reconheça a limitação de sua exposição, estes não cumprem com o objetivo de fornecer bases e aspectos norteadores da prática docente para que se trabalhe as ciências biológicas de forma articulada por meio da evolução.

Segundo Tidon e Viera (2009, p. 2):

“Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) em ciências naturais, para crianças entre 1ª e 4ª séries, enfatizam a ecologia e propõem que os alunos desenvolvam a capacidade de “compreender a natureza como um todo dinâmico, sendo o ser humano parte integrante (...)”. Contudo, essas orientações são demasiado genéricas para guiar o aluno em direção a uma conclusão sobre a importância da evolução nessa dinâmica e integração.”

Os autores ainda apontam o estudo desenvolvido pelo pesquisador Lawrence Lerner, no qual este recomenda que sejam trabalhados conceitos básicos referentes à evolução biológica, tais como variação, herança de características e idade geológica, com alunos desta faixa etária compreendida pelos PCN citados (Lerner, 2000 apud. Tidon & Vieira 2009). Estes conceitos básicos são considerados importantes para que os alunos possam desenvolver posteriormente uma compreensão correta da evolução, sendo que os próprios PCN trazem em seu texto a necessidade de se trabalhar os conteúdos de ciência de uma forma completa desde esta mesma faixa etária:

“Ao se considerar ser o ensino fundamental o nível de escolarização obrigatório no Brasil, não se pode pensar no ensino de Ciências como um ensino propedêutico, voltado para uma aprendizagem efetiva em momento futuro. A criança não é cidadã do futuro, mas já é cidadã hoje, e, nesse sentido, conhecer ciência é ampliar a sua possibilidade presente de participação social e viabilizar sua capacidade plena de participação social no futuro.” (Brasil, 1997b, p. 22 - 23)

Esta lacuna nas bases do conhecimento biológico posteriormente se torna um problema notável em sala de aula. Tidon e Lewontin (2004) elencaram as principais dificuldades encontradas por professores que trabalham com os conteúdos de evolução

no ensino médio na cidade de Brasília, e dentre as principais dificuldades apontadas por estes, destaca-se a falta de preparo dos alunos para a compreensão dos processos evolutivos.

No mesmo estudo, Tidon e Lewontin (2004) também investigaram as concepções destes professores acerca dos processos evolutivos, e obteve o resultado de que quase a metade dos entrevistados possuía concepções lamarckistas quanto a estes processos. Este resultado evidencia a premência de se melhorar a formação de professores, seja a formação inicial ou continuada, e também a necessidade de um material de apoio completo e de qualidade aos professores, como era de se esperar dos PCN.

É possível notar uma grande melhora na abordagem dos conteúdos referentes à evolução nos PCN destinados ao segundo ciclo do ensino fundamental, referentes ao período do 6º ao 9º ano.

O texto apresenta inicialmente, logo em sua primeira parte, a necessidade de conhecimentos de história e filosofia das ciências por parte dos professores, uma vez que as concepções alternativas dos alunos muitas vezes se assemelham fortemente com as concepções históricas adotadas pela comunidade científica de uma determinada época, ou seja, os alunos apresentariam um mesmo perfil epistemológico, com menor grau de racionalidade, que a ciência havia adotado no passado.

“A História da Ciência tem sido útil nessa proposta de ensino, pois o conhecimento das teorias do passado pode ajudar a compreender as concepções dos estudantes do presente, além de também constituir conteúdo relevante do aprendizado. Por exemplo, ao ensinar evolução biológica é importante que o professor conheça as idéias de seus estudantes a respeito do

assunto, que podem ser interpretadas como de tipo lamarckista. O mesmo pode ser dito do estudo sobre o movimento dos corpos, em que é freqüente encontrar, entre os estudantes, noções que eram aceitas na Grécia clássica ou na Europa medieval.” (Brasil, 1998c, p.21).

Posteriormente o documento menciona o mesmo que o PCN voltado para o primeiro ciclo do ensino fundamental, ao apontar a relação das teorias de Darwin e Lyell, bem como a participação de vários campos como a geologia, botânica, zoologia, paleontologia, embriologia, entre outros, para que Darwin e Wallace formulassem sua teoria e que esta fosse capaz de fornecer uma explicação geral para a diversidade biológica.

Também são contemplados outros conhecimentos necessários para a compreensão do fenômeno evolutivo, como a noção de tempo histórico/geológico, que ainda que seja colocado como conteúdo a ser trabalhado pelas ciências da terra, se mostra interligado com os conceitos biológicos. Estão contemplados os conhecimentos sobre ecologia, os quais são tomados como interdisciplinares e igualmente articuladores, relembrando os BSCS das décadas de 1950 e 1960 que foram materiais pioneiros a integrar a biologia através da evolução e ecologia:

“Para a apresentação da diversidade da vida, um conceito central neste eixo, privilegiam-se os enfoques ambiental e evolutivo, que podem estar contemplados em um único tema de trabalho ou tratados separadamente, buscando-se o aprofundamento dos conhecimentos. Em diferentes abordagens busca-se o sentido da unidade da vida, seu processo de evolução, por adaptação e seleção natural. É importante que os aspectos evolutivos sejam contemplados em diferentes momentos no ensino fundamental, mesmo que a abordagem não seja profunda e direta. A comparação de ambientes, uma

prática proposta por „Vida e Ambiente“ para todos os ciclos, comporta o estudo especial dos seres vivos habitantes destes ambientes, buscando-se descrever e compreender diferentes formas de vida. O estudo das adaptações dos seres vivos aos seus ambientes está em pauta desde o primeiro ciclo. Em diferentes temas e problemas é possível orientar a identificação de estruturas adaptativas de grupos de seres vivos típicos de diversos ambientes, como cavernas, campos, praias etc. Por exemplo, plantas e animais típicos de ambientes desérticos, onde existe pouca disponibilidade de água líquida, apresentam adaptações particulares que lhes permitem aproveitar melhor a pouca água disponível, bem como economizar esse líquido nas trocas com o ambiente.” (Brasil, 1998c, p. 43 - 44).

É possível observar que o texto apresenta a necessidade de se trabalhar a evolução de forma contínua e não pontual, utilizando os conceitos de adaptação e seleção natural para explicar a existência das mais diversas formações ambientais, bem como, ao comparar diferentes seres vivos, explicar suas semelhanças e divergências com base nas questões da adaptação e parentesco filogenético, incluindo não somente a ecologia, mas também a botânica, zoologia, paleontologia, e até mesmo a embriologia, fisiologia e anatomia nesta articulação com os conceitos evolutivos:

“Também explorando diferentes adaptações dos grandes grupos de seres vivos, os estudantes exploram alguns padrões biológicos, o que ressalta a existência de relações de parentesco entre suas espécies. Por exemplo, será interessante que os estudantes possam estudar as diferentes adaptações que existem entre os mamíferos, o que permite uma ampla gama de possibilidades ecológicas, como a vida em rios, mares e oceanos, ocupando desde os campos abertos das regiões quentes até as regiões geladas dos pólos. Além disso, os estudantes perceberão que, por mais diferentes que os mamíferos possam ser,

guardam semelhanças entre si, podendo-se compreender sua origem comum no passado do planeta.” (Brasil, 1998c, p.44).

O documento também indica a relação da teoria evolutiva não somente com a filogenia, mas com os processos pelos quais esta se desenvolve, incluindo aspectos da biologia celular, molecular e de suas tecnologias:

“Com o desenvolvimento dos conhecimentos científicos e, inclusive, dos equipamentos que permitem observações e descrições cada vez mais acuradas, as classificações biológicas estão em constante transformação. Hoje, para a tarefa de classificação, os cientistas contam com técnicas de estudo que permitem identificar os parentescos não apenas em relação às semelhanças morfológicas, mas também com base na história evolutiva de um grupo. Já não basta a semelhança morfológica. não é qualquer semelhança que determina parentesco. Hoje existem várias escolas de Sistemática que adotam métodos diferentes, mas de maneira geral, todas elas têm como pressuposto a Teoria da Evolução.” (Brasil, 1998c, p. 68).

Em outros momentos são reforçados os conceitos e noções evolutivos, como a seleção natural, pressões evolutivas, extinção e surgimento de espécies, surgimento da vida e ancestrais comuns, entre outros, assim como as diferentes explicações para estes processos, tais como as teorias fixistas, catastrofistas e transformistas, reiterando a importância da história da ciência neste processo.

É também colocado como objetivo ao final do ciclo abrangido por este PCN que os estudantes tenham a capacidade de *–compreender a história evolutiva dos seres vivos, relacionando-a aos processos de formação do planeta;”*. Destacando a capacidade de construir modelos explicativos baseados nos processos evolutivos e permitindo neste contexto uma *–discussão sobre a natureza do fazer científico, considerando-se o papel*

das hipóteses, das evidências e da interpretação das evidências na constituição de tais modelos” (Brasil, 1998c, p. 97).

Por fim, de modo geral há realmente uma organização e apresentação dos conteúdos relacionados à evolução biológica de forma bastante apropriada por parte dos PCN referentes aos últimos ciclos do ensino fundamental. Estes apresentam a evolução como conceito integrador dos vários campos das ciências biológicas, recomendando que seja abordado continuamente ao longo dos diferentes conteúdos a serem abordados em sala de aula. Além de apresentarem a evolução de forma bastante ampla, relacionada à história da ciência, e apresentada neste contexto nos vários perfis epistemológicos pelos quais passou nesta história, sendo colocada desde sua forma animica nas questões fixistas, realistas ingênuas no catastrofismo, positivista quando relacionada às suas evidências e com a diversidade da vida, especialmente quando se recomenda expressamente que se estabeleçam comparações entre os seres vivos, e também de modo racional, quando se recomenda que os alunos construam modelos explicativos abstratos baseados nas teorias e conceitos evolutivos.

Os chamados PCNEM (Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio) retomam em estes mesmos aspectos dos parâmetros curriculares dos últimos ciclos do ensino fundamental, porém de forma mais resumida e menos detalhada.

Há a sugestão explícita para a adoção do eixo Ecologia-Evolução como articulador dos conteúdos biológicos:

“As considerações acima sugerem uma articulação de conteúdos no eixo Ecologia-Evolução que deve ser tratado historicamente, mostrando que distintos períodos e escolas de pensamento abrigaram diferentes idéias sobre o surgimento da vida na Terra. Importa relacioná-las ao momento histórico em

que foram elaboradas, reconhecendo os limites de cada uma delas na explicação do fenômeno. Para o estabelecimento da hipótese hoje hegemônica, concorreram diferentes campos do conhecimento como a Geologia, a Física e a Astronomia” (Brasil, 1999, p. 16).

E também são retomadas as noções de que a evolução perpassa diversas áreas do conhecimento biológico, e que possuiu um desenvolvimento histórico-científico bastante importante para sua compreensão:

“Conhecer algumas explicações sobre a diversidade das espécies, seus pressupostos, seus limites, o contexto em que foram formuladas e em que foram substituídas ou complementadas e reformuladas, permite a compreensão da dimensão histórico-filosófica da produção científica e o caráter da verdade científica. Focalizando-se a teoria sintética da evolução, é possível identificar a contribuição de diferentes campos do conhecimento para a sua elaboração, como, por exemplo, a Paleontologia, a Embriologia, a Genética e a Bioquímica. São centrais para a compreensão da teoria os conceitos de adaptação e seleção natural como mecanismos da evolução e a dimensão temporal, geológica do processo evolutivo” (Brasil, 1999, p. 17).

Posteriormente, em 2002, foram lançadas as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, conhecidas como PCN+, visando atualizar e complementar os conteúdos dos PCNEM. Estas orientações complementares assumem o aprendizado de concepções científicas acerca da vida e sua diversidade pelos alunos nos ciclos finais do ensino fundamental, para assim serem capazes de compreender a história evolutiva dos seres vivos em geral. Entretanto como visto anteriormente, este aprendizado das bases necessárias para se compreender a história evolutiva dificilmente se concretiza, e é tido como um dos principais problemas

por professores que trabalham com a evolução em sala de aula (Tidon e Lewontin, 2004).

Os PCN+ também tornam a destacar os problemas de um ensino unicamente conteudista, que não contextualiza e integra, seja na dimensão histórica ou no cotidiano, os conhecimentos trabalhados com os estudantes:

“Tradicionalmente o ensino da Biologia tem sido organizado em torno das várias ciências da vida – Citologia, Genética, Evolução, Ecologia, Zoologia, Botânica, Fisiologia –, e as situações de aprendizagem, não raramente, enfatizam apenas a compreensão dessas ciências, de sua lógica interna, de seu instrumental analítico, de suas linguagens e conceitos, de seus métodos de trabalho, perdendo de vista o entendimento dos fenômenos biológicos propriamente ditos e as vivências práticas desses conhecimentos. Nessas circunstâncias, a ciência é pouco utilizada como instrumento para interpretar a realidade ou para nela intervir e os conhecimentos científicos acabam sendo abordados de modo descontextualizado.” (Brasil, 2002c, p. 35).

De modo a superar estes problemas, os PCN+ propõem um ensino organizado em torno de seis temas estruturadores: 1- Interação entre os seres vivos; 2- Qualidade de vida das populações humanas; 3- Identidade dos seres vivos; 4- Diversidade da vida; 5- Transmissão da vida, ética e manipulação gênica; 6- Origem e evolução da vida.

Ainda que esta organização proposta pelo documento possa ser positiva na superação dos problemas advindos da descontextualização e do ensino conteudista, ela deixa a desejar ao colocar a evolução como um tema separado dos demais e colocado ao final, sendo trabalhado apenas no último ano, e até mesmo nas últimas semanas, do

ensino médio, quando este conteúdo acaba sendo deixado de lado pela falta de tempo para trabalhá-lo.

Entendemos que a evolução possa estar contida nos demais temas estruturadores, em especial no segundo, que se refere à diversidade da vida, entretanto na descrição e detalhamento da estrutura de cada tema os aspectos evolutivos não são mencionados, e ao delegar um tema isolado para se trabalhar especificamente a origem e evolução da vida, os conteúdos referentes a este tema possivelmente acabam sendo ignorados dentro dos demais temas estruturadores propostos para que sejam trabalhados em sua totalidade na porção dedicada exclusivamente a eles. Esta constatação é reforçada ao se considerar a grande quantidade de conteúdos a serem trabalhados no ensino médio, o que os próprios PCN+ reconhecem:

“[...] pode ocorrer que, diante do tempo disponível, não seja possível abarcar todos esses temas com a extensão proposta. Ainda assim, seria preferível manter a abrangência e diversidade dos temas, dando oportunidade aos alunos de terem contato com cada um deles. Nesse caso, o professor poderia privilegiar algumas unidades temáticas e sacrificar outras, através do tempo dedicado a cada uma delas e, portanto, da profundidade e extensão com que as trataria.” (Brasil, 2002c, p.54).

Neste sentido as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, documentos semelhantes aos PCN em estrutura e objetivos, publicadas em 2006, buscam retificar a ausência de uma definição clara do aspecto integrador e articulador da evolução biológica nos PCN+:

“Um tema de importância central no ensino de Biologia é a origem e evolução da vida. Conceitos relativos a esse assunto são tão importantes que devem compor não apenas um bloco de conteúdos tratados em algumas aulas,

mas constituir uma linha orientadora das discussões de todos os outros temas. O tema 6 dos PCN+ – origem e evolução da vida – contempla especificamente esse assunto, mas é importante assinalar que esse tema deve ser focado dentro de outros conteúdos, como a diversidade biológica ou o estudo sobre a identidade e a classificação dos seres vivos, por exemplo. A presença do tema origem e evolução da vida ao longo de diferentes conteúdos não representa a diluição do tema evolução, mas sim a sua articulação com outros assuntos, como elemento central e unificador no estudo da Biologia.” (Brasil, 2006, p. 22).

Por fim, os PCN+, ao detalhar o tema estruturador “Origem e Evolução da Vida”, dividindo-o em unidades temáticas, expõem os conteúdos de forma bastante reduzida, desconsiderando aspectos históricos e filosóficos, apresentando apenas a dualidade Darwin/Lamarck, sem mencionar outros contextos ou personalidades históricas importantes para as ideias evolutivas, e apresenta uma concepção estritamente focada na Síntese Moderna, colocando como subunidades temáticas para se trabalhar as ideias evolucionistas as seguintes:

“• Comparar as idéias evolucionistas de C. Darwin (1809-1882) e J.B. Lamarck (1744-1829) apresentadas em textos científicos e históricos, identificando as semelhanças e as diferenças.

• Elaborar explicações sobre a evolução das espécies, considerando os mecanismos de mutação, recombinação gênica e seleção natural.

• Identificar alguns fatores – migrações, mutações, seleção, deriva genética – que interferem na constituição genética das populações.

• Comparar a frequência de genes de determinada população, ao longo do tempo, relacionando as alterações encontradas com o processo evolutivo.

- *Traçar as grandes linhas da evolução dos seres vivos a partir da análise de árvores filogenéticas.*

- *Construir uma escala de tempo situando fatos relevantes da história da vida.* “(Brasil, 2002c, p. 51).

É importante também não só verificar o tratamento ou não da evolução como eixo articulador, mas também as concepções de evolução que se fazem presentes nestes documentos dentro do espectro de perfis epistemológicos apresentados por nós no segundo capítulo deste trabalho.

Nesta divisão proposta pelos PCN+ é nítido o foco nas questões genéticas da evolução, delegando pouco espaço para se trabalhar o papel do ambiente e de suas complexas relações com a evolução das espécies, sendo marcadamente uma concepção genecêntrica que se enquadra em um perfil racionalista complexo. Entretanto os PCNEM ao abordarem a evolução frequentemente fazem referência às suas evidências empíricas para a compreensão da mesma, contemplando então um realismo e/ou um positivismo naturalista. Os PCNEM ainda sugerem a comparação entre as ideias mitológicas, religiosas ou advindas das diferentes culturas com as teorias científicas da evolução, evidenciando os diferentes aspectos das mesmas que as diferenciam em científicas ou não, mas não diminuindo a importância das concepções não científicas para a cultura e para a sociedade. Sendo assim podemos admitir que também é abordada a esfera do animismo, evidenciando seus aspectos não-científicos ou pré-científicos e sua possível validade ou utilidade em questões não científicas e cotidianas.

7 – A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NAS ESFERAS CURRICULARES E NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

7.1 – AS ESFERAS CURRICULARES

Como visto até então, ainda que o processo da definição dos currículos referentes ao ensino da evolução tenha sido marcado por diversas rupturas em sua história, houve um visível progresso em suas definições e em sua qualidade nas últimas décadas.

Todavia, contrastante com este progresso ainda se fazem presentes muitas críticas e problemas encontrados por investigações feitas sobre o ensino de evolução (ver por exemplo: Cicillini (1991; 1997), Chaves (1993), Tidon & Lewontin (2004), Carneiro (2004), Goedert (2004), Meglhioratti (2004), Licatti (2005), Guimarães (2005), Marcelos (2007), Azevedo (2007), Madeira (2007), Kemper (2008), Mello (2008), Garcia (2009), Pagan (2009) e Oleques (2010)). Estes estudos, de modo geral, têm revelado a presença de uma série de obstáculos para o desenvolvimento de conteúdos referentes à teoria evolutiva, bem como para a adoção da evolução como eixo central da disciplina de Biologia.” (Silva, 2012, p.17).

Para compreender melhor estes problemas encontrados no ensino de evolução bem como as dificuldades para se adotar a teoria evolutiva como eixo articulador e propor possíveis soluções, acreditamos que seja essencial analisarmos a situação observando organizadamente as diferentes questões e respectivas instâncias que influenciam e interferem no processo final do ensino-aprendizado de evolução nas salas de aula.

Segundo Saviani (2005, p.1):

“O currículo diz respeito à seleção, seqüência e dosagem de conteúdos da cultura a serem desenvolvidos em situações de ensino-aprendizagem. Compreende conhecimentos, idéias, hábitos, valores, convicções, técnicas, recursos, artefatos, procedimentos, símbolos etc... dispostos em conjuntos de matérias/disciplinas escolares e respectivos programas, com indicações de atividades/experiências para sua consolidação e avaliação.”

Neste sentido, como dito anteriormente, para Sacristan (1998) os conhecimentos efetivamente trabalhados em sala de aula, definidos como o “currículo real”, são influenciados por diversos fatores.

Para compreender e problematizar os aspectos que envolvem o ensino de evolução é necessário que se conheçam estes fatores e de que forma estes influenciam o processo de ensino-aprendizagem da evolução biológica nas salas de aula.

Dentre estes fatores estão, os livros didáticos, as avaliações externas, as leis e normas que incidem sobre a educação, os guias e parâmetros norteadores, a reelaboração efetiva dos conteúdos pelo professor.

7.1.1 – Os Livros Didáticos

O primeiro fato a influenciar o chamado “currículo real” são os livros didáticos utilizados nas escolas, e a forma com que a evolução é trabalhada e abordada nos mesmos. Segundo Silva (2012) os livros didáticos em geral apresentam a evolução biológica de maneira superficial e restringem a evolução aos capítulos finais, não incluindo o enfoque evolutivo nos demais conteúdos da biologia e facilitando a não

abordagem da evolução pelos professores devido à escassez de tempo e grande quantidade de conteúdos a serem trabalhados ao longo do ano. Cicillini (1991), ao empreender uma investigação sobre os conteúdos referentes à evolução nos livros didáticos concluiu que estes abordavam a teoria evolutiva de modo anacrônico, sem evidenciar a natureza científica no processo de elaboração de tais teorias, e ainda apresentando lacunas com relação a conceitos importantes para a compreensão correta das ideias evolutivas. Na pesquisa realizada por Tidon e Lewontin (2004), com professores que lecionavam conteúdos relacionados à evolução, os professores entrevistados também apontaram como uma das principais fontes de dificuldades envolvendo o ensino de evolução a inadequação e má qualidade dos livros didáticos disponíveis. Estes problemas encontrados nos manuais didáticos brasileiros não são exclusividade destes, problemas semelhantes também puderam ser verificados em estudos deste tipo em diversas partes do mundo, estudos como os de Aleixandre (1994), Swarts *et. al.* (1994) e Jeffery & Roach (1994) têm constatado que, em muitos casos, os manuais avaliados não eram capazes de suprir as necessidades educacionais de alunos e professores, não sendo um bom recurso didático.

Entretanto, cabe ressaltar que ambas as pesquisas, de Cicillini (1991) e Tidon e Lewontin (2004), foram realizadas antes da implantação do “Programa Nacional do Livro Didático” pelo Ministério da Educação, programa este que submete os livros didáticos a uma avaliação por uma equipe multidisciplinar de especialistas em associação com docentes de universidades públicas brasileiras. Segundo Bizzo (2000) este programa levou a uma melhora significativa da qualidade dos livros didáticos. Tidon (2009, p. 1 - 2) também reitera esta ideia, ao afirmar que o “Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio”, conhecido como PNLEM, “é exemplo do que

ocorreu com os livros para o ensino fundamental avaliados pelo MEC, deve aprimorar a qualidade das novas edições dos materiais didáticos para o ensino médio.”

Também cabe apontar que uma das principais razões pelas quais o livro didático se torna um importante condicionante do “currículo real” é a falta de preparo dos professores, que se voltam para os manuais em busca de segurança e norte para sua prática docente. Segundo Goedert (2003, p. 7):

“As professoras entrevistadas, ao exporem como se sentem em relação à própria prática docente na abordagem do tema evolução, relataram que não se consideram preparadas o suficiente para a discussão e, assim, acabam tendo que dedicar muito tempo ao estudo e preparo de tais aulas. Além disso, demonstraram dificuldades em encontrar literatura apropriada ao nível do ensino escolar de Biologia. Acabam desta forma, recorrendo aos livros didáticos como principal fonte norteadora de suas aulas.”

Desta forma acreditamos que grande parte dos problemas referentes aos manuais e livros didáticos esteja sendo superada, seja por meio de políticas públicas e programas governamentais como o PNL e PNLEM, seja por meio de investigações científicas realizadas, uma vez que dentre as pesquisas e a produção de dissertações e teses envolvendo a evolução biológica, as relacionadas aos livros didáticos se configuram com a terceira maior incidência (Silva, 2013). Também destacamos que, de acordo com o observado por Goedert (2003), fornecer uma formação de qualidade aos professores também lhes daria capacidade para utilizar os manuais didáticos de forma mais crítica e autônoma, não permitindo que os professores ficassem restritos aos mesmos e diminuindo a reprodução de erros conceituais e demais problemas encontrados nestes manuais.

7.1.2 – Leis e Normas

O segundo fator que influencia nos conteúdos trabalhados em aula são as leis e normas que regulamentam e instituem os conteúdos obrigatórios a serem trabalhados na educação nacional bem como a estrutura e metodologia que condicionam o ensino destes conteúdos. Esta esfera, ou dimensão que influi no currículo abarca a Lei de Diretrizes e Bases da Educação de 1996, bem como as Diretrizes Curriculares Nacionais, ambas já analisadas por nós nos capítulos anteriores, e que se mostram bastante flexíveis quanto à organização curricular, delegando grande parte da responsabilidade referente à definição dos currículos e seus conteúdos à segunda esfera citada por Sacristan, referente aos guias e modelos do currículo, sendo assim concluímos que embora a legislação atual que incida sobre o ensino tenha também representado um avanço com relação à décadas passadas, a excessiva autonomia dada aos estados, municípios e escolas pode se constituir como obstáculo para uma educação nacional mais planejada e ainda é interessante que se defina nesta esfera uma base curricular comum e mais detalhada para a educação nacional.

7.1.3 – Guias E Modelos

A terceira esfera, referente ao planejamento dos currículos presentes em guias e modelos como os PCN ou as Orientações Curriculares, também obteve um grande avanço com a publicação destes dois documentos. Nossa análise nos permite concluir que ainda existem questões pontuais a serem trabalhadas e melhoradas nestes documentos, especialmente nos PCN do primeiro ciclo do ensino fundamental, que não abordam a evolução biológica ou seus elementos. Todavia os PCN representam um

grande progresso para o ensino de biologia, e são instrumentos produtivos para o planejamento das situações de ensino-aprendizagem das ciências biológicas ao assumir o eixo evolução-ecologia como integrador desta área. Também acreditamos que o foco e a concepção geneocêntrica dada à teoria evolutiva neste documento se devam em parte à data de sua publicação, e que as discussões acerca de uma teoria evolutiva estendida são ainda muito recentes e serão possivelmente incorporadas por documentos semelhantes posteriores.

7.1.4 – O Currículo Em Ação

Por fim, o ultimo fator que influencia diretamente no currículo efetivamente aplicado e trabalhado em sala se refere ao próprio trabalho do professor, em sua reelaboração prática dos conteúdos, conhecimentos e metodologias do currículo a ser ensinado, chamado por isto de “currículo em ação” (Sacristan, 1998).

Para Saviani (2005, p. 5) esta se configura na esfera mais importante e decisiva para a definição do currículo:

“Este é – ou deveria ser – o ponto de convergência de todos os outros âmbitos, por constituir-se espaço de consolidação do processo de ensino-aprendizagem, a razão de ser da própria instituição escolar.

[...]

Enquanto seleção de elementos da cultura, a definição dos contornos de um currículo é sempre uma, dentre muitas escolhas possíveis. Assim, a elaboração e a implementação do currículo resultam de processos conflituosos, com decisões necessariamente negociadas. E, como tenho insistido, a principal

negociação é a que ocorre na relação pedagógica propriamente dita, quando professores/as redefinem a programação, segundo as peculiaridades de cada turma, nas condições (possibilidades e limites, seus e dos alunos/as) para desenvolvê-la e vão freqüentemente alterando-a, a partir do modo como os discentes a ela respondem.

[...]

Os elementos apontados parecem dizer por si sós. São todos, imensos desafios. Para enfrentá-los, é mister que o professor tenha o domínio dos fundamentos teóricos e históricos dos processos de elaboração e implementação do currículo, que, afinal, dizem respeito à natureza de sua função, ou seja, a organização do trabalho pedagógico.” (Saviani, 2005, p. 5 grifo nosso)

Há uma vasta literatura investigando e apontando os problemas referentes ao ensino de evolução, tais como os desenvolvidos por Cicillini (1991; 1997), Chaves (1993), Tidon (1997), Carneiro (2004), Goedert (2004), Meglhioratti (2004), Piolli & Dias (2004), Licatti (2005), Guimarães (2005), Marcelos (2006), Azevedo (2007), Madeira (2007), Kemper (2008), Mello (2008), Garcia (2009), Pagan (2009), Oleques (2010) e Silva (2013).

Estas pesquisas apontam vários obstáculos e dificuldades para o ensino de evolução bem como para sua adoção como eixo integrador. Os resultados encontrados apontam para: 1 - problemas no tratamento e posicionamento dos conteúdos relativos à evolução nos materiais didáticos, os quais reiteramos que podem ser superados com uma boa formação docente, que permita ao professor ter autonomia e segurança para não se ater exclusivamente ao livro didático; 2 - rejeição ou hibridização das teorias evolutivas frente às concepções religiosas, tanto por parte de alunos quanto por parte

dos professores, sendo este outro problema que poderia ser superado ou ao menos amenizado através de uma formação inicial ou continuada de qualidade para os professores, tanto impedindo a formação de tais concepções híbridas por estes, quanto pela capacitação destes para enfrentar estes conflitos em sala de aula. Uma das possíveis formas de se trabalhar estes conflitos é a utilização da concepção bachelardiana de perfis epistemológicos, permitindo a não substituição ou embate de ideias e conceitos conflitantes, mas a coexistência de ambos em perfis diferentes que devem ser acessados e utilizados em contextos distintos, com os alunos tomando consciência de cada perfil; 3 – Concepções alternativas e ideias distorcidas acerca dos processos evolutivos tanto em alunos quanto em professores; 4 – Falta de domínio e conhecimento, por parte dos professores, de conceitos científicos básicos relacionados à evolução e da construção das teorias evolutivas; 5 – Deficiência na formação inicial e continuada dos professores.

Fica evidente que à exceção do primeiro problema apontado acima, todos os demais estão relacionados diretamente à atuação do professor e sua formação deficiente, sendo que mesmo os problemas referentes aos manuais didáticos podem ser amenizados ou superados com professores preparados e com formação adequada.

Estes dados da literatura nos permitem inferir que a esfera da atuação direta do professor enquanto materializando o currículo seja a esfera onde a maior parte dos problemas acerca do “currículo real” estejam concentrados.

Com a legislação permitindo a autonomia do professor e das escolas na elaboração do currículo, com os livros didáticos com qualidade superior após a implantação do PNL D e PNLEM, com os guias e modelos como os PCN incorporando a evolução como eixo articulador, além das discussões no ensino e na pesquisa apontando a mais de meio século para esta mesma característica integradora da

evolução, era de se esperar um grande avanço no ensino de evolução, mas tal integração ainda não ocorre de forma efetiva nas salas de aula (Cicillini, 1991, 1997; Pacheco & Oliveira, 1997; Goeder, 2004; Licatti, 2005; Azevedo, 2007; Lucena, 2008; Oliveira, 2009). De modo geral os problemas encontrados nas outras esferas citadas anteriormente são pontuais e vem sendo superados nas ultimas décadas, ao passo em que os problemas no ensino de evolução permanecem, com a evolução ainda sendo trabalhada nas escolas de forma superficial como mais um tópico dentre os demais conteúdos da biologia e levando a baixos índices de compreensão pelos alunos e pela sociedade em geral (Piolli; Dias, 2004).

Desta forma acreditamos que esta etapa final do currículo, onde este é desenvolvido e concretizado, deve representar ao mesmo tempo o maior desafio e o maior foco das investigações, propostas e políticas públicas para a transformação e melhora do ensino de evolução e das ciências biológicas em geral. Melhorias nas leis, nas orientações e parâmetros curriculares, nos materiais didáticos e demais esferas do currículo surtirão pouco ou nenhum efeito de real melhora no ensino de evolução se os professores que mediarão a relação de ensino-aprendizagem não forem bem qualificados e capazes de incorporar estes avanços. Portanto não há como realizar uma eficaz transformação e melhora concreta no ensino de evolução sem levar em conta a formação docente.

Goedert (2003, p.59) compreende que:

“[...] A Evolução Biológica, por ser um tema gerador de controvérsias e por deter um caráter fundamental no conhecimento biológico, requer que o seu ensino seja contemplado de maneira clara e integrada durante a formação inicial de professores de Biologia, a fim de minimizar possíveis distorções e dificuldades no entendimento desse tema. Esse aspecto, possivelmente

contribuiria para que os professores egressos apresentassem uma maior compreensão dos conteúdos relacionados à Evolução Biológica, bem como se sentissem mais preparados para lidar com situações controversas envolvendo o seu ensino.”

Considerando o exposto, empreendemos uma investigação de alguns condicionantes da formação inicial de professores de ciências biológicas.

7.2 - PROBLEMATIZANDO A AÇÃO E FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE EVOLUÇÃO

Muitos estudos têm evidenciado problemas e deficiências na formação inicial e continuada de professores no que tange a evolução biológica (Carniato & Aragão, 1999; Daniel, 2003; Carneiro, 2004; Goedert, 2004; Meghioratti, 2004). Estes estudos apontam que o ensino fragmentado e a não adoção da evolução como eixo articulador e unificador da biologia e dos conteúdos biológicos não é exclusividade da educação básica. Nos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas a evolução é trabalhada apenas em uma disciplina referente a este tema, e não é trabalhada como eixo articulador integrado às demais disciplinas de conteúdos específicos ou do núcleo pedagógico, evidenciando que os professores não são adequadamente preparados em sua formação inicial para adotar a evolução como eixo central da biologia, bem como para trabalhar os conceitos evolutivos da forma recomendada pela comunidade científica e pelos parâmetros e orientações curriculares (Silva, 2011; Goedert, 2003).

Muitos dos problemas encontrados na formação inicial de professores derivam da não integração da formação específica e pedagógica. Esta dicotomia entre

conhecimentos específicos e pedagógicos têm sua gênese no chamado “modelo da racionalidade técnica”

Para Rodrigues (2005) o modelo da racionalidade técnica caracteriza-se pela desarticulação das questões práticas, cotidianas e metodológicas com os conhecimentos específicos, fornecendo uma ênfase apenas nestes últimos, buscando a formação de um “especialista” em uma determinada área que deve apenas aplicar seus conhecimentos específicos para obter resultados na sala de aula.

“Aliada a uma herança positivista, a relação teoria e prática caracteriza-se por um distanciamento raramente transposto. A pedagogia tecnicista baseia-se num modelo de racionalidade técnica que separa teoria e prática, reflexão e ação, conteúdo e forma, ensino e pesquisa. Enfim, separa quem planeja e quem executa. Os professores, nessa perspectiva, são concebidos como meros executores, cabendo-lhes apenas aplicar corretamente as técnicas para atingir os fins predeterminados.” (Rodrigues, 2005, p.4).

Rodrigues (2005, p. 5 - 6) ainda aponta que este modelo ainda é predominante na atual formação de professores (Pereira, 1999; Ayres, 2005) e é preconizado pela legislação e documentos oficiais vigentes:

“[...] Na análise dos documentos oficiais que apresentam propostas de formação de professores e pedagogos, é aparente a dualidade apresentada das dicotomias (teoria-prática), fragmentação (conteúdo-forma), polarização (saber e saber fazer). Esse se constitui o grande problema da formação de professores e de pedagogos nas políticas educacionais brasileiras, que se mantêm dentro do primado de uma concepção positivista de ciências”

A formação de professores neste modelo é compatível com o modelo tecnicista do período de regime totalitário no Brasil como aponta Saviani (2005, p. 18 - 19):

“No interior dessa crise articula-se a tendência tecnicista, de base produtivista, que se tornará dominante na década seguinte [década de 1970], assumida como orientação oficial do grupo de militares e tecnocratas que passou a constituir o núcleo do poder a partir do golpe de 1964.”

Também é este mesmo modelo o qual é apontado como responsável pelo afastamento das diversas disciplinas, em especial as ciências naturais, de suas bases históricas e filosóficas (Krasilchick, 1987) resultando na grande rigidez e fragmentação dos conteúdos (Silva, 2005).

É evidente que este modelo de formação de professores é radicalmente incompatível com uma formação integrada, que permita ao professor articular tanto seus conhecimentos específicos e pedagógicos, teóricos e práticos, quanto os diferentes conteúdos dos conhecimentos específicos através da evolução, e com isso seja capacitado para enfrentar os desafios presentes no ensino de evolução.

O modelo da racionalidade técnica é materializado nos cursos de licenciatura no modelo de formação conhecido como “3+1”, presentes principalmente em cursos superiores de ciências naturais (química, física e biologia) que possuem as modalidades licenciatura e bacharelado num mesmo campus. Esta estrutura de “3+1” se refere a três anos iniciais da graduação voltados para a formação específica da área da ciência escolhida, sendo este período geralmente compartilhado por ambas as modalidades (bacharelado e licenciatura) e por isso também impedindo um enfoque educacional nestas disciplinas específicas, e por um último ano que contemple as disciplinas do núcleo pedagógico, afastadas e desarticuladas das presentes no núcleo específico.

A racionalidade técnica se faz presente ainda nas licenciaturas isoladas, que não se encontram atreladas a um curso de bacharelado, mesmo quando as disciplinas

pedagógicas são ministradas desde o primeiro ano da graduação, uma vez que geralmente estas licenciaturas são inspiradas em cursos de bacharelado, sendo que o ensino dos conteúdos específicos tem desataque e prevalecem sobre os conhecimentos pedagógicos, colocando a formação docente e prática em segundo plano (Pereira, 1999).

Silva (2011, p. 44) aponta que “É consenso que os currículos de formação de professores, baseados no modelo da racionalidade técnica, mostram-se inadequados à realidade da prática docente”.

Outro problema advindo do modelo “3+1” e da racionalidade técnica, que ao concentrar um maior número de disciplinas específicas e dar maior ênfase a estas, faz com que os licenciandos se identifiquem mais como pesquisadores das áreas específicas do que com professores ou pesquisadores da área de educação (Lippe & Bastos, 2007; Brando & Caldeira, 2009), sendo assim o licenciando se identifica muito mais como biólogo do que como professor de biologia. Esta identificação é reforçada por dois fatores importantes, primeiramente pelos menores status sociais, remuneração e competitividade da profissão de professor em comparação com as profissões de atuação de bacharelados nas ciências naturais (Marques & Pereira, 2002), que também levam ao segundo fator, que é a menor procura pelos cursos de licenciatura, tornando-os cursos com menores relações de candidatos por vaga e mais “fáceis” de se ingressar. Por este último motivo muitos alunos, especialmente aqueles egressos de escolas públicas e com formação escolar deficiente, que sentem afinidade pela área de ciências e almejam um curso de bacharelado, optam por uma licenciatura por não se considerarem aptos a concorrer a uma vaga em um curso mais competitivo (Vasconcelos & Lima, 2010), assim muitos licenciandos não almejam ou sentem afinidade por lecionar, e escolhem os cursos de licenciatura pela semelhança que estes guardam com os bacharelados e pela forma de ingresso menos competitiva, como aponta Mello (2000, p. 100):

“O único aspirante ao magistério que ingressa no ensino superior com opção clara pelo ofício de ensinar é o aluno dos cursos de magistério de primeira a quarta série do ensino fundamental. A esses, na maior parte dos cursos, não é oferecida a oportunidade de seguir aprendendo os conteúdos ou objetos de ensino que deverá ensinar no futuro. Aprende-se a prática do ensino, mas não sua substância.

Os demais ingressam no ensino superior de formação de professores com a expectativa de serem biólogos, geógrafos, matemáticos, lingüistas, historiadores ou literatos, dificilmente professores de biologia, de geografia, de línguas ou de literatura. Os cursos de graduação são ministrados num contexto institucional distante da preocupação com a educação básica, que não facilita nem mesmo a convivência com pessoas e instituições que conhecem a problemática desta última. Os professores formadores que atuam nesses cursos, quando estão em instituições de qualidade, são mais preocupados com suas investigações do que com o ensino em geral, e menos interessados ainda no ensino da educação básica.

No caso do professor polivalente, a preparação se reduz a um conhecimento pedagógico abstrato porque é esvaziado do conteúdo a ser ensinado. No caso do especialista, o conhecimento do conteúdo não toma como referência sua relevância para o ensino de crianças e jovens, e as situações de aprendizagem que o futuro professor vive não propiciam a articulação desse conteúdo com a transposição didática; em ambos os casos, a “prática de ensino” também é abstrata, pois é desvinculada do processo de apropriação do conteúdo a ser ensinado.”

Todavia, ainda que a maioria dos cursos de formação inicial de professores se encontre pautado na racionalidade técnica, as atuais políticas públicas voltadas para a

formação de professores apresentam uma tentativa de superar este quadro. A própria Lei de Diretrizes e Bases da Educação busca superar esta herança do regime ditatorial, apresentando a prática como estruturadora da formação docente, preconizando uma união indissociável entre teoria e prática desde o início da formação dos professores (Pereira, 1999).

7.2.1 – Análise das Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Ciências Biológicas

Para compreendermos melhor as características gerais e forma com que são estruturadas as licenciaturas em ciências biológicas no país empreendemos uma análise das diretrizes curriculares referentes a estes cursos.

Assim como as Diretrizes Curriculares Nacionais para os ensinos Fundamental e Médio analisadas anteriormente, as diretrizes para os cursos de Ciências Biológicas são orientações gerais e obrigatórias emitidas pelo Conselho Nacional de Educação (CNE), estas diretrizes foram publicadas e promulgadas pelo Parecer CNE/CES nº 1.301/2001 que consta na Resolução nº 7 de 11 de março de 2002.

Estas diretrizes, de acordo com o disposto no primeiro e no segundo artigo da resolução nº7/2002, devem orientar a formação dos projetos pedagógicos de todos os cursos de Ciências Biológicas, sejam estes licenciaturas ou bacharelados.

Desde o início das diretrizes podemos observar orientações relativas à adoção do eixo ecologia-evolução como articulador do conhecimento biológico:

“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. Esses organismos, incluindo os seres humanos, não estão isolados, ao contrário, constituem sistemas que estabelecem complexas relações de interdependência. O entendimento dessas interações envolve a compreensão das condições físicas do meio, do modo de vida e da organização funcional interna próprios das diferentes espécies e sistemas biológicos. Contudo, particular atenção deve ser dispensada às relações estabelecidas pelos seres humanos, dada a sua especificidade. Em tal abordagem, os conhecimentos biológicos não se dissociam dos sociais, políticos, econômicos e culturais.” (Brasil, 2001a, p. 1, grifo nosso)

Ao definir os conteúdos curriculares básicos que devem compor o currículo dos cursos o documento explicita diretamente que a evolução deve ser o eixo integrador de todos os conteúdos, independentemente da área, dos quais podemos inferir estarem inclusos os conteúdos pedagógicos das licenciaturas:

–Os conteúdos básicos deverão englobar conhecimentos biológicos e das áreas das ciências exatas, da terra e humanas, **tendo a evolução como eixo integrador.**” (Brasil, 2001a, p. 5, grifo nosso).

Ao definir o perfil esperado dos formandos nos referidos cursos o documento apresenta logo no seu primeiro item que o formando deve ser:

–**Generalista, crítico**, ético, e cidadão com espírito de solidariedade;” (Brasil, 2001a, p. 3, grifo nosso)

Neste sentido o documento mostra a importância da formação geral do biólogo e sua igual compreensão dos mecanismos que perpassam toda a biologia como a evolução e suas diversas articulações e implicações nas demais subáreas das ciências biológicas.

Esta orientação e recomendação para a formação de um profissional generalista contrasta com a formação fragmentada e estanque encontrada na realidade. Assim como também acreditamos que uma postura crítica, entendida por nós como a capacidade autônoma e racional de compreender a realidade e tomar decisões de forma embasada, consciente, reflexiva e emancipada, não é possível sem uma forte relação de conteúdos teóricos e específicos com sua relação prática.

No segundo item apontado como esperado para o perfil do formando o documento volta a mencionar a evolução-ecologia como eixo central da biologia de modo mais específico:

*“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, 2001a, p. 3, grifo nosso).

A necessidade de uma formação integrada também pode ser observada nos itens –e”, –d” e principalmente –f” referentes ao perfil dos formandos. No primeiro item (item –e”) citado, apresenta a necessidade de atuação consciente e responsável em diversas áreas, como as ambientais, da saúde, biotecnológicas e de políticas públicas, que requerem uma formação tanto diversificada quanto articulada em seus diversos conhecimentos. O segundo item aponta a necessidade do formando em pautar sua conduta –por critério humanísticos, compromisso com a cidadania e rigor científico” (Brasil, 2001a, p. 3), preconizando uma formação que não abarque apenas questões específicas das ciências biológicas, mas que também contemple questões humanas, éticas e sociais, que lhe permita compreender os alcances sociais de sua atuação. O item –f” por sua vez é um dos que apresenta mais claramente a articulação disciplinar que o

documento preconiza, ao colocar que o formando deverá ser: “apto a atuar multi e interdisciplinarmente, adaptável à dinâmica do mercado de trabalho e às situações de mudança contínua do mesmo”, considerando que para capacitar à atuação interdisciplinar seja necessário algum grau de interdisciplinaridade e integração entre as diferentes disciplinas.

Ainda referente ao perfil do formando, merece destaque o item “e”, que faz referência à atuação do formando como educador, e que se aplica tanto ao bacharel quanto ao licenciado, uma vez que não delimita a atuação citada a espaços formais de ensino, nem à educação básica. Desta forma é natural assumir que seja necessária na formação algum preparo com relação à atividade docente, ou à questões pedagógicas integradas aos conhecimentos específicos. A atuação do formado como educador é retomada quando o documento elenca entre as competências e habilidades necessárias e esperadas do mesmo e apresenta no item “d” o seguinte: “Portar-se como educador, consciente de seu papel na formação de cidadãos, inclusive na perspectiva sócio-ambiental;” (Brasil, 2001a, p. 3).

A concepção de uma formação crítica, que relacione a teoria com a prática pode ser observada nos itens “b”, “f”, “g”, “i” e “m” da sessão “competências e habilidades”. O primeiro fazendo referência às distorções e apropriações indevidas da ciência biológica para se justificar formas de preconceito ou discriminação, o item em questão apresenta a necessidade de uma formação em filosofia da ciência para que o formando possa se posicionar em observância aos pressupostos epistemológicos, esta ideia é explicitada no item “f”, que diz ser competência do formando: “Entender o processo histórico de produção do conhecimento das ciências biológicas referente a conceitos/princípios/teorias;” (Brasil, 2001a, p. 4). Segundo Silva (2011), é imprescindível ao biólogo e principalmente ao professor de biologia o conhecimento

acerca dos processos históricos da biologia, principalmente no que tange a evolução biológica e o processo de desenvolvimento de suas teorias.

Por sua vez, os itens –g”, –i” e –m” apresentam a incorporação das perspectivas CTS ou CTSA na formação e atuação do egresso dos cursos de ciências biológicas, que por definição é uma perspectiva interdisciplinar e integradora da teoria e prática. Segundo Pinheiro *et. al.* (2007), o movimento CTS dá prioridade a uma perspectiva da ciência e tecnologia interligada ao contexto social, e se originou de correntes da filosofia e sociologia da ciência, contendo um caráter interdisciplinar que compreende o tratamento da ciência e tecnologia com enfoque em suas relações, consequências e respostas sociais.

Após definir o perfil, as competências e habilidades dos egressos dos cursos de ciências biológicas, as diretrizes abordam a estrutura do curso, que logo em seu primeiro item declara que a estrutura do curso deve –Contemplar as exigências do perfil do profissional” (Brasil, 2001a, p. 4) citadas anteriormente, além de:

“Garantir uma sólida formação básica inter e multidisciplinar; Privilegiar atividades obrigatórias de campo, laboratório e adequada instrumentação técnica; [...] Explicitar o tratamento metodológico no sentido de garantir o equilíbrio entre a aquisição de conhecimentos, habilidade, atitudes e valores; Garantir um ensino problematizado e contextualizado, assegurando a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão; Proporcionar a formação de competência na produção do conhecimento com atividades que levem o aluno a: procurar, interpretar, analisar e selecionar informações; Identificar problemas relevantes, realizar experimentos e projetos de pesquisa; Levantar em conta a evolução epistemológica dos modelos explicativos dos processos biológicos; Estimular atividades que socializem o

*conhecimento produzido tanto pelo corpo docente como pelo discente; Estimular outras atividades curriculares e extracurriculares de formação, como, por exemplo, iniciação científica, monografia, **monitoria, atividades extensionistas, estágios, disciplinas optativas, programas especiais, atividades associativas e de representação e outras julgadas pertinentes**; Considerar a implantação do currículo como experimental, devendo ser permanentemente avaliado, a fim de que possam ser feitas, no devido tempo, as correções que se mostrarem necessárias.”* (Brasil, 2001a, p.4 - 5, grifo nosso).

Podemos notar em praticamente toda a estrutura apresentada pelas diretrizes, e em especial nas partes destacadas por nós, uma forte tendência em superar e evitar o modelo de racionalidade técnica, priorizando as relações indissociáveis entre teoria e prática e os aspectos epistemológicos da natureza das ciências biológicas.

Ao final da descrição acerca da estrutura do curso, o documento retoma a ideia de um currículo unificado e integrado pela abordagem evolutiva como anteriormente mencionado:

*“A estrutura geral do curso, compreendendo disciplinas e demais atividades, pode ser variada, admitindo-se a organização em módulos ou em créditos, num sistema seriado ou não, anual, semestral ou misto, **desde que os conhecimentos biológicos sejam distribuídos ao longo de todo o curso, devidamente interligados e estudados numa abordagem unificadora.**”*
(Brasil, 2001a, p.5, grifo nosso),

Ainda que não apresente explicitamente no trecho acima extraído qual seria este elemento integrador, logo em seguida, ao apresentar os conteúdos curriculares básicos do curso, o documento anuncia a evolução como eixo integrador.

Após eleger a evolução como eixo integrador, as diretrizes dividem os conteúdos curriculares básicos nas seguintes grandes áreas: i) Biologia Celular, Molecular e Evolução; ii) Diversidade Biológica; iii) Ecologia; iv) Fundamentos das Ciências Exatas e da Terra; v) Fundamentos Filosóficos e Sociais.

Silva (2011) nos mostra que em cada uma destas grandes áreas a evolução se faz presente com o papel integrador dos conhecimentos da mesma.

A seguir apresentaremos a descrição que as diretrizes apresentam de cada uma destas cinco áreas, destacando em **negrito** nestas descrições as possíveis relações que elas apresentam com a evolução, e buscando fazer uma análise bachelardiana, ainda que bastante superficial, baseada na divisão dos conteúdos, no agrupamento de disciplinas abarcadas em cada área.

A primeira área, referente à Biologia Celular, Molecular e Evolução, apresenta em sua descrição um foco nas questões moleculares e genéticas, apresentando um perfil evolutivo marcadamente racionalista, e deve conter uma:

*“Visão ampla da organização e interações biológicas, construída a partir do estudo da estrutura molecular e celular, função e mecanismos fisiológicos da regulação em modelos eucariontes, procariontes e de partículas virais, fundamentados pela informação bioquímica, biofísica, genética e imunológica. **Compreensão dos mecanismos de transmissão da informação genética, em nível molecular, celular e evolutivo.**”* (Brasil, 2001a, p.5, grifo nosso).

A segunda grande área, referente à Diversidade Biológica trata do: **–Conhecimento da classificação, filogenia, organização, biogeografia, etologia, fisiologia e estratégias adaptativas morfofuncionais dos seres vivos.**” (Brasil, 2001a,

p.5, grifo nosso). Por focar nos aspectos descritivos e classificatórios e contemplar áreas marcadamente naturalistas como a zoologia e a botânica, esta área apresenta um perfil epistemológico próximo ao realismo ou empirismo positivo.

A área referente à Ecologia deve abranger as: **–Relações entre os seres vivos e destes com o ambiente ao longo do tempo geológico.** Conhecimento da dinâmica das populações, comunidades e ecossistemas, da conservação e manejo da fauna e flora e da relação saúde, educação e ambiente.” (Brasil, 2001a, p. 6, grifo nosso). Nesta esfera são relacionados aspectos abstratos e complexos como os conceitos de nicho, relações ecológicas, níveis tróficos, entre outros, e relacionam-se estes aspectos racionais com a realidade concreta e elementos naturais, como a fauna e a flora, em um tempo geológico não experimentável empiricamente, além de abarcar aspectos sociais e educacionais, caracterizando este bloco e apresentando sua abordagem por meio de um perfil racionalista dialético.

A quarta grande área corresponde aos Fundamentos das Ciências Exatas e da Terra, no qual são abordados os: **–Conhecimentos matemáticos, físicos, químicos, estatísticos, geológicos e outros fundamentais para o entendimento dos processos e padrões biológicos.**” (Brasil, 2001a, p. 6, grifo nosso). Esta área se apresenta muito diversificada e só pode ser classificada dentro de um espectro bachelandiano quando analisadas individualmente as concepções apresentadas em cada um dos principais conceitos e das subáreas que a compõe.

E por fim, a última área corresponde aos Fundamentos Filosóficos e Sociais e abarcam a:

*“Reflexão e discussão dos aspectos éticos e legais relacionados ao exercício profissional. Conhecimentos básicos de: **História, Filosofia e***

Metodologia da Ciência, Sociologia e Antropologia, para dar suporte à sua atuação profissional na sociedade, com a consciência de seu papel na formação de cidadãos.” (Brasil, 2001a, p. 6, grifo nosso).

Esta área, assim como a anterior também é bastante diversa, e difícil de classificar, mesmo que superficialmente. Nela também estão contemplados os aspectos evolutivo de modo mais implícito, que se permitem compreender quando relacionamos esta área ao item –F’ da sessão de competências e habilidades dos formandos, o qual apresenta a necessidade de o formando do curso de ciências biológicas compreender o processo histórico da produção dos conceitos, princípios e teorias desta área, dentre os quais se destacam as teorias evolutivas (Silva, 2011).

Há também ao final das diretrizes, uma distinção quanto aos conteúdos específicos de cada modalidade, licenciatura ou bacharelado. Para este último é apontado que os cursos deverão –possibilitar orientações diferenciadas nas várias sub-áreas das Ciências Biológicas” (Brasil, 2001a, p. 6), de acordo com as especificidades da instituição de ensino superior no qual o curso está inserido e com as demandas regionais.

Para os cursos de licenciatura as diretrizes apontam a necessidade de diversos outros conteúdos para a formação dos futuros docentes, de modo que estes estejam preparados e aptos a atuarem nos ensinos fundamental e médio. Dentre estes estão conteúdos de química, física e da saúde, assim como conteúdos que permitam um panorama geral da educação e dos processos formativos dos estudantes além dos conteúdos específicos do núcleo pedagógico de disciplinas, de modo a instrumentalizar o futuro docente para o ensino de ciências e de biologia.

Dada esta análise das Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Ciências Biológicas, concluímos que estas buscam a superação de uma racionalidade técnica no ensino, fornecendo orientações bastante adequadas para uma formação integrada e de qualidade, porém, sem detalhar como efetivamente aplicar de modo concreto tais orientações. Acreditamos que talvez esta falta de documentos intermediários que detalhem os processos de organização curricular e de superação de obstáculos, como os PCN o são para a educação básica ao se colocarem entre as diretrizes legais e a organização prática do ensino desenvolvido concretamente nas escolas, se constitua em uma dentre as possíveis dificuldades para a efetiva aplicação dos aspectos contemplados pelas diretrizes nos cursos de ciências biológicas, uma vez que as pesquisas atuais ainda apontem para uma realidade muito distante daquela preconizada nestes documentos.

Neste sentido optamos por analisar quais são os parâmetros oficiais que orientam a estruturação e os projetos políticos pedagógicos dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, e realizar apontamentos e propostas para a orientação destes cursos por meio da evolução como eixo integrador e da perspectiva bachelardiana como base teórico-metodológica para tal integração.

7.3 – PROCESSO DE ARTICULAÇÃO CURRICULAR E DISCIPLINAR DOS CURSOS DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DA UNESP

No ano de 2009 a Pró-Reitoria de Graduação da UNESP deu início a um processo de estudos, reflexões e elaboração de propostas para a reformulação dos projetos políticos pedagógicos dos cursos de graduação que fossem semelhantes ou

afins, divididos em 24 blocos abarcando cada um os cursos que fossem considerados semelhantes, buscando articulá-los e criar uma base comum padronizada com o intento de melhorar o ensino no nível das graduações da universidade.

Dentro deste programa de melhoria e articulação dos cursos de graduação estão presentes ações e investimentos para tornar este processo possível, dentre estas ações destacam-se o:

“Programa de Melhoria do Ensino de Graduação, que destina recursos para a infraestrutura material dos cursos; a formação pedagógica dos docentes, conduzida pelo Núcleo de Estudos e Práticas Pedagógicas e o Programa de Apoio à Produção de Material Didático. Esta ação, também, possui interface com aquela desenvolvida pelo Fórum das Licenciaturas que objetiva tratar das questões específicas destes cursos, como os Estágios Supervisionados e as Práticas como Componentes Curriculares.” (São Paulo, 2012, p. 4)

Foram realizados fóruns de articulação em cada um dos 24 blocos de cursos semelhantes, incluindo um bloco referente aos cursos de Ciências Biológicas, com a presença e participação de docentes e discentes de cada curso envolvido, e também de alunos egressos, e servidores técnico-administrativos.

Ao final das discussões envolvidas neste fórum, foi elaborado um relatório final contendo os resultados obtidos do planejamento coletivo dos participantes do mesmo, tomados como diretrizes para os cursos de graduação da UNESP, possibilitando a reformulação e aperfeiçoamento dos projetos políticos pedagógicos e dos cursos. O relatório final referente às diretrizes norteadoras dos cursos de Ciências Biológicas foi aprovado e divulgado no dia 09 de agosto de 2012.

O processo de articulação buscou identificar o núcleo mínimo de componentes curriculares que caracterizasse o profissional a ser formado e que garantisse a excelência desta formação” (São Paulo, 2012, p.8), buscando permitir ainda a existência das especificidades locais dos diferentes cursos.

Os cursos de Ciências Biológicas foram pioneiros no processo de articulação curricular, uma vez que além de se constituírem num dos maiores núcleos de cursos, com um total de 11 opções de ingresso no vestibular e oferecendo 445 vagas, estes também necessitavam de uma reformulação curricular para se adequar às exigências legais recentemente alteradas pelo Conselho Nacional de Educação e pelo Conselho Federal de Biologia, que determinaram uma carga horária mínima para a integralização curricular e exercício da profissão de biólogo, e juntamente com a legislação específica para a formação de professores da educação básica, a carga horária mínima para a atuação como professor de biologia.

Devido à grande quantidade de cursos contemplados na área de Ciências Biológicas e à complexidade de tais discussões, todo o processo que culminou na elaboração do relatório final se estendeu por três anos.

Ao longo destes três anos, compreendidos entre 2009 e 2012, foram desenvolvidas as seguintes atividades:

- a) *“Estudos e discussões acerca de toda a legislação normativa dos Cursos de Ciências Biológicas, modalidades Bacharelado e Licenciatura: Decretos e Leis que regulamentam a profissão e o exercício profissional; Diretrizes Curriculares; Perfil do Profissional segundo Diretrizes Curriculares; Conteúdos curriculares mínimos e organização curricular, segundo Conselho Nacional de Educação; demais Pareceres e Resoluções do*

Conselho Nacional de Educação relativos ao Curso de Ciências Biológicas (carga horária, particularidades dos cursos de licenciatura); Pareceres e resoluções do Conselho Federal de Biologia relativas à carga horária, estruturação curricular, áreas de atuação e formação específica necessária para atuação profissional.

b) Participação nos encontros promovidos pelo Conselho Federal de Biologia (em São Pedro, SP e Brasília, DF) nos quais discutiu-se formação do biólogo e exercício profissional.

c) Participação do Presidente do Conselho Regional de Biologia, CRBio1, em reunião da Comissão de Articulação na qual discutiu-se o perfil do profissional e as competências necessárias para exercer a profissão.

d) Elaboração de uma pré-proposta de articulação curricular para os Cursos de Ciências Biológicas da UNESP apresentada aos Conselhos de Curso para debate e contribuições.

e) Reuniões conjuntas com o NEPP, Núcleo de Estudos e Práticas Pedagógicas da UNESP, que orientou e assessorou na continuidade dos trabalhos a partir de então.

f) Organização e sistematização das contribuições vindas dos Conselhos de Curso, com vistas à discussão e deliberações no Fórum.

g) Organização e realização do Fórum de Articulação dos Cursos de Ciências Biológicas, de 03 a 05 de agosto de 2011, com participação expressiva dos coordenadores de curso, professores representantes dos diferentes núcleos de conteúdos curriculares (organizados segundo o indicado pelas Diretrizes curriculares), representantes discentes e representantes de egressos dos cursos, num total de cerca de 150 participantes.

h) *Criação de uma Comissão de Articulação Ampliada, incluindo agora os delegados (docentes e discentes) indicados pelo Fórum, para sistematização das deliberações do Fórum, promoção de discussões setorizadas nos núcleos de conteúdos curriculares visando adequações e ajustes que se mostrassem necessários, elaboração de documento final a ser apresentado à Pró-Reitoria de Graduação da UNESP.* ”(São Paulo, 2012, p. 9 - 10).

Ao final do processo de articulação foram obtidas um conjunto de disciplinas nucleares essenciais comuns a todos os cursos de ciências biológicas da UNESP, bem como suas cargas horárias mínimas. Entretanto o relatório final delega a responsabilidade a cada unidade discutir e determinar os mecanismos para a interdisciplinaridade e articulação disciplinar em seus respectivos cursos.

Além da definição do núcleo comum também foi definido o perfil do formando, elaborado em consonância com as iguais indicações das Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas para um profissional generalista, tomado como base para se definir o núcleo comum de disciplinas que permitisse se atingir este perfil.

É possível observar no processo de formulação do núcleo disciplinas comum, uma tentativa de integrar também as disciplinas pedagógicas e específicas, mantendo estas primeiras fazendo parte do curso desde o início do mesmo:

“Na elaboração da pré-proposta, a Comissão de Articulação preocupou-se ainda que a estrutura apresentada permitisse a inclusão de disciplinas próprias da unidade ao longo do curso, nos diferentes semestres, assim como, no caso da modalidade licenciatura, a inclusão de disciplinas específicas dessa modalidade já a partir do início do curso. Ao mesmo tempo, a estrutura apresentada deveria permitir flexibilidade quanto à carga creditícia e

período de oferecimento do Estágio Curricular Obrigatório da modalidade bacharelado, assim como do Estágio Supervisionado da modalidade licenciatura.” (São Paulo, 2012, p.20),

Uma das etapas para a definição do núcleo disciplinar comum foi a realização de um Fórum do processo de articulação, que contou com a participação de aproximadamente 150 pessoas, sendo dez docentes, três alunos e um ex-aluno de cada Unidade, indicados pelo Conselho de Curso, além da Comissão de Articulação, formada pelos Coordenadores de Curso e membros representantes do NEPP (Núcleo de Estudos e Práticas Pedagógicas).

De modo a dar subsídios a seus participantes para as discussões e deliberações que ali seriam feitas, o Fórum contou com duas conferências iniciais, uma das quais, proferida pelo professor Dr. Nélio Bizzo e intitulada “Duas perspectivas para o ensino de Biologia – Darwin e Wallace”, abordou a questão da formação do biólogo e do professor de biologia de acordo com o preconizado pelas Diretrizes Curriculares, pautado na evolução como eixo integrador dos conteúdos.

Dado isso um dos objetivos específicos do Fórum foi definido como: “Sugerir uma sequência de conteúdos essenciais que permita a construção do conhecimento do biólogo e favoreça a articulação das disciplinas, tendo a Evolução como eixo integrador.” (São Paulo, 2012, p. 24).

Além desta relação com as DCN, o fórum também foi organizado em grupos de trabalho referentes às grandes áreas indicadas por estas, sendo o último grupo acrescido das questões referentes às licenciaturas, a saber: i) Biologia Celular, Molecular e Evolução; ii) Diversidade Biológica; iii) Ecologia; iv) Fundamentos das Ciências Exatas e da Terra; v) Fundamentos Filosóficos e Sociais e Licenciatura.

Segundo o documento aqui analisado:

“Quando em plenária, ao final das discussões dos grupos de trabalho, referendou-se o Perfil do Profissional Biólogo a ser formado pela UNESP, anteriormente discutido e definido. Para esse perfil, alguns grupos de trabalho apresentaram a sugestão de inclusão das perspectivas ambiental e histórica como eixo integrador dos conteúdos em Ciências Biológicas, que não foi aceita ou incorporada pela plenária, por considerar que essas dimensões já estavam contempladas na perspectiva evolutiva.” (São Paulo, 2012, p. 25).

A evolução toma também papel determinante no perfil do aluno formado pela UNESP, que é definido com base nas áreas de evolução, ecologia e história e filosofia da ciência:

*“O Biólogo diplomado pela Unesp, Bacharel e/ou Licenciado, deve ser detentor de sólida fundamentação **teórica e vivência prática, orientada pela evolução – princípio unificador da Biologia – o que lhe possibilitará uma formação não fragmentada e sólida base, no que concerne ao conhecimento científico:***

*– dos seres vivos; de sua diversidade no espaço e no tempo; **de seus processos de origem, evolução, manutenção, organização, desenvolvimento, funcionamento em diferentes níveis; de seus comportamentos e de suas relações filogenéticas e ecológicas;***

– dos ambientes aquáticos e terrestres e de seus componentes abióticos e bióticos, bem como dos problemas consequentes das ações antrópicas, tendo por base os valores de respeito ambiental e de conservação da biodiversidade, visando ao desenvolvimento de uma sociedade sustentável;

– do processo histórico de construção de conceitos, princípios e teorias como base para a compreensão e vivência da biologia como ciência em contínua transformação, seus desafios epistemológicos, seus determinantes e implicações sociais.

Ele deverá ainda ser capaz de atuar de forma competente e crítica considerando aspectos históricos, éticos, sociais, políticos, econômicos e culturais. Deve estar qualificado para pensar, resolver ou propor alternativas para solução de problemas de sua área de atuação profissional.

A formação do biólogo egresso da UNESP deverá lhe permitir exercer plenamente sua profissão, servindo à sociedade não apenas no que se refere às demandas específicas de cunho científico, tecnológico e de aplicação, mas também visando o desenvolvimento e bem-estar social.

Ao egresso do curso de CB será garantida uma formação nuclear essencial que lhe possibilite atuar como licenciado e/ou bacharel." (São Paulo, 2012, p.30, grifo nosso).

Após definir o perfil do formando, e as disciplinas nucleares obrigatórias para permitir a construção deste perfil, o documento apresenta o detalhamento dos conteúdos essenciais a serem trabalhados nestas disciplinas.

Destacamos que duas disciplinas específicas foram destinadas à evolução, uma denominada “Evolução” e contendo 4 créditos, e outra chamada “Evolução da Diversidade Biológica” contendo 2 créditos, totalizando 6 créditos de tratamento exclusivo da evolução biológica. Os conteúdos essenciais destas disciplinas são os seguintes:

Evolução:

“História da teoria evolutiva: lamarckismo, darwinismo, mutacionismo, teoria sintética, neutralismo. Origem e organização da variabilidade genética. Aplicação da genética de populações em estudos evolutivos. Seleção natural e alteração das frequências alélicas: conceituação e tipos. Deriva genética e migração na alteração da composição genética das populações. Evolução Molecular. A espécie na perspectiva evolutiva. Origem dos mecanismos de isolamento reprodutivo. Mecanismos de especiação.” (São Paulo, 2012, p. 42).

Evolução da Diversidade Biológica:

“História evolutiva da diversidade biológica: origem da vida e formação dos grandes grupos. Origem dos grupos dominantes. Evolução da Interação entre as espécies. Paleobiologia e Macroevolução: taxas de evolução e extinção, gradualismo e pontualismo, tendências macroevolutivas, origem dos grandes grupos. Origem e evolução do homem moderno.” (São Paulo, 2012, p. 42).

Podemos observar nos conteúdos essenciais da disciplina de “Evolução” elementos de história da biologia acerca do desenvolvimento histórico das teorias evolutivas, entretanto é evidente em praticamente todos os conteúdos selecionados um foco muito grande nos aspectos genéticos da teoria sintética da evolução, não contemplando aspectos mais complexos da síntese estendida, nem mesmo aspectos mais realistas como o papel das evidências da evolução presentes na paleontologia.

Os conteúdos essenciais da disciplina de “Evolução da Diversidade Biológica” acabam por abordar as questões mais próximas de uma concepção mais próxima do racionalismo complexo da evolução, incorporando a relação entre aspectos abstratos e concretos, como ao relacionar aos processos evolutivos os aspectos ecológicos das

interações entre as espécies em um tempo geológico, assim como trabalhar as questões macroevolutivas e outras que ainda são foco de debates dentro da teoria evolutiva. Entretanto cabe apontar que esta disciplina é restrita à apenas dois créditos, os quais não acreditamos serem suficientes para se trabalhar com o aprofundamento desejável questões tão complexas quanto às descritas em seus conteúdos essenciais.

Além destas duas disciplinas, foram apontados aspectos evolutivos como conteúdos essenciais nas seguintes disciplinas do núcleo mínimo: Microbiologia Básica; Etologia; Protista e Fungos; Sistemática de Primoplantae sem Sementes; Sistemática de Spermatophyta; Zoologia de Anamniota; Zoologia dos Amniota; Ecologia de Comunidades; e Paleontologia.

De modo geral a maioria das disciplinas as quais apresentam explicitamente conteúdos evolutivos dentro de seus conteúdos essenciais se concentram no eixo “Diversidade Biológica”, e apresentam uma concepção positivista da evolução, relacionando-a à aspectos concretos da diversidade dos seres vivos, mas buscando leis gerais que possam ser extrapoladas para os diferentes grupos de seres vivos e para justificar a diversidade biológica em geral.

Quanto às disciplinas mínimas e conteúdos essenciais da modalidade licenciatura, não houve um consenso durante a realização do Fórum, e não foram definidas disciplinas específicas para esta modalidade. Entretanto foram apresentados o perfil desejado do formando e os objetivos para a formação deste profissional:

“Após a realização do Fórum, quando dos trabalhos da Comissão Ampliada de Articulação, o Grupo de Estudos das Licenciaturas apresentou, através do delegado representante do Grupo, indicado pelo Fórum e membro da Comissão Ampliada, proposta de que o mínimo de 12 créditos específicos da

modalidade (além dos demais especificados pela legislação) deveria, no conjunto, permitir ao licenciado em Ciências Biológicas:

- *Compreender que o Ensino de Ciências Biológicas tem se constituído em uma área de pesquisa devido à complexidade entre a interface ciência e sociedade. Refletir sobre as mudanças sociais e políticas a epistemologia das Ciências e o desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicação. Aprofundar teoricamente as áreas que compõem a Educação em geral e em especial as Políticas Educacionais.*

- *Objetivos – Que o aluno seja capaz de:*

1. *Correlacionar estudos e compreender as categorias gerais da Educação: Ensino, Aprendizagem, Cultura Científica, Avaliação e Políticas Educacionais.*

2. *Relacionar os itens acima com conceitos biológicos.*

3. *Discutir a relação teoria e prática na formação de professores em Ciências e Biologia.* ”(São Paulo, 2012, p. 49).

Foi apresentada também uma proposta de conteúdos a serem contemplados no âmbito das disciplinas específicas da licenciatura divididos em três módulos de quatro créditos cada, sendo um referente ao “Ensino”, um à “Aprendizagem” e um às “Políticas em Educação”.

Conteúdos referentes ao módulo “Aprendizagem”: Conceituação da Psicologia enquanto ciência e suas relações com a Educação; Fundamentos da psicologia do desenvolvimento e da aprendizagem; Paradigmas sobre o desenvolvimento humano e aprendizagem e sua repercussão no trabalho docente; Introdução ao Behaviorismo (Thorndike e Watson); A teoria behaviorista de Skinner; A Epistemologia Genética de

Jean Piaget; Fatores responsáveis pelo desenvolvimento cognitivo e social; A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel; As contribuições de Novak e Gowin; Os mapas conceituais e o Vê epistemológico; A teoria sócio-histórica de Lev Semionovich Vygotsky; As contribuições de Luria e Elkonin; A atividade científica; Investigação e aprendizagem; Relatos de Pesquisas e Artigos científicos (iniciação científica, dissertações de mestrado, teses de doutorado): aproximações para uma psicologia aplicada em educação, as políticas educacionais e o ensino de ciências.

Conteúdos referentes ao módulo “Políticas em Educação”: Gestão democrática da Educação; Financiamento da Educação; A LDBEN: seu significado, seu processo de elaboração e seu conteúdo; A organização e estrutura administrativa do Sistema Nacional de Educação; A formação e atuação de professores; O Ensino Médio e a Educação Profissional; O Ensino Fundamental e a Educação de Jovens e Adultos; Relatos de Pesquisas e Artigos científicos (iniciação científica, dissertações de mestrado, teses de doutorado): em educação, políticas educacionais e o ensino de ciências.

Os conteúdos referentes ao módulo “Ensino” são: Natureza das Ciências Biológicas; Como os alunos aprendem Ciências/Como os professores devem atuar; Avaliação de Processos de Ensino e Aprendizagem; Objetivos do Ensino de Biologia; Objetivos do Ensino de Ciências; Evolução das propostas para o ensino de ciências; Características dos modelos de construtivistas de aprendizagem; Ensino por mudança conceitual; Ensino por pesquisa; **Ensino baseado na noção de perfil conceitual**; Aulas práticas; Trabalhos de campo; O livro didático;

Destacamos que nos conteúdos apresentados não é possível observar com clareza conteúdos que se integrem explicitamente aos conteúdos do núcleo específico

cabendo aos professores que desenvolverem estes conteúdos realizar tal integração. Os conteúdos que possivelmente mais permitam essa integração, ainda que de forma implícita, estão em sua maioria concentrados no módulo “Ensino”. Destacamos também dentro deste módulo, o conteúdo de “ensino baseado na noção de perfil conceitual”, noção esta criada por Mortimer (1995) e semelhante à ideia de perfil epistemológico, e que poderia ser muito produtiva à formação dos docentes se trabalhada de modo integrado às disciplinas do núcleo específico, sendo este um dos principais pontos deste trabalho.

Em suas considerações finais o relatório em questão aponta como responsabilidade dos Conselhos de Curso de cada unidade a organização e seriação do núcleo comum de disciplinas, bem como os mecanismos que permitam a interdisciplinaridade e efetiva articulação entre estas, se propondo a servir de referência para esta organização e para as futuras discussões acerca de reestruturações curriculares dos cursos.

Esta última declaração nos levanta a preocupação de se criar um distanciamento muito grande entre aquilo que é apregoado pelos documentos oficiais e a realidade dos cursos, como já se verificou em outros momentos e como as diversas pesquisas citadas acerca da formação de professores nos permitem concluir.

Neste sentido acreditamos na necessidade de um órgão específico e externo aos cursos e departamentos, que possa garantir a efetiva aplicação concreta daquilo que é previsto nos documentos oficiais, sendo de sua incumbência fiscalizar e criar os meios necessários para que isso aconteça, pensando numa didatização da biologia, a qual aproxime a pesquisa do ensino, entendendo também que este processo só é possível por

meio de uma saída política, conduzida por especialistas em ensino de biologia pautados em estudos e textos que embasem suas ações.

8 – NOSSA PROPOSTA PARA O ENSINO DE EVOLUÇÃO

Após nossa análise de alguns dos principais fatores que definem os currículos das licenciaturas em Ciências Biológicas, acreditamos que é clara e evidente a necessidade de se realizar uma integração da biologia e seus conteúdos na formação de professores, sendo vasta a quantidade de pesquisas e documentos oficiais que apresentam esta necessidade. Entretanto observamos que ainda que esta orientação geral de articulação da biologia pelo eixo evolutivo esteja a mais de meio século sendo apresentada, a realidade se mostra diferente, com a biologia e seu ensino ainda fragmentados nos mais diversos níveis, especialmente na formação de professores, que são a base do processo educacional. Como exposto anteriormente esta fragmentação dos conteúdos, bem como a maior parte dos problemas envolvendo o ensino de evolução na educação básica são diretamente relacionados à atuação do professor, e refletem os problemas na formação destes.

O distanciamento entre a teoria preconizada pelos documentos oficiais e a realidade da formação dos discentes que se faz presente na educação básica é mero reflexo do mesmo distanciamento que acomete a educação superior. Atribuímos este distanciamento entre a teoria e a realidade nos cursos de formação de professores de biologia em grande parte à ausência de definições claras e explícitas, assim como os PCNs o são para a educação básica, de como realizar tal integração.

Piolli e Dias (2004), afirmam que na grande maioria das escolas no país a Evolução Biológica não é de fato trabalhada como eixo articulador nas aulas, nos livros didáticos, nos exames vestibulares e nem mesmo no processo de reformulação curricular dos cursos superiores de Ciências Biológicas. Deste modo, em todas estas esferas do ensino a evolução é abordada apenas como mais um conteúdo isolado dentro da biologia.

Os estudos realizados com professores de biologia apontam que os próprios reconhecem graves deficiências em suas formações acadêmicas como colocado por Silva (2011, p. 106 - 107):

“Outra dificuldade a envolver o ensino de evolução no curso investigado está relacionada às deficiências na formação acadêmica, apontadas por alguns professores. De acordo com eles, existem dificuldades em trabalhar os conteúdos associados à evolução, ou mesmo ministrar disciplinas numa abordagem evolutiva, em função de que tais conteúdos sobre a evolução não foram devidamente contemplados durante sua formação ou foram trabalhados de forma insipiente, principalmente na graduação”

Em outro momento Silva (2011, p. 107) ainda complementa:

“Dos 18 professores entrevistados, oito afirmaram que não estudaram evolução e que as disciplinas da graduação não foram ministradas numa abordagem evolutiva; outros oito professores disseram que estudaram evolução em algum momento da graduação. Dentre esses, três citaram que tiveram apenas uma disciplina (denominada Evolução ou Biologia Evolutiva) que abordou o assunto isoladamente. Os outros cinco professores afirmaram que, além de ter uma disciplina específica, também tiveram outras disciplinas nas áreas de Genética, Botânica e Zoologia, cujos conteúdos eram trabalhados

numa abordagem evolutiva. Desses cinco professores, apenas um disse que cursou duas disciplinas que tratavam do conteúdo evolutivo (Evolução I e II)”

Dentre os professores entrevistados por Silva (2011), haviam professores formados em universidades de quatro estados diferentes (Rio Grande do Sul, São Paulo, Minas Gerais e Bahia), e também formados em épocas diferentes, num intervalo que se estende desde 1978 a 2005, o que confere um diagnóstico mais amplo da situação dos cursos de formação de professores de biologia, por não se restringir apenas ao estudo de um curso de graduação em específico, ou de cursos de uma mesma região. O autor ainda ressalta que:

“com base nessas informações, acreditamos que de certa forma, tais cursos apresentavam uma estrutura curricular semelhante, apresentando uma disciplina que tratava da evolução isoladamente e algumas outras que teciam articulações da evolução com as demais áreas da Biologia.” (Silva, 2011, p. 108).

Os professores entrevistados por Silva (2011) afirmaram que devido a tais problemas, estes têm uma formação insipiente que acarreta em dificuldades para trabalhar em sala de aula temas relacionados à evolução, assim como de ministrar conteúdos sob uma abordagem evolutiva.

Segundo Ayres (2005), as próprias Diretrizes Curriculares para os cursos de Licenciatura indicam uma especificidade da formação e da profissão dos docentes, logo, uma identidade própria independente dos cursos de bacharelado. Todavia, as Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas, sejam estes bacharelados ou licenciaturas, indicam uma aproximação entre ambos, apontando poucas especificidades e muitos pontos convergentes entre as duas modalidades.

Juntamente com estas contradições expostas por Ayres (2005), Meglhioratti (2009, p. 98) também apresenta alguns dos problemas encontrados no ensino superior dos cursos de ciências biológicas, dentre estes destacam-se:

“o desenvolvimento de pesquisas predominantemente de cunho experimental, sem a devida discussão de seus fundamentos epistemológicos; o isolamento de grupos de pesquisas dentro de subáreas do conhecimento biológico, sem a necessária articulação e diálogo entre estas; a ausência, em muitos cursos, de disciplinas específicas para discutir a natureza do conhecimento científico e biológico, auxiliando a percepção dos conceitos fundamentais da biologia e como eles se articulam em redes conceituais específicas.”

Esta tendência de fragmentação se faz presente em ambas as modalidades, bacharelados e licenciaturas, e impede a efetiva integração entre os núcleos pedagógicos e específicos desta última, além da não integração das várias disciplinas do núcleo específico, divorciando teoria e prática, pesquisa e ensino.

Algumas das consequências deste ensino fragmentado foram observadas por Licatti (2005), que ao entrevistar professores do ensino médio, observou que poucos destes evidenciaram a importância da evolução tanto para a biologia quanto para seu ensino. Rosa *et al.* (2002) também colocam como consequência da formação docente uma falta de clareza e entendimento acerca da evolução biológica, o que gera grande insegurança para os professores ministrarem este conteúdo, que por vezes até mesmo deixa de ser abordado, e quando o é, frequentemente favorece a formação de concepções alternativas e equivocadas que já se faziam presentes nos professores, cujas concepções são fragmentadas, impregnadas de ideologias e com distorções das informações científicas atualmente aceitas.

Frente a isso Licatti (2005) afirma que os processos de ensino-aprendizagem realizados nas salas de aula de biologia ainda são baseados na transmissão de conteúdos estanques, desconexos e descontextualizados, que são apresentados de forma superficial e reducionista pelos professores e que devem ser memorizados pelos alunos.

Outra consequência da formação deficiente dos professores e das concepções equivocadas que emergem disso é a insegurança apresentada pelos professores para lidar com as controvérsias e polêmicas as quais a evolução eventualmente suscita em sala de aula, especialmente nos conflitos entre as visões religiosas e científicas (Chaves, 1993; Daniel & Bastos, 2004, Tidon & Lewontin, 2004).

Ainda que autores como Mahner e Bunge (1996) afirmem de modo veemente a impossibilidade de uma síntese entre os conceitos científicos e religiosos, devido às incompatibilidades metafísicas, metodológicas, doutrinárias e atitudinais dessas duas áreas, é bastante frequente o sincretismo entre as concepções científicas e religiosas dos conceitos relacionados à evolução realizado por professores e alunos, criando-se assim obstáculos epistemológicos para o entendimento, tanto das teorias evolutivas, quanto da natureza da ciência e da biologia (Razera, 2000; Futuyma, 2002).

Segundo Carneiro (2004), o discurso dos professores é permeado por diferentes concepções ligadas a crenças religiosas, ao senso comum e às experiências pessoais, as quais tendem a reforçar as concepções alternativas dos alunos e a constituir obstáculos epistemológicos à compreensão da evolução (Zuzovsky, 1994; Crawford, *et al*, 2005). Bizzo (1991) aponta que estas concepções alternativas persistem mesmo após anos de instrução, e também tendem a criar uma visão finalista, teleológica e criacionista da diversidade biológica (Rosa *et. al.* 2002; Santos & Bizzo 2000).

Smith, Siegel e Mc Inerney (1995) reafirmam a necessidade de os professores possuírem bases sólidas do conhecimento acerca da evolução biológica e da natureza da ciência. Segundo estes autores, tais conhecimentos possibilitariam aos professores trabalhar o ensino de evolução de forma muito mais eficiente, possibilitando uma formação crítica aos estudantes em relação à ciência, além de que desta forma o professor deverá ser capaz de lidar facilmente com os embates e controvérsias gerados pelos alunos ao contraporem os conhecimentos científicos e religiosos.

Neste sentido concordamos com Smith, Siegel e Mc Inerney (1995), que o conhecimento aprofundado dos conteúdos relacionados à evolução e à natureza da ciência permitiria uma superação destas dificuldades e das inseguranças apresentadas pelos professores. Outrossim, uma formação inicial integrada e que articulasse as diferentes disciplinas do curso por meio da evolução permitiria que o professor fizesse o mesmo em suas aulas, e o tornaria menos dependente dos manuais didáticos, os quais mantêm os conteúdos isolados e frequentemente apresentam a evolução como um dos últimos temas a serem trabalhados, permitindo que muitas vezes este conteúdo não seja abordado pela falta de tempo (Cicilinni, 1991; 1997).

Os estudos realizados por Silva (2011) e Meglhioratti (2004; 2006; 2009) apontam que a principal dificuldade ou insegurança apresentada por professores de biologia em formação inicial ou continuada é justamente lidar com as crenças e concepções religiosas dos estudantes.

Para Meglhioratti (2004; 2006; 2009):

“A dificuldade de compreensão do conceito de evolução biológica tem sido um grande obstáculo para o Ensino de Biologia, algumas pesquisas têm

proposto que a utilização da história do conhecimento científico pode facilitar a superação dessas dificuldades”. (Meglhioratti, 2009, p. 98).

Silva (2012, p. 97), por sua vez, reforça a importância do conhecimento histórico e filosófico da evolução como meio de superar os problemas no ensino de evolução:

“O não domínio dos conteúdos referentes à evolução biológica por parte dos professores também se constitui em obstáculo para o seu ensino, pois os docentes não sentem segurança para abordar a teoria evolutiva em sala de aula, especialmente os embates existentes entre o evolucionismo e o criacionismo. Sendo assim, os aspectos históricos da construção e fundamentação do conceito de evolução, bem como questões relativas à natureza das ciências, são esvaziadas e a teoria evolutiva é desenvolvida como um produto finalizado e cuja ocorrência se deu no passado e não é observada no presente.”

Silva (2011, p. 106) complementa:

“Conhecendo a história das Ciências, tais professores poderão adquirir os seguintes conhecimentos: os problemas que originaram a construção do conhecimento científico; as dificuldades e os obstáculos epistemológicos que foram superados e que constituem uma ajuda significativa para compreender as dificuldades dos alunos (Bachelard, 1996); a evolução do conhecimento científico e como se articularam em corpos teóricos consistentes, mostrando que tal conhecimento não é definitivo e estático; as orientações metodológicas empregadas na construção do conhecimento, bem como os critérios de validação e aceitação das teorias científicas; as interações entre Ciência/Tecnologia/Sociedade associadas à construção do conhecimento científico e sua importância na tomada de decisões etc. (Gil-Pérez E Carvalho, 2000).”

Para Teixeira Leite (2004), a importância da perspectiva histórica no ensino de ciências é quase consenso, argumentando que a história da ciência, como conteúdo em si mesmo, representa um recurso para estimular o ensino, construir uma ideia da natureza científica mais próxima da considerada pelos filósofos da ciência contemporâneos e também pode atuar como mediador no entendimento dos conteúdos ao situá-los em contextos reais e concretos.

Além da abordagem histórica, Peduzzi (2001) ressalva a necessidade de embasamento teórico para a interpretação da natureza da ciência, que é fornecida pela filosofia da ciência, indicando uma indissociabilidade entre a história e filosofia das ciências para uma educação científica de qualidade.

Matthews (1994) aponta que provavelmente a maior contribuição da história da ciência no ensino seja a capacidade que esta tem de antecipar os obstáculos epistemológicos que podem ser encontrados durante o processo de ensino-aprendizagem, e a partir destes, permitir que se elaborem estratégias de ensino que abordem os debates históricos relativos ao obstáculo em questão, e tendo subsídios para superá-lo.

Desta forma Matthews (1990) apresenta uma ideia semelhante à de Bachelard (1996), no que se refere aos diferentes perfis epistemológicos em suas dimensões históricas e psicológicas, com as concepções ou perfis de um indivíduo recapitulando as mesmas concepções ou perfis predominantes em certa altura do desenvolvimento histórico do conceito em questão.

Meglhioratti (2004, p. 5) ao empreender uma revisão histórica da evolução, evidenciou este conceito como dinâmico, inacabado, social e histórico, e afirma que:

“[...] O conhecimento de como o pensamento evolutivo vem sendo elaborado ao longo da história permite uma compreensão aprofundada da natureza da ciência e elucida a coerência dos conceitos elaborados em cada época. A utilização do conhecimento histórico facilita o entendimento de conceitos construídos no passado de forma não preconceituosa, integrando-os a crenças e valores de determinada e ao paradigma no qual foram pensados.

Além de destacar o dinamismo da ciência, a História da Ciência pode contribuir para explicitar os obstáculos epistemológicos na formulação de um conceito e na compreensão do professor. Assim, realizaram-se aproximações entre categorias históricas levantadas a partir da revisão da construção do conceito de evolução biológica e as falas dos sujeitos. A compreensão das convergências entre idéias históricas e concepções dos professores pode subsidiar uma formação biológica que enfoque os pontos de dificuldades encontrados na compreensão do conceito de evolução biológica.”

Por isso acreditamos que para se superar os obstáculos frequentemente encontrados no ensino de evolução, e possibilitar um aprendizado efetivo, há de se compreender também a natureza e a história da Biologia. Sendo assim, de modo a permitir esta compreensão buscamos um referencial teórico que nos permitisse analisar e interpretar o desenvolvimento histórico desta ciência, em especial ao que tange às ideias evolutivas. Acreditamos que a biologia apresenta um desenvolvimento distinto de outras ciências naturais como a química ou a física, e por isso dificilmente poderia se enquadrar em um modelo de desenvolvimento científico como os propostos pelo filósofo norte-americano Thomas Kuhn ou pelo austríaco Karl Popper. Sendo assim encontramos na epistemologia de Gaston Bachelard uma possibilidade muito frutífera e coerente de interpretação da história da biologia através de sua noção de perfil conceitual. Pudemos observar que a biologia pode se enquadrar no modelo de

desenvolvimento por perfis epistemológicos proposto por Bachelard, com um desenvolvimento dos conceitos rumo a um aumento progressivo da racionalidade na concepção e aplicação dos mesmos.

Acreditamos também que a singularidade da teoria de Bachelard em identificar um mesmo padrão de desenvolvimento histórico e psicológico possibilita uma aproximação única entre a história e filosofia da ciência e sua aplicação no ensino, permitindo antecipar e identificar obstáculos epistemológicos e recorrer à história em busca de subsídios para superá-los.

Tabela 1 - Principais obstáculos para o ensino de evolução e as respectivas contribuições histórico-filosóficas bachelardianas para sua superação.

| Principais Problemas E Obstáculos Para O Ensino de Evolução | Contribuições Histórico-Filosóficas Sob A Perspectiva Bachelardiana |
|--|---|
| Dificuldades dos professores em lidar com as concepções religiosas dos alunos e as polêmicas decorrentes de tais conflitos. | Por meio da noção de perfil epistemológico o professor pode evitar os conflitos entre uma visão de mundo religiosa e uma visão científica, explicando ao aluno que ambas as concepções podem coexistir independentemente e que cabem a perfis epistemológicos distintos que devem ser utilizados e acessados em situações diferentes. |

| | |
|---|--|
| <p>Concepções alternativas por parte dos alunos, como visões finalistas, teleológicas, entre outras.</p> | <p>Ao se trabalhar o desenvolvimento das teorias evolutivas e os respectivos perfis que estas ocupam se evidenciam os motivos de tal classificação e os principais postulados e diferenças entre cada uma, assim como seu contexto de produção. Deste modo pode-se, por exemplo, expor o dedutivismo das teorias de Darwin, mostrando-a como uma teoria que não é preditiva e que, portanto não leva a um fim, e que concepções fixistas ou relativas à atuação de um ser superior pertencem a um perfil animista distante das atuais concepções evolutivas científicas.</p> |
| <p>Problemas na formação dos professores que não lhes fornecem conhecimentos suficientes acerca da evolução e não integram estes conhecimentos aos demais.</p> | <p>Ao se trabalhar o desenvolvimento histórico-filosófico das ideias evolutivas, se evidencia em cada perfil os elementos que se relacionam com os mesmos, como o importante papel da geologia e paleontologia na formação do perfil realista, e da anatomia, fisiologia e embriologia comparadas no perfil positivista, da genética e biologia molecular no perfil racionalista complexo, e da epigenética e evo-devo no perfil racionalista dialético. Assim a epistemologia de Bachelard pode contextualizar os conhecimentos das diversas disciplinas no desenvolvimento histórico da evolução e permitir uma efetiva integração e articulação dos conteúdos, além da integração dos conteúdos referentes à natureza da ciência e conteúdos pedagógicos possibilitando uma melhor formação aos licenciandos.</p> |
| <p>Ensino fragmentado e estanque dos conteúdos de biologia.</p> | <p>Uma formação como citada no item acima permitiria ao professor realizar uma integração dos conteúdos por meio da teoria evolutiva e sua história.</p> |

| | |
|--|---|
| <p>Falta de bases teóricas para se trabalhar história da ciência no ensino, criando uma história anedótica, descontextualizada e divorciada da natureza da ciência.</p> | <p>A epistemologia de Bachelard fornece bases teóricas para se interpretar o desenvolvimento da biologia evolutiva, contextualizando-o no zeitgeist da época para se construir o perfil epistemológico de cada estágio de desenvolvimento. Como para se caracterizar cada perfil epistemológico é necessário o conhecimento da natureza da ciência da respectiva época se torna possível contextualizar realmente cada teoria ou ideia evolutiva em cada época.</p> |
| <p>Manuais didáticos que trazem o conceito de evolução no final dos mesmos e como apenas mais um conteúdo a ser trabalhado</p> | <p>Como dito anteriormente, uma formação de qualidade para os professores possibilitaria a estes uma autonomia com relação ao livro didático, que serviria apenas de apoio à prática docente, e que poderia ser flexibilizado nas diversas situações de ensino-aprendizado, permitindo assim uma abordagem da evolução ao longo de todos os conteúdos presentes no mesmo e não a deixando restrita ao final.</p> |
| <p>Ensino de evolução restrito às ideias de Lamarck e Darwin e oposição entre ambos.</p> | <p>Com a devida contextualização necessária para se trabalhar a evolução sob a perspectiva bachelardiana se torna difícil a restrição das ideias evolutivas à Lamarck e Darwin, sendo necessárias a apresentação das ideias anteriores e posteriores a estes para a construção de um perfil epistemológico amplo, além da visão histórica bachelardiana evidenciar os aspectos comuns e as continuidades e rupturas do conhecimento evolutivo, impedindo uma visão maniqueísta de oposição entre estas duas figuras históricas.</p> |

| | |
|---|---|
| <p>Concepção genecêntrica biológica da evolução estritamente da evolução</p> | <p>Na construção dos perfis epistemológicos são abordadas diversas construções teóricas da evolução biológica, impedindo um foco exclusivo na Teoria Sintética da Evolução. Ademais, para se contemplar o perfil racionalista dialético se faz necessária a abordagem da Síntese Estendida, permitindo que as discussões contemporâneas em torno da expansão do quadro conceitual da evolução sejam incorporadas e abordadas no ensino, o que acreditamos ser uma das maiores contribuições do referencial bachelardiano para a formação de biólogos e professores de biologia.</p> |
|---|---|

Por meio de uma abordagem bachelardiana pode se superar a distância entre teoria e prática ao se identificar os mecanismos concretos para que se aplique efetivamente aquilo que é preconizado pelas leis, documentos oficiais e investigações acadêmicas, e conseguir se trabalhar as ciências biológicas unificadas e articuladas em seus conteúdos pelo eixo evolutivo e também integrada com os aspectos da epistemologia e natureza das ciências e com os conteúdos do ensino como o próprio aprendizado centrado na noção de perfil epistemológico ou conceitual. Esperamos que nossa revisão e análise da história das ideias transformistas e teorias evolutivas possa contribuir para estas discussões, e possa subsidiar o planejamento de diretrizes e orientações curriculares bem como a construção de projetos políticos pedagógicos de cursos superiores de ciências biológicas.

A aplicação da história e filosofia da ciência sob uma perspectiva bachelardiana para o ensino de evolução é possível em todos os níveis da educação em que se aborda a temática evolutiva, entretanto acreditamos que o foco de tal aplicação devem ser os cursos de formação inicial de biólogos e professores de biologia, de modo a se fazer

cumprir as diretrizes nacionais para estes cursos e a capacitar os professores para trabalharem o ensino de evolução na educação básica sob esta perspectiva.

Como nos indica Mortimer (1995; 2000), num ensino baseado no conceito de perfis epistemológicos, ou perfis conceituais como na terminologia utilizada por este autor, os estudantes devem entrar em contato com as abordagens científicas de um conceito, embasadas histórica e epistemologicamente, adquirindo então no processo de ensino-aprendizado novas zonas de perfil epistemológico sem abandonar as anteriores que já possuía. Por fim, para concretizar o processo de ensino-aprendizado discute-se com o aluno sua configuração epistemológica, tomando-se consciência do novo perfil e das diferentes aplicações de cada zona em cada situação, evitando conflitos e confusões de conteúdos distintos, porém integrados histórica e epistemologicamente.

9 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dessa análise histórica e de documentos da educação pudemos observar que a evolução passou por um longo processo desde a década de 1950 para ser considerada como um eixo capaz de unificar as ciências biológicas em todos os seus âmbitos, seja na pesquisa, seja no ensino.

Entretanto, ainda que atualmente esta postura seja assumida explicitamente nos documentos oficiais (ou fortemente recomendada por orientações curriculares como os PCNs), estudos apontam que a realidade da prática docente nos mais diversos níveis difere destas orientações. Seja na educação básica ou no ensino superior observamos que os conteúdos biológicos continuam sendo trabalhados de forma fragmentada,

estanque e descontextualizada. Estes estudos também investigaram as possíveis causas deste distanciamento entre teoria e prática, e um dos principais motivos apontados é a deficiência na formação, inicial e continuada, dos professores de biologia e ciências, por tanto acreditamos que uma forma de intervenção e superação deste quadro se encontre primariamente na formação de professores. Desta forma concordamos com a afirmação de Carvalho (1992), que o ensino superior precisa mais do que uma mudança no currículo, mas uma mudança de paradigma quanto à sua estruturação. Acreditamos que mais do que uma simples modificação curricular que indique a necessidade da adoção de um eixo articulador, são necessárias indicações de como proceder para que isto aconteça e se concretize de fato.

Sendo assim propomos que uma abordagem histórico-filosófica, sob um referencial bachelardiano, possibilita uma efetiva aplicação da evolução biológica como eixo articulador das disciplinas, além deste referencial também permitir uma articulação entre os aspectos teóricos da história e filosofia da ciência com os aspectos psicológicos individuais e educacionais.

O pesquisador brasileiro Eduardo Fleury Mortimer (1994; 2000) se apropriou das ideias de Bachelard para explicar como é possível um processo de ensino-aprendizagem através deste referencial. Sendo assim Mortimer introduz a noção de perfil conceitual, que para todos os fins se mantém muito semelhante à noção de perfil epistemológico bachelardiano aplicada à educação, como modelo teórico e ferramenta metodológica para analisar as ideias dos alunos acerca de conceitos científicos e a evolução conceitual em sala de aula. Esta noção fundamenta-se, assim como a teoria de Bachelard, na ideia de que coexistem, para cada indivíduo, diferentes formas de pensar um mesmo conceito, que compõem um perfil conceitual, cujas zonas representam aspectos próprios das diferentes formas de se compreender a realidade.

Assim, entende-se que, à medida que o aprendiz entra em contato com as abordagens científicas, ele adquire novas zonas de um perfil conceitual, ainda que não abandone a percepção cotidiana do conceito em questão. Para que o processo de aprendizagem seja eficaz, essa mudança deve ser acompanhada por uma tomada de consciência do aprendiz acerca de seu próprio perfil conceitual e do domínio de aplicação de cada zona.

Abordando-se a dimensão histórica do desenvolvimento das teorias transformistas e evolucionistas acreditamos ser possível a compreensão da natureza científica e filosófica destas teorias, caracterizando-se de forma mais completa a biologia evolutiva, permitindo assim uma visão mais crítica da ciência, bem como impedindo uma visão determinista e caricata da evolução, eliminando então diversos problemas encontrados nas concepções de professores e alunos referentes à evolução biológica, como por exemplo: Concepções estritamente genecêntricas; Ideias de teleologia e progresso dentro da evolução; A restrição da biologia evolutiva à Lamarck e Darwin e a assumida oposição entre eles; A interferência e associação de ideias religiosas e mitológicas às noções evolutivas; entre muitas outras como as apresentadas por Cicillini (1997, p. 190):

“Ao apresentar as teorias ou pesquisas realizadas pelos cientistas sobre esse assunto, os professores se reportaram a esses trabalhos no sentido de apresentá-los como certo ou errado. No caso específico dos trabalhos de Darwin e Lamarck os professores faziam menção aos trabalhos de Lamarck como um trabalho errado e aos de Darwin como correto. Quanto à teoria sintética da evolução – atualmente aceita pela comunidade científica – os professores a apresentam sem nenhuma consideração histórica. Também não apresentam aos alunos as teorias geradoras de polêmica”

Assim acreditamos que o referencial proposto por nós neste trabalho possa evidenciar a pluralidade filosófica da evolução biológica em seu desenvolvimento teórico, e concretizar um aprendizado significativo e consolidado ao apresentar aos professores em formação inicial os diferentes perfis epistemológicos e seus respectivos domínios de aplicação, enquanto estabelecendo a consciência dos diferentes perfis construídos histórica e psicologicamente.

Por fim esperamos que esta pesquisa possa também ser útil e se valer como material ou como referencial de auxílio na elaboração de documentos oficiais, recomendações curriculares e orientações para a prática docente na formação de professores de ciências e biologia.

10 – REFERÊNCIAS

ALEIXANDRE, M. P. J. Teaching evolution and natural-selection- a look at textbooks and teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, n. 31, p. 519-535, 1994.

ALMEIDA, J. C. S., A Crítica de Tito Lucrécio Caro Às Superstições Religiosas No Poema **De Rerum Natura**; *Revista Dialectus*, v. 2, n. 4, p. 1-12, Jan./Jun. 2014.

ALMEIDA, R. O. Noção de fotossíntese: Obstáculos Epistemológicos na Construção do Conceito Científico Atual e Implicações para a Educação em Ciência. *Candombá-Revista Virtual*, v. 1, n. 1, p. 16 – 32, jan – jun 2005.

ANDRADE, B. L.; ZYLBERSZTAJN, A.; FERRARI, N. As analogias e metáforas no ensino de Ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, n. 2, p. 231-245, 2002.

ARISTOTELES, *De generatione animalium*. Trad. Arthur Platt. In: SMITH, J. A.; ROSS, W. D. (eds). *The works of Aristotle translated into English*. v. 5. Oxford: Clarendon Press, 1912.

AYRES, A. C. M. As tensões entre a licenciatura e o bacharelado: a formação dos professores de Biologia como território contestado. In: MARANDINO, M. et al. *Ensino de Biologia: conhecimentos e valores em disputa*. Niterói: Eduff, 2005.

AZEVEDO, M. J. C. *Explicações teleológicas no ensino de evolução: Um estudo sobre os saberes mobilizados por professores de Biologia*. Niterói-RJ, 01/01/2007. Faculdade de Educação, Universidade Federal Fluminense (UFF) - Educação. Dissertação de Mestrado. 2007.

BACHELARD, G. *A Água e os sonhos: Ensaio sobre a imaginação da matéria*. 1998.

BACHELARD, G. *A filosofia do não*. (1940) São Paulo: Abril Cultural, 1978.

BACHELARD, G. *A formação do espírito científico*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BACHELARD, G. *A terra e os devaneios da vontade: ensaio sobre a imaginação das forças*. Tradução Paulo Neves da Silva. 1991.

BACHELARD, G. *O novo espírito científico* (1934). São Paulo: Abril Cultural, 1978.

BACHELARD, G. *Water and dreams*. Tese de Doutorado. University of Iowa. 1965.

BALDWIN, J. M. A new factor in evolution. *Am. Nat.*, v. 30, p. 354–451, 1896.

BALDWIN, J. M. Autobiography of James Mark Baldwin. Murchison, Carl. (Ed.) *History of Psychology in Autobiography*, v. 1, p. 1-30, 1930, Republished by the permission of Clark University Press, Worcester, MA.

BALDWIN, J. M. Mental development in the child and the race: Method and processes. *Macmillan Publishing* New York; v. xvi, p. 81-103, 1895.

BATESON, W. e SAUNDERS, E. R. 1902. Experiments in the physiology of heredity. Reports to the Evolution Committee of the Royal Society, n.1, p.1-160. In: R.C. PUNNETT (ed.), *Scientific Papers of William Bateson*. Cambridge: Cambridge University Press, 1928; New York, Johnson Reprint, 1971, vol. 2, p. 29-68.

BAYRAKDAR, M. Al-Jahiz and the rise of biological evolution. *Islamic Quart*, v. 21, p. 149-55, 1983.

BEREZUK, A. G. A Tênuê Linha de Haught Entre a Fé Cristã e a Ciência. *Cognitio- Estudos: revista eletrônica de filosofia*, p. 60-63 2011.

BIZZO N. M. V. Falhas no ensino de ciências. *Ciência Hoje* v. 159 p. 26-31. 2000

BIZZO, N. M. V. *Ensino de Evolução e História do Darwinismo*. 1991. 302f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

BOWLER, P. J. The Eclipse of Darwinism. *Johns Hopkins University Press*, 1983.

BRANDO, F. R.; CALDEIRA, A. M. Investigação sobre a identidade profissional em alunos de Licenciatura em Ciências Biológicas. *Ciência & Educação*, v. 15, n. 1, p. 155-174, 2009.

BRASIL, Conselho Nacional de Educação (CNE). Parecer n. 1301, de 06 de novembro de 2001. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas. Brasília, DF, 2001a.

BRASIL, Conselho Nacional de Educação (CNE). *Resolução n. 7, de 11 de março de 2002*. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas. Brasília, DF, 2002a.

BRASIL, *Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996*. Lei de Diretrizes e Bases da Educação, Brasília, DF, 1996.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação (CNE). *Parecer n. 15, de 1 de junho de 1998*. Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília, DF, 1998a.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação (CNE). Parecer n.5, de 4 de maio de 2011. Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília, DF, 2011

BRASIL. Conselho Nacional de Educação (CNE). *Resolução n. 1, de 3 de março de 2005*. Atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais Definidas pelo Conselho Nacional de Educação para o Ensino Médio e para a Educação Profissional Técnica de nível médio às disposições do Decreto n. 5.154/2004. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 11 mar. 2005.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação (CNE). *Resolução n. 3, de 26 de junho de 1998*. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 5 ago. 1998b.

BRASIL. *Decreto n. 2.208, de 17 de abril de 1997*. Regulamenta o parágrafo 2º do art. 36 e os art. 39 a 42 da Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as

diretrizes e bases da educação nacional. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 18 abr. 1997a.

BRASIL. MEC. *Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio Parte III - ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Secretaria da Educação Média e Tecnológica, Ministério da Educação, Brasília, 2001b.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. *Diretrizes Curriculares para os Cursos de Ciências Biológicas*. Brasília: Parecer no. CNE/CES 1.301, 2002b.

BRASIL. Ministério da Educação. *Orientações curriculares do ensino médio*. Brasília, DF, 2004.

BRASIL. *Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Volume 2) Secretaria de Educação Básica., Brasília : Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.

BRASIL. *Parâmetros curriculares nacionais : Ciências Naturais / Secretaria de Educação Fundamental*. . Brasília : MEC/SEF, 1998c.

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Fundamental Parte I – Ciências Naturais*. Brasília: Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. 1997b.

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília: Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. 1999.

BRASIL. PCN+ *Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. 2000.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC/SENTEC, 2002c.

BUENO, M. S. S. Orientações nacionais para a reforma do ensino médio: dogma e liturgia. *Cadernos de Pesquisa*, São Paulo: Fundação Carlos Chagas; Campinas: Autores Associados, n. 109, p. 7-23, mar. 2000.

CALVÉS, J. A. "Georges Cuvier: de la anatomía a la paleontología." *El Catoblepas*, n. 110, p.12, abril 2011.

CANGUILHEM, G. *Ideologia e racionalidade nas ciências da vida*. Edições 70, 1977.

CARNEIRO, A. P. N. *A evolução biológica aos olhos de professores não licenciados*. Florianópolis, 2004. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina. Dissertação de Mestrado.

CARNIATTO, I.; ARAGÃO, R. M. R. Investigação narrativa – a questão epistemológica no ensino de conteúdos conceituais, representacionais e processuais da Ciências/Biologia. Atas do *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Valinhos, SP, v. 2, 1999.

CARROLL S. B. Evo-devo and an expanding evolutionary synthesis: A genetic theory of morphological evolution. *Cell* v. 134 p. 25-36, 2008.

CARVALHO, A. M. P. Reformas nas licenciaturas: a necessidade de uma mudança de paradigma mais do que de mudança curricular. *Aberto*, v. 52, p. 51-63, 1992.

CASTLE, W. E. The laws of Galton and Mendel and some laws governing race improvement by selection. *Proc. Amer. Acad. Arts Sci.* n. 35, p. 233–242, 1903.

CASTRO, D. L.; SANTOS, M. B. O Animismo e as Representações como Obstáculos Epistemológicos ao Ensino de Química. In: *Anais da 35ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química*, 2012.

CHAUI, M. *Introdução à história da filosofia*. Volume II. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.

CHAVES, S. N. *Evolução de idéias e idéias de evolução: a evolução dos seres vivos na ótica de aluno e professor de Biologia do ensino secundário*. Faculdade de Educação, Universidade de Campinas, 1993. Dissertação de Mestrado.

CICILLINI, G. A. *Evolução Enquanto um Componente Metodológico para o Ensino de Biologia do 2º Grau: análise da concepção de evolução em livros didáticos*. Dissertação (Mestrado em Educação). 1991. 230f. Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, 1991.

CICILLINI, G. A. *Produção do conhecimento biológico no contexto da cultura escolar do ensino médio: a teoria da evolução como exemplo*. 1997. Tese (Doutorado) – UNICAMP, Campinas, São Paulo, 1997.

CRAWFORD, B.; ZEMBAL-SAUL, C.; MUNFORD, D.; FRIEDRICHSEN, P. Confronting prospective teacher's ideas of evolution and scientific inquiry using technology and inquiry-based tasks. *Journal of research in science teaching*, Hoboken, v. 42, n. 6, p. 613-637, aug. 2005.

CRICK, F. H. On protein synthesis. *Symposium of the Society of Experimental Biology*. v.12 p. 138-163, 1958.

CUNHA, L. A. Ensino médio e ensino técnico na América Latina: Brasil, Argentina e Chile. *Cadernos de Pesquisa*, São Paulo: Fundação Carlos Chagas; Campinas: Autores Associados, n. 111, dez. 2000.

CURY, C. R. J. A Educação Básica No Brasil. *Educ. Soc.*, Campinas, v. 23, n. 80, setembro, 2002.

D'AMARO, P. *A evolução humana - De onde viemos? Para onde vamos?* Editora Terceito Nome, 2006.

DAGONET, F. B. *Presses Universitaires de France*, Tradução de Alberto Campos. 1980.

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

DANIEL, E. A.; BASTOS, F. Concepções de futuros professores da Escola Básica sobre evolução dos seres vivos: implicações para a prática docente. *In: NARDI, R.; BASTOS, F.; DINIZ, R. E. S. Pesquisas em ensino de ciências: contribuições para a formação de professores*. 5 ed. São Paulo: Escrituras, 2004. Educação Para a Ciência.

DAROS, W. R. Charles Darwin: agnóstico y creyente. Enfoque epistemológico: El creer y sus razones. *Invenio*, v. 6, n. 10, p. 7-43, 2003.

DARWIN, C. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection*. New York, Hurst and Company, 1945.

DOBZHANSKY, T. *Genetics and the Origin of Species*. Columbia University Press, 193.

DOMINGUES, J. L. *et al.* A reforma do ensino médio: a nova formulação curricular e a realidade da escola pública. *Educação & Sociedade*, Campinas: UNICAMP; Campinas: CEDES, ano XXI, n. 70, abr. 2000.

EL-HANI, C. Between the cross and the sword: the crisis of the gene concept. *Genetics and Molecular Biology*, v. 30 n. 2 p. 297-307, 2007.

EL-HANI, C. N. Uma ciência da organização viva: organicismo, emergentismo e ensino de biologia. In: Silva Filho, Waldomiro et al. (Orgs.). *Epistemologia e ensino de ciências*. Salvador, BA: Arcádia, v. 1 p.199-242, 2002.

EL-HANI, C. N.; EMMECHE, C. On some Theoretical grounds for an organism-centered biology: property emergence, supervinience and downward causation. *Theory in Biosciences*, Jena, v. 119 p. 234-275, nov.2000.

ETXEERRIA, A.; UMEREZ, J. Organismo y Organización em La Biología Teórica Vuelta al organicismo 50 años después? *Ludus Vitalis*, México, v. 15 n. 26 p. 3-38, 2006.

FALK, R. What is a gene? *Studies in the History and Philosophy of Science*, v. 17 p.133-173, 1986.

FARIA, F. F. de A. Peter Lund (1801-1880) e o questionamento do catastrofismo. *Filosofia e História da Biologia*, v. 3, p. 139-156, 2008.

FARIA, F. *Georges Cuvier: do estudo dos fósseis à paleontologia*. São Paulo: Associação Filosófica Scientia Studia / Editora 34, 2010.

FELTZ, B. Le réductionnisme e embiologie. Approches historique et épistemologique. *Revue Philosophique de Louvain*, Belge/France, v. 93 p. 9-32, 1995.

FERREIRA, M. A. *Transformismo e Extinção: De Lamarck a Darwin*. Tese de doutorado, 2007.

FERRETI, C. J.; SILVA, J. J. R. *Trabalho, formação e currículo: para onde vai a escola?* São Paulo: Xamã, 1998.

FISHER, R. A. *The Genetical Theory of Natural Selection*. Oxford University Press, 1930.

FRIGOTTO, G.; CIAVATA, M. (Org.). *A experiência do trabalho e a educação básica*. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.

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

FUTUYMA, D. J. *Evolução, Ciência e Sociedade*. Edição exclusiva do 48º Congresso Nacional de Genética. São Paulo: Sociedade Brasileira de Genética, 2002. Disponível em: http://www.sbg.org.br/ebook/Novo/ebook_evolucao.pdf

GARCIA, J. F. M. *A produção de sentidos no contexto de uma aula de ciências sobre adaptação biológica mediada por um desenho de animação*. 2009. 108f. Dissertação (Mestrado em Educação; Área de Concentração em Educação e Ciências) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2009.

GOEDERT, L. *A formação do professor de Biologia na UFSC e o ensino de Evolução Biológica*. Programa de Mestrado em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, 2004. Dissertação de Mestrado.

GOEDERT, L. DELIZOICOV, N. C. ROSA, V. L. A formação de professores de Biologia e a prática docente – O ensino de evolução. *Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)*. Bauru, SP: ABRAPEC, 2003.

GOLDSCHMIDT, V. Tempo histórico e tempo lógico na interpretação dos sistemas filosóficos. *A religião de Platão*, v. 2, p. 142-143, 1963.

GOODWIN, B. How the Leopard Changed its Spots: the evolution of complexity. *Touchstone*, 1994.

GOULD, S. J. *The Structure of Evolutionary Theory*. Harvard University Press, 2002.

GUIMARÃES, M. A. *Cladogramas e Evolução no Ensino de Biologia*. São Paulo-SP, 01/09/2005. Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp-Bauru) - Educação para a Ciência. Dissertação de Mestrado. 2005.

GUTMANN, M.; NEUMANN-HELD, E. The theory of organism and the culturalist foundation of biology. *Theory in Biosciences*, Jena. v. 119 p. 276-317, nov. 2000.

HAECKEL, E. *História da criação natural ou doutrina científica da evolução*. Tradução de Eduardo Pimenta. Porto, Lelo & Irmão Editores, 1961.

HALDANE. J. B. S. The time of action of genes, and its bearing on some evolutionary problems. *American Naturalist*, v. 66 p. 5-24, 1932.

HANDSCHUH S.; MITTEROECKER, P. Evolution - The Extended Synthesis. A research proposal persuasive enough for the majority of evolutionary biologists? Book Review, *Human Ethology Bulletin*, 2012.

HARDY, G. H. Medelian proportions in a Mixed Population (1908). IN: PETER, J. (Ed.). *Classic Paper in Genetics*. New Jersey: Prentice-Hall, 1968.

HOOKE, R. Micrographia. London: J. Martyn and J. Allestry, *The Posthumous Works*, v. 3. 1665.

HOOKE, R. *Micrographia*. New York: Dover Phoenix Editions, 2003

HULL, D. L. *Filosofia da ciência biológica*. Zahar, 1975.

HUXLEY, J. *Evolution – The Modern Synthesis*, London: George Allen e Unwin Ltd, Great Britain, 1942.

JABLONKA, E.; LAMB, M. J. Soft inheritance: challenging the modern synthesis. *Genet. Mol. Biol.* V. 31 p.389–395, 2008.

JABLONKA, E.; M. LAMB. Evolution in four dimensions: genetic, epigenetic, behavioral, and symbolic variation in the history of life. *MIT Press*, Cambridge, MA., 2005.

JABLONKA, E; LAMB, M. Lamarckian mechanism in darwinian evolution. *Erytan Tends in Ecology & Evolution*, v. 13, n. 5. May 1998.

JEFFERY, K. R.; ROACH, L. E. A study of the presence of evolutionary protoconcepts in pre-high-school textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, n. 31, p. 507-518, 1994.

JOHANNSEN, W. O. Conception do Genotype do Heredity. *The American Naturalist*, v.45, n.531, p.129-159, 1911.

KELLER, E. F. O Século do Gene. *Editora Crisalida*, 2002.

KELLER, E. F. The century of the gene. *Harvard University Press*, 2000.

KEMPER, A. *Evolução Biológica e as revistas de divulgação científica: Potencialidades e limitações para o uso em sala de aula*. Brasília-DF, 01/03/2008. Universidade de Brasília (UnB) - Educação. Dissertação de Mestrado. 2008.

KRASILCHIK, M. *O professor e o currículo de Ciências*. São Paulo: EPU, 1987.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. *São Paulo em perspectiva*, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

KUENZER, A Z. *Ensino médio e profissional: as políticas do Estado neoliberal*. São Paulo: Cortez, 1997.

KUENZER, A. Z. O ensino médio agora é para a vida: entre o pretendido, o dito e o feito. *Educação & Sociedade*, Campinas: UNICAMP; Campinas: CEDES, ano XXI, n. 70, abr. 2000.

KUHN, T. The structure of scientific revolutions. *Univ. of Chicago Press*, 1970.

LAMARCK, J. B. *Philosophie zoologique*. Paris: Libraire Schleicher Freres. v. 1, 1907.

LAMARCK, J. B. *Zoological Philosophy*. An exposition whith regard to the natural history of animals. [1809]. London : Macmillan and Co., Limited,. 1914.

LAURENT, G. Un neo-Lamarckien américain, Edward Drinker Cope (1840-1896) *Révue de Synthèse* v. 95-96 p. 297-309, 1979

LERNER, L. S. Good and bad science in US schools. *Nature*, v. 407, n. 6802, p. 287-290, 2000.

LEWONTIN, R. A Tripla Hélice: gene, organismo e ambiente. *Companhia das Letras*, p.138, 2002.

LEWONTIN, R. Adaptation. *Scientific American*, v. 249 p. 212-222, 1978.

LEWONTIN, R. Biologia como ideologia: a doutrina do DNA. *FUNPEC-RP*, 2000.

LICATTI, F.; DINIZ, R. E. S. Concepções de professores de Biologia sobre o Ensino de Evolução Biológica em nível médio. *Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 5, 2005: Bauru/SP....Bauru: ABRAPEC, 2005. CD ROM.

LICATTI, F.; DINIZ, R. E. S. O Ensino de Biologia no nível médio: investigando concepções de professores sobre Evolução Biológica. *Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, ano 5, 2005: Bauru, SP. ABRAPEC, 2005.

LIPPE, E. M. O. BASTOS, F. Formação inicial de professores de biologia: fatores que influenciam o interesse pela carreira do magistério. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 6, 2007, Florianópolis. *Anais...*Florianópolis: ABRAPEC, 2007.

LUCENA, D. P. *Evolução Biológica pelo modo não-tradicional: Como professores de ensino médio lidam com esta situação?*Bauru-SP, 01/09/2008. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp-Bauru) - Educação para a Ciência. Dissertação de Mestrado.

LUCRÉCIO. *Da natureza*. Tradução e notas de Agostinho da Silva. São Paulo: Abril Cultural, p. 21-135, 1980.

LUDKE, M. & ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo, *Editora Pedagógica e Universitária*, p.99, 1986.

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 3º ano do ensino médio*. São Paulo-SP, 01/08/2007. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP) - Ciências da Religião. Dissertação de Mestrado. 2007.

MAHNER, M; BUNGE, M. Is religious education compatible with science education? *Science & Education*, v. 5 n. 2, p. 143-153, 1996.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. *Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos*. São Paulo: Cortez, 2009.

MARCELOS, M. F. *Analogias e metáforas da árvore da vida, de Charles Darwin, na prática escolar*. 2006. 202 f. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2006.

MARCELOS, M. F; NAGEM, R. L. A árvore da vida no cotidiano de professores de biologia: concepções e práticas. *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 6. Atas...Florianópolis, ABRAPEC, 2007.

MARQUES, C. A.; PEREIRA, J. E. D. Fóruns das licenciaturas em universidades brasileiras: construindo alternativas para a formação inicial de professores. *Educação e Sociedade*, Campinas, v. 23, n. 78, p. 171-183, 2002.

MARTINS, A. M. Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Avaliação de Documento. *Cadernos de Pesquisa*, São Paulo: Fundação Carlos Chagas; Campinas: Autores Associados, n. 109, p. 67-87, mar. 2000.

MARTINS, L. A. P. “*Materials for the study of variation*” de William Bateson: Um ataque ao Darwinismo? 2006.

MARTINS, L. A. P. *A Herança De Caracteres Adquiridos Nas Teorias “Evolutivas” Do Século Xix, Duas Possibilidades: Lamarck E Darwin.* 1996.

MARTINS, L. A. P. A história da ciência e o ensino da genética e evolução no nível médio: um estudo de caso. *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino.* São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.

MARTINS, L. A. P. *A teoria cromossômica da herança: proposta, fundamentação, crítica e aceitação.* 1997. 720f. Tese (Doutorado). Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

MARTINS, L. A. P. Como pesquisar sobre história da biologia: alguns pontos importantes. *Boletim de História e Filosofia da Biologia* 2, v. 2, n. 4, 2008.

MARTINS, L. A. P. História da Ciência: objetos, métodos e problemas. *Ciência & Educação*, v. 11, n. 3. p. 305-17, 2005.

MARTINS, L. A. P. História e História da Ciência: encontros e desencontros. In: *Congresso Luso-Brasileiro De História Da Ciência E Da Técnica, 2000, Évora. Actas...* Évora: Centro de Estudos de História e Filosofia da Ciência da Universidade de Évora, 2000.

MARTINS, L. A. P. *Nos tempos de Lamarck: O que ele realmente pensava sobre evolução orgânica.* 1997.

MARTINS, L. A. P., MARTINS, R. A. Lamarck's method. *Trans/Form/Ação*, v. 19, p. 115-140, 1996.

MARTINS, R. A. Robert Hooke e a pesquisa microscópica dos seres vivos. *Filosofia e História da Biologia*, v. 6, n. 1, p. 105-142, 2011.

MATOS, A. H. *O Sensacionismo de Fernando Pessoa em Água Viva de Clarice Lispector*. Dissertação de Mestrado, 2011.

MATTHEWS, M. R. *Science Teaching: The role of History and Philosophy of Science*. Nova York: Routledge, 1994.

MAYR, E. *Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica*. Trad. Marcelo Leite. Companhia das Letras, p. 266, 2005.

MAYR, E. *Desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança*. Brasília: Editora da UnB, 1998.

MAYR, E., PROVINE, W. B. *The Evolutionary Synthesis. Perspectives on the Unification of Biology*. Harvard University Press, 1980.

MEDEIROS, G. L. Natureza E Naturezas Na Construção Humana: Construindo Saberes Das Relações Naturais E Sociais. *Ciência & Educação*, v.8, n.1, p.71 – 82, 2002.

MEGLHIORATTI, F. A. *História da construção do conceito de evolução biológica: possibilidades de uma percepção dinâmica da ciência pelos professores de Biologia*. Faculdade de Ciências. Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2004. Dissertação de Mestrado.

MEGLHIORATTI, F. A. *O Conceito De Organismo: Uma Introdução À Epistemologia Do Conhecimento Biológico Na Formação De Graduandos De Biologia Faculdade de Ciências*. Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2009. Tese de Doutorado.

MEGLHIORATTI, F. A.; CALDEIRA, A. M.; BORTOLOZZI, J. Recorrência da ideia de progresso na história do conceito evolução biológica e nas concepções de professores de biologia: interfaces entre produção científica e contexto sócio-cultural. *Filosofia e História da Biologia*, v.1, p. 107-123, 2006.

MELLO, A. C. *Evolução Biológica: Concepções de alunos e reflexões didáticas*. Porto Alegre-RS, 01/03/2008. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS) - Educação em Ciências e Matemática. Dissertação de Mestrado. 2008.

MELLO, A. C. Formação Inicial De Professores Para A Educação Básica: Uma (Re)Visão Radical São Paulo Em Perspectiva, v. 14 n. 1, 2000.

MELLO, E. L. *Ultradarwinismo em K. R. Popper e B. F. Skinner*. Tese de doutorado, 2013.

MEYER, D.; EL-HANI, C. N. *Evolução: o sentido da biologia*. São Paulo: Editora Unesp, 2005.

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*. Rio de Janeiro: Relume Damará, 2000.

MOEHLECKE, S. O ensino médio e as novas diretrizes curriculares nacionais: entre recorrências e novas inquietações. *Revista Brasileira de Educação* v. 17 n. 49 jan.-abr. 2012.

MORGAN, T. H. Sex Limited in herance in *Drosophila*. [1910]. IN: PETER, J. (Ed.). *Classic Paper in Genetics*. New Jarsey: Prentice-Hall, 1968.

MORTIMER, E. F. Conceptual change or Conceptual Profile change? *Science & Education*, v. 4, n. 3, p. 267, 1995.

MORTIMER, E. F. *Evolução do atomismo em sala de aula: mudança de perfis conceituais*. 1994. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1994.

MORTIMER, E. F.. *Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências*. Belo Horizonte: Editora UFMG. 2000.

MÜLLER G. B. Evo-devo: extending the evolutionary synthesis. *Nature reviews. Genetics* v. 8 p. 943-949, 2007.

NASCIMENTO JÚNIOR, A. F. Fragmentos do Pensamento Idealista na História da Construção das Ciências da Natureza. *Revista Ciência e Educação*, v. 7, n. 2, p. 265-285, 2001.

NASCIMENTO, A. F. *Construção de Estatutos de Ciência Para a Biologia Numa Perspectiva Histórico-Filosófica: uma abordagem estruturante para seu ensino*. 2010 437f. Tese (Doutorado em Educação Para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2010.

NICHOLS, H. Prof. Baldwin's" New Factor in Evolution." *American Naturalist*, p. 697-710, 1896.

OLEQUES, L. C. *Evolução biológica: percepções de professores de Biologia de Santa Maria, RS*. 2010. 78 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2010.

OLIVEIRA, G. S.; BIZZO, N. Ciência, religião e evolução biológica: atitudes de estudantes do Ensino Médio. *Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Florianópolis, SC, ABRAPEC, 2009.

OLIVEIRA, T. B.; CALDEIRA, A. M. A. *Processo de evolução biológica em um Grupo de Pesquisa em Epistemologia da Biologia (GPB)*: A contribuição de discussões epistemológicas para o Ensino de Biologia.

PACHECO, R. B. C., OLIVEIRA, D. L. O homem evoluiu do macaco? Equívocos e distorções nos livros didáticos de Biologia. In: *VI Encontro de Perspectivas do Ensino de Biologia. Anais*. São Paulo: FEUSP, 1997.

PAGAN, A. A. *Ser (animal) humano: evolucionismo e criacionismo nas concepções de alguns graduandos em Ciências Biológicas*. 2009. 228 f. Tese (Doutorado em Educação; Área de Concentração em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de São Paulo, São Paulo. 2009.

PEARSON, K. Mathematical contributions to the theory of evolution. XI. On the influence of natural selection on the variability and correlation of organs. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Ser. A* 200, p. 1–66, 1903.

PEDUZZI, L. O. Q. *Sobre a utilização didática da História da Ciência*. In: PIETROCOLA, M (org.). *Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia*. Florianópolis: EDUFSC, 2001.

PENA, F. L. A.; RIBEIRO, A.. O uso didático da história da ciência após a implementação dos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio (PCNEM): Um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas publicadas em periodicos

nacionais especializados em ensino d. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 26, n. 1, p. 48-65, 2009.

PEREIRA, J. E. D. As licenciaturas e as novas políticas educacionais para a formação docente. *Educação e Sociedade*, ano XX, n. 68, dez.1999.

PHILLIPS, B. S. Pesquisa social: estratégias e táticas. Rio de Janeiro, *Livraria Agir Editora*, 1974.

PIGLIUCCI, M. An Extended Synthesis for Evolutionary Biology. *Ann NY AcadSci*, v. 1168 p. 218-228, 2009.

PIGLIUCCI, M. Do we need an extended evolutionary synthesis? *Evolution*, v. 61 p. 2743–2749, 2007.

PINHEIRO, N. A. M. SILVEIRA, R. M. C. F. BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia E Sociedade: A Relevância Do Enfoque Cts Para O Contexto Do Ensino Médio. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

PIOLLI, A.; DIAS, S. *Escolas não dão destaque à evolução Biológica*. 2004. Disponível em: <<http://www.consciencia.com.br>>. Acesso em: 25 de novembro de 2014.

PLATNICK, N. I.; ROSEN, D. E. Popper and evolutionary novelties. *History Philos. Life Sciences* v. 9 p. 5–16, 1987.

POPPER, K. Autobiografia Intelectual. Trad. Leonidas Hegenberg e Octanny Silveira da Motta, São Paulo: *Editora Cultrix*, Editora da Universidade de São Paulo, 1977.

POPPER, K. *The Logic of Scientific Discovery*, New York and Evanston: Harper Torchbooks, 1968.

PORTER, R. *Das tripas coração: uma breve história da medicina*. Rio de Janeiro: Record, 2004.

RAZERA, J. C. C. *Ética em assuntos controvertidos no ensino de Ciências: perspectivas ao desenvolvimento moral nas atitudes que configuram as controvérsias entre evolucionismo e criacionismo*. Bauru, 2000. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista. 2000.

REVERSI, L. F; CALUZI, J. J. A importância da pesquisa histórica na proposição de uma Síntese Evolutiva Estendida. *Anais do Encontro de História e Filosofia da Biologia*, 2013.

RIBBECK, G. *Tito Lucrécio Caro*. 2. ed. São Paulo: Abril Cultural – *Os Pensadores*, 1980.

RITVO, L. *A influência de Darwin sobre Freud: um conto de duas ciências*. Tradução de Júlio César Castañon Guimarães. Rio de Janeiro, Imago, 1992.

RODRIGUES, M. F. *Da racionalidade técnica à “nova” epistemologia da prática: a proposta de formação de professores e pedagogos nas políticas oficiais atuais*. 2005. Dissertação de Mestrado.

ROSA, V.; MUNIZ, E. C. N.; CARNEIRO, A. P. C.; GOEDERT, L. O tema Evolução entre professores de Biologia não Licenciados – Dificuldades e Perspectivas. In: *VIII Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia. Anais*. São Paulo: USP, 2002.

RUIZ-MIRAZO, K.; ETXEBERRIA, A.; MORENO, A.; IBÁÑEZ, J. Organism and their place in biology, *Theory in biosciences*, v. 119 n. 3-4 p. 209-233, 2000.

SACRISTAN, G. J. –“Currículo: os conteúdos do ensino ou uma análise da prática?” In: Gimeno Sacristan, J. y Pérez Gomes, A. I. *Compreender e transformar o ensino*. Porto Alegre: Artmed, 4ª ed., p. 119-148, 1998.

SANTOS, C. S., BIZZO, N. M. V. O ensino e a aprendizagem de Evolução Biológica no cotidiano da sala de aula. In: *VII Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia. Anais*. São Paulo: USP, 2000.

SÃO PAULO. *Diretrizes para os cursos de graduação da Unesp – Ciências Biológicas: estudos resultantes do processo de articulação e integração dos cursos de Ciências Biológicas da Unesp / Maria de Lourdes Mendes Vicentini Paulino [e] Guaracy Tadeu Rocha*. – São Paulo : Universidade Estadual Paulista, Pró-Reitoria de Graduação, 2012. 82 p. (Diretrizes para os cursos de graduação da Unesp, v. 3) Disponível *on-line* em: <<http://www.unesp.br/prograd>>.

SAVIANI, D. *As Concepções Pedagógicas Na História Da Educação Brasileira*; Texto elaborado no âmbito do projeto de pesquisa –“*o espaço acadêmico da pedagogia no Brasil*”, financiado pelo CNPq, para o –projeto 20 anos do Histedbr”. Campinas, 25 de agosto de 2005.

SAVIANI, N. Currículo – Um Grande Desafio Para O Professor, *Revista de Educação*. n. 16. São Paulo, 2003.

SCHLICHTING, C. D., & M. PIGLIUCCI. Phenotypic evolution, a reaction norm perspective. *Sinauer*, Sunderland, MA, 1998.

SCHREY, A. W.; RICHARDS, C. L.; MELLER V.; SOLLARS, V.; RUDEN, D. M. The Role of Epigenetics in Evolution: The Extended Synthesis. *Genetics Research International*, 2012.

SEPULVEDA, C.; MEYER, D.; EL-HANI, C. N. Adaptacionismo. In: Abrantes, P. (Org.). *Filosofia da biologia*. Porto Alegre: Artmed, 2011.

SILVA C. F. S. & LOPES J. Análise Documental Da Produção Acadêmica Brasileira Sobre O Ensino De Evolução (1990-2010): Caracterização E Proposições. *Investigações em Ensino de Ciências* – v.18 n. 2, p. 505-521, 2013.

SILVA, C. S. F. *A evolução biológica no ensino médio no Estado de São Paulo: competências curriculares, orientações didáticas e indicadores de aprendizagem*. Dissertação de Mestrado Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, SP, Brasil. 2012.

SILVA, M. G. B. Um Estudo Sobre A Evolução Biológica Como Eixo Norteador Do Processo De Formação Do Professor De Biologia. Dissertação de Mestrado Universidade Federal Da Bahia Universidade Estadual De Feira De Santana, Salvador, BA, 2011.

SILVA, V. R.; SILVA, M. G.; SANTOS, L. B. O. Proposta pedagógica do PROFAE na perspectiva dos enfermeiros instrutores. *Revista Brasileira de Enfermagem*, v. 58, n. 3, p. 284-289, 2005.

SIMON, M. N. Acomodação fenotípica e acomodação genética: evidências e questões não resolvidas em macroevolução. *Revista da Biologia* v. 6 p. 1-5, 2010.

SLACK, J. M. W. Conrad Hal Waddington: the last Renaissance biologist? *Nature Reviews/ Genetics*, v. 3, November, p.889-895, 2002.

SLONGO, I. I. *A produção acadêmica em Ensino de Biologia: um estudo a partir de teses e dissertações*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil. 2004.

SMITH, M. U.; SIEGEL, H.; MCINERNEY, J. D. Foundational Issues in Evolution Education. *Science and Education*. v. 4, p. 23-46, 1995.

SMOCOVITS, V. B. *Unifying Biology: the evolutionary synthesis and evolutionary Biology*. Princeton University, 1996.

SOARES, J. L. Dicionário etimológico e circunstanciado de biologia. São Paulo: Scipione. 1993.

SOARES, M. B.; MACIEL, F. (Eds.) *Alfabetização*. Brasília: MEC/Inep/Comped. 2000.

SOARES, R. C. *A Epistemologia Pós-Darwiniana de Sir Karl Popper*. Dissertação de Mestrado. 2007.

SOUZA, A. P. et al. *Para Ler Hegel*. 2010

SWARTS, F. A.; ANDERSON, O. R.; SWETZ, F. J. Evolution in secondary-school Biology textbooks of the PRC, the USA, and the latter stages of the USSR. *Journal of Research in Science Teaching*, n. 31, p. 475-505, 1994.

SZYFMAN, L. *Jean-Baptiste Lamarck et son époque*. Masson, 1982.

SZYFMAN, L. *Remarques sur La méthodologie de Jean Baptiste Lamarck*. In: SCHILLER, J. (Ed.) *Colloque international Lamarck*. Paris: Blanchard, p.243-60, 1971.

TEIXEIRA LEITE, M. L. F. T. *Muito além da Dolly: as "novidades científicas" em sala de aula*. Niterói-RJ, 01/08/2004. Faculdade de Educação, Universidade Federal Fluminense (UFF) - Educação. Dissertação de Mestrado. 2004.

TEIXEIRA, P. M. M. *Pesquisa em Ensino de Biologia no Brasil (1972-2004): um estudo baseado em dissertações e teses*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil. 2008.

TIDON, R. ; LEWONTIN, R. C. Teaching Evolutionary Biology. *Genetics and Molecular Biology*, Brasil, v. 27, n. 1, p. 124-131, 2004.

TIDON, R.; VIEIRA, E. O ensino da evolução biológica: um desafio para o século XXI. *ComCiência*, n. 107, 2009.

TORT, A. C., NOGAROL, F. "*Reverendo o debate sobre a idade da Terra: um texto para professores do ensino médio e universitário*". Material instrucional associado à dissertação de mestrado de Felipe Nogarol, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2012.

TRIPICCHIO, A. C. C. L. *Fixismo e Evolução: Epistemologia da Biologia*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Depto. de Filosofia do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Estadual de Campinas, 2005.

VASCONCELOS, S. D.& LIMA, K. E. C. O Professor De Biologia Em Formação: Reflexão Com Base No Perfil Socioeconômico E Perspectivas De Licenciandos De Uma Universidade Pública. *Ciência & Educação*, v. 16, n. 2, p. 323-340, 2010

WADDINGTON, C H. Canalisation of development and the inheritance of acquired characters. *Nature*, n.150, p.563–565, 1942.

WADDINGTON, C.H. Genetic assimilation. *Advances in Genetics*, v.10, 257–290, 1961.

WAIZBORT, R. Teoria social e biologia: perspectivas e problemas da introdução do conceito de história nas ciências biológicas. *História, Ciências, Saúde. Manguinhos*, v. VIII n.3, p. 632-53, set.-dez. 2001.

WATSON, J. D.; CRICK, F. H. C. Molecular Structure of Nucleic Acid. [1953]. IN: PETER, J. (Ed.). *Classic Paper in Genetics*. New Jersey: Prentice-Hall, 1968.

WEBSTER, G.; GOODWIN, B. C. A Structuralist Approach to Morphology. *Rivista di Biologia*, v. 92 p. 495-498, 1999.

WEST-EBERHARD, M. J. Developmental plasticity and evolution. *Oxford Univ. Press*, Oxford, England. 2003.

WEST-EBERHARD, M. J. Phenotypic plasticity and the origins of diversity. *Annu Rev EcolSyst* v. 20 p. 249–278, 1989.

WRIGHT S. The roles of mutation, in breeding, crossbreeding and selection in evolution. *Proceedings of the Sixth International Congress of Genetics*, v. 1 p. 356-366, 1932.

YOUNGSON, N. A., WHITELOW E. Transgenerational epigenetic effects. *Annu. Rev. Genomics Hum. Genet.*, v. 9 p. 233–257, 2008.

YULE, G. U. Mendel's laws and their probable relation to intra-racial heredity. *New Phytol.* n.1, p. 193–207, 1902.

YULE, G. U. On the theory of inheritance of quantitative compound characters on the basis of Mendel's Laws — A preliminary note. p. 140–142. IN: *Rep. Third Int. Conf. Genetics*. Spottiswoode, London. 1906.

ZIBAS, D. M. L. A reforma do ensino médio nos anos 1990: o parto da montanha e as novas perspectivas. *Revista Brasileira de Educação*, Rio de Janeiro, n. 28, p. 24-36, 2005.

ZIBAS, D. M. L. Refundar o ensino médio? Alguns antecedentes e atuais desdobramentos das políticas dos anos de 1990. *Educação & Sociedade*, Campinas: UNICAMP; Campinas: CEDES, v. 26, n. 92 [Especial], p. 1067-1086, out. 2005.

ZIRKLE, C. The inheritance of acquired characteristics and the provisional hypothesis of pangenesis. *The American Naturalist* v. 69 n. 724 p.417-445, 1935.

ZUZOVSKY, R. Conceptualizing a teaching experience on the development of the idea of evolution: an epistemological approach to the education of science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 31, n. 5, p. 557-74, 1994.