

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A
CIÊNCIA E A MATEMÁTICA**

GILSON PATRICK FERNANDES GOMES

**EVOLUÇÃO BIOLÓGICA: FORMAS DE PENSAMENTOS
IDENTIFICADAS EM DISCURSOS DE PROFESSORES DE BIOLOGIA
EM FORMAÇÃO INICIAL NO MUNICÍPIO DE MARINGÁ**

**MARINGÁ-PR
2020**

GILSON PATRICK FERNANDES GOMES

**EVOLUÇÃO BIOLÓGICA: FORMAS DE PENSAMENTOS
IDENTIFICADAS EM DISCURSOS DE PROFESSORES DE BIOLOGIA
EM FORMAÇÃO INICIAL NO MUNICÍPIO DE MARINGÁ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência e a Matemática.

Área de Concentração: L3 - História, Epistemologia e Ética da Ciência

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Maria Júlia Corazza

**MARINGÁ-PR
2020**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

G633e Gomes, Gilson Patrick Fernandes
Evolução biológica: formas de pensamentos identificadas em discursos de professores de biologia em formação inicial no município de Maringá / Gilson Patrick Fernandes Gomes. -- Maringá, PR, 2021.
187 f. figs., tabs.

Orientador: Prof. Maria Júlia Corazza.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Exatas, Departamento de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, 2021.

1. Evolução Biológica . 2. Ensino de Biologia. 3. Formas de Pensamentos. I. Corazza, Maria Júlia , orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Exatas. Departamento de Ciências. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática. III. Título.

CDD 23.ed. 370.152

GILSON PATRICK FERNANDES GOMES

Evolução Biológica: Formas de Pensamentos Identificadas em Discursos de Professores de Biologia em Formação Inicial no Município de Maringá.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência e a Matemática.

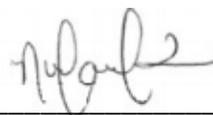
BANCA EXAMINADORA



Prof.ª. Dr.ª. Maria Júlia Corazza (Orientadora)
Universidade Estadual de Maringá - UEM



Prof.ª. Dr.ª. Rosângela Araujo Xavier Fujii (Paraceirista)
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR



Prof.ª. Dr.ª. Neide Maria Michellan kiouranis
Universidade Estadual de Maringá - UEM

Maringá-PR, 28 de outubro de 2020

Dedico este trabalho ao Eterno, doador de toda vida,
e aos meus maiores tesouros, Sara, Cora e Eunice.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à Deus, a essência do meu ser.

Como desejei fazer esse agradecimento, à você minha esposa Sara pela sua parceria, seu amor, e todo seu sacrifício para que eu pudesse chegar até aqui. Por ser minha fortaleza e a nossa maior alegria, e à nossa princesa Cora, como amo vocês. Obrigado por estarem ao meu lado, mesmo eu estando ausente. Com certeza essa conquista só valeu a pena por ter as duas comigo para comemorar.

À minha família, na qual destaco minha mãe, Eunice Fernandes, sem vocês não seria possível chegar aqui.

Agradeço à minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Maria Júlia Corazza, por aceitar o desafio de me guiar nesse processo. Obrigado pelo ser humano que és e por me ajudar a compreender o verdadeiro significado da ciência.

Agradeço às professoras, Dr^a. Neide Maria Michellankiouranis, Dr^a. Ana Tiyomi Obara, Dr^a. Rosângela Araujo Xavier Fujii e Dr^a. Eduarda Maria Schneider por aceitarem o convite de comporem a banca e colaborarem para o enriquecimento dessas pesquisas, com certeza suas contribuições, críticas e sugestões estarão registadas aqui.

Agradeço à todos os participantes dessa pesquisa, que doaram seu precioso tempo para que fosse possível desenvolver esse trabalho. Obrigado pela confiança e solicitude.

E agradeço à Universidade Estadual de Maringá, a coordenação e aos professores do PCM-UEM. Obrigado pela formação que recebi aqui, com certeza saio melhor do que entrei, como pesquisador e como pessoa.

À todos os meus amigos e irmãos em Cristo com quem sempre pude contar em diversos momentos da minha trajetória.

O valor do amor está vinculado
a soma dos sacrifícios que estas
disposto a fazer por ele.

(Ellen G. White)

Evolução Biológica: formas de pensamentos identificadas em discursos de professores de biologia em formação inicial no município de Maringá.

RESUMO

O tema da evolução biológica tem sido considerado o eixo norteador e integrador do pensamento biológico e o componente mais importante da estrutura teórica de uma biologia autônoma. Mesmo sendo a evolução biológica considerada o princípio unificador da biologia e um componente importante para os currículos de ensino de biologia, ela continua incompreendida pela maioria da população. O objetivo principal deste estudo consiste em compreender como o conhecimento construído acerca da evolução biológica se manifesta nas formas de pensamento de professores em formação inicial do último ano do curso de licenciatura em Ciências Biológicas de duas instituições de ensino superior que ofertam este curso no município de Maringá/PR. Nesta pesquisa foi adotado uma abordagem qualitativa que tem como objetivo traduzir e expressar o sentido dos fenômenos. Para coleta de dados foi utilizado um questionário como instrumento de coleta, contendo questões referentes a dados sociodemográficos e conhecimentos sobre evolução biológica. Os dados foram analisados de acordo com os pressupostos metodológicos da análise textual discursiva, definida como, processo de desconstrução e reconstrução, de um conjunto de materiais linguísticos e discursivos. O tratamento dos dados pela ATD possibilitou a emergência 43 categorias iniciais, que foram sintetizados em 9 categorias intermediárias e 3 categorias finais que convergiram para a escrita de dois metatextos. O primeiro metatexto, Epistemologia da ciência e as formas de pensamentos acerca origem da diversidade biológica, o segundo metatexto Ensino da evolução e a formação inicial do professor de Biologia. Concluímos que os professores em formação inicial reconhecem o pensamento evolutivo como a melhor explicação para a diversidade biológica, e a importância do seu ensino no ensino médio, mas poucos compreendem como a evolução com eixo norteador dos conteúdos de biologia.

Palavras-chave: Evolução Biológica; Ensino de Biologia; Formas de Pensamento

Biological Evolution: thought forms identified in speeches of biology teachers in initial formation in the city of Maringá

ABSTRACT

The theme of biological evolution has been considered the guiding and integrating axis of biological thinking and the most important component of the theoretical structure of an autonomous biology. Even though biological evolution is considered the unifying principle of biology and an important component of biology teaching curricula, it remains misunderstood by most of the population. The main objective of this study is to understand how the knowledge built about biological evolution is manifested in the thought forms of teachers in initial formation of the last year of the degree course in Biological Sciences of two higher education institutions that offer this course in the municipality Maringá / PR. In this research, a qualitative approach was adopted that aims to translate and express the meaning of the phenomena. For data collection, a questionnaire was used as a collection instrument, containing questions related to sociodemographic data and knowledge about biological evolution. The data were analyzed according to the methodological assumptions of the discursive textual analysis, defined as the process of deconstruction and reconstruction, of a set of linguistic and discursive materials. The treatment of data by ATD allowed the emergence of 43 initial categories, which were synthesized in 9 intermediate categories and 3 final categories that converged to the writing of two metatexts. The first metatext, Epistemology of science and the ways of thinking about the origin of biological diversity, the second metatext Teaching of evolution and the initial formation of the biology teacher. We conclude that teachers in initial formation recognize evolutionary thought as the best explanation for biological diversity, and the importance of their teaching in high school, but few expressed to understand evolution as the guiding axis of biology content.

Keywords: Biological Evolution; Biology teaching; Thought Forms

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma sobre o processo de construção do questionário.....	72
Figura 2. Imagem da primeira página do questionário elaborado para essa pesquisa.....	73
Figura 3. Imagem da segunda página do questionário elaborado para essa pesquisa.....	74
Figura 4. Imagem da terceira página do questionário elaborado para essa pesquisa.....	75
Figura 5. Esquema do surgimento do primeiro metatexto.....	82
Figura 6. Esquema do surgimento do segundo metatexto.....	82
Figura 7. Esquema do surgimento do primeiro metatexto.....	94
Figura 8. Esquema do surgimento do segundo metatexto.....	123

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Questões do questionário inicial e seus objetivos.....	76
Quadro 02 – Categorias elaboradas a partir da afirmativa 1.a do Questionário.....	85
Quadro 03 – Categorias elaboradas a partir da afirmativa 1.b do Questionário.....	87
Quadro 04 – Categorias elaboradas a partir da afirmativa 1.c do Questionário.....	88
Quadro 05 – Categorias elaboradas a partir da afirmativa 1.d do Questionário.....	89
Quadro 06 – Categorias elaboradas a partir da afirmativa 1.e do Questionário.....	90
Quadro 07 – Categorias elaboradas a partir da afirmativa 1.f do Questionário.....	91
Quadro 08 – Categorias elaboradas a partir da pergunta 2.a do Questionário.....	116
Quadro 09 – Categorias elaboradas a partir da pergunta 2.b do Questionário.....	117
Quadro 09 – Categorias elaboradas a partir da pergunta 3 do Questionário.....	119
Quadro 09 – Categorias elaboradas a partir da pergunta 4 do Questionário.....	121

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
CAPÍTULO 1 - Evolução Biológica e a Ciência Biologia	18
1.1 Conhecimento religioso como uma forma de pensamento alternativo para explicar a diversidade biológica.....	19
1.2 Pensamento evolucionista na Grécia Antiga.....	27
1.3 Da Igreja Primitiva até o Iluminismo de conhecimento na Idade Média.....	29
1.4 Precursores e Contemporâneos da Teoria da Evolução.....	32
1.5 Darwin e a Origem das Espécies.....	37
1.6 Síntese Moderna da Evolução.....	42
1.7 Síntese Estendida da Evolução.....	45
1.8 Evolução biológica e Processo de Autonomia e Unificação das Ciências Biológicas.....	48
1.9 Evolução Biológica como um Paradigma da Biologia.....	54
CAPÍTULO 2 - Evolução Biológica e Ensino de Biologia	57
2.1 Ensino de Biologia no Brasil.....	57
2.2 Evolução Biológica na Educação Básica ...	62
2.3 A evolução biológica na formação inicial de professores de Biologia.....	65
CAPÍTULO 3 - Percurso Metodológico.....	69
3.1 Investigação qualitativa	69
3.2 Caracterização do contexto	70
3.3 Validação do Instrumento de Coleta de Dados	71
3.4 Instrumentos e procedimentos para coleta de dados da pesquisas	72
3.5 Caracterização dos sujeitos da pesquisa.....	77
3.6 Análise dos dados.....	79
CAPÍTULO 4 - As concepções dos professores em formação inicial acerca do ensino da evolução e a origem da diversidade biológica.....	84
4.1 Tempestade de luz sobre as formas de pensamento acerca da origem da diversidade biol ...	84
4.2 Primeiro Metatexto Formas de pensamento acerca da origem da diversidade biológica.....	94
4.3 Tempestade de luz sobre o ensino da evolução e a formação do professor Biologiaa	114
4.4 Segundo Metatexto Ensino da evolução e a formação do professor Biologia ...	123
CONSIDERAÇÕES FINAIS	137
REFERÊNCIAS.....	140

INTRODUÇÃO

Na modernidade o pensamento científico, fortemente influenciada pelo pensamento grego, admitia que para uma área de pesquisa ser proclamada como ciência, ela deveria estar em conformidade com as características lógicas das ciências físicas (POLISELI; OLIVEIRA; CHRISTOFFERSEN, 2013). Em virtude desse pensamento, a biologia foi considerada dependente das ciências físicas até o século XIX e início do século XX, sendo concebida como uma ciência pouco adequada aos moldes das ciências exatas da época. Foi somente na segunda metade do século XX que a biologia adquiriu status e reconhecimento entre as ciências (LEWONTIN 1997; MAYR, 2005; POLISELI; OLIVEIRA; CHRISTOFFERSEN, 2013). Para muitos físicos e filósofos todo conhecimento biológico poderia ser reduzido às leis físicas, emergindo assim da parte de alguns naturalistas uma postura contrária a este pensamento e em defesa da autonomia e unificação das ciências biológicas. Mayr (2005; 2008), por exemplo, defende a autonomia da biologia das ciências físicas refutando o essencialismo, o mecanicismo, o vitalismo e a teleologia. Para o autor, certos princípios da física como o reducionismo e determinismo não podem ser aplicados à biologia, bem como os princípios básicos de estudo do mundo vivo não se aplicam ao mundo inanimado. Além disso, outro argumento fortemente defendido por Mayr (2008) é ausência de leis naturais universais em biologia.

O século XIX testemunha uma das grandes revoluções na ciência com o advento da teoria evolutiva de Darwin e Wallace. Para Mayr (2005), este foi o episódio mais importante de todas as revoluções científicas. Entretanto, foi a partir da consolidação da síntese evolutiva no século XX que a biologia obteve elementos para ser elevada como uma ciência autônoma. Em 1973, Theodosius Dobzhansky, um dos geneticistas que contribuiu com a moderna síntese evolutiva, publicou um artigo intitulado “*Em Biologia, nada tem sentido, senão à luz da evolução*”, de modo que atualmente diversos autores e documentos de ensino defendem que o tema evolução biológica seja considerado o eixo norteador e integrador do pensamento biológico (MEYER; EL-HANI, 2005; BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2007). Como explicam Meyer e El-Hani (2005), a evolução se constitui em um elemento importante para a compreensão de boa parte dos conceitos e teorias das ciências biológicas. Mayr (1998) considera que apenas à luz da história evolutiva um organismo, estrutura ou função estudada será plenamente compreendida. A evolução biológica para Futuyma (2002) é o mais importante conceito da biologia moderna, sendo essencial para a compreensão de aspectos-chave da biodiversidade. Esse conceito abrange a noção de mudanças dos seres vivos ao longo das gerações, decorrentes das variações

genéticas causadas por mutação e recombinação genética; as populações de organismos como unidades evolutivas, bem como a transmissão dessas alterações via material genético (FUTUYMA, 1992). Para Coutinho e Martins (2002, p. 67), “*a história evolutiva é o componente mais importante da estrutura teórica de uma biologia autônoma.*”

A teoria sintética da evolução ou a síntese moderna da evolução, defendida enfaticamente por Mayr (2009), é o eixo teórico que explica a Biologia Evolutiva tendo como base os conceitos de seleção natural, deriva genética, migração e mutação. Entretanto, o advento de algumas ideias vindas da genômica, epigenética e Biologia do desenvolvimento tem levado alguns pesquisadores a defender uma revisão e complementação da síntese moderna (NEWMAN, 2001; WEST-EBERHARD, 2003; JABLONKA; LAMB, 2005; PIGLIUCCI, 2009; PIGLIUCCI; MÜLLER, 2010; CESCHIM; OLIVEIRA; CALDEIRA, 2016). Esse movimento, ou teoria denominada de Síntese Estendida da Evolução, é um campo que vem ganhando espaço no pensamento evolutivo contemporâneo. Esta teoria não é uma negação da legitimidade dos conceitos anteriores e nem do pretérito desenvolvimento da biologia evolutiva. A síntese estendida é caracterizada pelo destaque dado nos fatores de desenvolvimento à nível de organismo (biologia evolutiva do desenvolvimento e plasticidade fenotípica), na herança e aptidão diferencial (herança inclusiva), e no papel dos processos construtivos no desenvolvimento e na evolução (teoria de construção de nicho) (LALAND et al., 2015).

Mesmo sendo a evolução biológica considerada o princípio unificador da biologia e um componente importante para os currículos de ensino de Biologia, ela continua incompreendida pela maioria da população, incluindo professores de Biologia. De acordo com Roma (2011), os livros de Biologia não trabalham a evolução biológica como eixo organizador dos conteúdos das Ciências Biológicas. Numerosos estudos realizados ao longo das últimas três décadas revelaram um nível notavelmente alto de equívocos sobre os princípios evolutivos básicos entre os estudantes do ensino médio, graduação, professores e público geral (GREGORY, 2009). Pesquisas na área da Educação e Ciências têm demonstrado que esta temática não tem recebido a devida importância pelos professores de ensino fundamental e médio. Esses trabalhos relatam problemas no processo de ensino aprendizagem quando o assunto é evolução biológica (CICILLINI, 1997). Para Tidon e Lewontin (2004), o fato de o tema ser pouco explorado e abordado praticamente ao final do ensino médio, de modo desconectado dos assuntos tratados nos anos anteriores, torna-se um grande desafio propor mudanças no seu ensino.

Um dos motivos das dificuldades em se trabalhar a evolução na educação básica se deve ao fato de ser considerado um tema polêmico, principalmente por abordar assuntos que geram

controvérsias entre Ciência e Religião (OLEQUES, 2011). Mesmo sendo de grande relevância, as teorias da evolução biológica desafiam diversas crenças religiosas, ideológicas, filosóficas e epistemológicas. As cosmovisões religiosas, por exemplo, possuem uma forte influência sobre a forma como os indivíduos se posicionam em relação as teorias da origem da vida e da evolução biológica (HOKAYEM; BOUJAOUDE, 2007). A crença no Criacionismo, doutrina cristã baseada no relato bíblico, que considera Deus o responsável pela origem da vida e de toda diversidade biológica, dominou o pensamento ocidental desde a idade média até o século XIX (MAYR, 2009). Neste sentido alguns professores de biologia se sentem desafiados a ensinar os conceitos evolutivos por esta entrar em choque com suas crenças religiosas (CASTRO et al, 2009).

Entretanto, para compreender esses temas não é necessário abandonar essas crenças, mas sim conhecer novas perspectivas para oportunizar a coexistência e interação de diversos discursos, assim como as espécies coexistem e interagem. Estudo realizado com mais de 2,3 mil alunos do Ensino Médio demonstra que a maioria dos alunos não vê a fé como barreira para a compreensão da teoria evolutiva, a maioria acredita em suas crenças religiosas e na teoria evolutiva (BIZZO, 2013).

A compreensão sobre os temas da biologia evolutiva na educação básica é considerada, entre outras temáticas, essencial para que competências cognitivas, comunicativas, pessoais e sociais possam continuar a ser desenvolvidas e mobilizadas na resolução de problemas e tomada de decisões (BRASIL, 2018). Os documentos que norteiam os currículos de sistemas e redes de ensino na educação básica brasileira, entre elas a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), definem que a temática “Vida e Evolução” deve ser a linha orientadora nos temas abordados dentro do ensino de biologia. De acordo com o referido documento, na biologia o ensino deve abranger a compreensão da vida em sua diversidade de formas e níveis de organização, como ela se originou, evoluiu e se mantém, permitindo aos estudantes atribuir importância à natureza e seus recursos, reconhecendo a imprevisibilidade de fenômenos e os limites das explicações e do próprio conhecimento científico (BRASIL, 2018).

Diante deste cenário, é possível inferir que, mesmo sendo o tema da evolução biológica reconhecido pelos documentos oficiais que orientam o ensino de biologia como um eixo integrador e norteador de conhecimentos biológicos, seu ensino ainda é desafiador.

A partir desta problemática, emergiram as seguintes questões de pesquisa: Quais formas de pensamento podem ser identificadas em discursos de futuros professores de Biologia acerca do tema da evolução biológica? Que importância esses professores atribuem ao ensino de

evolução no Ensino Médio? Seria a evolução biológica compreendida como eixo integrador e norteador de conhecimentos biológicos pelos professores em formação inicial, tal como afirmam os documentos norteadores do ensino?

Na perspectiva de buscar respostas a estas questões, esta pesquisa teve como objetivo geral compreender como o conhecimento construído acerca da evolução biológica se manifesta nas formas de pensamento e atitudes de professores em formação inicial do último ano do curso de licenciatura em Ciências Biológicas no município de Maringá/PR. Este objetivo se desdobrou nos seguintes objetivos específicos:

- i. Identificar as formas de pensamentos nos discursos de futuros professores de biologia acerca do tema da evolução biológica;
- ii. Investigar a compreensão do tema da evolução biológica por parte dos professores em formação inicial;
- iii. Compreender como esses licenciandos se posicionam em relação ao ensino da evolução biológica no ensino médio.
- iv. Analisar como o curso de graduação em Ciências Biológicas contribuiu na formação do licenciando em relação ao tema evolução biológica.

O presente texto foi construído em quatro capítulos: O primeiro, denominado “Evolução biológica e a ciência biologia”, aborda algumas formas de conhecimentos alternativos para explicar a diversidade biológica como também alguns aspectos históricos do desenvolvimento do pensamento evolutivo. Ainda neste capítulo é abordado a constituição, unificação e autonomia da Biologia enquanto ciência. O segundo capítulo, intitulado “Evolução biológica e ensino de biologia”, foi dividido em três partes. A primeira parte trouxe uma abordagem histórica do ensino de biologia no Brasil e da constituição e a autonomia da disciplina Biologia. Na segunda parte abordamos os desafios do ensino da evolução biológica no ensino médio. Finalizamos o segundo capítulo abordando o tema da evolução biológica na formação inicial dos professores de biologia. O terceiro capítulo “Procedimentos metodológicos”, apresenta os aspectos metodológicos deste trabalho, dentre os quais relatamos algumas considerações teóricas sobre a abordagem qualitativa de pesquisa e a análise textual discursiva, adotada como método de análise. O quarto capítulo “As concepções dos professores em formação inicial acerca da origem da diversidade biológica e o ensino da evolução” trouxe os resultados da pesquisa através das análises sobre as formas de pensamentos dos futuros professores de

Biologia, visto que das respostas emergiram 43 categorias iniciais, que foram sintetizados em 9 categorias intermediárias e 3 categorias finais que convergiram para a escrita de dois metatextos: “Formas de pensamentos acerca da origem da diversidade biológica” e “Ensino da evolução e a formação inicial do professor Biologia”.

CAPÍTULO 1 – EVOLUÇÃO BIOLÓGICA E A CIÊNCIA BIOLOGIA

No sentido geral da palavra, evolução transmite a ideia de desenvolvimento, progresso, melhoramento. Na biologia, Futuyma (1992, p. 7) define evolução como “mudanças nas propriedades das populações dos organismos que transcendem o período de vida de um único indivíduo”. De acordo com o autor, as mudanças serão evolutivas apenas quando transmitidas hereditariamente entre os descendentes. Para Mayr (2009), as variações em nível de gene e organismo têm sua importância na cadeia evolutiva, entretanto são as transformações em nível de população que definem a evolução biológica.

Boeger (2009) considera a evolução biológica uma característica intrínseca dos seres vivos, diretamente relacionada à reprodução, de modo que para ocorrer a evolução, basta estar vivo. Segundo ele,

[...] a evolução ocorre mediante o aparecimento de novidades evolutivas, que são moduladas pelo processo de seleção natural. Assim, uma novidade pode ser negativa, causando a morte dos organismos que a expressam fenotipicamente ou sua eliminação gradativa em uma população; neutra, quando sua presença não parece favorecer vantagens ou desvantagens aos portadores; e positiva se elas conferem superioridade competitiva ao seu portador (BOEGER, 2009, p.12).

É importante compreender algumas teorias relacionadas ao pensamento evolutivo para que se tenha uma clara ideia sobre a evolução biológica. O primeiro dessas propostas é de que as espécies não são imutáveis ou fixas. Estudos realizados, principalmente na área da paleontologia, sugerem uma mudança gradativa nas espécies desde o seu aparecimento (GOULD, 1999; MAYR, 2005).

Outra teoria importante para a evolução biológica é o conceito de que todos os seres vivos descendem de um ancestral comum. As espécies surgem de outras preexistentes, que por sua vez surgiram de outras espécies anteriores, sucessivamente (EL-HANI; MEYER, 2005; DARWIN, 2017). Uma terceira teoria importante para o pensamento evolutivo é a ideia de que variações em nível de espécies geram novas espécies, sugerindo a não mudança em nível de indivíduo, mas de populações biológicas (MAYR, 2006). Essas mudanças são graduais e estão vinculadas à uma sucessão de mudanças menores que se acumulam ao longo do tempo, diferente do pensamento de que a natureza coordena rápidas mudanças morfológicas que ocorrem durante a formação de novas espécies, seguida por longos períodos de não mudanças (EL-HANI; MEYER, 2005). Ainda se destaca uma última teoria muito fundamental para o pensamento evolutivo, a seleção natural, por meio da qual, diante das limitações e pressões da natureza, algumas espécies com características que favorecem sua capacidade frente às

limitações e pressões tendem a sobreviver. No caso dessa característica que favoreceu a sobrevivência da espécie ser herdável, ela passará a geração seguinte e assim, sucessivamente, para as outras gerações. Esses indivíduos que detém essa característica são beneficiados com relação à sua sobrevivência e, conseqüentemente, sua reprodução, do que aqueles que não a possuem. Ao longo do tempo esse caráter favorável será mais frequente entre os indivíduos da população. (EL-HANI; MEYER, 2005). De acordo com El-Hani e Meyer (2005, p.41), “é esse processo de sobrevivência e reprodução desiguais, juntamente com a herança das características que influem na sobrevivência, que constitui o processo de seleção natural”

Em suma, a base dos fundamentos para a base da teoria evolutiva, englobam a ideia de que todas as espécies descendem de um ancestral comum, são mutáveis, sendo que essas mudanças ocorrem dentro e entre grupos de forma gradativa através dos mecanismos da seleção natural (GOULD, 1999).

Passamos agora a descrever formas de pensamentos que se propõem a explicar a diversidade biológica, bem como o desenvolvimento do pensamento evolutivo até os dias atuais.

1.1 Conhecimento religioso como uma forma de pensamento alternativo para explicar a diversidade biológica.

Quando se fala em conhecimento, é importante defini-lo e destacar as diferentes formas existentes e diferenciá-los do conhecimento científico. De acordo com França (1994), o conhecimento provém de uma atividade especificamente humana, de modo que:

Conhecer supõe a presença de sujeitos; um objeto que suscita sua atenção compreensiva; o uso de instrumentos de apreensão; um trabalho de debruçar-se sobre. Como fruto desse trabalho, ao conhecer, cria-se uma representação do conhecido – que já não é mais o objeto, mas uma construção do sujeito. O conhecimento produz, assim, modelos de apreensão – que por sua vez vão instruir conhecimentos futuros (França, 1994, p.140).

Entre as formas de conhecimentos destacamos o senso comum, o conhecimento religioso, filosófico e científico. O “senso comum”, conhecimento vulgar ou popular é uma forma de conhecimento adquirido no cotidiano, de natureza empírica, comumente adquirido por meio da experiência (GRESSLER, 2003). De acordo Lakatos e Marconi (1986), o senso comum pode ser caracterizado como superficial, sensitivo, subjetivo, acrítico, valorativo, reflexivo, assistemático, verificável, falível e inexato. Outra forma de conhecimento é o religioso ou teológico que tem acompanhado a humanidade desde os seus primórdios e se caracteriza por

ser valorativo, inspiracional, sistemático, não verificável, infalível e exato (LAKATOS; MARCONI, 1986; GRESSLER, 2003).

Já o conhecimento filosófico é caracterizado por ser valorativo, racional, sistemático, não verificável, infalível e exato. Entretanto, esse conhecimento é comumente reconhecido não exatamente como uma forma de conhecimento da realidade, como as outras, mas como uma forma de conhecimento que avalia as demais formas de conhecimento, que estuda a natureza e os limites das diferentes manifestações do conhecimento humano (LAKATOS; MARCONI, 1986). De um modo geral, a filosofia se interessa na forma como sabemos as coisas e com o que podemos saber (RAEPER; SMITH, 2001).

Finalmente, o conhecimento científico é caracterizado por princípios, métodos e objetos próprios, específicos e determinados, tendo na razão o fundamento das suas teses e conceitos. Esse conhecimento é eminentemente instrumental, provisório, transitório no manejo das ideias e das teorias e rejeita qualquer tipo de dogmas ou verdades absolutas, pois, descaracteriza-o como ciência (LAKATOS; MARCONI, 1986).

Em relação a diversidade biológica a cosmovisão teísta, fruto do conhecimento religioso ou teológico, defende a existência de entidades divinas ou seres superiores como responsáveis pela criação do universo e tudo que nele existe (HAM, 2019). Dentro dessa cosmovisão aparece o criacionismo, que é um modelo cristão que postula a existência de Deus narrada na Bíblia como responsável pela diversidade biológica. O criacionismo adota três visões diferentes, Criacionismo da Terra Jovem; Criacionismo da Terra Antiga ou Criacionismo Progressista e Criação Evolucionária ou Evolucionismo Teísta (HAM, 2019).

O Criacionismo da Terra Jovem assume a narrativa do livro de Genesis como um período de sete dias literais de criação especial, no princípio, durante a qual todas as leis básicas, coisas e tipos básicos de vida vegetal e animal, bem como o homem, foram trazidos à existência por processos criativos não mais em operação que ocorreram entre 6.000 e 12.000 anos atrás. Assume ainda que, terminada a criação, completa e perfeita, os processos criativos foram substituídos por processos conservativos destinados a manter e sustentar os sistemas básicos criados. Admite ainda, este modelo, a entrada em operação, por causa do pecado, segundo a terminologia bíblica, de um princípio de desintegração que faz sistemas ordenados tenderem para a desordem cada vez maior e para a conseqüente diminuição de complexidade (MORTENSON, 2011; HAM, 2019).

Finalmente assume o criacionismo da terra jovem a ocorrência, após a criação, cerca de 2.300 a 3.300 anos antes de Cristo, de uma catástrofe de extensão mundial, responsável em

grande parte pelas convulsões testemunhadas pelas rochas e terrenos geológicos. Todos os animais terrestres e pássaros que não estão na Arca de Noé (juntamente com muitas criaturas do mar) pereceram, muitos dos quais foram posteriormente enterrados nos sedimentos do Dilúvio. Portanto, este modelo pressupõe que o dilúvio catastrófico global foi responsável pela formação da maioria das camadas rochosas e fósseis, ou seja, algumas camadas rochosas e possivelmente alguns fósseis foram depositados antes do Dilúvio, enquanto outras camadas e fósseis foram produzidos em eventos catastróficos pós-diluvianos (MORTENSON, 2011; HAM, 2019). Este é um modelo tipicamente supranaturalista, finalista, catastrófica e com ênfase no declínio de complexidade com aumento de variedade, que o difere do Criacionismo Progressista.

Criacionismo da Terra Antiga ou Criacionismo Progressista, admite que Deus criou, de forma transcendente, o universo com suas leis físicas. Deus introduziu a vida e produziu uma sequência de formas de vida cada vez mais diversas e complexas. A formação do aglomerado de galáxias, sistema planetário e diversidade de formas de vida é chamado progressiva, pois cada ato criativo sucessivo prepara para o próximo, levando a uma vida mais diversificada, complexa e avançada, até a criação de humanos (ROSS, 2019).

Ainda assumem os criacionistas da terra antiga, que os eventos da especiação em massa são intervenções divinas, ocasião em que Deus introduz diversas espécies adequadas às condições mutáveis da Terra e em ótimas relações ecológicas. Entre esses eventos postula-se vários longos períodos durante os quais a vida na Terra experimenta mudanças microevolutivas, adaptações impelidas por uma combinação de condições ambientais. Para este modelo, não existe conflito entre a ordem da criação de Genesis 1 e a cronologia científica dominante, pois os dias da criação foram períodos sobrepostos de milhões e bilhões de anos. Postula, ainda, que o Big Bang do universo ocorreu entre 13 e 15 bilhões de anos atrás e o dilúvio de Gênesis foi um evento local (ROSS, 2019). Este modelo rejeita a descendência de um ancestral comum, uma das principais teoria de Darwin.

Criação Evolucionária ou Evolucionismo Teísta é a visão de que Deus criou o universo, a Terra e a vida ao longo de bilhões de anos, e que o processo gradual da evolução foi trabalhado e governado por Deus para criar a diversidade de toda vida na Terra. Assim, a evolução não é uma cosmovisão em oposição a Deus, mas um mecanismo natural pelo qual Deus providencialmente alcança seus propósitos. Este modelo reconhece que todos os seres vivos descendem de um mesmo ancestral. Admite, ainda, seleção natural e outros mecanismos, atuando por longos períodos, resultando em grandes mudanças graduais (HAARSMA, 2019).

Algumas premissas da Criação Evolucionária podem ser mencionadas quais sejam: (1) a Bíblia não é uma fonte confiável de conhecimento científico sobre a origem da terra e do universo, incluindo os seres vivos, porque nunca teve a intenção de ensinar sobre ciência; (2) a Bíblia é uma fonte confiável de conhecimento sobre Deus e de coisas espirituais; (3) a evidência científica é irrelevante para a Bíblia, simplesmente não é um livro de ciências; (4) a história da criação em Gênesis 1 é uma confissão de fé no verdadeiro criador, destinada a refutar o panteísmo e o politeísmo, não tem objetivo de afirmar como Deus realmente criou o mundo; (5) a Bíblia afirma que Deus criou, não como Deus criou (HAARSMA, 2019).

Para muitos, essa cosmovisão de onde o processo evolutivo tenha sido guiada por um deus, não é preterido nem apoiado, mas sim visto com uma certa distância, como algo irrelevante para o estabelecimento e desenvolvimento do pensamento evolutivo.

Outra forma de pensamento alternativo que se propõe a explicar a diversidade biológica é o Design Inteligente (DI), postulado com base no conhecimento religioso e filosófico que defende que certas características do universo e dos seres vivos são melhores explicadas por uma causa inteligente ao invés de processo não direcionado, como a seleção natural (ALVES, 2015).

A ideia de uma causa inteligente não é recente, podendo ser encontrada nos escritos de Platão, onde a deidade Demiurgos cria o cosmos de acordo com um modelo ideal e eterno. Este conceito perdurou ao longo da história nas formas de pensamentos de filósofos e religiosos no ocidente, como na obra de Clemente de Alexandria, na famosa obra do filósofo inglês Stuart Mill, “Three essays on religion”, de 1885 (ALVES, 2015). As bases para o desenvolvimento desse conceito se dão com a publicação, em 1802, da obra do teólogo e filósofo William Paley, “Natural Theology – or Evidences of the Existence and Attributes of the Deity Collected from the Appearances of Nature”, onde propõe a conhecida “tese do relojoeiro”. O termo Design Inteligente foi usado pela primeira vez pelo pesquisador da Universidade de Oxford, Ferdinand Schiller, no livro “Darwinism and Design Argument”, que foi publicado em 1897, defendendo o Design Inteligente como uma teoria alternativa e oposta à teoria da evolução (ANDRADE, 2013; ALVES, 2015).

Mesmo sendo antigas as suas ideias básicas, foi apenas nas décadas de 1980 e 1990 que o DI ganha visibilidade com a publicação de algumas obras, entre elas “The Mystery of Life’s Origin”, em 1984, sob autoria do químico Charles Thaxton, o engenheiro mecânico Walter Bradley e pelo geoquímico Roger Olsen e “Evolution: A Theory in Crisis”, escrito pelo biólogo Michael Denton, em 1986 (NUMBERS, 2006; ANDRADE, 2013). Nesse período ainda temos

a publicação do livro *Darwin on Trial* (1991), de Phillip Johnson, onde o autor faz críticas a teoria da evolução de Darwin. Outras obras importantes para essa forma de pensamento são “*Darwin’s Black Box: The Biochemical Challenge to Evolution*” (A caixa preta de Darwin), da autoria do Michael Behe publicado em 1996 e a defesa da tese doutoral do matemático e filósofo William Dembski intitulada “*The Design Inference: Eliminating Change through Small Probabilities*”, publicada pela editora da Universidade de Cambridge, em 1998. Tanto Dembski, como Behe postulam que a existência da complexidade dos seres vivos indica que estes são melhores explicados por uma causa inteligente do que por processos não diretivos como a seleção natural (NUMBERS, 2006; ANDRADE, 2013).

Para os defensores do DI, como Behe (1997), nenhum processo bioquímico complexo pode ser explicado pelos mecanismos evolutivos. Nenhum sistema bioquímico complexo se formou de maneira gradual. A vida em todos os níveis e com todos seus componentes é resultado de atividade inteligente (BEHE, 1997).

Outro defensor do DI é o químico e pesquisador da Unicamp, Dr. Marcos Eberlin. Para ele a teoria do Design Inteligente é o estudo científico de padrões na natureza que possam revelar ou descartar a ação de uma mente inteligente como sua causa. Portanto, de acordo com ele o Design Inteligente é a ciência que propõe inferir se a causa primeira mais provável dos efeitos Universo e vida seria a ação de uma mente inteligente ou a de forças naturais não guiadas (EBERLIN, 2019).

William Dembski, define DI como “[...] um programa de pesquisa científica que investiga os efeitos de causas inteligentes; um movimento intelectual que desafia o darwinismo e seu legado naturalista” (DEMBSKI, 1999, p. 13). Para ele o DI é um emergente programa de pesquisa científica, independente das implicações teológicas que de maneira alguma fazem dessa teoria um empreendimento teológico. Nesta perspectiva, DI é a ciência que procura estudar os sinais de inteligência (DEMBSKI, 2004).

De acordo com Meyer (2019), o DI é claramente distinto do criacionismo, tanto no método quanto no conteúdo por não se basear na Bíblia, mas em descobertas científicas e no que se sabe sobre as estruturas de causa e efeito do mundo. É uma inferência a partir de evidências científicas, e não uma dedução ou interpretação de um texto religioso. Para o autor, quando muitos afirmam que o Design Inteligente é apenas “religião disfarçado de ciência”, eles estão apontando para as implicações obviamente favoráveis da teoria para a crença teísta como justificativa para descartar a teoria como religião. Ele afirma que esses críticos confundem implicações de uma teoria com sua base probatória. O DI pode muito bem ter implicações teísta,

entretanto não motivos para descartá-la. As teorias científicas devem ser julgadas por sua capacidade de explicar as evidências, não por terem implicações indesejáveis (MEYER, 2019).

Por outro lado, críticos do DI como Steven Engler consideraram o advento da teoria do Design Inteligente como um desenvolvimento da cosmovisão criacionista. Para ele o DI deve ser encarada como “[...] a terceira grande onda do criacionismo norte-americano na década de 1990” (ENGLER, 2011, p. 244). Barry Hankins afirma que:

[...] os proponentes da TDI não argumentam contra a evolução per se, mas contra a evolução como uma teoria adequada para explicar a origem da vida. Antes, reivindicam que algumas formas de vida mostram evidências de terem sido planejadas intencionalmente (HANKINS, 2008, p. 103-104).

Para Giberson e Yerxa (2002), a conjunção dos líderes do movimento Design Inteligente é movida por uma perspectiva antievolucionista, que na sua grande maioria é religiosa. Ainda assim, reconhecem que ideias puramente religiosas inexistem na apresentação dos pressupostos do Design Inteligente, no qual o design (planejamento) é dissociado de quaisquer reflexões acerca de um designer (planejador). Dessa forma, as pessoas têm sua liberdade de alcançar suas convicções teológicas (GIBERSON; YERXA, 2002).

Para Davis e Kenyon (1993), os proponentes do Design Inteligente insistem que sua teoria não é uma nova variação do criacionismo bíblico, uma vez que suas proposições diferem das crenças cristãs, entre elas a própria existência do Deus cristão, bem como a ideia de uma terra jovem ou um dilúvio universal. Enquanto os proponentes e adeptos do Design Inteligente defendem sua distinção com o criacionismo bíblico, os críticos desqualificam-na como a mais recente manifestação do criacionismo mesmo (NUMBERS, 2006). A filósofa Barbara Forrest, crítica do movimento do Design Inteligente, afirma que a teoria é nada mais que o criacionismo mal camuflado ou neocriacionismo. (FORREST, 2007, p. 27). De acordo com Bailey (2010), a maioria dos defensores do DI é intimamente ligada ao cristianismo evangélico e, por isso, defendem que “[...] muitas características da vida na terra são muito complexas para serem explicadas pela evolução natural” e que, portanto, a inferência de um design na natureza é mais plausível (BAILEY, 2010, p. 11).

Dawkins (2007) defende que o Design Inteligente não é a única alternativa ao acaso, na verdade nem mesmo é uma alternativa real. A seleção natural é uma melhor alternativa. Segundo ele, o Design Inteligente levanta um problema bem maior do que o que solucionou: quem projetou o projetista? Afirma que nem o Design Inteligente e nem o acaso solucionaram o problema do que ele chama de improbabilidade estatística. De acordo com Dawkins (2007), apenas a seleção natural é a solução para a improbabilidade estatística, por ser um processo

cumulativo que fracciona este problema em partículas menores. A complexidade irreduzível é uma falácia (DAWKINS, 2007, p. 132).

Para Andrade (2013), o Design Inteligente é um movimento composto por pensadores de várias áreas do conhecimento com viés religioso, reunidos numa perspectiva puramente antievolucionista e antimaterialista, sendo que para esse movimento a explicação dos sistemas naturais complexos, proposta pela teoria da evolução é inconsistente.

Diversos autores e órgãos e instituições de pesquisas questionam o caráter e a natureza desse movimento, pela associação do Design Inteligente com o criacionismo, como seu posicionamento antievolucionista pretendendo ser uma teoria alternativa à da teoria de evolução. Para estes autores, o Design Inteligente é apenas um “criacionismo melhorado” que faz uso de vocabulário de procedência científica e de modo nenhum é digno credibilidade enquanto presumido conhecimento científico (PENNOCK, 1999; PIGLIUCCI, 2002; ABRANTES; ALMEIDA, 2006; MILLER, 2009; BRANCH; SCOTT, 2009; MILLER, 2009; BRAGA, 2014). Nos Estados Unidos destacamos algumas das instituições que se posicionaram contrariamente: “American Association for the Advancement of Science”; “American Association of University Professors”; “American Astronomical Society”; “American Chemical Society”; “American Society of Agronomy”; “American Society for Biochemistry and Molecular Biology”; “Botanical Society of America”; “Federation of American Societies for Experimental Biology”; “National Association of Biology Teachers”; “National Center for Science Education”; “National Science Teachers Association”; “United States National Academy of Sciences” e “Elie Wiesel Foundation for Humanity”. Instituições de outros países que fortemente se manifestaram contra foram: “Conselho da Europa (Council of Europe)”; “Intelligent Design is not Science Initiative”; “The Interacademy Panel on International Issues”; “Project Steve” etc. A “International Society for Science and Religion” declarou em 2008 que o “design inteligente não é uma ciência sólida nem uma boa teologia”.

No Brasil, as instituições e órgãos competentes que também protestaram contra o Design Inteligente como uma abordagem científica foram: “Academia Brasileira de Ciências (ABC)”; “Sociedade Brasileira de Genética (SBG)”; “Sociedade Brasileira de Paleontologia (SBP)”; “Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC)”; Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); “Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)”; “Associação Brasileira de Ensino de Biologia”; “Núcleo Charles Darwin da USP”; Programa de Pós Graduação em Sistemática e Evolução da Universidade Federal do Rio Grande do Norte” e “Sociedade Brasileira de Física (SBF)”.

1.2 Pensamento evolucionista na Grécia Antiga

Desde a Grécia Antiga, a ideia de que espécies diferentes podem surgir uma das outras, seja de forma lenta, gradual ou abrupta, já existia. Os mitos primitivos da evolução ainda estavam fortemente associados à ação de divindades. Os gregos iniciaram a busca sistemática por um ou vários “princípios naturais” por meio dos quais pretendiam explicar a evolução do universo e da vida sem a influência de divindades pessoais. Seus esboços eram tentativas de encontrar somente por meio da razão, ainda sem o uso de experiências científicas, uma explicação mais simples e lógica possível para a causa, a essência e a origem de todas as coisas (LIMA, 1988; FUTUYMA, 1992; VOM STEIN, 2005).

No caso dessas filosofias antigas, ainda não se tratava de teorias no sentido da ciência atual, mas sim de especulações sobre a essência do universo. Embora algumas de suas concepções pareçam hoje bastante estranhas, nelas já se encontram muitas ideias que mais tarde foram retomadas na teoria da evolução (FUTUYMA, 1992; VOM STEIN, 2005). Dentre essas filosofias, destacamos as de alguns filósofos importantes no desenvolvimento do pensamento evolutivo ao longo da história, como Tales de Mileto, Anaximandro, Anáxímenes de Mileto, Heráclito de Éfeso, Empédocles, Aristóteles, Agostinho de Hipona, Tomás de Aquino, entre outros.

Entre os filósofos da Antiga Grécia, sabe-se muito pouco a respeito de Tales de Mileto (624-546 a.C), considerado o primeiro filósofo. Ele é a mais antiga referência histórica a tentar determinar com precisão qual seria a matéria elementar de que é feita a natureza e por usar a crítica racional nas teorias já disponíveis para aprimorar o conhecimento da natureza (SELL, 2008).

Para Tales, a substância primordial é a água. A água pode assumir qualquer forma. Tudo é formado por água e se transforma em um ciclo. O Divino reside em todas as coisas e transforma todas elas naquilo que são em essência. A ideia de um ciclo permanente em lugar de uma Criação ocorrida uma única vez encontra eco em quase todos os filósofos gregos posteriores. Do mesmo modo, na maioria deles a busca pelo começo (*arché*), pela substância primordial ou princípio natural ocupa a posição central na Filosofia Natural (VOM STEIN, 2005).

Outro filósofo de destaque na filosofia grega foi Anaximandro de Mileto (610-546 a.C), que era discípulo de Tales e deu continuidade aos seus trabalhos. Anaximandro foi importante astrônomo, matemático, geógrafo e político, sendo para muitos considerado o responsável pela

confeção de um mapa-múndi, pela introdução na Grécia do uso do Gnômon (relógio solar), a medição das distâncias entre as estrelas e a descoberta da obliquidade do zodíaco (SELL, 2008).

Diferente de Tales, Anaximandro não identifica a *arché* a nenhuma substância conhecida. Para ele, o princípio natural é o ilimitado (*ápeiron*). Os animais originaram-se da umidade que evapora sob a ação do Sol. Primeiro surgiram os peixes. Mais tarde, parte deles rompeu suas peles, viveu no ar e transformou-se, entre outras coisas em seres humanos. Aqui já se menciona a ideia de uma evolução primitiva da vida por meio do fornecimento de energia na água e a origem do homem no reino animal. Supõe-se também a aleatoriedade da evolução (VOM STEIN, 2005). Anaximandro falando ainda sobre a sobrevivência do homem afirma que:

[...] o homem originalmente nasceu de outras espécies. O motivo é que, enquanto outros animais rapidamente encontram alimento por si mesmos, apenas o homem exige um longo período de amamentação. Por conseguinte, se tivesse sido originalmente como é hoje, jamais teria sobrevivido (BURNET, 1994, p. 68).

Seguidor de Tales e de Anaximandro, o filósofo Anaxímenes de Mileto (585-529 a.C) eleva a filosofia milésia ao seu ápice. Ele aperfeiçoa a tese de Tales sobre o elemento primordial único, ao mesmo tempo em que incorpora algumas inovações propostas por Anaximandro, além de propor novas soluções teóricas, construindo uma filosofia mais simples e consistente quando comparado a seus antecessores (SELL, 2008).

De acordo com este filósofo, a substância primordial é o ar. Ao condensar-se ele se transforma primeiro em água e depois em rocha. Quando se rarefaz transforma-se em fogo. Todas as coisas são construídas de ar nessas várias formas (VOM STEIN, 2005). Sua maior contribuição filosófica foi ter proposto uma explicação para a origem da vida de uma forma totalmente desmistificada, sem recorrer a uma linguagem que contivesse elementos sobrenaturais (SELL, 2008).

Mileto foi o maior centro econômico da Grécia nos séculos VII e VI a.C. Esta cidade-estado, localizada ao sul da Jônia, na Ásia Menor, região atualmente ocupada pela Turquia, foi atacada e destruída pelos persas permitindo assim que Éfeso assumisse o destaque no comércio marítimo e se tornasse a principal cidade grega na primeira parte do séc. V a.C. Foi nesse contexto de crescimento econômico e mudanças culturais e políticas que viveu o filósofo e misantropo Heráclito de Éfeso (540-470 a.C). Souza (2000 p.88) atribui o seguinte pensamento a Heráclito, “este mundo, o mesmo de todos os (seres), nenhum deus, nenhum homem o fizeram, mas era, é e será um fogo sempre vivo, acendendo-se em medidas e apagando-se em medidas”.

Segundo Heráclito, o “*fogo divino*” é o princípio natural do universo. É a atuação divina permanente que permeia, forma e modifica tudo que existe, mas é ela mesma, imutável (VOM STEIN, 2005).

No período de 490-435 a.C viveu o filósofo Empédocles da cidade de Agrigento, uma colônia grega no sul da Sicília. Agrigento era na época uma grande potência militar e um importante centro econômico e cultural. Empédocles é considerado o pai da retórica por sua importância na política em defesa da democracia. Diferente das propostas filosóficas anteriores, Empédocles traz para a filosofia uma maior complexidade e sofisticação ao propor a teoria dos quatro elementos e dois princípios que regem o movimento e a transformação no universo (SELL, 2008).

Empédocles postulava que, todas as coisas originaram-se de quatro raízes (*rizómata*): fogo, ar, água e terra. Elas distinguem-se pela sua composição e suas respectivas raízes. Duas forças atuam no universo: o amor (*philia*) e o ódio (*neikos*). O amor mistura todos os elementos até que eles estejam distribuídos de maneira completamente uniforme. Então vem o ódio e os separa novamente. Nesse processo originam-se os diversos componentes (diferentes matérias) que formam todos os objetos e seres vivos. Mas o ódio continua agindo até que tudo se desintegre novamente e no final os quatro elementos estejam disponíveis na sua forma pura. Então vem o amor e mistura tudo de novo. Esse ciclo se repete eternamente (VOM STEIN, 2005).

Essa teoria foi assumida sob várias formas pelos filósofos gregos posteriores. Tornou-se muito popular graças a Platão (428-347 a.C), que falava de quatro elementos, e só foi refutada no século XVII (VOM STEIN, 2005).

Empédocles apresenta ainda que remota, a ideia da sobrevivência dos mais aptos.

No princípio, dizia Empédocles, a natureza criava várias partes de animais, os membros e os órgãos, combinando-os de várias maneiras possíveis, surgindo daí vários monstros que, por não se adequarem satisfatoriamente ao meio, não conseguiam se reproduzir e, portanto, não sobreviviam (CASTRO, 2011, p.19).

Darwin, um dos maiores naturalistas da história, acredita ver no pensamento de Empédocles aquilo que seria um esboço da teoria da seleção natural, por isso cita este filósofo pré-socrático no prefácio da sua obra Origem das Espécies (BURNET, 1994, p.68).

Aristóteles nasceu em 384 a.C. na cidade de Estagira, colônia grega situada numa região portuária ao norte do mar Egeu. Foi preceptor de Alexandre o Grande a pedido de seu pai Filipe na época rei da Macedônia. Ele fundou sua própria escola com o nome de Liceu, diferente da Academia por se concentrar nas “ciências naturais”. Ele colecionava espécimes animais e

vegetais enviado pelos seus colaboradores de várias partes do mundo. Com apoio do imperador Alexandre, o Liceu se tornou o maior centro de investigação filosófica do mundo helênico. O conjunto de obras escritas por Aristóteles é denominado de *Corpus aristotelicum*. Para ele as espécies eram fixas, cada qual ocupando um lugar definitivo na hierarquia inalterável. Contudo suas ideias forneceram elementos que posteriormente inspiraram o desenvolvimento do pensamento transformista (DEELY, 1973; CASTRO, 2011).

Para Aristóteles, tudo consiste em substância e forma. O material básico é a substância (matéria). Essa substância tem a possibilidade de movimentar-se e modificar-se contra uma resistência interna a fim de atingir um determinado objetivo (*actus*). Deus (não um deus pessoal, mas um princípio divino) é o propulsor desse movimento e ao mesmo tempo seu objetivo mais elevado. Vários níveis podem ser distinguidos. Substância + forma (vida) = planta (substância viva) + forma (alma sensível) = animais (substância espiritual) + substância (razão) = homem. Acima disso encontra-se o divino (VOM STEIN, 2005).

Baseado nesse princípio é possível afirmar que ele tenha sido o precursor das teorias evolucionistas teístas. A partir da matéria existente teria sido posta em marcha uma evolução por meio da atuação divina. Aristóteles também defende a seguinte opinião “[...] os ancestrais do homem originaram-se dos peixes e subiram do mar para a terra” (VOM STEIN, 2005, p. 45).

1.3 Da Igreja Primitiva até o Iluminismo: Filosofia e Razão como fontes de conhecimento

A propagação do cristianismo resultou no conflito entre a doutrina cristã e a filosofia grega. Alguns dos primeiros doutores da igreja tomaram partes dessa filosofia natural e a incorporaram em sua interpretação da bíblia. Com isso o entendimento comum do relato da criação na cristandade foi posto em dúvida já muito cedo. Nem mesmo Agostinho (354-430 d.C), que se restringia à bíblia e influenciou profundamente o pensamento da cultura ocidental, esteve livre dessa influência (VOM STEIN, 2005).

Agostinho de Hipona ou Santo Agostinho como é conhecido, era bispo na cidade de Hipona, província romana no norte da África. Nos primeiros anos do cristianismo, ele foi um dos mais importantes teólogos e filósofos que teve grande influência no desenvolvimento do pensamento cristão no ocidente. Agostinho teve influência do maniqueísmo e do neoplatonismo, antes de se converter ao cristianismo. Ele propôs uma abordagem única até

então à filosofia e teologia. Seus escritos são muito estudados ainda hoje, sendo consideradas verdadeiras obras primas “A Cidade de Deus” e “Confissões” (GILSON, 1995).

Para ele, a revelação bíblica é compulsória. O Criador não é parte da criação e a criou a partir do nada (*ex nihilo*). A Criação era originalmente boa. Esse pensamento de Agostinho se distancia claramente de todas as concepções gregas. A criação do mundo e as coisas não ocorreu em seis dias, mas sim instantaneamente, contudo a ação criadora de Deus é ininterrupta. No princípio foi criada matéria informe ou forças germinativas (*rationes seminales*) que então transformou-se em todas as coisas. A criação, que a princípio era boa, foi arruinada antes do pecado original em consequência da queda de Satanás. Ele defende o caráter gratuito e contínuo da criação e a dinâmica do transformar e do recriar (MAYR, 1982; VOM STEIN, 2005; FERNANDES, 2007). Agostinho escreve na sua obra Confissões: “[...] ainda mesmo o que não foi criado e, todavia, existe nada tem em si que antes não existisse. Por tanto sofreu mudança e passou por vicissitudes” (AGOSTINHO, 1981, p.295).

A introdução da filosofia na interpretação da Bíblia provocou um desdobramento importante, formando assim a corrente filosófica escolástica, que determinou o pensamento dos humanistas no Ocidente até o século XV. Por um lado, insistia-se incondicionalmente na revelação bíblica como verdade fundamental. Por outro lado, salientava-se a razão humana. Na pré-Escolástica (Sec. IX – XII) estabeleceu-se a tese segundo a qual a razão não deveria mais estar subordinada à fé. Pelo contrário, poder-se-ia investigar a fé por meio da razão e descobrir novas verdades. Na alta Escolástica (Sec. XII a XIII) essa supremacia da razão sobre a fé foi então abandonada. A fé e a razão eram consideradas justapostas e não opostas uma à outra. Os dois campos deveriam ter “competências” separadas (CAMPOS, 2011).

Tomás de Aquino (1225-1274), pensador máximo da Escolástica, nasceu em 1225, na Itália, e se tornou o mais importante autor católico. Em sua obra “Suma Teológica”, faz uma intensa defesa da fé e procura esmiuçar toda doutrina cristã. A filosofia de Tomás de Aquino tem como base fundamental a sua compreensão da obra de Aristóteles (CAMPOS, 2011).

O homem tem de distinguir entre dois domínios: o domínio do natural visível, perscrutável (natureza) e o domínio do sobrenatural, invisível, espiritual e moral, conhecido por meio de revelação e fé (graça). No campo natural o homem é capaz de obter conhecimento por conta própria, no campo da fé ele depende da revelação de Deus, o qual lhe deu a razão para isso (VOM STEIN, 2005).

Tomás de Aquino, com certeza, não pretendia que o seu impulso inicial para a posterior separação radical entre razão e fé fosse ampliado. Ele insistia em que os dois campos não se

contrapõem, mas se complementam, que existe certa harmonia entre filosofia e teologia (VOM STEIN, 2005; CAMPOS, 2011) uma vez que,

[...] no mesmo indivíduo é impossível coexistirem simultaneamente opiniões ou juízos contrários entre si. Consequentemente, Deus não pode infundir no homem opiniões ou uma fé que vão contra os dados do conhecimento adquirido pela razão natural (AQUINO, 1990, p.29).

Contudo, esse pensamento resultou na ideia de que todas as coisas naturais poderiam ser bem averiguadas também sem o pressuposto da fé cristã. O criacionismo, que se ocupava da questão sobre a origem do natural, é visto, desde então, como tensão entre “natureza e graça” ou fé e ciência”. Na escolástica posterior (século XIV e XV) ocorreu então a separação total dos dois campos (VOM STEIN, 2005).

Guilherme de Ockham (1285-1349) defende que a razão pode transmitir conhecimento sobre o universo explorável, mas é limitada e não pode fornecer conhecimento sobre Deus, pois este só pode ser alcançado através da fé e da revelação. Este ponto de vista impôs limites à razão. Desde então os dois campos passaram a ser percebidos separadamente. Quando mais tarde a ciência ganhou importância, o campo reservado à fé tornou-se cada vez menor, até que acabou desaparecendo no iluminismo (VOM STEIN, 2005). Segundo Oliveira (2005, p. 48),

Suas formulações, indubitavelmente, defendem a necessidade do empírico para se conhecer as coisas, mas ainda não abandonou a ideia de que Deus é o criador de todas as coisas. Não negou a existência de uma força maior que a tudo comanda e dirige e essa força ainda é a fé cristã.

Os séculos XVII e XVIII, foram períodos caracterizados pelo advento do movimento cultural na Europa, denominado de Iluminismo. Esse movimento é caracterizado pelo deísmo, na qual o homem poderia admitir a existência de Deus, contudo não se tinha evidência de que esse Deus teria criado o mundo para o bem do homem. Esse deus do iluminista é o deus da suprema inteligência, responsável pela ordem universal e pela criação do cosmo, porém distante do homem (CAMPOS. 2010). O terreno para a teoria da evolução foi preparado pela filosofia do Iluminismo, caracterizado por uma reviravolta radical nas ideias. O ambiente intelectual do Ocidente modificou-se profundamente. A nova corrente pode ser resumida na famosa frase de Descartes “cogito, ergo sum” (VOM STEIN, 2005). Para Descartes (2009), é possível duvidar de tudo, mas não da sua existência como ser pensante. De acordo com este pensador, tudo que pode ser reconhecido de forma clara e evidente por meio da razão é verdadeiro.

Até essa época, Deus e sua palavra, a Bíblia, haviam servido de fundamento e ponto de referência, a partir de então o pensamento humano assumia essa posição. Assim, a fonte do conhecimento humano passa a ser a apenas a razão (VOM STEIN, 2005).

1.4 Precusores e Contemporâneos da Teoria da Evolução

O pensamento evolutivo como a conhecemos surgiu no século XVII, mas hoje está inseparavelmente associada ao nome do naturalista inglês Charles Darwin. Entretanto, Darwin não foi o único, nem o primeiro cientista a ter ideia de filogenia evolucionária dos seres vivos. A maioria dos componentes de sua teoria já é encontrada em seus precusores e contemporâneos, como Jan Swammerdam, Leibniz, Benôit de Maillet, Maupertius, Conde de Buffon, La Mettrie, Erasmus Darwin, Lamarck, entre outros (MAYR, 1998).

Jan Swammerdam foi um naturalista holandês e microscopista, nascido em Amsterdã em 12 de fevereiro de 1637, morto em 17 de fevereiro de 1680. Completou os estudos em medicina, mas não atuou como médico. Dedicou-se ao estudo dos insetos e a anatomia de pequenos animais e foi o primeiro a descrever as células vermelhas no sangue em 1658. Suas produções escritas, “História Natural dos Insetos” e “A Bíblia da Natureza” publicadas em 1669 e 1737 respectivamente, são consideradas obras primas. Ele acreditava na teoria do homúnculo, ou da existência de um homem microscópico em pré-formação no esperma humano, lançando as bases para o preformismo. Contribuiu na refutação de algumas ideias de geração espontânea (COLE, 1937; DI MARE, 2002). Na sua obra intitulada História Natural dos Insetos, publicada em 1669 defende que todos os seres descendem de um “animal primitivo” criado (BODEMER, 1964).

Gottfried Wiihelm Leibniz (1646-1716) é considerado por muitos historiadores como o último erudito que possuía conhecimento universal e um dos um dos grandes gênios da cultura europeia. Nasceu em Leipzig, Alemanha, no dia 1º de julho de 1646, foi filósofo, matemático e historiador. Ele foi fundador da Academia de Ciências de Berlim (BRITO, 2008).

Leibniz teve uma contribuição muito importante e positiva no preparo do terreno para teoria da evolução, rejeitando o platonismo, pré-requisito indispensável para o moderno pensamento evolucionista. Defendia o conceito de continuidade e gradualismo, elemento da sua filosofia que afetou a história da biologia evolutiva e uma das pedras fundamentais para a explicação da evolução de Darwin (MAYR, 1998). Ele afirma: “Tudo na natureza avança

gradualmente, e não faz saltos, e essa regra controladora das mudanças faz parte da minha lei da continuidade” (LEIBNIZ, 2008, p. 167).

Leibniz, baseado na observação de que muitos organismos que existiram em tempos primitivos não existem mais e as que existem hoje, aparentemente não tem seu registro de existência naquele tempo, sugere que os animais modificaram devido às grandes transformações que ocorreram nas condições da crosta terrestre. De acordo com ele, os grupos de animais estão ligados por formas de transição (MAYR, 1998).

Benôit de Maillet (1656-1738) foi diplomata francês, trabalhou no Oriente Médio e Mediterrâneo como cônsul francês no Egito. Em suas observações sobre as rochas, chegou à conclusão de que havia um único e grande oceano que foi se encolhendo por milhões de anos, depositando sedimentos marinhos e conchas no alto das montanhas. Para não ser censurado, ele atribuiu seus argumentos ao suposto filósofo hindu chamado Telliamed, seu sobrenome soletrado de trás para frente (FREITAS, 1998; MARTINS, 2006).

Sua obra de ficção, “Telliamed”, publicada em 1748, após a sua morte, contém assuntos relacionados à geologia, origem da vida e transformações sobre seres vivos. A tese dele é a de que pelo fato de a terra ter sido inteiramente coberta pelo mar e, após milhões de anos, estar emergindo, pode significar que as plantas e os animais eram aquáticos e, ao passar alguns para terra, se transformaram em seus equivalentes terrestres. A terra não é um produto instantâneo, mas fruto de um processo natural (VIERO, 2013). Mayr (1998) escreve o seguinte sobre de Maillet:

O ar está sempre cheio de “sementes” de todos os tipos de organismos, que adquirem a existência sempre que as condições ambientais forem favoráveis. As espécies existentes transformam-se, sempre que uma mudança é exigida pelo surgimento de condições novas. Por exemplo, peixes voadores podem converter-se em pássaros; e os seres humanos existiram previamente nos mares, na forma de sereias e tritões. Com certeza, todos os organismos terrestres não são outra coisa que organismos aquáticos transformados. Desde que sempre existe mera transformação de um organismo previamente existente numa nova forma, não há, em de Maillet, um conceito genuíno de evolução. No entanto, Telliamed é algo de importante, por mostrar até que ponto os pensadores do século XVIII haviam-se emancipado das restrições dos séculos precedentes (Mayr, 1998, p.148).

O conceito de sementes se relaciona com a ideia de preexistência de germes. Nesta concepção, admite-se que todos os germes que existem nos grãos foram criados por Deus no início do mundo ou existem desde sempre, conservando-se até o momento de seu desenvolvimento. Das sementes marinhas se originam os animais e as plantas marinhos que se transformam em animais e plantas terrestres. Esta transformação seria súbita. De forma abrupta, os homens marinhos de diversos tamanhos e espécies deram origem aos seres humanos atuais.

Maillet aceitava um tipo de evolução orgânica, mas abrupta e em um só passo (MAYR, 1998; MARTINS, 2006).

Pierre Louis Moreau de Maupertius (1698-1759), considerado um dos maiores pensadores do seu tempo, responsável por introduzir o pensamento newtoniano na França, era interessado pela matemática e astronomia, como também pelos fenômenos biológicos. Maupertius não evolucionista, nem autor da teoria da seleção natural, porém sua contribuição foi muito importante na história do pensamento evolucionista moderno ao trazer conceitos iniciais de sobrevivência do mais apto (MAYR, 1998; VOM STEIN, 2005)

O acaso pode-se dizer, produziu um vasto número de indivíduos; uma pequena proporção dentre eles foi se organizando de tal forma que os órgãos dos animais pudessem satisfazer às suas necessidades. Um número muito maior revelou-se como não tendo nem adaptação, nem ordem; estes todos pereceram. Por isso, as espécies que vemos hoje não constituem mais do que uma pequena parte daquelas que foram produzidas por um destino cego (MAUPERTIUS 1750, *apud* MAYR, 1998, p.370).

Segundo Mayr, (1998), Maupertius explicava a origem dos seres vivos através da geração espontânea, na qual era produzido continuamente novas formas de plantas e animais e sendo eliminados igualmente todos que apresentassem deficiências. Afirma Mayr, (1998), que a teoria da origem de Maupertius não tem nada a ver com seleção natural e com a Teoria da Evolução. Entretanto, Maupertius rejeitou o fixismo tradicional, aceitando na história da diversidade biologia a presença de mudança (RAMOS, 2016).

Georges-Louis Leclerc, ou Conde de Buffon (1707-1788), na sua extensa obra, *Historie Naturelle*, composta por 34 volumes foi o primeiro a propor que as plantas e os animais se originaram de um tronco comum devido às semelhanças verificadas entre algumas espécies. Para Buffon, o homem é um ser mais avançado, superior a todos os outros seres vivos e pertencente à mesma família que o macaco, sendo que o macaco é um homem degenerado. E os animais são descendentes de um único animal que ao longo do tempo, por meio do progresso ou degeneração, deram origem a todas as espécies de animais existentes (MAYR, 1998).

A origem comum defendida por Buffon é diferente da ancestralidade comum proposta por Darwin. Enquanto Darwin propôs um ancestral comum para todos os seres vivos, Buffon defende que várias espécies surgiram de maneira independente, concomitante, e que por meio dos movimentos migratórios das espécies elas foram se modificando (DIEGUES, 2017).

Conforme Mayr (1998), as ideias de Buffon não eram evolucionistas, contudo, ele pode ser considerado o pai do evolucionismo, pois suas ideias colocaram a evolução como objeto de

estudo na ciência e uma série de outras contribuições importantes para a anatomia comparada, cronologia da terra e biogeografia.

Sua obra foi lida por quase todos na França, e influenciou muitos escritores do Iluminismo em toda Europa. Em suas pesquisas, Buffon buscou encontrar as espécies principais, a partir das quais todas as outras derivaram. Buffon, juntamente com Aristóteles e Darwin, é considerado um dos nomes mais importantes da história natural, sua influência foi muito importante (VIERO, 2013).

Julien La Mettrie (1709-1788), um médico e filósofo francês nascido em 25 de dezembro de 1709, considerado o primeiro materialista ou fisicalista no Iluminismo e um dos primeiros escritores da modernidade a escrever sobre o “materialismo-fisicalismo”. Diferente de Descartes e de todos os outros pensadores que tinham a alma como princípio de pensamento e de movimento, Le Mettrie, na sua obra “O Homem- Máquina”, considera que todo o pensamento, sentimento e movimento do homem são frutos do seu próprio corpo. La Mettrie retira Deus como agente criador e mantenedor do homem, e atribui ao homem, ao seu corpo, o fundamento e a responsabilidade de tudo que o homem é. Para ele, nada do que é externo ao homem é responsável por sua constituição (FERNANDES, 2014)

Le Mettrie considera a natureza é o principal responsável por todas as modificações em cada organismo, e que o homem e o animal são iguais em sua essência, o homem apenas tem lugar privilegiado na natureza pela sua forma de organização, que permite o conhecimento, o pensamento. Ele afirma:

Se eu, por fim, aceitar que a Lei Natural não foi comunicada aos Animais, quais serão as consequências? O homem não é constituído por um barro mais precioso; a natureza empregou uma massa idêntica e única, da qual variou apenas a levedura (LA METTRIE, 1982, p. 75).

Erasmus Darwin (1731–1802) é normalmente reconhecido como o avô paterno de Charles Darwin e por suas contribuições para a medicina. Diversos autores mencionam Erasmus Darwin pelas suas contribuições na área de fisiologia, anatomia e reprodução vegetal. Contudo, pouco se conhece sobre suas concepções relacionadas a origem da vida e a diversidade biológica de um modo geral (DONDA; MARTINS, 2016).

Donda e Martins (2016) defendem que o pensamento “evolutivo” de Erasmus foi descrito de claramente na sua obra *The temple of nature or, The origin of sociology*, onde ele defende que o universo tem sua origem a partir de uma “dissolução química” e que, no ciclo universal da natureza, a matéria orgânica apenas passa por transformações, nunca destruída.

Ele acreditava que os seres vivos se originaram na água dos oceanos, que eram dotados da capacidade de se adaptar ao seu ambiente e que tanto plantas como animais se transformavam ao longo do tempo, por intermédio dos três grandes objetos do desejo, que são a fome, luxúria e segurança (KORMONDY, 2011; DONDA; MARTINS, 2016).

Os seres vivos que surgiram no oceano foram se transformando, passando a viver em cavernas, adquirindo barbatanas, pés e finalmente, asas. Assim a partir das primeiras formas de vida (aquáticas) se originaram as formas de vida terrestres. Estas só conseguiram sobreviver na medida em que desenvolveram mecanismos fisiológicos que permitiram retirar a água do ambiente e retê-la em seus próprios organismos (Darwin, 1794, p. 26, *apud* DONDA; MARTINS, 2016).

Na verdade, para Erasmus os seres vivos teriam se formado por geração espontânea na água dos oceanos e em alguns casos, ele sugeriu que os seres vivos mais simples poderiam ter se formado a partir de restos de outros seres vivos mais complexos (heterogênese). As mudanças nas espécies e, também, as geológicas eram, no seu modo de ver, lentas, progressivas, sendo regidas por leis imutáveis. Ele também aceitava a herança de caracteres adquiridos e em alguns dos seus poemas traz a ideia de luta pela existência e sobrevivência do mais apto (HARRISON, 1971; DONDA; MARTINS, 2016).

É bem provável que as ideias de Erasmus Darwin acerca das mudanças ocorridas nas espécies tenham sido rejeitadas por não comporem a parte principal das suas obras, além dos desafios do contexto social, político e religioso (MCNEIL, 1987; DONDA; MARTINS, 2016).

Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet (1744-1829), que herdou do pai o título de cavaleiro de Lamarck, nasceu em Bazentin le Petit e morreu em Paris, vivendo durante o século XVIII e as três primeiras décadas do século XIX. Realizou estudos relacionados à história natural, em botânica, geologia e paleontologia. Ao estudar fósseis e espécies atuais no Museu de História Natural de Paris, ele concluiu que as espécies poderiam ter se transformado ao longo do tempo. Através dos seus estudos geológicos, Lamarck concluiu que a Terra era muito antiga, e que as condições variavam com frequência. Partindo do pensamento de que os seres vivos são adaptados ao meio, ele sugere que para sobreviver é necessário manter a adaptação e estar em mudança contínua. Lamarck propôs uma teoria de transformação, onde os organismos possuem uma tendência intrínseca à perfeição e uma habilidade para adaptarem-se ao meio (MAYR, 1998).

Em 1800, ele começou a publicar uma série de obras em que defendia a transformação das espécies ao longo do tempo. Entretanto, como descrito anteriormente ele não foi o primeiro a admitir mudanças nas espécies ao longo do tempo. Buffon, Erasmus Darwin, entres outros

também admitiam essas mudanças, contudo nenhum deles conseguiu desenvolver ou sistematizar teorias sobre transformação e origem das espécies (MARTINS, 2007).

Lamarck foi o primeiro a propor um sistema teórico completo para explicar as mudanças das espécies ao longo do tempo, embora nunca tenha usado o termo “evolução” ou “transformação” para se referir a essas mudanças. No início do século XIX, a expressão “evolução” trazia a ideia do desenvolvimento de um indivíduo desde o ovo até a idade adulta. Lamarck, ao descrever suas ideias, usou termos como, aperfeiçoamento, progressão, desenvolvimento, progresso, mutação e mudança (FREZZATTI JÚNIOR, 2011).

Nos livros didáticos, a teoria de Lamarck, é constantemente associado às leis do uso e desuso e herança dos caracteres adquiridos. Entretanto, esses dois mecanismos não descrevem completamente o pensamento lamarckista. Os conceitos de Lamarck são melhores compreendidos sob a perspectivas dos quatro princípios, que são (1) Ocorrência frequente de geração espontânea; (2) Lei do uso e desuso; (3) Herança dos caracteres adquiridos; (4) Aumento da complexidade e progresso (TIDON, 2014).

Tidon (2004) afirma que frequentemente é difundido o pensamento de que as teorias de Lamarck e Darwin não tem nada em comum, o que não reflete a realidade. Os dois defenderam ideia de mudanças biológicas ao longo do tempo através da influência do meio. Ainda defende Tidon (2004) que tanto Lamarck como Darwin, nas suas teorias, embora de forma diferente compreenderam a importância do uso e desuso e da herança dos caracteres adquiridos para a evolução. Para Lamarck, os dois mecanismos levam a à adaptação dos indivíduos aos seus habitats. E para Darwin, esclarecem o surgimento das variações pela qual a seleção natural atua.

Ainda de acordo com Tidon (2004), as conclusões de Lamarck se popularizaram mais que as de Darwin. Observa-se que muitas pessoas que admitem o pensamento evolucionista de acordo com Darwin, usam conceitos baseados nas leis de uso e desuso e herança dos caracteres adquiridos para explicar a mudança biológica.

1.5 Darwin e a origem das espécies

Charles Robert Darwin (1809 – 1882), nasceu na cidade Shrewsbury no dia 12 de fevereiro de 1809, iniciou seus estudos em medicina influenciado pelo seu pai médico, mas abandona dois anos depois. Novamente motivado pelo pai, Darwin então cursou bacharelado em Teologia na Cambridge para se tornar clérigo. Mas seu interesse era por História Natural, foi um excelente observador e muito habilidoso na formulação de hipóteses explicativas para

os fenômenos observados. Seu interesse pela História Natural o levou a se inscrever no curso sobre o assunto de John Stevens Henslow, professor de botânica. Participou também dos encontros da Sociedade Pliniana, organizada por estudantes que defendiam que a ciência fosse baseada em causas físicas e não sobrenaturais (FUTUYMA, 2009).

Anos depois, por recomendação do professor Henslow, Darwin vai servir como naturalista para o Robert FitzRoy, capitão do HMS Beagle, navio da frota britânica que iria iniciar uma expedição para cartografar as águas da América do Sul (FUTUYMA, 2009).

Beagle deixa a Inglaterra no dia 27 de dezembro de 1831 e só retorna em 2 de outubro de 1836. Durante o período de cinco anos eles passam pela costa da América do Sul, Galápagos, Equador, Taiti, Cabo Verde, África do Sul, entre outros locais. Nessa expedição, Darwin fez observações a respeito de fauna e flora e da geologia, bem como coletou espécimes. Baseado nas suas observações é que ele começou a questionar o pensamento fixista das espécies. (ROSE, 2000; FUTUYMA, 2009). A bordo do Beagle, Darwin leu um dos livros que contribuiu muito para as propostas da teoria da evolução, principalmente a noção do tempo que o permitiu construir as bases da seleção natural e especiação. No livro “Princípios da Geologia” da autoria de Charles Lyell, o autor trata das mudanças climáticas globais, das erupções vulcânicas, de erosões, fósseis e distribuição da fauna ao redor do Globo (FUTUYMA, 2009).

De acordo com Vitte, (2009), o pensamento de Lyell é que foram as mudanças biológicas e ambientais que levaram a formação de fósseis em estratos geológicos, desafiando o pensamento catastrofista.

De acordo com Michael Rose (2000), Darwin tem contato com dois outros conceitos que foram de extrema valia na formulação da sua teoria. O primeiro conceito foram as conclusões do zoólogo John Gould a respeito das aves coletadas em Galápagos. Ele observou que as diferentes espécies coletadas eram continham muitas semelhanças com as espécies continentais da América do Sul, permitindo Darwin pressupor que os ancestrais haviam migrado do continente.

A leitura do livro do economista Thomas Robert Malthus, “An Essay on the Principle of Population”, permitiu Darwin absorver outro conceito importante. A obra se baseia no Princípio da Escassez, na qual o crescimento populacional e demanda de recursos gerada por ele tendem a ser maiores do que a produção do alimento. Baseado nesse princípio, Darwin começa a supor que a desigualdade de crescimento das espécies em relação à capacidade de sobrevivência conduziria à uma luta pela existência, onde as variações favoráveis seriam preservadas e as desfavoráveis desapareceriam. Darwin usa as ideias de existência de sua época para entender a natureza por meio da seleção natural (DARWIN, 2000; DESMOND; MOORE, 2000).

Considerando a enorme capacidade de crescimento, segundo uma progressão geométrica, de cada organismo quando, normalmente, um lugar deva ser totalmente ocupado; a nossa própria reflexão nos demonstrará que este é realmente o caso. Malthus trata do homem – nos animais não existe freio moral – eles se reproduzem no período do ano em que o alimento é mais abundante ou a estação é mais favorável (DARWIN, 1992, p.25).

A luta pela sobrevivência resulta inevitavelmente da rapidez com que os seres organizados tendem a multiplicarem-se. Todo indivíduo que, durante o estado natural de sua vida, produz muitos ovos ou muitas sementes, deve ser destruído em qualquer período da sua existência, ou durante uma estação qualquer, porque de outro modo, dando-se o princípio do aumento geométrico, o número de seus descendentes tornar-se-ia tão notável que nenhuma região os poderia alimentar. Também como nascem mais indivíduos que os que conseguem sobreviver, deve existir em cada caso, luta pela sobrevivência, quer com outro indivíduo da mesma espécie, quer com indivíduos de espécies diferentes, quer com as condições naturais de vida. É a doutrina de Malthus aplicada com a mais considerável intensidade a todo o reino animal e vegetal, porque não há nem produção artificial de alimentação, nem restrição ao casamento pela prudência (DARWIN, 2000, p. 70).

As principais atitudes que permitiram as conclusões de Darwin para sua teoria evolutiva foram: (1) a conclusão de que as espécies de tentilhões observadas se originaram de um ancestral comum, tendo em conta que eram diferentes de uma ilha para outra, ainda assim apresentavam caracteres semelhantes. O mesmo também com as tartarugas gigantes que também eram diferentes de uma ilha para outra. (2) a observação do registro fóssil, que quando comparado aos mamíferos da América do Sul, sugerem ancestralidade. (3) a leitura das duas importantes obras citadas, o livro do Economista Malthus e o livro do Geólogo Charles Lyell (BIZZO, 1991; FAMA 2016).

Darwin ganhou mais notoriedade pela teoria da seleção natural por causa da publicação do resumo que se tornou seu livro “A Origem das Espécies por meio da Seleção Natural, ou a Preservação das Raças Favorecidas na Luta pela Vida”, em 24 de novembro de 1859.-, Contudo, Alfred Russel Wallace (1823-1913), seu contemporâneo, chegou as mesmas conclusões. Historiadores sugerem que Darwin e Wallace formularam a Teoria da Seleção Natural de maneira independente (CARMO; MARTINS, 2016).

Darwin e Wallace se correspondiam por cartas, e Wallace enviou para Darwin um manuscrito intitulado de “On the tendency of varieties to depart indefinitely from the original type”. Ao ler esse manuscrito, Darwin percebeu que ambos chegaram as mesmas conclusões sobre a descendência comum por meio da seleção natural. (HORVITZ, 2003; RIDLEY, 2006; FUTUYMA, 2009; SILVA; SANTOS, 2015).

A teoria da evolução ganha notoriedade quando Darwin e Wallace apresentam e publicam juntos as suas conclusões sobre a descendência comum por meio da seleção natural, em uma reunião Linnaean Society de Londres, em 1859. Por não ter a recepção desejada, Darwin se

propõe a elaborar um resumo, que se tornaria a publicação do seu livro, considerada uma das mais importantes obras do século XX. Vale salientar que mesmo que Wallace não tenha feito nenhuma publicação expressiva como “A Origem das Espécies”, ele merece os créditos como co-propositor da seleção natural (RIDLEY, 2006; FUTUYMA, 2009; SILVA; SANTOS, 2015).

Para o evolucionista Mayr, a teoria proposta por Darwin na verdade é um conjunto de cinco teorias independentes. Elas são, segundo o autor: evolução propriamente dita; descendência comum; gradualismo; multiplicação de espécies e seleção natural (MAYR, 2005).

A evolução propriamente dita é a teoria de que as espécies não são fixas, nesse caso são susceptíveis as modificações ao longo do tempo. Essa primeira teoria é que sustenta as teorias evolutivas de Darwin, pois elas não teriam sentido e nem poderiam ser explicados se de fato as espécies fossem imutáveis (MAYR, 2005).

Na segunda teoria da origem comum ou descendência comum, supõe que todas as espécies descendem de uma espécie ancestral comum, e tiveram, portanto, uma origem única. As espécies surgiram de espécies preexistentes, que por sua vez, se originaram, de outras espécies no passado. Meyer e El-Hani (2005, p. 35) propõem a metáfora onde afirmam:

[...] podemos caminhar para trás no tempo, encontrando ancestrais cada vez mais remotos de espécies atuais, ou usando a metáfora da árvore evolutiva, podemos descer para galhos cada vez mais baixos da árvore da vida (MEYER; EL-HANI, 2005, p. 35).

Nesta metáfora todos os seres vivos estão distribuídos em ramos que estão conectados entre si, sendo alguns mais próximos e outro mais distantes. Segundo Mayr (2005), a ideia de descendência comum não era completamente original de Darwin, pois Buffon já havia considerado parentes próximos, mas como não tinha aceitado a evolução, sua ideia não foi ampliada. Esta teoria de Darwin foi a teoria aceita com mais entusiasmo e que mais ajudou na rápida aceitação da evolução biológica, pois diferente das outras tinha um extraordinário poder explicativo imediato (MAYR, 2005; MEYER; EL-HANI, 2005).

A terceira teoria, de acordo com Mayr (2005), é a do gradualismo. Nesta teoria, as mudanças evolutivas acontecem de forma lenta e gradual, diferente do conceito saltacionista que propõe rápidas mudanças morfológicas que produzem novos tipos. Conforme afirma Darwin, a natureza não dá saltos. Darwin enfrentou desafios ao propor o gradualismo como a única teoria capaz de explicar todos os níveis de diversificação dos seres vivos, pois o registro fóssil apresenta lacunas ou ausência de intermediários para explicar a transição de espécies.

Para Darwin, essa lacuna ocorria de devido a falhas do registro fóssil (MEYER; EL-HANI, 2005).

Mayr (2005), sugere que provavelmente os principais motivos para a crença de Darwin, tiveram suas origens no conceito de uniformitarismo de Lyell, e no seu trabalho com raças domesticadas. Para o autor, Darwin tinha argumentos para defender as transformações de forma lenta e gradual. De acordo com seu ponto de vista, por meio da seleção natural é possível observar mudanças evolutivas de forma lenta e gradual.

Ele afirma que: “Como a seleção natural age somente pela acumulação de sutis variações favoráveis sucessivas, ela não pode produzir modificações grande ou súbitas; pode apenas agir por passos muito curtos e lentos.” (DARWIN, 2017, p.471). Segundo Mayr (2005), esse pensamento populacional, de que a evolução ocorre em populações e lentamente as transforma, reforçou a adesão e convicção de Darwin ao gradualismo. Além do pensamento populacional, as descobertas genéticas favoreceram o gradualismo que comemora sua vitória completa durante a síntese moderna.

Na quarta teoria, da multiplicação de espécies, Darwin busca explicar a origem da diversidade orgânica. Para Darwin, as variações que ocorrem em uma espécie levam as diferenças entre as espécies. Neste caso, a evolução não ocorre em nível de indivíduos, mas sim de populações (MEYER; EL-HANI, 2005).

A quinta teoria é a mais conhecida e inovadora, a seleção natural, processo que explica a substituição de uma forma por outra. Dentre todas as teorias, essa foi a que encontrou mais resistência. A seleção natural é um processo mecânico e não diretivo que rejeita qualquer causa finalista ou determinismo no mundo orgânico para explicar a diversidade biológica. Darwin (2012, p.123) afirma que,

[...] a seleção natural, onde quer que ocorra, está passando por seu crivo, dia a dia e a cada hora que passa, toda variação surgida, mesmo a mais insignificante, rejeitando a nociva, preservando e ampliando o que lhe for útil, trabalhando de maneira silenciosa e imperceptível, quando e onde se oferece a oportunidade, no sentido de aprimorar os seres vivos no tocante às suas condições de vida orgânicas e inorgânicas (DARWIN, 2012, p.123).

Em suma, para Darwin de acordo com Mayr (2005), a seleção acontece em duas etapas que ocorrem simultaneamente: (1) produção de variação, onde o potencial da seleção passa por vários processos aleatórios e ao acaso; (2) seleção, onde se eliminam os piores e selecionam-se os melhores.

As cinco teorias receberam reações diferentes entre elas mostrando que a teoria de Darwin não é um todo indivisível. A evolução propriamente dita e a teoria da origem comum foram

aceitas rapidamente. Já o gradualismo teve que entrar numa batalha pois sua proposta naquele contexto era desafiadora. A teoria da multiplicação de espécies ainda é controversa na explicação no modo como essa multiplicação se realiza. E por fim a seleção natural, teoria hoje firmemente aceita pela maioria dos biólogos atuais (MAYR, 2005).

Desde a publicação da “Origem das Espécies”, o paradigma de Darwin sofreu algumas modificações na sua teoria, entretanto para Mayr (2005) é a estabilidade do paradigma darwiniano que faz dele o fundamento legítimo para a filosofia da biologia. Ele afirma que:

Não há justificativa para a alegação de que o paradigma darwiniano foi refutado e tem de ser substituído por algo novo. Fico impressionado e acho quase um milagre que Darwin tenha chegado em 1859 tão perto do que seria válido 145 anos depois. (MAYR, 2005, p.132).

1.6 Síntese Moderna da Evolução

Mayr (1998) divide a história da biologia evolutiva em três períodos: de 1859 a 1895, período correspondente à proposta de uma descendência comum, por Darwin e outros; de 1895 a 1936 é caracterizado pelo começo da síntese evolutiva. Nesse período discute-se modos em que ocorrem a evolução, gradualismo versus saltacionismo, quais os mecanismos evolutivos, herança de caracteres adquiridos (*soft inheritance*) ou não; e se as causas das mudanças eram oriundas das mutações ou da seleção natural. E o último período de 1936 até a década de 1947, se estabelece a síntese evolutiva.

A teoria de Darwin de que as espécies não surgiram assim como se apresentam hoje, mas descenderam de espécies extintas e de ancestrais comuns que foram modificados por causas naturais, se opunha à visão aceita na época. Na época, Darwin propôs que o processo da evolução era lento e gradual, tendo a seleção natural como um dos principais mecanismos evolutivos, que age sobre pequenas modificações selecionando as que forem úteis para o indivíduo e ou serão passadas aos seus descendentes (MAYR, 1998; FUTUYAMA, 2009).

Os anos que se seguiram após a publicação da obra “A origem das espécies” trouxeram uma gama variadas opiniões entre os biólogos evolucionistas, essas divergências se estabeleceram no final da década de 1890. As novas áreas das ciências biológicas, entre elas, a genética, embriologia, biologia do comportamento, citologia, ecologia e outras levaram a um distanciamento entre esses biólogos experimentais e os que se identificavam como naturalista (paleontólogos, botânicos e zoólogos), pois o foco das suas pesquisas eram diferentes e

destacavam aspectos diferentes em relação a evolução. Enquanto os experimentalistas estavam focados no estudo das causas próximas relacionadas principalmente aos fatores genéticos e sua origem, os naturalistas procuravam compreender os fenômenos evolutivos na natureza, o foco estava na biodiversidade e nas causas últimas. Havia também muitas discussões a respeito de questões como: (1) só é herdado o que estiver no núcleo dos gametas (*hard inheritance*) ou existe herança de caracteres adquiridos (*soft inheritance*)? (2) o que guia a evolução: mutação, seleção, indução pelo meio ambiente ou tendências intrínsecas? (3) a evolução é gradual ou saltacional? (MAYR, 1998; FUTUYAMA, 2009).

No início do século XX, enquanto houve uma ascensão da genética mendeliana, ocorre também o eclipse do Darwinismo, assim denominado por Julian Huxley, com a seleção natural enfrentando baixos índices de popularidade (MAYR, 1998). Nas três primeiras décadas que se seguiriam observa-se o desenvolvimento da teoria mendeliana cromossômica, na qual considera que os elementos responsáveis pela transmissão dos caracteres hereditários são entidades físicas localizadas no cromossomo. Por volta da década de 1930, amplia-se o distanciamento entre os geneticistas experimentalistas e naturalistas. Os dois grupos apresentavam concepções diferentes, terminologias diferentes e lidavam com questões diferentes (MAYR, 1998; FUTUYAMA, 2009).

Nesse período houve uma grande rejeição seleção natural, levando muitos anti-darwinistas a propor outras teorias em seu lugar. Essas teorias incluíram, as neo-lamarckistas, as ortogenéticas e as teorias mutacionistas. Essas propostas alternativas à seleção foram motivadas pelo desgosto que muitos cientistas sentiram pela teoria puramente materialista da seleção natural (FUTUYAMA, 2009).

Para romper com essa barreira, de acordo com Mayr (1998), foi necessário que um grupo de jovens geneticistas experimentalistas se interessassem pela diversidade e aspectos populacionais da evolução e por outro lado que os naturalistas compreendessem que a interpretação genética desse grupo de geneticistas mais jovens não se opunha ao gradualismo e à seleção natural. Ainda afirma Mayr (1998) que foi no período compreendido entre 1936 e 1947 que houve uma mudança no cenário. Nesse contexto, os biólogos evolucionários concordavam com alguns conceitos, dentre os quais (1) a evolução é gradual e pode ser explicada por meio de pequenas mudanças nos genes e recombinação, sobre as quais age a seleção natural; (2) espécies são agregados populacionais; (3) O efeito dos fatores ecológicos. E desconsideraram a herança dos caracteres adquiridos (MAYR, 1998; FUTUYAMA, 2009).

As dificuldades e as barreiras foram superadas nesse período, resultando numa teoria evolucionista unificada, muitas vezes designada como, síntese moderna, termo proposto por Julian Huxley no livro *Evolution: The modern synthesis* (1942), considerada o paradigma atual da biologia. Nomes como Dobzhansky, Rensch, Mayr, Huxley, Simpson e Stebbins, entre outros, demonstraram que importantes mecanismos evolutivos relacionados a especiação, as tendências à evolução, a origem das novidades evolutivas, e toda a hierarquia sistemática poderiam ser explicados em termos da teoria genética (MAYR, 1998; FUTUYAMA, 2009).

Mayr (1988) afirma que a reconciliação entre naturalistas e experimentalistas foi resultado do trabalho de um grupo de evolucionistas, aos quais ele chamou de “arquitetos da síntese”. Segundo ele, esse grupo foi capaz de remover as barreiras e criar conexões entre as diferentes áreas da biologia. Eles tiveram que ir além das suas especialidades, estar a par dos conhecimentos de outros campos da biologia, serem flexíveis, inclusive abandonar algumas ideias para aceitar outras. Diferente do pensamento de Kunh, na teoria das revoluções científicas, não houve substituição de um paradigma por o outro, mas uma combinação dos componentes dos dois campos de pesquisa. A síntese evolutiva foi um marco na história do pensamento evolutivo desde a publicação de “A Origem das Espécies” (MAYR, 1998).

Para Mayr (1998), a publicação do livro de Theodosius Dobzhansky, *Genetics and the origin of species* (1937), responsável pela conexão das áreas experimentalista e naturalista, foi um fundamental para a síntese evolutiva, que foi reconhecida num simpósio internacional em Princeton em 1947. São considerados “arquitetos da síntese”: Theodosius Dobzhansky (1937); Ronald A. Fisher (1930); Sewall Wright (1931); John B. Sanderson Haldane (1932), Julian Huxley (1940); Ernst Mayr (1942); George G. Simpson (1944); Bernard Rensch (1947) e George L. Stebbins (1950), entre outros. Cada um nas suas diversas áreas reforçaram a importância da seleção natural, gradualismo, e o aspecto populacional da diversidade. Novos conceitos foram adquiridos na nova síntese evolutiva, como pensamento de populações, multidimensionalidade das espécies politípicas, conceito biológico de espécie, papel do comportamento e da mudança de função no aparecimento de novidades evolutivas toda a ênfase na evolução da diversidade. E outros conceitos foram rejeitados, como macromutações, herança dos caracteres adquiridos, teleologia, saltacionismo, ortogêneses, entre outras (MAYR, 1998).

São considerados componentes essenciais para a Síntese Moderna: (1) mutação; (2) seleção natural, sendo o principal mecanismo evolutivo; (3) recombinação em populações com reprodução; (4) isolamento; e (6) deriva (REIF et al., 2000).

A Síntese Moderna, tem enfrentado algumas críticas desde a década de 1980, considerando-a “incompleta, mal dirigida e errada” por ter deixado de lado áreas importantes como a embriologia, biologia do desenvolvimento e ecologia, levando historiadores e biólogos evolutivos a repensar a síntese evolutiva (SMOCOVITIS,1996). Alguns autores discutem se de fato ocorreu a síntese, Maynard Smith (1995); Jablonka e Lamb (1995); Schlichting e Pigliucci (1998); Gould (2002); Love (2003); Kirshner e Gerhardt (2005) e outros tem proposto uma síntese estendida, West-Eberhard, (2003); Jablonka e Lamb, (2005); Pigliucci e Müller (2010). Pesquisadores como, Eldredge, Gould e Richard Lewontin também reivindicaram uma expansão da síntese. Eles solicitaram o reconhecimento do papel de outros mecanismos evolutivos, além da seleção natural (ELDREDGE, 1985; GOULD, 2002; WEBER, 2011).

Questiona-se ainda o poder explicativo da Síntese Moderna, que explica a adaptação, mas ainda assim é inadequada para explicar a evolução morfológica, que não se origina de forma contínua e ao acaso, mas sim por um conjunto de restrições do desenvolvimento. (ALBERCH, 1982).

1.7 Síntese Estendida da Evolução

Mediante aos questionamentos frente à Síntese Moderna, alguns pesquisadores afirmam a necessidade de outras perspectivas no pensamento evolutivo. Para Eva Jablonka e Marion Lamb,

Nós estamos vivendo um período de mudança revolucionária nas ciências biológicas, e nós acreditamos que a era pós-Síntese está começando na biologia evolutiva. Durante os sessenta anos de seu reinado, a Síntese Moderna tem sido esticada – por exemplo, ela foi forçada a incorporar as mutações neutras e as mudanças pontuais, que significativamente estendeu suas fronteiras. Hoje a biologia evolutiva também tem incorporado herança de caracteres adquiridos (principalmente epigenética), saltacionismo, mudanças devido a mutações sistêmicas e vários tipos de trocas genéticas. Esses fazem mais do que estender a Síntese Moderna – com tantas mudanças, nós precisamos de uma nova teoria evolutiva, uma com os conhecimentos darwinianos, lamarckianos e os processos saltacionistas (JABLONKA; LAMB, 2008, p. 250-251).

Um encontro realizado no Instituto Konrad Lorenz em Altenberg, Áustria, reuniu 16 pesquisadores e filósofos da ciência para discutir e repensar a síntese moderna. Desse encontro foi publicado um livro intitulado *Evolution: The extended Synthesis* (Evolução: a síntese estendida) sobre os temas discutidos no encontro. O livro foi editado por Pigliucci e Müller e onde cada capítulos tem autoria de um pesquisador que esteve presente no encontro.

Para os defensores da Síntese Evolutiva Estendida (SEE), alguns dos novos conceitos e ideias não são incompatíveis com a Síntese Moderna, apenas não eram contemplados, como a evolvabilidade, a plasticidade fenotípica e a evo-devo (PIGLIUCCI; MÜLLER, 2010; SANTOS, 2015).

Evolvabilidade é capacidade ou disposição de um organismo para gerar variações hereditárias viáveis (HANSEN; HOULE, 2008). Evolvabilidade de um sistema orgânico depende fundamentalmente da capacidade de adaptação dos processos desenvolvimentais atuantes durante o surgimento de novas estruturas evolutivas (BROWN, 2013). “Nos últimos anos, o conceito de evolvabilidade vem ganhando destaque dentro da biologia evolutiva do desenvolvimento (evo-devo) e de modo mais amplo, em todo o campo da biologia evolutiva” (BROWN, 2013, p. 550). De acordo com Pigliucci (2008), mesmo existindo muito trabalho a ser desenvolvido, o conceito de evolvabilidade e a sua crescente literatura teórica e empírica deve vir a constituir um dos vários pilares sobre os quais uma síntese evolutiva estendida irá se estruturar nos anos que se seguem.

Plasticidade fenotípica é a habilidade que um único genótipo tem de expressar formas alternativas de morfologia, estado fisiológico e/ou comportamento em resposta às condições do meio (WEST-EBERHARD, 1989). A grande vantagem que um fenótipo plástico teria sobre um fenótipo fixo é a capacidade de se ajustar as mudanças ambiental e não somente a um único tipo de ambiente (SCHLICHTING; PIGLIUCCI, 1998).

Biologia Evolutiva do Desenvolvimento, é uma área que busca entender as modificações evolutivas ocorridas nos processos de tradução da informação genética contida no DNA de um organismo (genótipo) em suas características anatômicas e outras (fenótipo). Tem como objetivo também, descrever como a variação ao nível genético resulta em uma variação nas características, que afeta a sobrevivência e a reprodução. Possivelmente o seu maior significado resida na capacidade de revelar até que ponto os processos do desenvolvimento distorcem, restringem ou facilitam a evolução do fenótipo (FUTUYAMA, 2002)

Disciplinas hoje conhecidas como Biologia do Desenvolvimento, Genômica, Epigenética, Ecologia e Ciências Sociais têm demonstrado que a proposta da SEE, tem recebido adesão de vários pesquisadores e biólogos evolucionistas, que consideram necessária uma expansão, por que sem ela os “[...] processos chaves serão negligenciados” e que ela “[...] lançará nova luz sobre a forma como a evolução funciona” (LALAND et al., 2014, p. 161). Laland e colaboradores afirmam que,

[...] organismos são construídos no desenvolvimento e não simplesmente ‘programados’ para se desenvolver pelos genes. Os seres vivos não evoluem para caber em ambientes pré-existentes, mas eles co-constroem e coevoluem com seus ambientes, em um processo de alteração da estrutura do ecossistema (LALAND et al., 2014, p.162).

Uma das principais críticas à Síntese Moderna, é a visão centrada no gene, que, no entanto, não pode explicar todos os mecanismos que dirigem a evolução, entre eles viés de desenvolvimento, construção de nicho ou herança extragenética. Para os autores da síntese moderna, são apenas resultados da evolução, mas para a SEE, elas também são a causa. (PIGLIUCCI; MÜLLER, 2010; LALAND et al., 2014; SANTOS, 2015).

Um dos exemplos do viés do desenvolvimento, é a plasticidade fenotípica, que para a Síntese Moderna é apenas um ajuste, já para a SEE, esta é considerada “[...] como um passo em direção à adaptação evolutiva”. Este fenômeno permite que os seres vivos lidem com as novidades no ambiente e desenvolvam características adequadas a ele (LALAND et al., 2014, p. 162). Se a seleção natural preserva as modificações genéticas que respondem positivamente quando ocorre mudanças no meio, então a adaptação ocorreria por meio de acúmulo de modificações genéticas que estabilizariam essa característica, após seu surgimento. Sendo assim, pode-se concluir que a característica veio primeiro e que os genes seguiram, algumas gerações depois. Na Síntese Moderna, o ambiente é o pano de fundo responsável por acionar ou modificar a seleção natural, mas não um mecanismo no processo evolutivo. (WEST-EBERHARD, 2003; LALAND et al., 2014). A SEE reconhece mecanismos de herança extragenética, a transmissão de marcadores epigenéticos, como algo que deveria fazer parte da teoria geral. (JABLONKA; LAMB, 2005).

De acordo com alguns pesquisadores, como Gregory A. Wray, Hopi E. Hoekstra, Douglas J. Futuyma, Richard E. Lenski, Trudy F. C. Mackay, Dolph Schluter, Joan E. Strassmann, Lindsay R. Craig, não tem sentido propor uma síntese estendida, para eles não existe nada de novo na SEE, pois os processos propostos já recebem a devida atenção pela teoria evolutiva atual e não necessitam de um novo nome. Segundo eles, mecanismos evolutivos propostos pela SEE, como herança extragenética, viés de desenvolvimento, construção de nicho e plasticidade fenotípica, tem sido tratado desde o tempo de Darwin, e já foram contemplados na biologia evolutiva. Os propositores da SSE estão dando apenas novos nomes para esses mecanismos (PIGLIUCCI; MÜLLER, 2010; WRAY et al., 2014). Na visão deles,

[...] como todas as ideias, no entanto, eles precisam provar seu valor no mercado da rigorosa teoria, com resultados empíricos e discussão crítica. A proeminência que esses quatro fenômenos comandam no discurso da teoria evolutiva contemporânea

reflete seu poder explicativo, não uma ausência de atenção (WRAY et al., 2014, p. 163).

Esses pesquisadores questionam o fato de os adeptos à SEE criticarem a visão centrada no gene, pois “[...] negar essa visão seria desmerecer a predição mais poderosa, amplamente aplicável e empiricamente validada da teoria evolutiva” (SANTOS, 2015, p. 33). Segundo eles, não é claro se a plasticidade pode guiar a variação genética durante a adaptação, pois há poucos casos documentados fora do laboratório necessitando ainda de mais estudos (SANTOS, 2015). Também existe uma escassez de evidência em relação ao viés de desenvolvimento e a herança de modificação epigenética. Ainda argumentam que todos esses fenômenos propostos pelos favoráveis a SEE não são essenciais para a evolução, mesmo podendo alterar alguns processos. Na verdade, já se encontram inclusos nos mecanismos básicos que causam mudança evolutiva, propostos pela Síntese Moderna como: seleção natural, deriva, mutação, recombinação e fluxo gênico (WRAY et al., 2014; SANTOS, 2015). Lynch (2007) defende que, a Síntese Moderna deveria ser modificada, mas mantendo seu fundamento em genética de populações, contudo para ele, a SEE é essencialmente não darwiniana.

Na visão dos pesquisadores contrários, propor uma síntese estendida é desnecessário pois, a extensão da teoria evolutiva sempre ocorreu e está ocorrendo. A melhor forma de promover um crescimento da biologia evolutiva é reforçar as evidências e a importância dos mecanismos evolutivos (WRAY et al., 2014).

1.8 Evolução biológica e processo de autonomia e unificação das Ciências Biológicas

As pesquisas na área de Biologia, são registrados desde a Grécia antiga. Aristóteles (384-322 a.C.), por exemplo foi considerado o primeiro a estabelecer um estudo sistematizado dos seres vivos, contribuiu para a zoologia, a botânica, a taxonomia e a biologia do desenvolvimento, que possibilitaram grande avanços e influenciaram o mundo científico por mais de 1.500 anos (THÉODORIDÈS, 1965; MAYR, 2005). Sobre Aristóteles, Mayr (1998, p. 345) afirma que,

O primeiro grande naturalista de que temos notícia, Aristóteles, parecia ter sido a pessoa ideal para torna-se o primeiro pensador a desenvolver a teoria da evolução. [...] foi o primeiro a descobrir uma graduação na natureza viva (MAYR, 1998, P.345)

Entretanto a palavra ‘Biologia’ foi criada há aproximadamente 200 anos de forma independente, por dois naturalistas, o alemão Gottfried Treviranus (1776-1837) e o francês

Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829), para se referir a uma “[...] ciência dedicada ao estudo dos seres vivos” (COUTINHO; MARTINS, 2002, p. 65). A ideia de unificação das Ciências Biológicas somente ganhou força bem depois da proposição da palavra “Biologia”.

Toda história natural que até o século XVII era constituída quase que inteiramente por taxonomistas, no século XVIII, mudou de uma simples descrição de fatos para um conjunto de áreas científicas com métodos, diferentes das Ciências Físicas. É no século XIX que se registra um grande crescimento no interesse em relação às faunas provenientes de lugares distantes, por meio das expedições e pelo vasto acúmulo de espécies coletadas por todo o globo. Pensadores e naturalistas, entre eles Buffon, Lamarck, e mais tarde com Darwin e Wallace, foram extremamente importantes na transformação de uma História Natural descritiva para uma compreensão histórica da natureza ao longo do tempo, como um processo dinâmico, em vez de fixo (MAYR, 2005; POLISELI, 2013).

Foram nos séculos XVIII e XIX com a consolidação da Biogeografia, mediante as necessidades de mapear a distribuição das espécies, que se estabeleceram os fundamentos para o progresso da Ecologia. Era urgente a necessidade de organizar a quantidade de dados biogeográficos e biológicos captados há mais de um século pelos naturalistas em expedições. O século XIX registra uma das maiores revoluções científicas com o advento da teoria evolutiva de Darwin e Wallace. A ideia de que as espécies eram mutáveis e que descendiam de um ancestral comum, revolucionou a cosmovisão existente. A visão de mundo existencialista e determinista, mudou para uma visão de mundo transformista e imperfeito (MAYR, 2005; POLISELI, 2013).

A teoria evolutiva, e sua capacidade para explicar o mundo vivo, se tornou o elo a articular as Ciências Biológicas, promovendo a autonomia para a Biologia ao se despontar como uma ciência de mesmo nível que a física e a química (SMOCOVITS, 1992; MAYR, 1998). Entretanto, isso não foi um processo imediato. Vale salientar que o termo autonomia pode gerar alguma confusão ao desenvolvimento da Biologia quando se atribui ao termo sentido de independência, o qual consideramos equivocado. A Biologia não é uma ciência completamente independente do conhecimento produzido por outras áreas do saber. Na verdade, a autonomia que se busca na Biologia é uma forma de independência das regras epistemológicas na Física ou na Química, é ter sua própria maneira de desenvolver seus métodos científicos sem se colocar nos moldes de outras ciências (MAYR, 2005; POLISELI, 2013).

Ernst Mayr (2005), na sua obra *Biologia, Ciência Única*, afirma que Biologia é a ciência que engloba todas as disciplinas dedicadas ao estudo dos seres vivos. Entretanto, essa

visão tão abrangente levou a questionar a existência de uma ciência tão geral, a qual possui muitas subdisciplinas que tratam de diferentes aspectos dos organismos. O advento das várias subdisciplinas gerou dificuldades na comunicação entre os pesquisadores levando a supor até que os objetos de estudo de cada uma sejam muito diferentes. Essa diversidade de subdisciplinas se apresentara como um obstáculo à constituição de uma biologia unificada e autônoma (COUTINHO; MARTINS, 2002).

Segundo Mayr (2005), a Biologia assume o status de Ciência autônoma, ao basear-se em dois pressupostos essenciais, a organização e classificação do conhecimento com base nos próprios princípios explicativos e apresentação de características específicas de um ramo particular de ciência. Para entender a Biologia como ciência única e autônoma, é necessário considerar quatro fatores: (1) refutação de certos pressupostos como o vitalismo e a teleologia; (2) entender que a biologia se organiza em duas vertentes, a biologia funcional e a biologia histórica; (3) convicção de que certos princípios da Física não podem ser aplicados à Biologia; (4) percepção que a Biologia é fundamentada no paradigma da evolução biológica que propicia a autonomia e unicidade de variados conceitos não aplicáveis ao mundo inanimado.

1.8.1 Vitalismo e Teleologia

Descartes ao tentar resolver o enigma que é a natureza da vida, propôs que um organismo nada mais é do que uma máquina. Para este pensamento, não há diferença entre matéria viva e matéria inanimada. Diferente do pensamento mecanicista de Descarte, alguns naturalistas defendiam que num organismo vivo agem algumas forças (*vis vitalis*) que não existem na natureza inanimada. Os que acreditavam nessa força foram denominados de vitalistas. O Vitalismo, popular no início do século XVII, era uma reação direta ao mecanicismo de Descarte (MAYR, 2005). Ainda no século XIX, a diferença básica entre biologia e outras ciências naturais era a crença em que os seres vivos exibiam ‘algo mais’ que um arranjo diferente de átomos. Nesta perspectiva, os fenômenos biológicos não poderiam ser explicados da mesma maneira que os da Física e da Química, pelo fato de que ‘*vis vitalis*’ não podia ser analisada ou sintetizada em laboratório (COUTINHO; MARTINS, 2002).

O fim do vitalismo começou em 1828, quando Friedrich Wöhler (1800- 1882) sintetizou a ureia, demonstrando que na composição e no funcionamento dos organismos vivos se encontram os mesmos elementos físico-químicos do mundo inanimado. Em 1844, sofre um golpe fatal, quando Herman Kolbe (1818-1884) sintetiza ácido acético, a partir de compostos

inorgânicos (COUTINHO; MARTINS, 2002). Mayr (2005), apresenta dois motivos pela qual os seguidores do vitalismo abandonaram essa ideia. Primeiro, por causa do fracasso nos experimentos para demonstrar a existência da '*vis vitalis*', e segundo pelo fato de que a nova Biologia, associados aos métodos da genética e da biologia molecular, era capaz de resolver os problemas que os cientistas tentavam resolver ao propor a '*vis vitalis*'. Vale destacar que os vitalistas foram muito importantes para refutar o mecanicismo, possuíam uma lógica crítica impecável, contudo fracassaram para encontrar respostas científicas aos fenômenos vitalistas. Eliminar '*vis vitalis*', que diferenciava a natureza dos seres vivos, trouxe consigo o risco de admitir que a Biologia seria redutível a princípios da Física e da Química.

A teleologia possivelmente foi conceito que mais influenciou o pensamento biológico até o século XVIII. A maioria dos filósofos expressavam a crença no progresso e melhoramento. A teleologia explica que processos naturais conduzem automaticamente a um fim definido, ou uma meta, causa final, é uma visão de mundo finalista. Esse princípio é herança de Platão e Aristóteles que recorriam à uma causa finalis como respostas para o desenvolvimento das estruturas biológicas. Para os teleologistas era inconcebível a ideia de que um mecanismo poderia ser dotado de diversas propriedades naturais, sob ação de leis específicas, e não seguir o curso da causa finalis (MAYR, 2005; POLISELI, 2013).

Na sua obra Crítica do juízo, Kant tentou explicar os fenômenos biológicos em termos de leis naturais newtonianas, mas não conseguiu e atribui esses fenômenos à teleologia. Os ortogenistas, uma escola evolucionista, usavam a teleologia para explicar todos os fenômenos evolutivos progressivos. Eles acreditavam que existia no organismo vivos um desejo intrínseco em direção a perfeição. As ideias evolucionistas de Lamarck também possuíam características teleológicas. A teleologia e a ortogênese perderam sua influência no século XIX, pois seus esforços para encontrar evidências que explicassem uma finalidade na natureza fracassaram (MAYR, 2005; POLISELI, 2013).

De acordo com Mayr (2005), a linguagem teleológica seria legítima para biólogos, sendo a teleologia o segundo princípio considerado inválido e eliminado da Biologia para sua qualificação como uma ciência em equivalência à Física.

1.8.2 Natureza da Biologia

Mayr (2005) afirma que, ao definir Biologia é necessário considerar que Biologia na realidade consiste em dois campos distintos, a biologia mecanicista (funcional) e a biologia

histórica. A biologia funcional lida com a fisiologia dos seres vivos, incluindo processos celulares. Tais processos também podem ser explicados de maneira puramente mecanicista pela Química e Física. A Biologia histórica, se encarrega não de explicações de processos puramente funcionais, mas sim de explicações de todos os aspectos do mundo vivo envolvendo da dimensão do tempo histórico, ou seja, lida com a evolução (MAYR, 2005; POLISELI, 2013).

A narrativa histórica é muito importante para a autonomia das Ciências Biológicas das Ciências Físicas, existe uma notável diferença entre ambas no que se refere ao aspecto qualitativo, de modo que as Ciências Biológicas são muito mais dependentes de conceitos do que Leis, o oposto do que ocorre nas Ciências Físicas. A Biologia Evolutiva, é o ramo da Biologia difere das Ciências Exatas, tanto em metodologia, como na conceituação, ela se interessa em fenômenos como, o surgimento das novidades evolutivas, a diversidade biológica, a extinção, as tendências e taxas evolutivas. Esses fenômenos não podem ser explicados a partir de leis e experimentos, se fazendo necessário construir uma narrativa histórica, e nesse sentido testar sua validade através de comparação de evidências (MAYR, 2005; POLISELI, 2013).

1.8.3 Ideias fiscalistas não aplicáveis a Biologia

De acordo com Mayr (2005), a teoria evolutiva de Darwin, foi particularmente importante para a compreensão de que muitos conceitos básicos das Ciências Físicas, até então adotados amplamente pela maioria dos biólogos, não eram aplicáveis à Biologia. Alguns desse conceitos fiscalistas compreendem: essencialismo, determinismo, reducionismo e a ausência de leis universais.

As ideias essencialistas remontam a Grécia Antiga. Esse conceito foi defendido inicialmente por Pitágoras, usada por Platão e reforçada por Aristóteles, o qual consideravam que organismos vivos representavam um número limitado de *eide*, ou essências, claramente delimitadas e imutáveis. Cada espécie possuiria uma essência vitalícia numa época em que se descartava qualquer possibilidade de mudanças como adaptação ou evolução. O essencialismo começou a enfrentar oposição consistente apenas a partir do século XIX, no início das discussões evolutivas com Lamarck, Darwin e Wallace. Desde então, as ideias essencialistas na Biologia deixaram de ser vistas como respostas científicas e, portanto, pouco a pouco foram rejeitados no meio acadêmico (MAYR, 2005; POLISELI, 2013).

De acordo com Mayr (2005), outra ideia fiscalista não aplicável à Biologia é o determinismo, conceito de que a maior parte dos fenômenos naturais é estritamente delimitada

por leis naturais. Para o autor, a aceitação das leis deterministas newtonianas não abriu espaço para variações ou acaso. Há muito tempo se discute se o determinismo e a previsão podem ser parâmetros que distinguem as Ciências Físicas das Ciências Biológicas.

Mayr (2005) descreve cinco fatores responsáveis pela imprevisibilidade dos eventos biológicos, são eles: casualidade, unicidade, magnitude das perturbações estocásticas, complexidade e emergência. Casualidade, é um processo indeterminista mais evidenciado em nível molecular, como uma mutação espontânea, mas ocorre também em indivíduos e populações, por exemplo disponibilidade de alimento numa determinada região pode sofrer variações casuais por intermédio de eventos climáticos aleatórios, e isso pode influenciar diretamente na distribuição e a predominância de indivíduos e de populações. A unicidade é uma propriedade particular da Biologia Evolutiva onde cada evento único, cada espécie, cada população, cada relação interespecífica, cada evento evolutivo é única. Não se constata na Física essa individualidade tão característica dos organismos vivos. As perturbações estocásticas são processos ou acontecimentos ao acaso que ocorrem com um organismo ou ambiente. Elas normalmente não apresentam um padrão de ocorrência, são aleatórias. A complexidade dos seres vivos se refere aos seus parâmetros retroalimentares, recursos homeostáticos e seus múltiplos caminhos. E finalmente a emergência é o aparecimento imprevisível de uma nova qualidade nos níveis hierárquicos mais periféricos (MAYR, 2005; POLISELI, 2013).

O outro pressuposto das Ciências Físicas que não pode ser aplicado à Biologia é o reducionismo. É a concepção de que um problema de um sistema seria resolvido se o sistema fosse reduzido em seus menores componentes. Para os reducionistas todos os fenômenos biológicos podem ser explicados pelas teorias da Física. O pensamento reducionista atraiu muitos mecanicistas por ser muito convincente e em oposição aos essencialistas (COUTINHO; MARTINS, 2002; MAYR, 2005; POLISELI, 2013). Mayr (2005), afirma que o reducionismo seria ingênuo, pelo fato de que os organismos devem ser examinados e compreendidos como um todo e, partindo desse ponto de vista, os padrões de comportamentos dos seres vivos são peculiares. Identificar tais padrões e por meio disso estabelecer os fundamentos que diferenciam a Biologia das demais ciências. O reducionismo foi usado várias vezes para tentar defender a dependência da Biologia em relação às Ciências Físicas.

Para todas as áreas do conhecimento científico é importante o estudo acerca dos componentes estruturais dos objetos, em Biologia o mais importante é o questionamento acerca dos motivos que levam à realização de certas funções. O que unifica e diferencia as ciências

biológicas é a compreensão de que os organismos sofrem transformações evolutivas relacionadas a sua capacidade de adaptação perante as mudanças ambientais. Neste sentido, o biólogo não deve se interessar só pela estrutura dos seres vivos, mas também pelo meio como uma característica favorecem sua sobrevivência e reprodução (COUTINHO; MARTINS, 2002).

Uma determinada área do saber era considerada ciência se seguisse ou demonstrasse leis naturais universais. Essas leis são fundamentais para as Ciências Físicas. As leis da Física não estão condicionadas ao tempo ou espaço, são válidas universalmente. A biologia foi considerada uma ciência incompleta e periférica por apresentar leis que se aplicam somente na terra e limitada à uma dimensão temporal (COUTINHO; MARTINS, 2002; MAYR, 2005). Mayr (2005), questiona a caracterização da Biologia como Ciência periférica e o significado de universal. Segundo ele, não existe razão para impedir a designação de universal a um princípio que é verdadeiro em todo domínio que se aplica. A vida só foi demonstrada na Terra, suas leis e princípios são universais no domínio conhecido (MAYR, 2005).

1.9 Evolução Biológica como um paradigma da biologia.

A teoria da evolutiva por meio da seleção natural, proposta inicialmente por Darwin e Wallace é considerada o paradigma da Biologia, por ter gerado uma revolução intelectual, e influenciado outros campos da Biologia entre eles a Genética, Ecologia, Taxonomia, e outras áreas como a Psicologia e Sociologia. Ela possui a capacidade de articular uma gama de informações e conceitos biológicos, dando-lhes coerência, coesão e continuidade para a explicação dos processos e de toda a diversidade biológica (MAYR, 1998).

Na visão de Kuhn (1978), a evolução biológica é um paradigma das diversas áreas que compõem as atuais ciências biológicas. Segundo ele, paradigmas são “[...] realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência” (KUHN, 2005 p. 13). Uma mudança descontínua de um paradigma para outro, gera uma certa instabilidade que por sua vez leva a crises e anomalias. Será considerada potencialmente séria quando uma anomalia for capaz de desestruturar os próprios fundamentos do paradigma, de tal modo que acaba por exigir o surgimento de um novo paradigma, conduzindo assim a uma revolução científica. (KUHN, 1978).

Mayr (2005) afirma que, a tese de Kuhn, segundo a qual a ciência avança por meio de revoluções científicas ocasionais e longos períodos de ciência normal, não é aplicável ao campo da Biologia. O autor defende que a introdução de um novo paradigma não resulta necessariamente em substituição do novo e que a evolução biológica de Darwin é uma representação de uma revolução científica múltipla, diferente das especificações da revolução kuhniana. Mayr (2005) questiona o que levou Kuhn a propor sua tese das revoluções científicas e sua aplicabilidade na Biologia. O autor, defende que a epistemologia evolucionista explica melhor as mudanças nas teorias científicas em Biologia. De acordo com esta teoria epistemológica, “[...] áreas ativas da biologia vivem a proposição constante de novas conjecturas, e algumas tem mais sucesso que outras”, sendo “selecionadas até serem substituídas por outras melhores”. (MAYR, 2005 p. 184).

Entretanto Mayr (1998), concorda que a evolução biológica proposta por Darwin, foi considerada, com boas razões, a maior de todas as revoluções científicas. O novo paradigma de Darwin, no seu todo, representou uma nova crença extremamente revolucionária. Segundo o Mayr (1998), muitos autores que aceitaram o paradigma da evolução biológica de Darwin, erroneamente tinham a concepção de que a descendência comum, a gradualidade e a seleção natural consistiam em um paradigma único e indivisível e esse pensamento levou esses autores a tratarem desses aspectos conjuntamente. Na verdade, para ele, as cinco teorias propostas por Darwin (a evolução propriamente dita, a descendência comum, o gradualismo, a multiplicação de espécies e a seleção natural), não constituem um todo indivisível, e isso é observado na atitude de alguns evolucionistas que aceitaram algumas teorias e rejeitaram outras. Essas teorias são importantes para a compreensão do pensamento evolutivo que emergiu ao longo do século XX (EL-HANI; MEYER, 2005).

Mayr lista algumas implicações filosóficas decorrentes das mudanças propostas por Darwin: (1) A substituição de um mundo estático por um mundo evolutivo, pensamento este que não se originou com Darwin, mas que encontrou seu auge nele; (2) A refutação da teleologia cósmica; (3) A demonstração da não-plausibilidade do criacionismo; (4) O fim de qualquer justificação para um antropocentrismo absoluto, pela aplicação do princípio da descendência comum do homem; (5) A explicação do “plano” do mundo puramente pelo processo materialista da seleção natural, processo este que consiste em uma interação entre a variação não-direcionada e o sucesso reprodutivo oportunista, o que era totalmente estranho ao dogma cristão; (6) A substituição do essencialismo pelo pensamento de população (MAYR, 2005).

A teoria evolutiva implementou uma mudança de paradigma na cosmovisão do mundo atual, que até o seu surgimento, o pensamento predominante era fixista, na qual todas as espécies eram consideradas imutáveis. O estabelecimento de um paradigma ocorre lentamente e geralmente em meio a controvérsias. Mesmo atualmente sendo um paradigma estabelecido e consolidado no mundo acadêmico, ainda assim enfrenta desafios no processo de ensino-aprendizagem (MEGLHIORATTI, 2004).

CAPÍTULO 2 – EVOLUÇÃO BIOLÓGICA E ENSINO DE BIOLOGIA

Neste capítulo abordaremos um pouco do contexto histórico do ensino de Biologia no Brasil e sua consolidação como uma disciplina autônoma, bem como o ensino da evolução biológica no ensino médio e na formação inicial de professores de biologia.

2.1 Ensino de Biologia no Brasil

De acordo com a Constituição brasileira (BRASIL, 1988), a educação é um direito de todas as pessoas para que possam se desenvolver plenamente no exercício de sua cidadania e realizar seu papel como membro ativo numa comunidade. Esse documento afirma ainda que a educação básica é fundamental para a formação de cidadãos, assim como também é a base para o acesso às atividades produtivas e competências profissionais. Sendo esta também importante para o desenvolvimento pessoal do indivíduo e sua interação com a sociedade, para o avanço nos graus mais elevados e complexos de educação. A educação básica inicia no Ensino Infantil, passa pelo Ensino Fundamental e encerra no Ensino Médio, tendo por preceito a gratuidade, incluindo até pessoas que não tiveram acesso à educação na idade apropriada. Em 1996 foi criada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) para que se cumprisse o que se encontra definido na Constituição em relação à educação nacional (BRASIL, 1996).

Ao realizar uma retrospectiva histórica sobre a disciplina escolar de Biologia, observa-se que este ensino é, muitas vezes, um reflexo das contradições e dos conflitos no processo da construção e produção do conhecimento biológico. Referenciando outros autores, Selles (2005) e Marandino (2009) afirmam que as primeiras décadas do século XX foram importantes na compreensão dos processos que definiriam a nova disciplina escolar, Biologia, que na época eram disciplinas distintas como a Fisiologia Humana, Botânica, Zoologia e às vezes História Natural. Tais processos foram predominantemente influenciados pelos frequentes debates nos Estados Unidos. A publicação em 1875 da obra de Thomas Henry Huxley e Henry Newell Martin, “*A course of practical instruction in elementary Biology*” é considerada também um precursor da disciplina de Biologia conforme afirmam Rosenthal e Bybee (1987). A obra apresenta a “[...] *evolução darwiniana para o ensino secundário, além de defender o uso do laboratório, particularmente nas práticas de dissecação, introduzindo a ideia de um curso de Biologia Geral*” (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009, p. 52).

No Brasil, a disciplina de História Natural (incluindo Zoologia, Botânica, Geologia e Mineralogia), posteriormente substituída pela disciplina de Biologia, esteve presente nos

currículos desde a fundação da primeira instituição oficial de instrução secundária no país, Colégio Dom Pedro II fundado em 1837 (LORENZ, 1986).

Rosenthal (1990) concluiu com base em suas análises da disciplina de Biologia na América do Norte, que na década de 1920 os livros de biologia começaram a ser produzidos pelos professores das escolas em resposta as mudanças sociais e ao crescimento do público escolar. Essa necessidade de atender ao crescente número de jovens nas escolas levou a um distanciamento da esfera acadêmica e maior ênfase em conteúdos e métodos voltados às questões sociais.

Marandino, Selles e Ferreira (2009) afirmam que,

Se por um lado, isso contribuiu para aumentar a independência dos professores secundários em relação às comunidades acadêmicas, formatando a disciplina em moldes escolares, por outro, provocou reações críticas à desatualização e a um certo distanciamento da produção científica dos autores desses livros (p. 54)

Na década de 1950, o ensino de Biologia no Brasil foi fortemente influenciado pelo modelo europeu de ensino através dos livros didáticos e dos professores estrangeiros que ministravam aulas nas instituições superiores brasileiras (KRASILCHIK, 1986, 2004). Era um modelo de ensino mais informativo, caracterizado pela transmissão de informações atualizadas. Neste sentido, a escola

[...] reproduzia aspectos privilegiados do conhecimento biológico de meados do século XIX, até o momento em que Darwin publica seus trabalhos sobre a Evolução dos seres vivos – as áreas até então mais desenvolvidas eram a Zoologia e a Botânica, principalmente no que se refere aos aspectos descritivos e taxonômicos (CICILLINI, 1991, p.15).

Nesse período, a Biologia ainda não existia como uma disciplina autônoma. Era subdividida em Zoologia, Botânica e Biologia Geral (abrangendo conteúdos básicos de Citologia e de Genética), assim como abordava tópicos de mineralogia, geologia/geociências, petrografia e paleontologia, que de certa forma apresentavam uma ideia de Biologia como ciência fragmentada, ou pelo menos, não unificada. Em relação a isso, Selles e Ferreira (2005) afirmam que:

Se a unificação das Ciências Biológicas não foi produzida de modo consensual nos meios acadêmicos, a escola parece ter incorporado em grande parte essa ideia ao constituir uma nova disciplina escolar – a disciplina escolar Biologia – em substituição às disciplinas escolares separadas que estavam presentes pelo menos até a metade do século XX no país (p. 55).

Elas afirmam ainda que o vínculo da disciplina escolar Biologia com a comunidade acadêmica ao compartilhar com a sociedade uma visão unificada das Ciências Biológicas foi importante para elevar o prestígio desses conhecimentos no ambiente escolar. Em relação a isso, Smocovitis (1996) afirma que, esse empreendimento educativo foi muito bem-sucedido, pelo que colocou a Biologia em evidência a partir do final dos anos 1960.

Na década de 1960, o ensino de Biologia começou a focar na análise dos fenômenos comuns a todos os seres vivos, em todos os níveis de organização, desde a molécula à comunidade. Como consequência, novos assuntos passam a ser inseridos no currículo, entre eles, Ecologia, Genética de Populações e Evolução (KRASILCHIK, 1986, 2004).

Os meados do século XX, foram marcadas por crises econômicas, sociais e políticas, que influenciaram o desenvolvimento do ensino de Biologia no Brasil. Eventos como as Grandes Guerras, Guerra Fria, corrida armamentista e tecnológica e a propagação de várias doenças, levaram a um alto investimento em pesquisas científicas e grandes avanços na Biologia Molecular e Ecologia.

Este cenário promoveu mudanças no ensino escolar de 2º grau norte-americano (*High School*) visando uma melhor preparação do aluno, levando-os a vivenciarem todas as etapas da investigação científica. O ensino de Biologia no segundo grau brasileiro sofre mudanças e atualizações por influência do ensino secundário norte-americano, tendo como base para essa reformulação a tradução e divulgação dos textos do *Biological Sciences Curriculum Studies* (BSCS) do Instituto Americano de Ciências Biológicas (CICILLINI, 1991; KRASILCHIK, 2005). Essas atualizações deram ênfases a temas gerais como, evolução dos seres vivos, diversidade de seus tipos e padrões e continuidade genética da vida (KRASILCHIK, 1986, 2004). Em suma, o ensino de Biologia nesse período teve como diretrizes gerais levar os alunos a obter conhecimentos atualizados que representassem o desenvolvimento da ciência e a vivenciar o método científico (KRASILCHIK, 1986, 1996).

A década de 1970, período da ditadura militar, marcada por grandes problemas sociais e ambientais, trouxe dúvidas em relação à ciência como solução para os maiores problemas da humanidade. Há um recrudescimento no pressuposto cientificista, forte característica dos currículos na década de 60, onde havia uma crença cega nos resultados positivos da ciência. Ainda na década de 1960, a ciência

[...] era vista como uma atividade neutra, de domínio exclusivo de um grupo de especialistas, que trabalhava desinteressadamente e com autonomia na busca de um conhecimento universal, cujas consequências ou usos inadequados não eram de sua responsabilidade (SANTOS; MORTIMER, 2001. p. 96)).

Nesse período, a disciplina escolar de Biologia é enxergada como uma área que deveria contribuir, além da aquisição de conhecimentos e a vivência da pesquisa científica, mas também levar o aluno a questionar as implicações sociais dos avanços científicos e tecnológicos. A educação brasileira sofria também mudanças, entre elas, um considerável aumento no número de vagas na rede pública de ensino, cuja principal pretensão não mais era formar cientistas, mas fornecer ao cidadão elementos para viver melhor e participar do breve processo de redemocratização ocorrido no período. Conforme a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (1971), o ensino de ciências era um componente fundamental para a preparação de profissionais qualificados (KRASILCHIK, 1986, 2004; KONDER, 1998). Diversos projetos nacionais de ensino envolvendo uma ampla concepção acerca do ensino de biologia foram preparados, sendo estes uma grande variedade de livros para mero repasse de conteúdo, assim como currículos sem nenhum relacionamento com a comunidade (KRASILCHIK, 1995).

Na década de 1980, se organizam movimentos com intuito de apresentar novos modelos para o ensino de Biologia que estivessem em harmonia com o ensino público da época. As propostas das décadas anteriores foram analisadas e rediscutidas com o objetivo de compreender quais as mais adequadas para as escolas e os alunos, resultando na elaboração de propostas curriculares pelas secretarias estaduais de Educação, visando subsidiar professores em exercício (LICATTI, 2005).

No final da década de 1990, o Ministério de Educação propôs os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o Ensino Fundamental onde considera que o “[...] papel das Ciências Naturais é o de colaborar para a compreensão do mundo e suas transformações, situando o homem como indivíduo participativo e parte integrante do Universo” (BRASIL, 2001, p.15).

A distribuição dos PCN ratificou um esforço na implementação de um currículo nacional, contudo não sendo um modelo curricular homogêneo e impositivo. Para o ensino de Ciências e Biologia em particular, foram enfatizados os temas comumente incluídos, como por exemplo, ambiente, ser humano e saúde, sendo estes aspectos práticos e do dia a dia dos alunos (KRASILCHIK, 2004). Além desses tópicos, o documento trouxe os denominados “temas transversais”, no qual “[...] as disciplinas convencionais não suprem totalmente no sentido de discutir questões sociais e valores para o pleno exercício da cidadania” (BRASIL, 1999, p.227). Os temas transversais definidos foram: ética, pluralidade cultural, meio ambiente, saúde, orientação sexual, muitos dos quais são normalmente discutidos pelos professores de Ciências (KRASILCHIK, 2004).

Para o Ensino Médio, os PCN têm o “[...] duplo papel de difundir os princípios da reforma curricular e orientar o professor na busca de novas abordagens e metodologias” (BRASIL, 1999, p.13). Os tópicos de Biologia são incluídos em um conjunto denominado “Área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias”. Os PCN tiveram um impacto relevante no currículo teórico elaborado pelas entidades oficiais e autores de livros, porém os professores criticaram o seu distanciamento nas discussões durante a elaboração do material, assim como a tentativa da homogeneização (KRASILCHIK, 2004).

No ano 2000, foram lançados os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), contendo as diretrizes para a elaboração de propostas didáticas para o ensino de Biologia. A elaboração deste documento teve como referência para a educação nacional os princípios e as finalidades encontrados na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – Lei no 9394/96 (BRASIL, 1996). A criação dos PCNEM foi influenciada por dois fatores, sendo eles:

[...] as mudanças estruturais que decorrem da chamada “revolução do conhecimento”, alterando o modo de organização do trabalho e as relações sociais; e a expansão crescente da rede pública, que deverá atender a padrões de qualidade que se coadunem com as exigências desta sociedade (BRASIL, 1999, p.24).

O currículo do Ensino Médio buscou certificar, acima de tudo, o aperfeiçoamento de competências básicas para o exercício da cidadania e para a vida em sociedade. Os PCNEM foram divididos em três grandes áreas de conhecimento, sendo elas: (i) Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; (ii) Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias; (iii) Ciências Humanas e suas Tecnologias, norteados por princípios estruturadores como, a interdisciplinaridade e a contextualização. Na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, na qual se encontra as orientações para o ensino de Biologia, defende-se que haja um desenvolvimento tanto conhecimentos práticos e contextualizados quanto conhecimentos mais amplos e abstratos (BRASIL, 1999). Em relação aos conhecimentos de Biologia, um dos objetivos formativos dos PCNEM é o de “[...] compreender a diversificação das espécies como resultado de um processo evolutivo, que inclui dimensões temporais e espaciais” (BRASIL, 1999, p.226).

Em abril de 2017, o Ministério da Educação publicou a terceira versão da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), homologado em dezembro de 2017, definindo as habilidades e competências que devem ser desenvolvidas pelos estudantes, e orientações sobre os conteúdos a serem tratados ao longo das modalidades e etapas da educação básica (BRASIL, 2018).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE) (BRASIL, 2018).

A elaboração desse documento contou com propostas curriculares de vários professores e pesquisadores e consulta pública, mas sua implementação gerou bastante controvérsia.

Para Gonçalves (2018),

A proposta curricular presente na BNCC no contexto da Reforma do Ensino Médio apresenta muitos indícios de que os jovens serão prejudicados, pois desaparece qualquer perspectiva formativa de uma educação integral, humanística, crítica e reflexiva (p. 18).

De acordo com este documento, o aprendizado de Ciências da Natureza deve transcender os conhecimentos de temas conceituais. É necessário haver um olhar articulado entre Biologia, Física e Química, viabilizando habilidades e competências que aprimorem o que já foi visto no Ensino Fundamental no que se refere à “[...] contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; aos processos e práticas de investigação e às linguagens das Ciências da Natureza” (BRASIL, 2017, p. 547).

Alguns pesquisadores da área de ensino de Biologia, como Marandino, Selles e Ferreira (2009) e Bizzo (2012), pontuam que o ensino de Biologia tem enfrentado alguns desafios no processo de ensino e aprendizagem, entre eles uma grande quantidade de conceito e termos para memorizar sendo estes distante do cotidiano dos alunos. Outros problemas também são listados, como a carência da vivência prática da pesquisa científica, problemas com materiais didáticos, a desvalorização e o descaso para com os professores enquanto educadores. No ensino de Biologia, são conhecidas as dificuldades que muitos alunos apresentam na compreensão dos fenômenos físicos, químicos e biológicos. Aprender Biologia é muito mais do que decorar nomes, conceitos, definições e esquemas. Aprender Biologia significa, especialmente, reconhecer os processos que ocorrem na natureza, interpretando-os e relacionando-os ao seu dia a dia (GIANOTTO, 2010).

2.2 Evolução Biológica na Educação Básica

Em relação a evolução biológica, Futuyama (2002) afirma que, ela tornou-se ferramenta indispensável para o entendimento da Biologia e de sua integração como ciência, pois é “[...] o

mais importante conceito da Biologia Moderna – um conceito essencial para a compreensão de aspectos-chave dos seres vivos” (FUTUYMA, 2002, p.6).

É um tema que frequentemente está inserido em debate, pelo fato de que algumas ideias ainda são questionadas e outras permanecem inalteradas desde que Darwin propôs a teoria, como é o caso da seleção natural (EL-HANI; MEYER, 2007). Compreender e explicar essas questões em relação ao tema é importante para o ensino de Ciências, para a compreensão das formas de pensamentos dos alunos e professores quanto aos processos e mecanismos que explicam a diversidade e a evolução dos seres vivos (FREGUGLIA, 2009).

Licatti (2005) destaca a importância da evolução biológica como tema central e articulador entre os diversos conteúdos da disciplina escolar de Biologia. Vários autores aceitam essa centralidade da biologia evolutiva no ensino de Ciências e Biologia, contudo chamam a atenção pelo fato de a mesma não representar uma prioridade à altura de sua importância intelectual e potencial para contribuir com a sociedade. Para Carneiro (2004), mesmo sendo um conceito estruturante, a evolução não é ensinada de forma relevante e isso fica claro ao se analisarem os currículos educacionais.

Os temas referentes à Evolução encontram-se presentes nos programas de ensino de Biologia desde o final de 1960, tanto nas propostas curriculares como nos livros didáticos, como por exemplo, o BSCS que influenciou consideravelmente o ensino de Biologia no Brasil (SELLES; FERREIRA, 2005).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio - PCNEM (BRASIL, 2000, p.17), ao abordarem a temática “Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias”, destacam a importância do ensino da evolução e do contexto histórico da Ciência, como fundamentais para o entendimento da natureza da Ciência.

As Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) propõe que o tema da evolução biológica comece a ser estudado a partir da análise das hipóteses sobre a origem da vida e a vida primitiva, sugerindo “[...] identificar diferentes explicações sobre a origem do Universo, da Terra e dos seres vivos, confrontando concepções religiosas, mitológicas e científicas, elaboradas em diferentes momentos. (BRASIL, 2004, p.50).

Para as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM) (BRASIL, 2006), este tema não deve ser contemplado em apenas um bloco de aulas, mas sim constituir uma linha orientadora para a abordagem de outros temas relacionados à Biologia. Afirma ainda que o tema “origem e evolução da vida” deve ser central no ensino de Biologia, na qual

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 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).

A Base Nacional Comum Curricular reconhece a importância da evolução no ensino de Ciências e Biologia, defendendo o ensino como um eixo integrador das ciências biológicas. Embora a evolução biológica seja vista como eixo integrador e central para os conhecimentos em Biologia, inclusive sendo prevista em alguns documentos oficiais de ensino e reconhecida pela maior parte dos currículos, pesquisas na área têm demonstrado que o assunto não tem recebido a devida relevância na Educação Básica conforme preconiza os documentos oficiais. Em boa parte das escolas brasileiras, o tema é apresentado aos alunos como qualquer outro assunto da disciplina de Ciências ou Biologia,

Segundo Tidon e Lewontin (2004), os professores enfrentam diversos problemas ao ministrar conteúdo da evolução biológica na disciplina de Biologia. Problemas com o currículo escolar, materiais didáticos, carência de preparo dos alunos para o entendimento dessa temática, noções equivocadas acerca dos processos evolutivos por parte dos professores e resistência ou até rejeição ao tema devido ao choque com algumas cosmovisões alternativas.

Oleques (2010), analisa várias pesquisas relacionadas ao tema da evolução biológica, o qual sugerem que seu ensino não é eficiente em vários lugares no mundo. Para ele, esses estudos evidenciam as dificuldades que os alunos têm de aprenderem e os desafios por parte dos docentes no ensino da temática, a fim de possibilitar caminhos para um melhor entendimento do tema por parte dos alunos, bem como a necessidade de uma melhoria no processo de ensino e aprendizagem da evolução biológica.

Tidon e Lewontin (2004) encontraram em suas pesquisas dados que reforçam essa dificuldade de compreensão das teorias evolucionistas, identificando que 60% dos professores do Ensino Médio, por eles entrevistados, admitem algum tipo de dificuldade em ensinar evolução. Dentre as dificuldades mais relatadas foram a falta de preparo dos professores, a falta de material didático e a falta de tempo. Ainda na mesma pesquisa, detectaram que 62% dos professores consideraram que os alunos do Ensino Médio são imaturos e não têm base teórica suficiente para entenderem a Biologia Evolutiva satisfatoriamente. Em contrapartida, 65% desses professores apontaram que disponibilizam aproximadamente 10 horas-aula para

trabalhar este assunto, num universo de 200 horas-aula em média de Biologia em todo o Ensino Médio, ou seja, a parcela de tempo destinada ao ensino da biologia evolutiva pode ser considerada muito pequena, o que certamente acarretará numa aprendizagem pouco significativa (TIDON; LEWONTIN, 2004).

2.3 A evolução biológica na formação inicial de professores de Biologia

O tema da Evolução Biológica na Formação Inicial do Professor de biologia se configura como um assunto relevante a ser considerado neste trabalho, tendo em vista que os participantes desta pesquisa estavam cursando o último ano de licenciatura em Ciências Biológicas. Deste modo, apresentaremos uma discussão acerca da formação inicial de professores de biologia e ao final a temática da evolução biológica.

A formação inicial de professores tem como finalidade o preparo do licenciando, futuro professor, sendo que este profissional tem autonomia para idealizar e produzir currículos, programas e ações pedagógicas. Nesse sentido todas as disciplinas presentes no currículo dos cursos de licenciatura, tanto as relacionadas ao conhecimento científicos específicos da área de atuação do estudante, as disciplinas pedagógicas de práticas de ensino, como os estágios supervisionados, deverão contribuir na formação e no preparo desse futuro professor (KNAPP; SILVA, 2014)

Os cursos superiores de formação de professores tiveram início na década de 1930, tendo como marco a criação da Universidade do Distrito Federal em 1935, posteriormente incorporada pela Universidade do Rio de Janeiro (ou Universidade do Brasil) com o objetivo de ser uma escola de nível superior para formar todos os professores, inclusive aqueles destinados a atuar na escolarização inicial (SCHEIBE; DANIEL, 2002, GOEDERT et al., 2006). Nesse mesmo período surgem as Faculdades de Filosofia, Ciências e Letras (1931) com a Reforma Francisco Campos, devido à preocupação em relação à formação do docente para atuar na Educação Básica. Sua estruturação, no entanto, ocorreu somente em 1939 por força do Decreto-Lei 1.190. Além desta, também foi criada a Faculdade Nacional de Filosofia da Universidade do Brasil, no Rio de Janeiro, voltada à formação de professores para atuar no ensino básico. As outras Faculdades de Filosofia foram progressivamente surgindo em outras regiões do Brasil, entre elas a Faculdade de São Paulo (SCHEIBE, 1983; GOEDERT et al., 2006; KNAPP; SILVA, 2014).

Foi em decorrência do Decreto-Lei 1.190 que surge a estrutura intitulada de “esquema 3+1”, o qual guiou a formação de professores até a década de 1960, período em que passou por algumas mudanças. No “esquema 3+1”, os cursos de formação de professores se caracterizavam por um curso de Didática oferecido num período de um ano após três anos iniciais voltados ao estudo dos conteúdos da área específica. Neste sentido, após a conclusão dos três primeiros anos, conferia-se ao estudante o título de bacharel, tendo este então a opção de escolher uma formação pedagógica realizando o curso de Didática no quarto ano. Mesmo tendo passado por mudanças na década de 1960, algumas pesquisas demonstram grande influência na estrutura dos cursos de licenciatura até os dias atuais (PEREIRA, 1999; GOEDERT et al., 2006).

Esse modelo preconiza que, para ser professor, primeiro deve-se ter um domínio sobre a matéria ou o conteúdo a ser ensinado. Sendo assim a formação pedagógica do futuro educador adota, nesse esquema, um papel secundário, uma vez que seu espaço se limitava ao final do curso e totalmente desconectado da formação em conteúdos específicos. Este e outros aspectos sugerem que na época a área pedagógica tinha uma posição secundária nas políticas educacionais do Ensino Superior. O Ensino Superior era mais focado na formação de bacharéis/especialistas do que a formação de futuros docentes. O ponto central na formação dos professores era a capacidade do educador transmitir o de conhecimento científico dentro da disciplina. Havia pouca valorização no que se refere a questões pedagógicas ou práticas docentes (GOEDERT et al., 2006; GIANOTTO; DINIZ, 2010).

Marandino et al. (2009) defendem que o curso de Ciências Biológicas é derivado dessa estrutura de formação, com o curso de bacharelado e licenciatura apresentando currículo acadêmico semelhante ou mesmo iguais. É possível observar essa homogeneidade na construção pedagógica dos cursos. Na maioria das instituições que ofertam as duas modalidades de formação, nos dois primeiros anos são iguais e se diferenciam nos dois últimos anos.

Nóvoa (1998, p. 30), considera um insulto conceber o processo de ensino apenas como uma mera transferência do conhecimento científico para o escolar. Para ele o educador não apenas deve ter domínio sobre a matéria que ensina, mas também entender o processo da construção do conhecimento.

Segundo Ghedin, Almeida e Leite (2008, p. 27) a função do docente vai além de ensinar aos alunos a ler, escrever e contar, ele tem o dever de instruí-los ter respeito e tolerância para com o diferente, “[...]a coexistir, a comunicar, a cooperar, a mudar, a agir de forma eficaz”. Neste sentido, Morais e Albino (2015) defendem que a função do professor transcende o âmbito

do ensino baseado na transmissão de conteúdo, hoje espera-se que este profissional seja preparado e competente para formar alunos críticos e de participação ativa. É no processo de formação inicial que se constituem alguns saberes, significados iniciais bem como vícios e rotinas que o professor personifica no seu fazer profissional (IMBERNÓN, 2009).

Segundo Pereira (2006) o professor, durante a etapa da formação inicial deve conceber o seu processo de construção e produção do saber escolar, compreender as diferenças e semelhanças na construção do conhecimento científico e escolar, conhecer como a cultura escola se manifesta, e relacionar a história da ciência com a história do ensino de Ciências da área com que trabalha. De acordo Morais e Albino (2015), no Brasil a formação inicial ainda não prepara os futuros professores nesses pressupostos anteriores, não os leva a dialogar entre os conhecimentos específicos e pedagógicos como preconiza à profissão docente.

Gianotto e Diniz (2010) ao analisarem alguns autores concluem que é uma conformidade entre educadores que a formação que os futuros professores estão submetidos hoje, não conduz satisfatoriamente o aluno no seu desenvolvimento como indivíduo autônomo que possa atuar como cidadão e educador numa sociedade que tem experimentado mudanças contínuas.

É necessário que, para uma melhoria na qualidade do ensino, haja uma reformulação dos modelos de formação de professores, pois a maior parte das licenciaturas carrega na estrutura curricular o conceito do educador como um profissional que deverá empregar saberes adquiridos em determinadas situações e não formar docentes capazes de instruir os alunos a pensar (FREITAS; VILLANI, 2002).

A formação inicial do professor deveria fomentar um pensamento crítico, capaz de analisar a realidade e o cotidiano, questionar a estrutura da sociedade assim como promover alternativas para uma mudança social (MEGLHIORATTI, 2004).

De acordo com Becker (2001), além de ser necessário domínio sobre os saberes específicos e pedagógicos por parte do docente, ele deve atuar em parceria com os seus alunos na construção de um conhecimento que não é transferido e nem herdado, mas construído no contexto da sala com base na reciprocidade entre aluno e professor.

As Diretrizes Curriculares Nacionais que orientam os cursos de Ciências Biológicas orientam que os cursos desse âmbito devem ser organizados de tal modo que os conhecimentos biológicos sejam divididos ao longo da formação e interligados pela evolução, uma aproximação unificadora conforme o texto seguinte, “[...] os conteúdos básicos deverão englobar conhecimentos biológicos e das áreas das ciências exatas, da terra e humanas, tendo a evolução como eixo integrador” (BRASIL, 2001, p. 5). Entretanto a estrutura curricular dos

cursos de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas no qual foi realizada a pesquisa, nota-se que a disciplina Evolução, a qual deveria ser orientadora de todo o curso de Ciências Biológicas aparece apenas no penúltimo ano.

Segundo Meglhioratti (2004), pela própria complexidade e interdisciplinaridade, o tema da evolução biológica deveria ser articulado em todas as disciplinas num curso de formação de professores de Biologia. Segundo a autora, devida à sua natureza integradora, a assimilação do tema se torna insuficiente quando abordada apenas numa disciplina em um único semestre. É necessário que exista uma cooperação entre as disciplinas na abordagem do tema permitindo correlacionar as diversas disciplinas com seus tópicos evolutivos.

No tocante à esta pesquisa, o currículo dos cursos das instituições dos participantes dessa pesquisa, tem a disciplina de evolução apenas no penúltimo ano. Mas, se a evolução é o eixo unificador da Biologia, porque a disciplina “Evolução” só é lecionada no penúltimo ano do curso? Pois para que o professor em formação inicial assimile a evolução como um eixo unificador ao longo da sua formação, esse conceito precisa estar bem estabelecido. Alguns autores defendem que a disciplina “Evolução” deveria então ser ministrada no início dos cursos de Biologia para que assim haja uma aproximação com outras disciplinas (MEGLHIORATTI, 2004).

Por sua natureza controversa, desde os confrontos com outras formas de pensamento, bem como questões sociais, a história e a filosofia da ciência auxiliariam muito no entendimento do tema da evolução e da origem da diversidade biológica. Neste sentido, uma mudança no currículo dos cursos favoreceria para uma visão mais completa e consolidada do tema (MEGLHIORATTI, 2004).

Passamos agora a discutir o percurso metodológico adotado neste trabalho.

CAPÍTULO 3 – PERCURSO METODOLÓGICO

Neste capítulo será detalhado todo o percurso metodológico adotado para o desenvolvimento dessa pesquisa.

3.1 Investigação qualitativa

Em consonância com Minayo (2002, p.22), entende-se como Metodologia ou percurso metodológico “[...] o caminho e instrumental próprios de abordagem da realidade”, englobando as concepções teóricas de abordagem, o conjunto de técnicas que possibilitam a apreensão da realidade, a análise e compreensão do objeto de pesquisa e o potencial criativo do pesquisador.

A presente pesquisa tem caráter qualitativo, que de acordo com Moreira (2011, p. 76) está pautada em uma “[...] interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos à suas ações em uma realidade socialmente construída, através de observação participativa, isto é, o pesquisador fica imerso no fenômeno de interesse”. Abrange, assim, diferentes significados, compreendendo um conjunto de diferentes técnicas interpretativas que visam descrever e decodificar os componentes de um sistema complexo de significados. Neste sentido, a pesquisa qualitativa “Tem como objetivo traduzir e expressar o sentido dos fenômenos. Trata-se de reduzir a distância entre indicador e indicado, entre teoria e dados, entre contexto e ação” (MAANEN, 1979a, p. 520 apud NEVES, 1996, p. 1).

Na pesquisa qualitativa, o pesquisador é de suma importância na constituição dos dados, pois “[...]toma como pressuposto que a experiência humana é mediada pela interpretação, a qual não se dá de forma autônoma, mas na medida em que o indivíduo interage com o outro” (MOREIRA 2011, p. 76). Portanto, é por meio das interações entre o pesquisador e os participantes da pesquisa que são construídas as interpretações, trazendo a visão de mundo encontrada tanto no pesquisador quanto no sujeito pesquisado. Para Minayo (2004, p. 22-23), as pesquisas qualitativas são “[...] aquelas capazes de incorporar a questão do significado e da intencionalidade como inerentes aos atos, às relações, e às estruturas sociais, sendo essas últimas tomadas tanto no seu advento quanto na sua transformação, como construções humanas significativas.” Nesse sentido, a fim de caracterizar a pesquisa de cunho qualitativo, os autores Bogdan e Biklen (1994) elencam cinco aspectos importantes, de modo que o primeiro se volta ao fato de a pesquisa qualitativa possuir um ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador é um elemento-chave no processo. Existe uma necessidade de um contato direto e

prolongado com o campo, tendo o pesquisador como instrumento fundamental no processo de investigação. Dessa forma, o pesquisador deve estar envolvido com o contexto de estudo, “[...] em interação com os participantes, procurando apreender o significado por eles atribuído aos fenômenos estudados” (ALVES, 1991, p.55).

O segundo aspecto é importância dos significados que os indivíduos atribuem aos fenômenos sociais (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Para Minayo (1996, p.33), “trata-se de uma ênfase própria de nosso tempo em que se fortifica a introspecção do homem, a observação de si mesmo e se ressaltam questões antes passadas despercebidas”.

O terceiro aspecto, apontado também por Alves (1991), é que a pesquisa qualitativa é essencialmente descritiva e os dados são expressos através de palavras. De acordo com Triviños (1987) a interpretação dos resultados surge como a totalidade de um questionamento que tem como base a percepção de um fenômeno em um dado contexto, podendo ser expresso através de narrativas, fragmentos de entrevistas, entre outros.

O quarto aspecto da pesquisa qualitativa é a preocupação com o processo e não simplesmente com os resultados ou com o produto o que diferencia muito em relação à investigação quantitativa (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

E finalmente, o quinto aspecto, é que nessa abordagem os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente, partindo de observações mais livres e deixando que as dimensões e categorias emergjam durante o processo de coleta e análise de dados (BOGDAN; BIKLEN, 1994). De acordo com os mesmos autores,

A investigação qualitativa é descritiva. Os dados recolhidos são em forma de palavras ou imagens e não de números. Os resultados escritos da investigação contêm citações feitas com base nos dados para ilustrar e substanciar a apresentação. Os dados incluem transcrições de entrevistas, notas de campo, fotografias, vídeos, documentos pessoais, memorandos e outros registros oficiais (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p.48).

A abordagem qualitativa da pesquisa também enfrenta algumas críticas, dentre as quais são destacadas por Minayo (1996), (1) o empirismo presente nos trabalhos de muitos pesquisadores, que consideram ciência a própria descrição fornecida pelos atores sociais; (2) a ênfase na descrição dos fenômenos em detrimento da análise dos fatos; (3) o envolvimento do pesquisador (com seus valores, crenças, emoções, entre outros) na análise da realidade.

3.2 Caracterização do contexto

O nosso estudo foi realizado na cidade de Maringá-PR, em duas instituições de ensino superior, sendo uma privada e outra pública, que ofertavam o curso de licenciatura em Ciências

Biológicas no referido município, no período de setembro a outubro de 2019. No momento da pesquisa, outra instituição oferecia este curso, mas não contava ainda com a turma do interesse da pesquisa.

3.3 Validação do Instrumento de Coleta de Dados

Um instrumento de coleta de dados tem validade quanto sua estruturação e finalidade oportunizam ao pesquisador alcançar o que se pretende, através da coerência dos processos metodológicos e a consistência dos resultados, ou seja, o processo de validação visa analisar a existência de lógica entre os instrumentos propostos e os objetivos da pesquisa (HERMINDA; ARAÚJO, 2006; JOSÉ JÚNIOR; MATSUDA, 2012). Para elaboração do novo instrumento de coleta foi necessária uma revisão na literatura sobre o tema que pretendeu-se pesquisar, além de uma antecipada pesquisa na literatura, de instrumentos já existentes que visavam avaliar certas variáveis pretendidas nesta pesquisa. Mediante a inexistência de instrumentos validados que abordassem temas significativas para esta investigação, emerge a necessidade da construção de um novo instrumento.

A elaboração deste novo instrumento demorou cerca de 3 meses, iniciando em junho e terminando em agosto de 2019, onde o pesquisador e seu orientador realizaram várias discussões em torno da temática e chegaram a um instrumento inicial, que foi um questionário contendo 26 itens acerca dos dados sociodemográficos dos respondentes, sua trajetória acadêmica, formas de pensamentos acerca do tema evolução biológica e seu ensino.

Na sequência o questionário foi submetido a validação, e dentre os métodos utilizados para mensurar a validade de um instrumento estão a validade de construto, a validade de critério, a validade de conteúdo e a validade de aparência, entre outros (PASQUALI, 2009; HOWELL et al., 2017). Nesta presente investigação foram adotadas a validade de aparência e de conteúdo por intermédio de dois pesquisadores reconhecidos acadêmica e cientificamente na área de estudo dessa investigação. A escolha se deve à vasta experiência na temática estudada e pelas publicações dos pesquisadores na área. Mediante a análise do questionário inicial, os acadêmicos fizeram observações e sugestões significativas para a melhoria no conteúdo e na aparência do instrumento de coleta de dados, que levaram à alguns ajustes e à readequação do questionário para a versão aplicada no teste piloto.

Segundo Moreira e Caleffe (2006, p. 27) o objetivo do estudo-piloto “[...] é simular a situação real tão fielmente quanto possível e usar uma população semelhante, selecionando a

amostra da mesma maneira, mas com tamanho menor, e estabelecendo as mesmas condições para a administração e para as respostas” a fim de testar previamente o instrumento. O teste piloto do questionário, contendo 19 itens, foi realizado com 6 professores em formação inicial, uma amostra do grupo estudado. Cada participante após responder o questionário, pontuou aspectos positivos e negativos, dificuldades que encontraram no instrumento e ofereceram sugestões de melhorias. Esta fase nos permitiu perceber algumas deficiências do nosso instrumento de coleta, e assim chegar versão final do questionário.

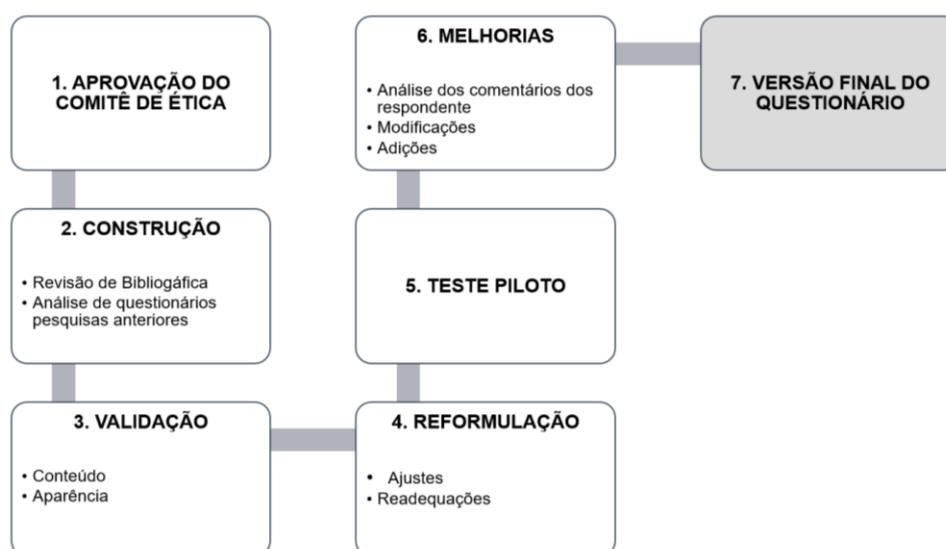


Figura 1. Fluxograma sobre o processo de construção do questionário.

A Figura 1 sintetiza o caminho percorrido na construção do questionário até chegar a sua versão final, usado como instrumento de coleta nesta investigação. Na sequência descreveremos o questionário e os procedimentos adotados para a coleta de dados da pesquisa.

3.4 Instrumento e procedimentos para coleta de dados da pesquisa

Os dados foram obtidos através da aplicação da versão final questionário, sendo esta, o principal instrumento de coleta dos dados desta pesquisa. De acordo com Lakatos e Marconi (2008), o questionário é um instrumento de coleta de dados, constituído por uma série de perguntas ordenadas, que devem ser respondidas, no geral, sem a presença do pesquisador. Afirmam ainda que,

“[...] esse instrumento possui as seguintes vantagens como técnicas de coleta de dados: economiza tempo, viagens e obtém grande número de dados; atinge maior número de pessoas simultaneamente; obtém respostas mais rápidas e mais precisas; há maior

liberdade e segurança nas respostas, em razão do anonimato; há menos risco de distorção, pela não influência direta do pesquisador e há mais uniformidade na avaliação, em razão da natureza impessoal do instrumento” (LAKATOS; MARCONI, 2008).

Gil (2008, p. 122), concorda com esse pensamento, pois para ele a aplicação de questionário para uma pesquisa além das vantagens já mencionadas, traz algumas outras, dentre as quais a “[...] garantia do anonimato das pessoas; não expõe os pesquisados à influência das opiniões e do aspecto pessoal do entrevistado e possibilita atingir grande número de pessoas”. Todavia, com relação ao questionário, enquanto instrumento de coleta de dados, também podem ser encontradas desvantagens, como por exemplo, a impossibilidade de auxiliar o pesquisado em questões mal compreendidas e o desconhecimento das circunstâncias em que foram respondidos dificultam o controle e a verificação (LAKATOS; MARCONI, 2008).

O questionário, usado nesta investigação, contém questões referentes a dados sociodemográficos, sobre a escolha dos cursos (figura 2), afirmativas relacionadas a formas de pensamentos para explicar a diversidade biológica (figura 3) e questões sobre o ensino da evolução biológica (figura 4).

QUESTIONÁRIO

Identificação

Nome (opcional)

Idade: _____ Gênero: _____

Religiosidade:
() Sim. Qual _____ () Praticante () Não Praticante
() Não

Habilitação do curso de Ciências Biológicas
() Licenciatura () Licenciatura/Bacharelado

Instituição do curso: _____

Instituição onde realizou o ensino médio: _____

A. O que motivou você a escolher o curso de Ciências Biológicas e a modalidade Licenciatura?

B. Ao se formar, pretende exercer a função de professor de biologia? Por quê? Se sim, em que nível e quais são suas expectativas em relação à profissão?

Figura 2. Imagem da primeira página do questionário elaborado para essa pesquisa.

1. Analise as afirmativas/pensamentos descritas a seguir e assinale se concorda ou discorda explicando o porquê (justificativa).

Afirmativas	Concordo	Discordo
a. Deus criou os tipos básicos (indivíduos que estão unidos diretamente ou indiretamente por cruzamentos) de seres vivos que evoluíram de forma mais ou menos limitada (microevolução ou evolução dentro da própria espécie/tipo básico). Neste sentido os seres vivos não descendem de um mesmo ancestral unicelular comum.		
Justifique:		
b. Por meio do processo evolutivo diversas formas de vidas foram se aperfeiçoando e melhorando ao longo do tempo.		
Justifique:		
c. O registro fóssil sugere que a história da vida é caracterizada por rápidas mudanças morfológicas que ocorrem durante a formação de novas espécies, seguida por longos períodos de não mudanças (estase)		
Justifique:		
d. A complexidade dos seres vivos indica que estes são melhor explicados por uma causa inteligente do que por processos não diretivos como a seleção natural.		
Justifique:		
e. No continente africano a borboleta " <i>Previs octavia</i> " apresenta diferentes colorações dependendo da época do ano (Seca/Úmida). Este exemplo de plasticidade fenotípica, como também outros fenômenos explicados pela herança extragenética, herança ecológica e biologia do desenvolvimento são considerados mecanismos evolutivos adicionais à seleção natural. Este fato indica que a teoria moderna ou sintética da evolução necessita ser revista.		
Justifique:		
f. O povo bajau é uma comunidade do Sudeste Asiático, frequentemente referido como "nômades do mar". Muitos bajaus são mergulhadores livres, com uma capacidade extraordinária de prender a respiração por vários minutos enquanto procuram por peixes, lagostas e polvos. Um dos fatores associados à capacidade de mergulho é o tamanho do baço maior que a média de outras populações humanas. Pode-se considerar que esta característica, resultante de uma mutação genética, esteve sujeita a ação da seleção natural no povo bajau.		
Justifique:		

Figura 3. Imagem da segunda página do questionário elaborado para essa pesquisa.

Quadro 1. Questões do questionário inicial e seus objetivos

Questão	Objetivo(s)
<p>Análise as afirmativas/pensamentos descritas a seguir e assinale se concorda ou discorda explicando o porquê (justificativa).</p> <p><i>Deus criou os tipos básicos (indivíduos que estão unidos diretamente ou indiretamente por cruzamentos) de seres vivos que evoluíram de forma mais ou menos limitada (microevolução ou evolução dentro da própria espécie/tipo básico). Neste sentido os seres vivos não descendem de um mesmo ancestral unicelular comum.</i></p> <p><i>Por meio do processo evolutivo diversas formas de vidas foram se aperfeiçoando e melhorando ao longo do tempo.</i></p> <p><i>O registro fóssil sugere que a história da vida é caracterizada por rápidas mudanças morfológicas que ocorrem durante a formação de novas espécies, seguida por longos períodos de não mudanças (estase)</i></p> <p><i>A complexidade dos seres vivos indica que estes são melhor explicados por uma causa inteligente do que por processos não diretivos como a seleção natural.</i></p> <p><i>No continente africano a borboleta “Previs octavia” apresenta diferentes colorações dependendo da época do ano (Seca/Úmida). Este exemplo de plasticidade fenotípica, como também outros fenômenos explicados pela herança extragenética, herança ecológica e biologia do desenvolvimento são considerados mecanismos evolutivos adicionais à seleção natural. Este fato indica que a teoria moderna ou sintética da evolução necessita ser revista.</i></p> <p><i>O povo bajau é uma comunidade do Sudeste Asiático, frequentemente referido como “nômades do mar”. Muitos bajaus são mergulhadores livres, com uma capacidade extraordinária de prender a respiração por vários minutos enquanto procuram por peixes, lagostas e polvos. Um dos fatores associados à capacidade de mergulho é o tamanho do baço maior que a média de outras populações humanas. Pode-se considerar que esta característica, resultante de uma mutação genética, esteve sujeita a ação da seleção natural no povo bajau.</i></p>	<p>Identificar as formas de pensamentos nos discursos de futuros professores de biologia acerca do tema evolução biológica.</p>
Questão	Objetivo(s)

<p>3. Imagine-se em sala de aula, discutindo pela primeira vez com seus alunos acerca da diversidade dos seres vivos.</p> <p>a. Como você explicaria o porquê dessa diversidade biológica?</p> <p>b. Que evidências você apresentaria para apoiar seus argumentos?</p>	<p>Avaliar a compreensão do tema da evolução biológica por parte dos professores em formação inicial.</p>
<p>4. Para você, a Evolução deve ser um dos temas de estudo no Ensino Médio? Em caso afirmativo, como você organizaria o ensino deste conteúdo?</p>	<p>Perceber como esses licenciandos se posicionam em relação ao ensino da evolução biológica no ensino médio.</p>
<p>5. Após responder as respostas deste questionário responda:</p> <p>a. A disciplina de Evolução forneceu subsídios teóricos para que você pudesse elaborar suas respostas?</p> <p>b. Justifique o nível de dificuldade (pouco, mediano, muito) que você encontrou para elaborar as suas respostas.</p>	<p>Analisar como o curso de graduação em Ciências Biológicas contribuiu na formação do licenciando em relação ao tema evolução biológica.</p>

O questionário foi aplicado aos sujeitos pesquisados nos meses de setembro e outubro do ano letivo de 2019. Antes de aplicar o questionário, informamos aos respondentes que sua participação seria totalmente voluntária, que poderiam recusar a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento, sem acarretar qualquer ônus ou prejuízo para a sua pessoa. Informamos ainda que as respostas ao questionário seriam destinadas apenas a alcançar os objetivos desta pesquisa, e que seriam tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a identidade do respondente. Houve consentimento por parte dos sujeitos que responderam o instrumento ao assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O questionário e o TCLE foram impressos e entregues presencialmente para os 80 participantes da pesquisa, destes apenas um não retornou. Possivelmente essa situação se deve ao bom diálogo estes professores em formação inicial antes de sua aplicação.

3.5 Caracterização dos sujeitos da pesquisa

Participaram deste estudo alunos do último ano dos cursos de licenciatura em Ciências Biológicas das duas instituições de ensino superior citadas anteriormente. A escolha dos participantes, é motivada pelo fato de que esses estudantes serão os futuros professores de biologia e ministrarão conteúdo da temática proposto, evolução biológica, na pesquisa em sala de aula. Os cursos relacionados à pesquisa possuem duração mínima de três anos a cinco anos nos períodos noturnos e integral. As questões referentes a dados sociodemográficos e sobre a

escolha dos cursos (figura 1) no questionário permitiu caracterizar os participantes da pesquisa. Participaram do estudo 79 futuros professores de biologia, tendo eles a média de idade dos de 22,9 anos. Destes, 60,7% são do gênero feminino e 39,3% do gênero masculino, 68,4% afirmam possuir alguma religiosidade e 31,6% não possuem nenhum tipo de religiosidade. Para diferenciar a fala de cada indivíduo participantes da pesquisa, estabelecemos o código P de participante, e a uma numeração de 0-79 possibilitando essa diferenciação.

Com base nas respostas sobre o porquê da escolha do curso de Ciências Biológicas, modalidade licenciatura, observamos que os professores de biologia em formação inicial foram movidos pelos seguintes motivos: (i) gosto pelas disciplinas da área biológica; (ii) gosto pela natureza; (iii) admiração e respeito pelos professores da área; (iv) influência de familiares professores. Alguns fragmentos desses discursos são, transcritos a seguir:

[...] eu sempre tive afinidade para a área de biológicas e amo tudo que se relaciona com a área (P39);

[...] o que me realmente motivou foi a afinidade dos conteúdos estudados dentro da biologia (P67);

[...] minha família possui muitos professores, o que sempre influenciou na vontade de dar aula (P23);

[...] minha mãe, por ser professora, sempre foi minha inspiração (P39);

[...] a professora que tive [...] me fez apaixonar por biologia (P3).

Percebe-se assim, que a afinidade com as disciplinas e área de estudo, bem como a admiração pelos professores e influência dos familiares é um processo íntimo e particular que deriva de diversos fatores relacionados às histórias de vidas dos sujeitos. Ter afinidade não é uma imposição vindo do exterior. A influência dos professores e familiares, constitui-se apenas como uma sucessão de componentes que o indivíduo interioriza. Para Freitas et al. (2009) a escolha da profissão é um processo complexo que atravessa a influência dos diversos coletivos sociais e decisões particulares. De acordo com Bonotto (2005, p. 6), “somos seres biológicos, afetivos, sociais e cognitivos ao mesmo tempo”, evidenciando a importância do “gostar” nos processos cognitivos que conduzem a escolha de uma formação superior. Brando e Caldeira (2009) e Zaneti et al. (2014) observaram que, apesar das crises no contexto da educação, ainda existe uma forte influência por parte dos professores do ensino básico na escolha pelo curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Outro fator que influenciou os participantes da pesquisa na escolha do curso Ciências Biológicas, principalmente a modalidade licenciatura foi a maior facilidade de inserção no mercado de trabalho, conforme as falas transcritas:

[...] chance de emprego, caso minha vida de cientista dê errado. (P9);

[...] foi motivada pela maior oferta de emprego na área (P10);

[...] escolhi licenciatura por ser uma opção de trabalho, logo ao me formar (P21);

[...] por ter mais opção no mercado de trabalho (P29).

Gatti (2010) afirma que os cursos na modalidade licenciatura se constituem como uma modalidade de “seguro-desemprego”, tornando-se uma alternativa, em caso de impossibilidade de atuação em outra atividade profissional.

Percebemos então que as motivações que levaram os participantes da pesquisa a escolher o curso de Ciências Biológicas na modalidade licenciatura envolvem além do gosto pela área biológica e a influência dos professores e familiares, a facilidade no mercado de trabalho.

3.6 Análise dos dados

Para a análise de dados utilizamos a estratégia proposta pela Análise Textual Discursiva (ATD), definida por Moraes e Galiazzi (2016, p. 134), como processo de desconstrução e reconstrução, “[...] de um conjunto de materiais linguísticos e discursivos, produzindo-se, a partir disso, novos entendimentos sobre os fenômenos e discursos investigados”. A ATD

[...] pode ser compreendida como um processo auto-organizado de construção e compreensão em que novos entendimentos emergem a partir de uma sequência recursiva de três componentes; a desconstrução dos textos do “corpus”, a unitarização; o estabelecimento de relações entre os elementos unitários, a categorização; o captar o emergente em que a nova compreensão é comunicada e validada (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 34).

Inicialmente o pesquisador é responsável pela constituição do “*corpus*” de análise, que nesse caso provém do questionário. As respostas dos sujeitos de pesquisa, foram digitadas de forma fiel para o computador usando o software Word Office 365 Home da Microsoft.

Para este trabalho, a análise textual “[...] propõe-se a descrever e interpretar alguns sentidos que a leitura de um conjunto de textos pode suscitar” (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 36). Em relação a leitura dos textos, Moraes e Galiazzi (2016) sinalizam que é importante

elucidar uma atitude fenomenológica, ou seja, fazer a leitura a partir da perspectiva do outro, colocando entre parêntese as próprias ideias e teorias, entretanto, toda leitura carrega alguma perspectiva teórica, sendo consciente ou não. Moraes e Galiazzi (2016, p. 37) afirmam que “É impossível interpretar sem teoria; é impossível ler e interpretar sem ela. Diferentes teorias possibilitam os diferentes sentidos de um texto. Como as próprias teorias podem sempre modificar-se, um mesmo texto sempre pode dar origem a sentidos diversos”. Se toda leitura carrega alguma perspectiva teórica, isso indica que as teorias estarão presentes em qualquer etapa da análise (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 37). De acordo com os referidos autores, a ATD é pautada em três momentos ou etapas chamadas de: unitarização/desconstrução; categorização e síntese de um metatexto.

Após as leituras das respostas dos questionários, procedemos com a primeira etapa, o processo de desconstrução ou unitarização do texto do “*corpus*”. Nesta pesquisa, o “*corpus*” foi delimitado a partir das respostas do questionário. Esta etapa é descrita como um “[...] processo de desmontagem ou desintegração dos textos, destacando seus elementos constituintes”, ou seja, “Da desconstrução dos textos surgem as unidades de análise, aqui também denominadas unidades de significado ou de sentido” (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 37).

Nesse processo de desconstrução cada conjunto de dados foi analisado individualmente, desconstruído, visando captar termos ou sentenças que se repetiam com o objetivo de identificar os padrões e de construir as categorias na próxima etapa. As unidades de sentido são os termos ou sentenças do texto que fazem sentido ao pesquisador e respondem às questões por ele lançadas e que permitem a construção de categorias. A fragmentação do texto se dá a medida da leitura do mesmo e a codificação e identificação de cada fragmento, resultando nas unidades de sentido, sendo que cada unidade constitui um significado referente ao fenômeno (MORAES; GALIAZZI, 2011).

Na etapa seguinte da análise estabelecemos relações entre as unidades de significados anteriormente construídas através do processo denominado de categorização. Este aspecto é considerado central da análise textual discursiva, sendo descrito como processo analítico de

[...] comparações constantes entre as unidades definidas no momento inicial da análise, levando a agrupamentos de elementos semelhantes. Conjuntos de elementos de significação próximos constituem as categorias. A categorização, além de reunir elementos semelhantes, também implica nomear, definir as categorias, cada vez com maior precisão, na medida em que vão sendo construídas (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 44).

O processo de categorização pode ser realizado por intermédio de diferentes métodos, dedutivo e indutivo. No método dedutivo, que consiste num movimento do geral para o

particular, as categorias são construídas a partir dos referenciais teóricos da pesquisa, antes mesmo de se examinar os materiais do “*corpus*”.

Nesta pesquisa as categorias foram construídas a partir das unidades de significado que emergiram desde o *corpus*, caracterizado pelo método indutivo, movimento do particular para o geral. As categorias emergentes foram construídas “[...] por um processo de comparar e contrastar constante entre as unidades de análise”, durante o qual “o pesquisador vai organizando conjuntos de elementos semelhantes, geralmente com base em seu conhecimento tácito” (MORAES; GALIAZZI, 2016, p. 45).

Por fim, a última etapa do ciclo de análise da ATD implica na captação do novo emergente e na expressão das compreensões atingidas por meio da produção de metatextos analíticos que expressam os sentidos lidos num conjunto de textos. “Os metatextos são constituídos de descrição e interpretação, representando no conjunto um modo de teorização sobre os fenômenos investigados” (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 32).

Os metatextos, são produzidos pelo pesquisador a partir da unitarização e da categorização (etapas anteriores do ciclo de análise da ATD). Uma vez estabelecidas as categorias, o pesquisador cria as inter-relações entre elas, sempre buscando a maior clareza e novas compreensões acerca do fenômeno. Eles vão sendo constituídos gradativamente ao longo da análise e integrados a estrutura do texto como um todo (MORAES; GALIAZZI, 2011).

Para a construção da validade dos metatextos, foi necessário a ancoragem dos argumentos na realidade empírica, no material que compunha o *corpus*, pois a inserção crítica de trechos selecionados dos textos originais constitui uma forma de validação dos resultados da análise. Essa validade se dará por fim, no percebido esforço do pesquisador em construir uma análise cada vez mais qualificada sobre seu fenômeno de análise (MORAES; GALIAZZI, 2011).

Para a construção dos metatextos nesta pesquisa, elaboramos o ciclo descrito na Tempestade de Luz da ATD e foi simplificado através destes esquemas representados nas Figuras 5 e 6. Na sequência apresentamos os movimentos de construção de cada metatexto, com os conjuntos de dados do *corpus* que foram desconstruídos e unitarizados e as categorias emergidas na análise.

Para compor o primeiro metatexto foi necessário a análise dos conjuntos de dados imbricados na Figura 5 a seguir:

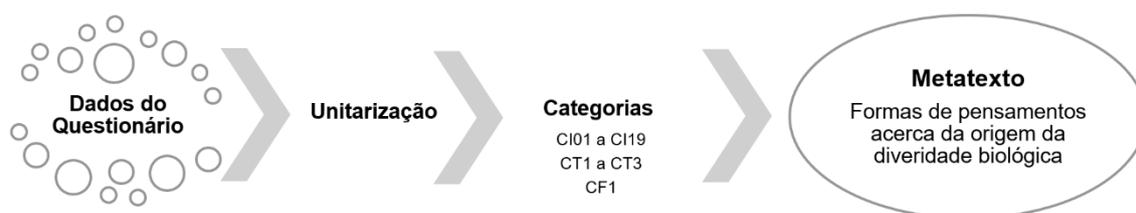


Figura 5. Esquema do surgimento do primeiro metatexto.

O esquema da Figura 5 é uma síntese do processo de elaboração do primeiro metatexto que foi construído com o objetivo de responder à primeira questão-problema: Quais as formas de pensamentos podem ser identificadas em discursos de futuros professores de biologia acerca do tema da evolução biológica?

Os dados provenientes das respostas ao questionário foram desconstruídos e unitarizados e permitiram a elaboração das categorias e conseqüentemente do metatexto em si. A esse trabalho nominados de tempestade de luz e compõem a subseção 4.1 intitulada: Tempestade de luz sobre as formas de pensamento acerca da origem da diversidade biológica. Após a construção das categorias chegamos ao primeiro metatexto, que se compõem na subseção 4.2 denominado de: Formas de pensamentos acerca da origem da diversidade biológica, relacionados com o primeiro emergente.

Já para a compreensão da composição do segundo metatexto foi elaborado o esquema sintetizado na Figura 6 seguinte:

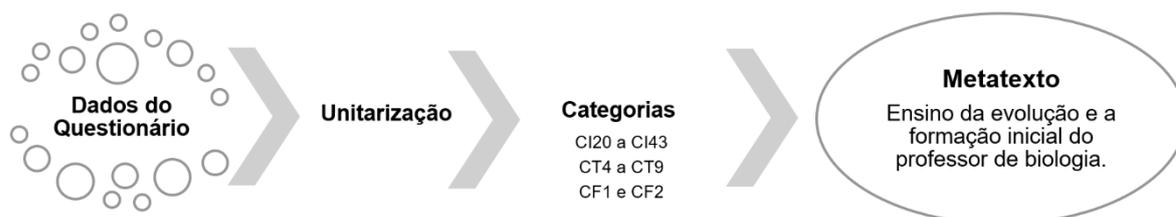


Figura 6. Esquema do surgimento do segundo metatexto.

O esquema da Figura 6 sintetiza o processo da construção do segundo metatexto, que visa responder as seguintes questões de pesquisa: Que importância esses professores atribuem ao ensino de evolução no Ensino Médio? Seria a evolução biológica compreendida como eixo integrador e norteador de conhecimentos biológicos pelos professores em formação inicial, tal como afirmam os documentos norteadores do ensino? No movimento de construção das

categorias, a partir dos dados provenientes do questionário, foi possível o surgimento das categoriais iniciais, que geram o seis categoriais intermediária e duas categoriais finais. Esse movimento de construção das categorias está descrito na subseção 4.3 Tempestade de luz sobre o ensino da evolução e a formação inicial do professor Biologia. Após a segunda tempestade de luz, apresentamos o segundo metatexto que consta na subseção 4.4 Ensino da evolução e a formação inicial do professor Biologia.

Assim, entendemos que a ATD é uma análise qualitativa de dados textuais, partindo do *corpus* de análise, texto proveniente dos dados, passando por sua desconstrução e reorganização em unidades de sentido e categorias e culminando na produção de novos sentidos e compreensões com a construção de metatextos. Nesta trajetória, o pesquisador precisa se aprofundar em seus dados para que possa continuamente construir novos significados e conhecimentos sobre o fenômeno pesquisado.

No próximo capítulo veremos detalhadamente como foram realizados as análises e o processo de construção dos dois metatextos que emergiram dos conjuntos de dados escolhidos para esta investigação, bem como as devidas discussões com outras pesquisas.

CAPÍTULO 4 – As concepções dos professores em formação inicial acerca da origem da diversidade biológica e o ensino da evolução.

A Análise Textual Discursiva (ATD) possibilitou identificar o surgimento de dois metatextos: “Formas de pensamentos acerca da origem da diversidade biológica” e “Ensino da evolução e a formação do professor Biologia” que serviram para a organização dos resultados e das discussões.

Este capítulo encontra-se dividido em quatro partes, sendo a primeira enumerada 4.1 e denominada Tempestade de luz sobre as formas de pensamento acerca da origem da diversidade biológica. A segunda parte, 4.2, corresponde ao Primeiro Metatexto – Formas de pensamentos acerca da origem da diversidade biológica, relacionados com o primeiro emergente. Já a terceira parte, 4.3, refere-se à Tempestade de luz sobre o ensino da evolução e a formação inicial do professor Biologia, finalizando com a quarta parte, 4.4, na qual apresentamos o Segundo Metatexto - Ensino da evolução e a formação inicial do professor Biologia, são relacionados ao segundo emergente.

4.1 Tempestade de luz sobre as formas de pensamento acerca da origem da diversidade biológica

O primeiro emergente, identificado na análise dos dados obtidos do Questionário, foi chamado de “*Formas de pensamentos acerca da origem da diversidade biológica*” por constituírem as concepções iniciais dos professores em formação inicial. Este emergente possibilitou responder a primeira questão problema dessa pesquisa, *Quais as formas de pensamentos podem ser identificadas em discursos de futuros professores de biologia acerca do tema da evolução biológica?*

Os dados provenientes do questionário forneceram o conteúdo textual para a desconstrução e unitarização, conforme descrito por Moraes e Galiazzi (2011). A partir desses procedimentos foram construídas as categorias iniciais, intermediárias e final, emergindo assim o primeiro metatexto.

Mediante a leitura analítica do *corpus* e a sua fragmentação e desconstrução para identificação das unidades de significados foi possível sintetizar as categorias iniciais que por sua vez geraram as categoriais intermediárias e, na sequência, a categoria final de onde emergiu o primeiro metatexto.

Na sequência faremos a análise das categorias, explicando como foram sintetizadas e como se articularam para construção do primeiro metatexto.

a. *Deus criou os tipos básicos (indivíduos que estão unidos diretamente ou indiretamente por cruzamentos) de seres vivos que evoluíram de forma mais ou menos limitada (microevolução ou evolução dentro da própria espécie/tipo básico).*

Neste ponto da análise, buscamos entender como os professores em formação inicial se posicionavam em relação ao pensamento criacionista acerca da origem da biodiversidade. As justificativas à essa afirmativa permitiram a identificação das unidades de sentido e a elaboração das categorias iniciais (CI01, CI02 e CI03) conforme o Quadro 02.

Quadro 02 – Categorias elaboradas a partir da afirmativa 1.a do Questionário.

Unidades de Sentido	Quantidade	Categorias Iniciais	Código
[...]impossível um ser vivo ser formado da forma como a evolução sugere, (P7); [...] há uma ação de uma entidade superior (Deus) não fomos criados apenas de acasos (P22); [...] difícil de acreditar que um ser unicelular originou o que somos hoje (P24; P62); Deus na criação fez todos os seres vivos, (P22; P27); Uma vez que pode existir vida fora da Terra [...] podemos encarar Deus como um organismo vivo (P58)	6	Deus é o criador de todos os seres vivos, não ocorrendo a evolução.	CI01
Deus criou o mundo e acredito que fez de modo que estudamos em evolução [...] (P6; P19; P23; P25); Para mim Deus é energia, com isso, [...] a evolução faz sentido para mim (P31); Deus é a própria luz evolutiva, selecionando as espécies e agindo de maneira a criar mutações [...]a partir de um ancestral unicelular que Ele criou (P35); [...] Deus criou os seres vivos e eles foram evoluindo, [...] os seres vivos descendem de um mesmo ancestral (P36); Acredito que Deus deu o sopro da vida, mas que as coisas foram se, evoluindo (P51) [...] os estudos mostram que viemos de um ancestral comum. Porém, concordo nas bases religiosas sobre Deus (P53); Deus é vida e, por isso, que os animais que hoje habitam o meio onde vivemos evoluiu a partir de um ser que originou outros seres (P66)	10	Crença na evolução, tal como explicam as teorias evolutivas, porém com a crença em Deus como agente responsável pelo processo.	CI02
Os seres vivos descendem de um mesmo ancestral (P1; P2; P3; P5; P9; P11; P14; P16; P20; P29; P30; P37; P38; P39;	32	Evolução biológica por meio da ancestralidade comum	CI03

P40; P41; P43; P46; P48; P52; P55; P57; P59; P61; P70; P72; P79); Concordo com a questão evolutiva(P4); Acredito que a vida surgiu de compostos que se uniram numa sopa primordial (P33); A Teoria da Evolução já é bem consolidada e com tantas evidências que são inegáveis (P45); Se a vida fosse criada, a entropia não faria sentido (P47); Depois do primeiro tipo genético (DNA) todos os outros seres evoluíram deste (P78)			
--	--	--	--

Podemos então observar que os professores em formação inicial construíram formas de pensamentos que evidenciam a crença em um Deus criador, responsável pela diversidade biológica; a crença numa entidade divina que dirige os processos evolutivos, tal como explicam as teorias; ou crença na evolução como um processo ao acaso e por meio da ancestralidade comum. A categoria com menor número de respostas foi, CI01 - *Deus é o criador de todos os seres vivos, não ocorrendo a evolução*, com 6 respostas (7,6%). Essa crença rejeita a ideia da origem da diversidade biológica por meio da evolução a partir de um ancestral comum e ao acaso, adotando o pensamento de que um ser superior – Deus - é o criador de todas as coisas. A categoria CI02 - *Deus é o agente responsável pela evolução biológica*, foi constituída a partir da justificativas de 10 participantes (12,7). Os futuros professores, cujas respostas enquadraram-se nesta categoria, manifestaram acreditar na ocorrência da evolução biológica, apresentando, porém, a concepção Teísta , segundo a qual esse processo natural é possibilitado por Deus ou por alguma entidade divina. A última categoria deste quadro, com (32) respostas (40,5%), foi CI03 - *Evolução biológica por meio da ancestralidade comum*, que rejeita o pensamento teísta acerca de um ser superior guiando ou orientando o processo.

Na sequência buscamos entender como os professores em formação inicial se posicionavam em relação ao pensamento teleológico acerca da origem da biodiversidade.

b. Por meio do processo evolutivo diversas formas de vidas foram se aperfeiçoando e melhorando ao longo do tempo

As justificativas à essa afirmativa permitiram a identificação das unidades de sentido e a elaboração das categorias iniciais (CI04, CI05 e CI06) conforme o Quadro 03.

Quadro 03 – Categorias elaboradas a partir da afirmativa 1.b do Questionário.

Unidades de Sentido	Quantidade	Categorias Iniciais	Código
Deus criou todas as coisas, e que a partir daí elas “melhoraram” (P7; P27)	2	As formas de vida foram melhorando e se aperfeiçoando a partir da criação divina.	CI04
A evolução é fundamental para que haja melhoramento entre as espécies, (P1; P4; P23; P29; P30; P37; P39; P69) Evolução exclui os que não se aperfeiçoam ou melhoram, através da seleção natural (P43) As formas de vida foram se aperfeiçoando ao longo do tempo devido a necessidade de adaptação (P26; P36; P53; P55; P58; P59; P61; P63; P72; P76) [...] seleção natural atua sobre os indivíduos tornando-os mais adaptados (P60; P64; P68; P70); as mutações que garante benefícios são passadas para frente (P79)	24	A Evolução, por meio dos mecanismos evolutivos, leva ao melhoramento ou aperfeiçoamento.	CI05
Não foram se aperfeiçoando, foram sendo selecionados (P3; P11; P13; P15; P18; P19; P20; P34; P40; P48; P50) O processo evolutivo não é teleológico. A evolução é cega! Nesse sentido, o processo evolutivo não se obstina ao aperfeiçoamento ou melhora. (P2; P5; P8; P9; P10; P16) Não foram se aperfeiçoando, mas sim adaptando (P17; P21; P28; P31; P35; P38; P41; P44; P45; P47)	27	A evolução é cega e não teleológica.	CI06

Em resposta a segunda afirmativa, dois (2,5%) professores em formação inicial justificaram que as formas de vida foram melhorando e se aperfeiçoando a partir da criação divina, originando a categoria inicial CI04 - *As formas de vida foram melhorando e se aperfeiçoando a partir da criação divina*. Na categoria inicial CI05, com 24 respostas (30,4%) os professores em formação inicial traz a ideia de que a evolução ocorre em direção ao melhoramento ou aperfeiçoamento, ideia semelhante ao lamarckismo. Os demais professores (27 ou 34,1%) em formação inicial demonstraram não ser favoráveis ao pensamento de uma evolução vertical, que leva ao aperfeiçoamento ou melhoramento das espécies, originando a categoria inicial CI06 - *A evolução é cega e não teleológica.*, As respostas que originaram esta última categoria reflete o pensamento da Teoria Sintética da evolução.

Na sequência buscamos compreender como os licenciandos se posicionavam em relação ao pensamento saltacionista acerca da origem da biodiversidade.

- c. O registro fóssil sugere que a história da vida é caracterizada por rápidas mudanças morfológicas que ocorrem durante a formação de novas espécies, seguida por longos períodos de não mudanças (estase).

As respostas a essa afirmativa permitiram o surgimento de três categorias iniciais (CI07, CI08 e CI09) conforme o quadro 04.

Quadro 04 – Categorias elaboradas a partir da afirmativa 1.c do Questionário.

Unidades de Sentido	Quantidade	Categorias Iniciais	Código
As especiações levam tempo para ocorrer, gerando um período de estase (P19); [...] existem períodos em que não ocorrem evolução (P30; P49); A especiação foi pontual, foi ao salto de milhões gradativamente (P4; P10; P22; P44; P60; P62; P66; P66; P72)	12	A evolução ocorre por rápidas mudanças e longos períodos de estase.	CI07
As mudanças são lentas e graduais (P1; P2; P3; P5; P6; P8; P12; P13; P15; P21; P23; P24; P26; P28; P33; P34; P37; P38; P39; P41; P42; P43; P45; P48; P50; P51; P53; P58; P63; P64; P68; P69; P71; P75; P76; P78; P79); A evolução é constante (P31; P35; P56; P59; P65); Os registros fósseis não nos mostram as mudanças graduais ao longo do tempo, mas elas ocorrem (P17; P40; P47)	45	A evolução ocorre por meio de um processo lento, gradual e constante.	CI08
[...] a história da vida é caracterizada por mudanças sejam rápidas ou longas, [...] a evolução é constante (P16; P32); O meio está em constante mudança, seja ela rápida ou que demore vários anos (P61; P70);	4	A evolução ocorre por meio de um processo que ocasiona mudanças rápidas e lentas, porém de modo constante	CI09

Em relação a categoria inicial CI07 - *A evolução ocorre por rápidas mudanças e longos períodos de estase*, com 12 respostas (15,2%) , é possível observar que alguns professores em formação inicial concebem que o processo evolutivo ocorre por meio de saltos, seguidos por longos períodos em que a evolução não ocorre. Contudo a maioria (45 ou 57%), defende o pensamento da Síntese Moderna, segundo o qual a evolução ocorre por meio de um processo lento, gradual e constante (CI08). A categoria com menos respostas (4 ou 5,1%), é a categoria inicial CI09 - *A evolução ocorre por meio de um processo que ocasiona mudanças rápidas e lentas, porém de modo constante* .

Na continuidade procuramos entender como os futuros professores de biologia se posicionavam em relação à ideia de um ser inteligente como a causa da diversidade biológica.

d. A complexidade dos seres vivos indica que estes são melhor explicados por uma causa inteligente do que por processos não diretivos como a seleção natural

Foi possível sintetizar as respostas a essa afirmativa em quatro categoriais iniciais (CI10, CI11, CI12 e CI13) de acordo com o quadro05 A categoria com menor número de respostas (02) foi a categoria inicial CI10 - *A complexidade da diversidade biológica tem que ser explicada por estudos científicos.*

Quadro 05 – Categorias elaboradas a partir da afirmativa 1.d do Questionário.

Unidades de Sentido	Quantidade	Categorias Iniciais	Código
[...] por meio de processos embasados em estudos científicos (P1; P2)	2	A complexidade da diversidade biológica tem que ser explicada por estudos científicos	CI10
Mesmo sendo criados por Deus, [...] a natureza selecione sim os mais fortes e, e eles evoluem (P7); Deus é o criador de todos esses processos, inclusive a seleção natural(P3; P19; P35 P65); Deus é a força motriz para a evolução [...] Ele faz isso através dos eventos naturais (P37)	6	A seleção natural e demais processos evolutivos ocorreram por intermédio de uma divindade ou uma causa inteligente	CI11
[...] sistemas de cada ser vivo é demasiado complexo e perfeito para não ter uma causa inteligente por trás (P22); [...]existe um criador que pensou cada coisa que temos hoje (P24)	2	A complexidade dos seres vivos só pode ser explicada pela existência de um criador ou uma causa inteligente.	CI12
[...] a complexidade apenas uma consequência evolutiva (P6; P8; P9; P10; P11; P17; P31; P32; P40; P41; P47); [...] adaptabilidade (P12; P28; P42; P54; P78); Seleção natural busca explicar a complexidade da evolução (P13; P14; P15; P16; P20; P23; P25; P27; P30; P33; P39; P43; P44; P53; P57; P59; P62; P64; P70; P72; P73; P75; P76) [...] alterações aleatórias em seu material genético no decorrer de bilhões de anos (P45; P46)	41	A complexidade dos seres vivos pode ser explicada por processos evolutivos.	CI13

As categorias iniciais CI11 - *A seleção natural e demais processos evolutivos ocorreram por intermédio de uma divindade ou uma causa inteligente* (6 respostas) e CI12 - *A complexidade dos seres vivos só pode ser explicada pela existência de um criador ou uma causa inteligente*, admitem a existência de uma entidade divina (2 respostas). A CI11 emerge das respostas para as quais o processo evolutivo ocorre como resultado direto da ação de uma entidade divina, enquanto a CI12 demonstra uma rejeição ao pensamento evolutivo, atribuindo a complexidade dos seres vivos como fruto de uma mente inteligente superior. A maioria das repostas (43) dos professores em formação inicial originou a categoria inicial CI13 - *A*

complexidade dos seres vivos pode ser explicada por processos evolutivos, evidenciando uma concepção alinhada com a Teoria Sintética da Evolução.

- e. *No continente africano a borboleta “Previs octavia” apresenta diferentes colorações dependendo da época do ano (Seca/Úmida). Este exemplo de plasticidade fenotípica, como também outros fenômenos explicados pela herança extragenética, herança ecológica e biologia do desenvolvimento são considerados mecanismos evolutivos adicionais à seleção natural. Este fato indica que a teoria moderna ou sintética da evolução necessita ser revista.***

Emergiram das respostas a essa afirmativa, duas categoriais iniciais (CI14 e CI15) conforme o quadro06.

Quadro 06 – Categorias elaboradas a partir da afirmativa 1.e do Questionário.

Unidades de Sentido	Quantidade	Categorias Iniciais	Código
A teoria moderna da evolução pode ser aprimorada a partir de novas evidências (P1; P11; P18; P28; P29; P42; P59; P71); [...] teorias sempre precisam ser revistas, [...] para compreender que mecanismos ali atuam (P8; P53); As teorias científicas sempre precisam ser revistas ou para mudar completamente ou para ser aprimorada (P7; P13; P14; P20; P22; P23; P25; P31; P35; P37; P40; P49; P73) Não é que esteja completamente errado a teoria sintética. Mas temos a epigenética [...] A falha da teoria sintética foi deixar de lado a embriologia do desenvolvimento (P44)	24	As teorias científicas, bem como a síntese moderna podem ser aprimoradas ou revistas	CI14
A teoria evolutiva moderna [...] pode ser aprimorada, mas não precisa necessariamente ser revisto no sentido de que é incorreto (P5; P9; P15; P16; P19; P21; P30; P33); A teoria evolutiva moderna é complementada em sua maioria por esses outros fatores extragenéticos, e não refutado (P2; P10; P17; P27)	12	A Síntese Moderna não necessita de uma revisão, mas apenas de complementação.	CI15

Com relação a afirmativa anterior, a maioria dos professores (24 respostas) em formação inicial, reconhece uma necessidade de revisão na Síntese Moderna bem como outras teorias científicas, conforme a CI14 - *As teorias científicas, bem como a Síntese Moderna podem ser aprimoradas ou revista.* Com menos respostas (12), a CI15 - *A Síntese Moderna não necessita de uma revisão, mas apenas de complementação,* demonstra que alguns professores em formação inicial consideram que a Síntese Moderna explica de forma satisfatória os princípios evolutivos.

f. O povo bajau é uma comunidade do Sudeste Asiático, frequentemente referido como “nômades do mar”. Muitos bajeus são mergulhadores livres, com uma capacidade extraordinária de prender a respiração por vários minutos enquanto procuram por peixes, lagostas e polvos. Um dos fatores associados à capacidade de mergulho é o tamanho do baço maior que a média de outras populações humanas. Pode-se considerar que esta característica, resultante de uma mutação genética, esteve sujeita a ação da seleção natural no povo bajau.

Nesta altura da análise, buscamos compreender como os professores em formação inicial se posicionam em relação à seleção natural e à mutação como mecanismos evolutivos. As justificativas permitiram a identificação das unidades de sentido e a elaboração das categorias iniciais (CI16, CI17 e CI18) conforme o Quadro 07 na sequência:

Quadro 07 – Categorias elaboradas a partir da afirmativa 1.f do Questionário.

Unidades de Sentido	Quantidade	Categorias Iniciais	Código
[...] caso trata-se de uma plasticidade fenotípica (P2; P10); Além da seleção natural existem outros estudos que visam entender melhor as mudanças (P49)	3	Outros mecanismos, além da seleção natural, ocasionam	CI16
Quem tinha o baço maior acabou sendo privilegiado e selecionado (P3; P18); Sim, naquele povo deve ter ocorrido a ação da seleção natural (P13; P14; P28; P29; P32; P33; P34; P35; P39; P44; P48; P53; P66; P71); Pode ser que devido a capacidade de prender a respiração por mais tempo, venha de uma mutação genética diretamente daquele povo, o que levou a passar por uma seleção natural. (P4; P8; P11; P15; P17 P20; P22; P26; P37; P42; P46; P47; P48; P52; P55; P57; P60; P62; P64; P67; P68; P75)	38	A característica do baço maior resultou de uma mutação genética que esteve sujeita à seleção natural.	CI17
[...] foi apenas uma adaptação a esse estilo de vida (P19); [...] Isso justificaria de certa forma a teoria de Lamarck (P27); [...] não precisou ocorrer mutação e nem seleção natural (P43); [...] esse povo não está sujeito a seleção natural (P51)	4	A característica genética do aumento do baço no povo bajau não esteve sujeita a ação da seleção natural	CI18
[...] mutação por causa da seleção natural (P30); [...] essa adaptação de bajeus foi uma resposta a seleção natural (P7; P12; P21; P23; P25; P45; P76); [...] mutações decorrentes do estilo de vida (P5; P16; P50; P54; P59; P78); [...] região mais isolada geograficamente, há maiores probabilidades de haver mutações (P38; P40; P56) [...] o ambiente foi um fator principal para que aquela mutação ocorra (P70)	18	Características foram adquiridas para se adaptar	CI19

É possível verificar que a maioria (38 ou 49,4%) das justificativas dos professores em formação inicial está alinhada à Síntese Moderna, formando assim a categoria CI17 - A

característica do baço maior resultou de uma mutação genética que esteve sujeita à seleção natural. A categoria inicial, CI16 - *Outros mecanismos, além da seleção natural, ocasionam*, com apenas três respostas, possui argumentos que se aproxima a SEE. A categoria CI18 - A característica genética do aumento do baço no povo bajau não esteve sujeito a ação da seleção natural, com quatro respostas, reflete o pensamento de rejeição a ação da seleção natural. Verificamos ainda que, 18 participantes da pesquisa (22,8%) possuem concepções de que as mutações genéticas ocorrem em resposta aos fatores como a seleção natural, estivo de vida, isolamento geográfico, e não de forma aleatória e ao acaso.

As categoriais iniciais CI01, CI04, CI12 e CI18 foram sintetizadas na seguinte categoria intermediária (CT1):

CT1	Deus ou uma entidade divina criou todas as formas de vida, até mesmo as que foram extintas, e estas foram se aperfeiçoando a partir da criação. Portanto, a complexidade dos seres vivos, só pode ser explicada por meio de uma ação divina.
------------	--

As categoriais iniciais CI02, CI05, CI07, CI08, CI11, CI14, CI17 foram sintetizadas na seguinte categoria intermediária (CT2):

CT2	A diversidade biológica resulta da evolução como fruto de uma ação divina e leva ao aperfeiçoamento. As mudanças podem ocorrer de forma lenta, gradual ou/e aos saltos. A síntese moderna necessita ser revista.
------------	--

As categoriais iniciais CI03, CI05, CI06, CI07, CI08, CI09, CI10, CI13, CI15, CI16, CI17 e CI19 foram sintetizadas na seguinte categoria intermediária (CT3):

CT3	A diversidade biológica é resultante da evolução que ocorre a partir de um ancestral comum, ao acaso, levando ou não ao melhoramento/aperfeiçoamento, podendo ser um processo lento e gradual ou/e rápido, aos saltos. A complexidade dos seres vivos só pode ser explicada por meio dos processos evolutivos sendo os principais mecanismo, mutação, seleção natural e/ou mecanismos de herança extragenético. A Síntese Moderna não necessita de uma revisão, mas apenas de complementação.
------------	---

Deste modo, observamos que, a CT1 e CT2 reflete o pensamento criacionista, sendo CT2, evolucionista teísta e CT3, o pensamento evolucionista. Ao final desse movimento de construção das categorias iniciais (CI01 a CI18) que foram posteriormente sintetizadas nas categorias intermediárias (CT1 a CT3), foi possível constituir uma única categoria, a categoria final (CF1) “*Formas de pensamentos acerca da origem da diversidade biológica*” que visa responder à questão-problema inicialmente colocada. Esta categoria final nomeia o primeiro metatexto que será analisado e devidamente discutido na próxima subseção.

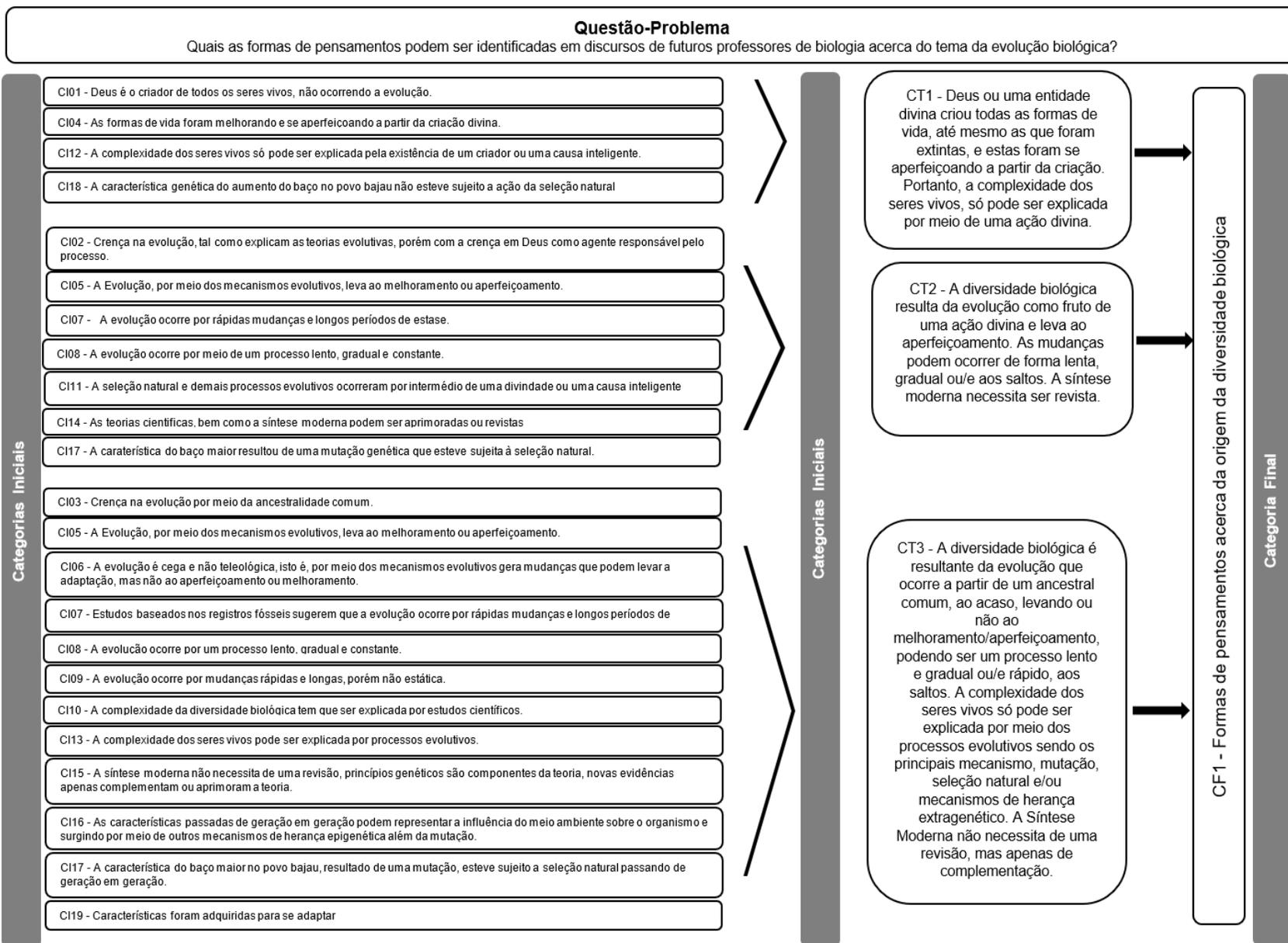


Figura 7. Esquema do surgimento do primeiro metatexto.

4.2 Primeiro Metatexto – Formas de pensamentos acerca da origem da diversidade biológica

Nesta seção apresentamos o primeiro metatexto em si, que emergiu da síntese das categorias iniciais e intermediárias conforme é possível visualizar na Figura 7, anteriormente explicitada. Logo, para iniciar nossa análise, buscamos identificar quais as concepções dos professores em formação inicial acerca da origem da diversidade biológica, por meio das cinco afirmativas já apresentadas anteriormente. A primeira categoria intermediária *CT1 - Deus ou uma entidade divina criou todas as formas de vida, até mesmo as que foram extintas, e estas foram se aperfeiçoando a partir da criação. Portanto, a complexidade dos seres vivos, só pode ser explicada por meio de uma ação divina*, emerge das categoriais iniciais, *CI01 - Deus é o criador de todos os seres vivos, não ocorrendo a evolução.*; *CI04 - As formas de vida foram melhorando e se aperfeiçoando a partir da criação divina*, *CI12 - A complexidade dos seres vivos só pode ser explicada pela existência de um criador ou uma causa inteligente* e *CI18 - A característica genética do aumento do baço no povo bajau não esteve sujeito a ação da seleção natural*. A categoria CT1, reflete um pensamento religioso para explicar a diversidade biológica entre uma pequena parcela dos professores de Biologia em formação inicial. A primeira categoria inicial (CI01) demonstra que num universo de 79 professores em formação inicial, 11 (13,9%) apresentam concepções teístas acerca da origem da diversidade biológica, bem como rejeitam o pensamento evolutivo, principalmente em relação à origem ao acaso e ancestralidade comum. A categoria CI04, com dois respondentes (2,5%), apresenta a ideia de os seres vivos melhoram após a criação divina e a categoria CI12, também com duas afirmações (2,5%), defende que toda complexidade dos seres vivos tem sua explicação apenas numa divindade criadora.

Eu acredito que sim, que nós fomos criados também com o objetivo de evoluir [...] acredito que seja impossível um ser vivo ser formado da forma como a evolução sugere, se não o homem já teria feito um (P7);

Concordo que há uma ação de uma entidade superior (Deus) e que não fomos criados apenas de acasos [...] O conjunto dos sistemas de cada ser vivo é demasiado complexo e perfeito para não ter uma causa inteligente por trás (P22);

Teoria da evolução é muito confusa, e difícil de acreditar que um ser unicelular originou o que somos hoje [...] Eu prefiro acreditar que existe um criador que pensou cada coisa que temos hoje (P24);

Deus na criação fez todos os seres vivos, não acredito que de um único ancestral unicelular derivou tudo [...] Acredito que Deus criou todas as coisas, e que a partir daí elas “melhoraram” (P27).

Pelo fato de a categoria inicial CI17 compor outras categorias intermediárias, será abordada nos próximos tópicos. Com relação a categoria CI18 (5%), pode-se perceber que, devido a rejeição à concepção evolucionista, os respondentes não souberam descrever mecanismos evolutivos como a mutação e a seleção natural.

Creio que não, pelo fato de que não necessariamente esse povo seria extinto se não tivesse essa mudança, creio que foi apenas uma adaptação a esse estilo de vida (P19);

Isso justificaria de certa forma a teoria de Lamarck, pode ser apenas uma mudança ocasional, não que seja a causa (P27);

Necessariamente não precisou ocorrer mutação e nem seleção natural, aqueles que mergulhavam por mais tempo, provavelmente seus filhos eram mergulhadores (P43);

É um fator muito interessante, mas esse povo não está sujeito a seleção natural, pois existe outros meios e equipamentos adaptados para o mergulho (P51).

Percebe-se que uma minoria dos professores em formação inicial, que fizeram parte da pesquisa, possui uma concepção religiosa criacionista para a qual o ato da criação por uma divindade é a melhor explicação acerca da origem da diversidade biológica. Este grupo de participantes, além de rejeitar a origem dos seres vivos, também não acreditam no acaso, mecanismos defendidos pelo pensamento evolucionista. Os dados obtidos por SILVA (2018), ao estudar concepções de alunos sobre evolução biológica, se assemelha aos desta investigação.- Ele constatou que 17% do grupo se posicionava a favor do pensamento criacionista, rejeitando o pensamento evolucionista.

Para Bizzo (1991), é importante que o professor de Biologia reconheça as questões filosóficas, éticas e morais contidas nas discussões entre as teorias evolutivas e o criacionismo, tornando-se importante o reconhecimento de que o conhecimento científico não sobrepõe e nem substitui a religiosidade e moral, como também a religiosidade não deve substituir o conhecimento científico.

A segunda categoria intermediária CT2 - *A diversidade biológica resulta da evolução como fruto de uma ação divina e leva ao aperfeiçoamento. As mudanças podem ocorrer de*

forma lenta, gradual ou/e aos saltos. A síntese moderna necessita ser revista, emerge das categoriais iniciais, das categoriais iniciais CI02 - Crença na evolução, tal como explicam as teorias evolutivas, porém com a crença em Deus como agente responsável pelo processo, CI07 - A evolução ocorre por rápidas mudanças e longos períodos de estase, CI08 - A evolução ocorre por meio de um processo lento, gradual e constante, CII1 - A seleção natural e demais processos evolutivos ocorreram por intermédio de uma divindade ou uma causa inteligente, CII4 - As teorias científicas, bem como a síntese moderna podem ser aprimoradas ou revistas e CII7 - A característica do baço maior resultou de uma mutação genética que esteve sujeita à seleção natural..

Em relação a segunda categoria inicial (CI02), percebe-se que 13 (16,5%) dos participantes da pesquisa reconhecem todo processo evolutivo para explicar a diversidade biológica tal como explicam as teorias evolutivas, mas admitem a existência de um criador como o agente que dirige todo o processo evolutivo, conforme as seguintes respostas:

Acredito que Deus criou o mundo e acredito que fez de modo que estudamos em evolução [...] (P6);

Creio sim que Deus criou todas as coisas, mas isso não impede que a evolução tenha ocorrido (P19);

Acredito que Deus criou o universo e assim a evolução foi acontecendo, de forma ilimitada (P23);

[...] Deus criou, mas a evolução permitiu que os organismos vivos estivessem em determinadas circunstâncias (P25);

Acredito que Deus deu o sopro da vida, mas que as coisas foram se evoluindo (P51).

Outra categoria que se assemelha a esta, é a CII1, com oito respondentes (8,9%), onde os processos evolutivos, entre eles a seleção natural, são dirigidos por um ser inteligente, de acordo com as falas seguintes:

Acredito que a seleção natural tenha ocorrido, porém por uma causa inteligente (P3);

Mesmo sendo criados por Deus, eu acredito que a natureza selecione sim os mais fortes e, e eles evoluem (P7);

Deus é o criador de todos esses processos, inclusive a seleção natural, por isso tem sim ele por trás, mas existe sim a seleção (P19);

A própria seleção natural é um ato divino (P35);

Eu acredito que o processo de criação da vida e da evolução/seleção natural estão correlacionados com uma causa inteligente, porém um não elimina o outro. Na minha concepção Deus é a força motriz para a evolução das espécies e para a criação de tudo, mas Ele faz isso através dos eventos naturais que ocorreram na natureza (P37).

Pode-se observar que as categoriais iniciais CI02 e CI11, buscam integrar a teoria evolutiva com a cosmovisão religiosa. Sepulveda e El-Hani (2006) observam que é comum essa tentativa de aproximação do conhecimento científico com a concepção teísta, propondo uma espécie de síntese entre as duas visões, construindo assim diferentes versões pessoais de criacionismo. Diversos estudos realizados com universitários por Alters e Nelson (2002), Sepúlveda (2003) e Souza et al. (2009) evidenciaram resultados semelhantes com relação as cosmovisões que se diferenciavam do pensamento científico. El-Hani e Bizzo (2002) afirma que a sala de aula não é um ambiente onde o professor e os alunos compartilham integralmente a mesma cosmovisão. Para eles é um ambiente rico, que agrega várias formas de pensamento que podem muitas vezes entrar em controvérsia.

Para Lacey (1996), é possível a formação religiosa coexistir com a formação científica, contudo defende r que é importante não haver interferência do pensamento religiosos no ensino do conhecimento científico, para que a consistência dos discursos seja preservada. Woolnough (1996) pensa de igual modo, que pode existir um diálogo entre ciência e religião contanto que cada forma de pensamento seja usada em contextos e perspectivas diferentes. Cada perspectiva tem como base formas particulares de conhecimentos produzidos pela humanidade. Carneiro (2004), observou essa manifestação espontânea do pensamento religioso ao realizar essa pesquisa com um grupo universitário, eles apresentavam dificuldade no tratamento diferenciado entre o pensamento científico e o pensamento religioso. Com relação à postura entre o pensamento científico e religioso, podemos observar que o professores em formação inicial adotam posicionamento diferentes acerca dessa temática, conformes os discursos seguintes:

O que penso é que ciência e religião se complementam, não que são opostos e tenho que optar por um (P22)

Acredito que a religião é uma forma de ver o mundo assim como a ciência tendo ambas a mesma importância para a sociedade desde que não sejam misturadas (P40)

[...]por mais que se tenha um impasse entre religião e ciência principalmente com relação a origem da vida e sua evolução (P48)

Pois acredito que as teorias do criacionismo e da evolução não podem ter aspectos comparativos, pois a ciência acredita em fatos e provas concretas, já as pessoas acreditam em várias religiões podendo ter como princípio aquilo que sua crença ou cultura prega (P60)

Acredito que a ciência já é capaz de propor soluções para as dúvidas que criaram esse tipo de disputa entre ciência e religião. (P71).

Ian Barbour (2007) propõe uma tipologia quádrupla com o intuito de auxiliar a classificação da grande variedade de maneira que as pessoas se posicionam em relação à Ciência e Religião. São eles: Conflito, Independência, Diálogo e Integração. Cada tipo compreende diversas variantes que diferem significativamente, mas essas variantes possuem traços em comum, o que lhes permite serem agrupados conjuntamente.

Acadêmicos tem debatido abundantemente a melhor forma de descrever a relação entre ciência e religião ao longo da história, e nenhuma propalação tem sido mais convidativa do que a do conflito. Essa perspectiva, conhecida como a tese do conflito, afirma que a religião e a ciência implacavelmente lutam pelo domínio sobre a natureza da realidade (GOULD, 2002; SEPULVEDA, 2003; BARBOUR, 2004)

Alguns autores reconhecem que ciência e religião não devem ser consideradas como inimigas, mas, apesar disso, também não entendem que devem ser consideradas como amigas. Eles afirmam que ciência e religião não são mutuamente afins, que representam dois domínios que não se sobrepõem. (GOULD,1999; BARBOUR, 2004; MORELAND; REYNOLDS, 2006). A religião possui métodos, questões e funções característicos distintos daquelas da ciência (BARBOUR, 2007). A opinião defendida Gould (1999) se enquadra na teoria da independência. *Non-overlapping magisteria (NOMA)* é a opinião de que a ciência e a religião não estão num mesmo plano de conhecimento e, portanto, não devem se sobrepor.

Um gênero mais sistemático e abrangente de parceria entre ciência e religião ocorre entre aqueles que buscam uma integração mais próxima entre as duas disciplinas. (BARBOUR, 2007). Pressuposições, teoria ou metodologia da teologia e de outras disciplinas podem interagir diretamente, de tal modo que uma área de estudo possa oferecer respaldo ou suscitar dificuldades racionais para outra área.

O Diálogo modela relações mais construtivas entre ciência e religião do que o fazem a perspectiva do Conflito ou da Independência, mas não oferece o grau de unidade conceitual

reivindicado pelos defensores da Integração. (BARBOUR, 2007). O Diálogo enfatiza a semelhanças entre pressupostos, métodos e conceitos. Moreland e Reynolds (2006) descrevem a perspectiva do diálogo como abordagem de aplicação prática. Segundo eles, a teologia amplia os princípios de outras disciplinas e lhes adiciona detalhes e vice-versa. Por exemplo, a teologia ensina que os pais não devem provocar os seus filhos à ira, e a psicologia pode acrescentar detalhes importantes sobre o significado disso ao nos informar a respeito de sistemas familiares, da natureza e das causas da ira. Independente da forma como se relaciona religião e ciência, é necessário compreender que conhecimento religioso é diferente do conhecimento científico, por isso é muito importante que professores de Ciências e Biologia compreendam a origem e a natureza do conhecimento científico.

Na categoria CI14, com 29 respondentes (36,7%), podemos observar a concepção de que as teorias científicas, entre elas a Síntese Moderna, podem ser aprimoradas ou até mesmo revistas, conforme os discursos a seguir:

A teoria moderna da evolução pode ser aprimorada a partir de novas evidências (P1);

É claro que teorias sempre precisam ser revistas, mas talvez o mais importante seja tentar aprofundar os estudos sobre a borboleta para compreender que mecanismos ali atuam (P8);

Na ciência nunca deve “engavetar” certos conceitos, hipóteses ou teorias, ou seja, teorias modernas que chocam com teorias antigas devem ser lidas e interpretadas (P13);

Todas as teorias podem ser revisadas, com aumento da tecnologia ou descartadas de dados, tudo se pode mudar (P14);

É necessário, como tem sido feito, uma complementação dessas informações, com novas evidências moleculares e genéticas, e, se necessário a refutação de conceitos antigos (P18);

Há sempre formas de melhorar e complementar as teorias existentes, nenhuma delas possui uma verdade absoluta (P22);

Concordo, pois, a evolução não tem justificativas plausíveis para este fenômeno (P29);

Não é que esteja completamente errado a teoria sintética. Mas temos a epigenética que expressa os genes, que muda o comportamento em determinadas condições ambientais. A falha da teoria sintética foi deixar de lado a embriologia do desenvolvimento (P44);

Concordo no fato que se deve entender melhor as interferências do meio em que o ser vivo está inserido (P53).

A partir da análise dos textos elaborados pelos professores de biologia em formação inicial, observamos que reconhecem a necessidade de uma revisão na síntese moderna, contudo os conhecimentos formados em relação ao tema da evolução ainda são deficientes e estagnados na síntese moderna, observamos ainda que eles reconhecem que o conhecimento científico é um conhecimento que se desenvolve ao longo do tempo.

Após o estabelecimento dos conhecimentos da Síntese Moderna, construída a várias mãos, alguns pesquisadores perceberam que existiam outros processos que são capazes de gerar mudanças nas espécies, que foram excluídos ou ignorados pelos arquitetos da síntese (ARAÚJO, 2006). Os seus trabalhos estão sendo revistos e reinterpretados à luz do conhecimento estabelecido existente, sendo necessário aos futuros biólogos e professores de biologia:

[...] transitar epistemologicamente entre os diferentes contextos filosóficos e históricos da biologia, de forma a ressignificar os conceitos de acordo com o avanço das pesquisas empíricas e teóricas das Ciências Biológicas, características de diferentes cenários heurísticos e investigativos para readequar os conteúdos às mudanças contemporâneas e para considerar, ainda, a natureza integrada da biologia e do processo evolutivo (CESCHIM; OLIVEIRA; CALDEIRA, 2016, p. 4).

Esses conhecimentos, não abordados pela Síntese Moderna, mas que permaneceram latentes nas pesquisas e nas publicações de alguns pesquisadores, foram nominados como Síntese Estendida da Evolução ao final do século 20 e início do século 21 e nos fazem refletir sobre conceitos como: a plasticidade fenotípica, a biologia evolutiva do desenvolvimento, a herança inclusiva e a construção do nicho principalmente. “A incorporação de novos conceitos demonstra que a síntese moderna é uma sistematização flexível da evolução biológica e, portanto, está aberta a mudanças, desde que elas sejam comprovadamente importantes para o processo evolutivo” (MOURA; BARTOLETI; BRITO, 2016, p. 46). Deste modo, diferentes autores como Massimo Pigliucci, Gerd B. Müller, Kevin N. Laland e Armin Moczek, entre outros, apontam para uma teoria evolutiva que congregue os conhecimentos estabelecidos na Teoria Sintética e que vá além desta, complementando-a e revisando-a a partir do que se conhece por Síntese Estendida da Evolução

Pesquisas com aquela realizada por Ceschim, Oliveira e Caldeira (2016) demonstram que há um distanciamento entre esses últimos conhecimentos incorporados ao grande paradigma evolutivo após vários anos e a formação de professores de Biologia, onde pode ser identificado

um desconhecimento nas falas dos acadêmicos. Os autores criticam afirmando que “a formação de professores de ciências e de biologia e de pesquisadores exige a reflexão de que a evolução não pode associar-se a explicações provenientes de uma única subárea biológica” (CESCHIM, OLIVEIRA E CALDEIRA, 2016, p. 12).

Esse distanciamento gera uma incompreensão da complexa rede de processos e mecanismos evolutivos e pode acarretar o desconhecimento por parte dos biólogos e professores de biologia que temos formado, corroborando com os achados deste estudo. Os participantes dessa pesquisa pontuam a necessidade de uma revisão na síntese moderna, mas não reconhecem ou sabem muito pouco sobre outros conhecimentos discutidos na atualidade a não ser aquelas propostas pela teoria sintética.

[...] trata-se de uma plasticidade fenotípica (P10);

Existem alguns termos em que eu não estou familiarizado (P28);

Sim, fatores fenotípicos influenciam diretamente em mutação (P16);

[...] a plasticidade fenotípica corrobora com a seleção natural, pois demonstra o “supra-sumo” do processo evolutivo (P41);

A epigenética permanece uma área pouco explorada (P47).

É notório pelos discursos dos professores de Biologia em formação inicial que o quadro teórico contemporâneo evolutivo representado pela Síntese Estendida ainda não é conhecido e compreendido por eles. Neste sentido, provavelmente, ausente nos materiais didáticos e nos conteúdos abordados nas salas de aula dos cursos de formação de pesquisadores e professores. Segundo Ceschim, Oliveira e Caldeira (2016, p. 25), o contexto da teoria evolutiva “tem sido reinterpretado há anos e precisa ser estudado e incorporado aos conteúdos já consolidados da Teoria Sintética”, que necessita ser ampliada e revista, pois a SEE causou algumas rupturas com ideias defendidas pela Síntese Moderna, entre elas, o gradualismo, a microevolução, e a seleção natural.

Compreendendo a história e filosofia da ciência, e alguns episódios históricos das ciências, é possível entender as inter-relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, possibilitando assim, a compreensão de que as teorias científicas sofrem influências de outras, assim como influenciam outras. O conhecimento científico é um produto social, coletivo e gradativo de construção de conhecimento e que muitas vezes a ciência produzida por gênios não representam verdade “absolutas” (MARTINS, 2006).

Segundo Gil-Pérez et al. (2001) os estudantes, os professores, o público em geral, de todas as idades e condições sociais apresentam uma variedade de ideias e concepções ingênuas, equivocadas e/ou errôneas sobre a natureza da ciência, do conhecimento científico e do cientista. Nesse sentido, por meio da história e filosofia da ciência é possível ajudar o professor a reconhecer, compreender e evitar essas concepções ingênuas, desenvolvendo um trabalho com *“uma visão mais adequada e bem fundamentada da natureza das ciências, de sua dinâmica, de seus aspectos sociais, de suas interações com seu contexto, etc., certamente trará consequências importantes”* (MARTINS, 2006, p. 20).

As categorias iniciais CI05, CI07, CI08 e CI17 serão abordados nos próximos tópicos por estarem inclusos na categoria intermediária CT3.

A categoria intermediária (CT3) - *A diversidade biológica é resultante da evolução que ocorre a partir de um ancestral comum, ao acaso, levando ou não ao melhoramento/aperfeiçoamento, podendo ser um processo lento e gradual ou/e rápido aos saltos. A complexidade dos seres vivos só pode ser explicada por meio dos processos evolutivos sendo os principais mecanismo, mutação, seleção natural e mecanismos de herança extragenético. A Síntese Moderna não necessita de uma revisão,* é a categoria intermediária que representa o pensamento evolucionista, concepção da maioria (77,2%) dos professores em formação e Biologia em formação inicial. A categoria CT3 emergiu da maioria das categoriais iniciais, que são: CI03 - *Crença na evolução como um processo ao acaso, e por meio da ancestralidade comum,* CI05 - *A Evolução, por meio dos mecanismos evolutivos, leva ao melhoramento ou aperfeiçoamento,* CI06 - *A evolução é cega e não teleológica, isto é, por meio dos mecanismos evolutivos gera mudanças que podem levar a adaptação, mas não ao aperfeiçoamento ou melhoramento,* CI07 - *Estudos baseados nos registros fósseis sugerem que a evolução ocorre por rápidas mudanças e longos períodos de estase,* CI08 - *A evolução ocorre por um processo lento, gradual e constante,* CI09 - *A evolução ocorre por mudanças rápidas e longas, porém não estática,* CI10 - *A complexidade da diversidade biológica tem que ser explicada por estudos científicos,* CI13 - *A complexidade dos seres vivos pode ser explicada por processos evolutivos,* CI15 - *A síntese moderna não necessita de uma revisão, princípios genéticos são componentes da teoria, novas evidências apenas complementam ou aprimoram a teoria,* CI16 - *As características passadas de geração em geração podem representar a influência do meio ambiente sobre o organismo e surgindo por meio de outros mecanismos de*

herança epigenética além da mutação e CII7 - A característica do baço maior no povo bajau, resultado de uma mutação, esteve sujeito a seleção natural passando de geração em geração.

A terceira categoria (CI03), revela que 55 (69,6%) dos professores em formação inicial manifestam a crença na evolução por meio da ancestralidade comum, conceito básico do pensamento evolutivo. Conforme os discursos que se seguem:

[...] a Teoria Evolutiva moderna fornece evidências que apontam para a descendência (P9);

Acredito que a Teoria da Evolução está correta, e que a vida originou de um indivíduo e este é o ancestral comum de todas as espécies (P37);

Todos os organismos descendem de um ancestral comum e sofrem evolução e especiação ao longo do tempo (P38);

Pois acredito na evolução dos seres vivos a partir de um ancestral comum (P46);

Todos os seres vivos se originam de um ancestral comum e ao passar do tempo, cada organismo modificou-se e deu início a novas espécies (P52);

Existem dados onde fortalece a hipótese de um ancestral comum e para mim a justificativa de um Criador é muito superficial (P57);

Os seres vivos possuem um ancestral comum, pois já foi comprovado através de teorias evolutivas (P59);

[...] acredito que descendem de um ancestral unicelular comum, assim como todos os outros seres vivos da Terra (P72).

De acordo com Futuyma (2009), a teoria evolutiva é um modelo científico, e quando se refere a ela, a palavra teoria é usada como um conjunto de princípios que retratam os mecanismos evolutivos. Meyer e El-Hani (2005), defendem que é a evolução biológica que dá sentido a biologia, sendo o melhor argumento científico para explicar toda diversidade biológica. “Evolução não é somente mais um conteúdo de Biologia, mas também o conteúdo central de toda essa ciência, sem o qual ela simplesmente não teria sentido” (MEYER e EL-HANI, 2005, p. 114). De acordo com Daniel e Bastos (2004, p. 96) “a ênfase na dimensão evolutiva parece bastante justificável, já que são as considerações de natureza evolutiva e adaptativa [...] que conferem algum tipo de lógica aos conhecimentos sobre processos e estruturas relacionados à vida”. Sober (2001) afirma que, a evolução biológica engloba dois componentes elementares: uma delas é o conceito de que a vida atual provém de um ancestral comum e a outra é a seleção natural.

A ideia de mudança e a relação de parentesco atrelado a noção de ancestralidade comum é um conceito muito importante para a evolução biológica. Esse conceito é bem consolidado para a evolução biológica, como é possível observar em quase todas as falas ele aparece como parte desse pensamento. Ainda afirmam Poliseli, Oliveira e Christoffersen (2013) que a ideia de que as espécies evoluíram a partir de um ancestral comum rompeu completamente com a cosmovisão existente antes do pensamento evolutivo.

A categoria CI05, com 61 (64,6%) respondentes, nos possibilitou observar um erro muito comum em relação ao pensamento evolutivo, a ideia de progresso ou melhoramento no processo da evolução, conforme os discursos dos licenciandos:

As espécies foram se aperfeiçoando e as menos aptas se extinguiram dando espaço às novas (P23);

A evolução é fundamental para que haja melhoramento entre as espécies, ou seja, as transformações ao longo do tempo se fazem muito necessárias (P39);

Evolução exclui os que não se aperfeiçoam ou melhoram, através da seleção natural (P43);

As formas de vida foram se aperfeiçoando ao longo do tempo devido a necessidade de adaptação nos diversos tipos de ambiente (P55);

O processo evolutivo garantiu o aperfeiçoamento dos indivíduos, se adaptando ao ambiente que está inserido (P61);

Sim, os animais, plantas e os seres vivos foram evoluindo e se aperfeiçoando ao ambiente em que vivem (P72).

Mesmo tendo a maioria dos participantes da pesquisa, uma concepção evolucionista, apresentam a visão de que os seres vivos sofrem evolução no sentido de aperfeiçoamento, visão que entra em conformidade com a teoria lamarckista. Bizzo (1994) e Oleques et al, (2011) obtiveram resultados parecidos onde observaram que os professores e estudantes compreendiam evolução como aperfeiçoamento, melhoramento, progressos, ou seja a evolução sempre caminha no sentido positivo. Para Bizzo (1991), os livros didáticos de Biologia cultivam esse pensamento.

Num estudo realizado por Tidon e Lewontin, (2004) constataram que entre os professores pesquisados 34% dos participantes da pesquisa acreditam que evolução conduz para um aperfeiçoamento e 48% acreditam que evolução tem uma direção. Outro estudo sobre as concepções acerca da evolução biológica em alunos do Ensino Médio, os autores Galli e

Meinardi (2009) chegaram as mesmas conclusões onde observaram uma abordagem teleológica nos discursos dos alunos. Ainda pontuam que a forma como cientistas se referem a evolução, tem promovido uma tendência para essa abordagem mais teleológicas. Na teoria lamarckista a adaptação é teleológica, contudo, não é perfeita e em estática (FERREIRA, 2003)

Por outro lado, a categoria inicial CI06, com um total de 27 respondentes (34,1%) representa um pensamento alinhado com a Síntese Moderna, onde o processo evolução é cega e não teleológica, ou seja, não leva ao aperfeiçoamento ou melhoramento, conforme o discurso dos participantes da pesquisa:

Acho que as formas de vida sofreram mudanças, mas as palavras aperfeiçoar e melhorar não são as melhores para se referir a isso, talvez adaptar sim (P2);

As espécies não foram necessariamente melhorando ou aperfeiçoando, as espécies evoluíram, ou seja, através dos mecanismos de evolução (como genética) e seleção natural, as espécies melhor adaptadas foram selecionadas para determinados fatores envolvidos no momento (P8);

O processo evolutivo não é teleológico. A evolução é cega! Nesse sentido, o processo evolutivo não se obstina ao aperfeiçoamento ou melhora. Evolução é, portanto, descendência com modificação. Sem necessariamente ser uma melhora (P9);

Pois em evolução não existe aperfeiçoamento ou melhora. Existe seleção natural, que seleciona os indivíduos mais aptos ao ambiente em que vivem (P15);

As formas de vida não se “aperfeiçoam ou melhoram”, elas se adaptam ao ambiente em que vivem ao longo do tempo (P17);

Não foram se aperfeiçoando, mas sim adaptando (P21).

A ideia de progresso e finalidade vem desde a antiguidade, presente na teoria evolutiva de Lamarck e persiste até os dias atuais, mesmo com a publicação de A Origem das Espécies, obra na qual Darwin defende que a evolução não é teleológico (MAYR, 1998). O discurso desses professores de Biologia em formação inicial está alinhada com a Síntese Moderna, onde a seleção natural é considerada como explicação suficiente para a aparente tendência de ascensão entre os organismos (MAYR, 2004).

A categoria CI07, com 21 (26,6%) reflete o pensamento saltacionista, conforme os discursos a seguir:

As especiações levam tempo para ocorrer, gerando um período de estase (P19);

Não tenho muito conhecimento sobre o assunto, mas acredito que existem períodos em que não ocorrem evolução (P30);

A especiação foi pontual, foi ao salto de milhões gradativamente (P44);

Basta analisarmos a morfologia destes fósseis (P62).

A teoria que defende que a evolução ocorre através de rápidas mudanças e longos períodos de estase, é denominada de teoria do equilíbrio pontuado ou saltacionismo, foi formulada originalmente em 1972 por Stephen Jay Gould e Niles Eldredge, devido à observação de registros fósseis (MEGLHIORATTI, 2004). Para Gould e Eldredge (1972), as mudanças que ocorrem entre os grupos não são resultado de um acúmulo constante e gradual de variabilidade, mas sim da alternância de longos períodos de poucas mudanças com rápidos saltos transformativos. Segundo os autores Silva, Andrade e Caldeira, (2010), o saltacionismo não diverge da Síntese Moderna, ela apenas propõe novos conceitos que explicam seus mecanismos causais. Esta teoria tem sua origem nas lacunas no registro fóssil, que demonstrassem que as mudanças evolutivas ocorrem de maneira gradual. Os gradualistas justificam que essas lacunas de fósseis intermediários, se deve ao fato de os registros fósseis serem incompletos e falhos contudo, Gould e Eldredge discordam com esta visão (MELLO, 2008). O saltacionismo surgiu mais como uma outra tentativa para explicar como ocorrem as mudanças nos seres vivos do que ser a teoria mais correta do que o gradualismo (RIDLEY, 2006).

Outro conceito importante defendido pela maioria, 45 (57%), dos licenciandos, foi a ideia de que as mudanças são lentas e graduais, conceito fundamental para teoria darwinista, sintetizado na categoria inicial CT08. É possível identificar o gradualismo nas falas dos participantes da pesquisa:

O processo evolutivo é gradual e lento (P9);

O registro fóssil sugere uma grande diversidade de organismos, que ao longo de milhões de anos, através de mutações e outros fatores se modificaram e resultaram nas espécies que vivem atualmente. Portanto um processo longo e dinâmico, e não rápido e estático (P15);

O registro fóssil sugere realmente isso, pois os organismos que fossilizam são raros causando a impressão de a evolução ocorrer em saltos, porém sabemos hoje em dia que ela está acontecendo o tempo todo e que é preciso repasse das novas características aos descendentes para que realmente se fixem na população (P40);

[...] processos evolutivos em suma são caracterizados por mudanças graduais a nível coletivo, o que pode levar milhões de anos para ser concretizado (P41);

As mudanças morfológicas de um organismo são graduais (P50).

É possível inferir de acordo com os discursos, que a maioria dos participantes associaram o conceito de mudanças lentas e graduais ao pensamento evolutivo. Futuyama (2002), ao definir o pensamento evolutivo, escreve que:

[...] é a mudança nas propriedades das populações dos organismos que transcendem o período de vida de um único indivíduo. [...] As mudanças nas populações que são consideradas evolutivas são aquelas herdáveis via material genético, de uma geração para a outra. A evolução biológica pode ser pequena ou substancial; ela abrange tudo, desde pequenas mudanças na proporção de diferentes alelos dentro de uma população [...], às alterações sucessivas que levaram os primeiros proto-organismos a se transformarem em caramujos, abelhas girafas e dentes-de-leão (FUTUYAMA, 2002, p. 7).

Ridley (2007) também afirma que:

Evolução significa mudança, mudança na forma e no comportamento dos organismos ao longo das gerações. As formas dos organismos, em todos os níveis, desde sequências de DNA até a morfologia macroscópica e o comportamento social, podem ser modificadas a partir daquelas dos seus ancestrais durante a evolução (RIDLEY, 2007, p. 28).

De acordo com Mayr (2005), Darwin defendia a evolução como um processo gradual, onde nunca ocorre saltos. De acordo com Meyer e El-Hani (2005) o gradualismo de Darwin era audacioso, pois ele oferecia uma única teoria capaz de explicar todos os níveis de diversificação das formas vivas.

A categoria inicial CI09 com apenas 4 (5%), reflete um pensamento aproximado da Síntese Estendida da Evolução, conforme os discursos a seguir:

Concordo que a história da vida é caracterizada por mudanças sejam rápidas ou longas, mas discordo que ocorra longos períodos de não mudança, a evolução é constante, as mudanças mesmo que mínimas acontecem (P16);

Existem muitas evidências de estágios intermediários de mutação, acredito que alguns casos podem coincidir com a afirmação e outros são processos mais lentos, com indivíduos da mesma espécie, mas com mudanças gradativas (P32);

O meio está em constante mudança, seja ela rápida ou que demore vários anos (P61);

A história da vida não é caracterizada por rápidas mudanças morfológicas, creio que essas mudanças demoraram até formarem novas espécies, e que o

tempo dessas mudanças foram variados, com períodos longos onde ocorreram poucas mudanças ou períodos curtos que ocorreram muitas mudanças (P70).

A SEE incorporou a ideia de que taxa variável de mudança pode ser a depender do contexto dos organismos, muito rápida ou muito lenta (REVERSI, 2015). Na Síntese Moderna, as transições fenotípicas ocorrem em pequenos passos, conduzindo a uma mudança gradual enquanto na SEE, são possíveis variantes que resultam de mutações com grandes efeitos, por mudanças evolutivas rápidas. Neste sentido, não existe um compromisso com o gradualismo, podendo existir variáveis taxas de mudança evolutiva.

Apesar de apresentar uma concepção que se aproxima da SEE, os professores de biologia em formação inicial ainda estão estacionados na Síntese Moderna.

A categoria CI10, apenas dois respondentes (2,5%) traz consigo a ideia de que a complexidade apenas pode ser explicada pelo conhecimento científico, conforme as falas a seguir:

O melhor jeito de explicar a complexidade dos organismos é por meio de processos embasados em estudos científicos (P1);

Acho que é importante estudar todas as hipóteses da ciência para obter as respostas (P2).

Os discursos dos professores de Biologia em formação inicial relembra a importância e o valor do conhecimento científico na compreensão do objeto de estudo. A ciência “é uma atividade que, através do método científico, busca entender, explica busca compreender, explicar ou modificar a realidade existente ou observada, gerando desta forma o conhecimento científico” (Krasilchik, 2000 p.89). Na filosofia entende-se por ciência como “uma atividade cognitiva que é capaz exclusivamente de gerar crenças justificadas sobre o mundo” (PSILLOS; CURD, 2008, p. 23). Segundo Bachelard (2013) o conhecimento científico não é dado, mas sim construído, “todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído” (p. 18).

Contudo, mesmo compreendendo o valor do conhecimento científico, existe o perigo de considerar esses conhecimentos como perfeitos, infalíveis e acabados, atribuindo à ciência um status indevido e superestimado em relação de outras cosmovisões (CHALMERS, 1993). É preciso deixar de lado uma postura dogmática e fechada em relação à ciência e considerar que ela é uma construção humana, logo é falível, dinâmica, mutável é falível, dinâmica, mutável.

A categoria CI13, é uma das categorias com mais respondentes 64 (81%) que reflete a concepção das majorias do licenciando, de que a complexidade dos seres vivos pode ser explicada por processos evolutivos, conforme os discursos:

A seleção natural, hoje, é a melhor explicação da diversidade dos organismos, pois temos evidências dos fósseis, genética, geologia, que sustentam esta teoria (P15);

A complexidade dos seres vivos indica que ocorreu a seleção natural, já que estes que permaneceram foram mais aptos processos como reprodução e a fatores do ambiente (P16);

A teoria evolutiva possui bases (muito mais sólidas inclusive do que a teoria de “causa inteligente”) que explicam a complexidade dos seres vivos ao longo do tempo (P17);

Concordo totalmente uma vez que ao aplicar os princípios da seleção natural em uma longa escala temporal (milhões de anos), obtém-se a complexidade citada, já que os organismos que se adaptam passam seu genoma adiante (P41);

A complexidade dos seres de hoje é decorrente de inúmeras alterações no DNA, pelo acaso, que acabam se consolidando, junto com variações bióticas e abióticas (P45);

A complexidade dos seres vivos se deve a alterações aleatórias em seu material genético no decorrer de bilhões de anos (P46);

A seleção natural é um processo essencial para explicar a complexidade dos seres vivos (P72);

Acredito que a seleção natural tem um papel importante em relação a complexidade dos seres (P75).

Dentre os processos evolutivos para explicar a complexidade dos seres vivos, é nítido observar a forte ênfase, da parte dos participantes da pesquisa, na seleção natural. Este é um conceito fundamental para a Síntese Moderna.

De acordo com Mayr (1998), as mudanças ocorrem devido a mecanismos como a mutação e a recombinação gênica e a seleção atua selecionando de forma positiva ou negativa as espécies mais ou menos adaptadas, respectivamente. Meyer e El-Hani (2005) afirmam que se uma característica que traga vantagem para a sobrevivência de um indivíduo for herdável, ela será passada para as gerações seguintes promovendo uma mudança na população. Uma característica selecionada positivamente aumenta as chances de sobrevivência de um indivíduo

e conseqüentemente sua reprodução. Para Gregory (2009) a seleção natural não é um evento pontual com intuito de consolidar uma característica adaptativa numa única geração, ela é um processo.

Relatando em suas pesquisas Gregory (2009), pontua que é a seleção natural frequentemente é mal compreendida, tanto entre o público leigo quanto pessoas de níveis de pós-graduação. Um desse equívoco é a ideia que a seleção atua a nível de indivíduo ignorando seu caráter populacional no processo evolutivo. Estudos conduzidos por Cicillini (1999) e Tidon & Lewontin (2004), pontuaram que na concepção de muitos alunos e professores de biológica o processo evolutivo ocorre a nível de indivíduo e não populacional. O conceito de evolução biológica na visão de Futuyma (2009), engloba noções de transformação, populações sendo unidade evolutivas e herança genética. Futuyma (2002) explica que:

[...] as populações contém variação genética que surge através de mutação ao acaso e recombinação; as populações evoluem por mudanças nas frequências gênicas trazidas pela deriva genética aleatória, fluxo gênico e, especialmente, pela seleção natural; a maior parte das variantes genéticas adaptativas apresentam pequenos efeitos fenotípicos individuais, de tal modo que as mudanças fenotípicas são graduais; a diversificação vem através da especiação, a qual ordinariamente acarreta a evolução gradual do isolamento reprodutivo entre populações; esses processos, se continuados por tempo suficientemente longo, dão origem a mudanças de tal magnitude que facultam a designação de níveis taxonômicos superiores (FUTUYMA, 2002. p. 13).

Para Mayr (2009, p. 103) “a população é o substrato mais importante para a evolução”. Tidon e Lewontin (2004), observaram que diversos professores têm a noção da evolução como um processo que ocorre no nível do organismo.

A CI15 com 50 (63,3%), de acordo com os discursos dos participantes da pesquisa a seguir, revela o pensamento em que a Síntese Moderna não necessita de uma revisão, pois princípios genéticos são componentes da teoria, e que novas evidências apenas complementam ou aprimoram a teoria:

A teoria evolutiva moderna aceita diversos mecanismos evolutivos além da seleção natural. Nesse caso, a teoria pode ser aprimorada, mas não precisa necessariamente ser revisto no sentido de que é incorreto (P9);

Não necessariamente. A teoria da evolução também utiliza de princípios genéticos (P10);

Penso que novos estudos são necessários, mas o que fundamenta tudo ainda é a teoria moderna ou sintética da evolução (P16);

Uma não necessariamente exclui outra. A teoria evolutiva moderna é complementada em sua maioria por esses outros fatores extragenéticos, e não refutado (P17);

Creio que a teoria foi bem formulada, e não precisa ser revista (P19);

Como toda teoria temos as exceções. Não acho que deve ser revista, mas que de fato sempre podemos complementar. Afinal a vida não é estática (P21);

Não acho que a teoria precisa ser revista (P27);

Acredito que não. Acho que elas se complementam (P33).

A Síntese Moderna é reconhecido como o principal arcabouço teórico que para explicar os processos evolutivos, entre os professores de Biologia em formação inicial, de acordo com os discursos acima. No entanto, Ceschim, Oliveira e Caldeira (2016, p. 12-13) afirmam que Síntese Estendida da evolução “proporcionou contribuições relevantes que poderiam reestruturar o pensamento evolutivo referente à ênfase atribuída ao mecanismo de seleção natural na produção ou retenção da diversidade orgânica.” Segundo Mayr (2009), os mecanismos contemplados na SEE, não são conflituosas em relação à Síntese Evolutiva, na verdade eles agregam conhecimentos e mecanismos de evolução para toda a teoria. O evolucionista Futuyma ao participar de um simpósio voltado para SEE, ele afirmou que “Não devemos correr para uma nova teoria antes de saber se a visão tradicional pode acomodar os resultados”, declara ainda que “Boa parte do que eles dizem é uma parcela da teoria evolutiva há muito tempo” (*apud* Guimaraes, 2018). A maioria dos participantes da pesquisa estão de acordo com o pensamento dos evolucionistas, Mayr e Futuyma, que defendem que a Síntese Moderna é suficiente para explicar todos os mecanismos evolutivos e não necessita de uma revisão, apenas complementada.

Sobre a categoria CII6, com apenas 6 (7,6%) respondentes, traz ideia de que as características passadas de geração em geração podem representar a influência do meio ambiente sobre o organismo e surgindo por meio de outros mecanismos de herança epigenética além da mutação, conforme os discursos a seguir:

Porque essa característica do baço maior está passando entre gerações, então pode ser uma adaptação, ou uma plasticidade fenotípica que venha a ser (P2);

Ao longo das gerações os mais aptos são selecionados positivamente, porém nesse caso trata-se de uma plasticidade fenotípica (P10).

Entre os professores em formação inicial, uma pequena minoria, ainda que de forma tímida, expressam ideias vindo da Síntese Entendida da Evolução. A SEE defende a existência de mecanismos evolutivos para além da seleção natural de Darwin e Wallace abordados na Síntese Moderna, como os sistemas de herança epigenética, plasticidade fenotípica, entre outros (NEWMAN; MÜLLER, 2001; WEST-EBERHARD, 2003; JABLONKA; LAMB, 2005). Os sistemas de heranças epigenética são mecanismo que provocam efeito persistentes no processo do desenvolvimento dos seres vivos, ocorrendo pelas mudanças fenotípicas não derivadas de variação gênica que são transmitidas para as gerações seguintes. Esses mecanismos outrora considerados como lamarckistas, têm sido paulatinamente desvendados com o desenvolvimento da Epigenética (JABLONKA; LAMB 2010).

Outro mecanismo pouco considerado pela Síntese Evolutiva foi a plasticidade fenotípica, definida como a capacidade de resposta de um organismo ao seu ambiente durante o desenvolvimento ontogenético, levando ao surgimento de expressões fenotípicas distintas mesmo sem existir alterações genéticas (WEST-EBERHARD, 2003). O discurso dos participantes da pesquisa estão de acordo com Lewontin, (2010), quando afirma que com a plasticidade fenotípica o ambiente passa a contemplar uma dupla função no processo evolutivo, pois possibilita a expressão de variações e atua como pressão seletiva. A ideia de um papel fundamental do ambiente na expressão fenotípica choca com à visão genocentrista da Síntese Moderna.

A categoria CI17, categoria como maior número, 66 (83,5%), de respondentes, traz a ideia de que algumas características fenotípicas resultam de mutações aleatórias, sujeitos a seleção natural e passando de geração em geração. Novamente os discursos da maioria dos professores de Biologia em formação inicial estão alinhadas com a Síntese Moderna, onde a mutação e a seleção natural são os principais mecanismos evolutivos para geram variabilidade, conforme as falas seguintes:

Pois essa condição (mutação genética) pode ter sido um fator que permitiu a maior sobrevivência de tais organismos, selecionando assim os mais aptos (P8);

Aqueles que eram mais aptos por possuir esta característica conseguia mais alimento, e estes genes foram passados e selecionados (P11);

Todas as mudanças causadas por mutações estão sujeitas a ação da seleção natural (P47);

Em algum momento têm um indivíduo que teve uma mutação que fazia com que o baço tivesse tamanho maior que o normal, devido a essa característica ele mergulhou melhor, sendo mais adaptado a situação, conseguindo pescar mais e ser mais bem sucedido (P57);

Concordo, porque uma mutação pode ser passada aos descendentes e nem sempre é maléfica, como no caso desses povos, foi benéfica e favoreceu esse povo (P64);

Sim, pode ser características resultantes de uma mutação genética, que se desenvolveu ao longo do tempo na comunidade (P68).

Dos discursos do licenciandos destacamos a mutação, um dos mecanismos evolutivos que gera variabilidade genética, definida de acordo com Futuyama, (2006), como qualquer modificação na sequência de nucleotídeos, bem como na estrutura e número de cromossomos (FUTUYMA, 2006). Embora ocorram naturalmente na célula, podem também ser causadas pela ação de agentes mutagênicos, como as radiações e algumas substâncias químicas. Quando as mutações ocorrem espontaneamente não é possível prever o gene a ser mudado e nem correlacionar essa mutação com a adaptabilidade às condições ambientais (VEASEYI, et al., 2011). As mutações não ocorrem no sentido de promover a adaptação do indivíduo ao ambiente, elas ocorrem de forma aleatória e, devido a seleção natural, que serão mantidas se forem adaptativas (seleção positiva) ou eliminadas caso contrário (seleção negativa) (SILVA, 2009). Entretanto Jablonka e Lamb (2010) afirmam que, desde o estabelecimento da Síntese Evolutiva, os biólogos evolucionistas adotaram quase cegamente o dogma de que as variações genéticas derivavam de um processo aleatório e acidental. Declaram ainda que “hoje há boas evidências experimentais, assim como razões teóricas para pensar que a produção de mutações e de outros tipos de variação genética não é um processo totalmente desregulado” (JABLONKA; LAMB, 2010, p. 104). Contudo, a maioria dos professores em formação inicial não manifestou conhecimento acerca desses processos não aleatórios.

A última categoria inicial do primeiro metatexto, CI18 com 7 (8,8%) demonstra mediante os discursos seguintes, uma dificuldade dos professores de Biologia em formação inicial em compreender e explicar mecanismos básicos atribuídos ao processo evolutivo;

Creio que não, pelo fato de que não necessariamente esse povo seria extinto se não tivesse essa mudança, creio que foi apenas uma adaptação a esse estilo de vida (P19);

Isso justificaria de certa forma a teoria de Lamarck, pode ser apenas uma mudança ocasional, não que seja a causa (P27);

Necessariamente não precisou ocorrer mutação e nem seleção natural, aqueles que mergulhavam por mais tempo, provavelmente seus filhos eram mergulhadores (P43);

É um fator muito interessante, mas esse povo não está sujeito a seleção natural, pois existe outros meios e equipamentos adaptados para o mergulho (P51).

A partir da análise dos textos elaborados pelos professores de biologia em formação inicial, observamos que a maioria reconhece o pensamento evolutivo como a melhor explicação para a origem da diversidade biológica, sendo a Síntese Moderna o melhor arcabouço teórico para explicar os mecanismos evolutivos, não necessitando de uma revisão, mas apenas complementada com os avanços de novos estudos.

Seguimos agora para a próxima seção relacionado ao segundo emergente dessa pesquisa.

4.3 Tempestade de luz sobre o ensino da evolução e a formação do professor

Biologia.

O segundo emergente, identificado na análise dos dados obtidos do Questionário, foi chamado de “*Ensino da evolução e a formação do professor de Biologia*”. Este emergente possibilitou responder a segunda e a terceira questão problema dessa pesquisa, *Que importância esses professores atribuem ao ensino de evolução no Ensino Médio? A evolução biológica compreendida é como eixo integrador e norteador de conhecimentos biológicos pelos professores em formação inicial, tal como afirmam os documentos norteadores do ensino?*

Mediante a leitura analítica do *corpus* e a sua fragmentação e desconstrução para identificação das unidades de significados foi possível sintetizar as categorias iniciais que por sua vez geraram as categoriais intermediárias e na sequência as categoriais finais, das quais emergiu o segundo metatexto.

Na sequência faremos a análise das categorias, explicando como foram sintetizadas e como se articularam para construção do segundo metatexto.

- ***Imagine-se em sala de aula, discutindo pela primeira vez com seus alunos acerca da diversidade dos seres vivos: (a) Como você explicaria o porquê dessa diversidade biológica?***

Neste ponto da análise, procuramos compreender quais as formas de pensamento para explicar a origem da diversidade biológicas os professores de Biologia em formação inicial ensinaria na sala de aula. As respostas à est questão possibilitaram a identificação das unidades de sentido e a elaboração das categorias iniciais (CI20, CI21, CI22, CI23, 24), conforme mostra o Quadro 08.

Quadro 08 – Categorias elaboradas a partir da pergunta 2.a do Questionário.

Unidades de Sentido	Quantidade	Categorias Iniciais	Código
Por meio da evolução (P1; P3; P6; P9; P10; P11; P13; P14; P15; P21; P24; P29; P30; P31; P40; P43; P48; P54; P70;)	19	Explicações por meio da evolução;	CI20
[...] processos evolutivos (P2; P17; P35; P56); [...]mutações (P5; P33; P35; P44; P45; P47; P48; P62; 64; P73; P79) Seleção Natural (P20; P43; P46; P48; P50; P74); Adaptação (P16; P61; P64; P73; P79); isolamento geográfico (P45; P56; P71; P74; P77; P78; P79) migração (P56; P71); especiação (P71); [...] nichos ecológicos (P6; P34); diferentes tipos de habitats (P23; P34; P41; P45; P63; P72); [...] as variações em diferentes regiões (P26; P50); separação dos continentes (P38; P43); interações ecológicas (P33; P34; P41; P63); Através da [...], ambiente (P31; P43; P58; P79)	56	Explicações por meio de mecanismos evolutivos	CI21
Partiria do ponto do ancestral em comum [...] (P5; P6; P28; P36); [...]diferentes grupos que existem, mostrando semelhanças e diferenças (P4; P33; P43)	6	Explicações através da ancestralidade comum e da sistemática filogenética	CI22
[...] da forma em que a ciência acredita (P7; P17; P22; P67);	4	Explicações científicas	CI23
através das diversas teorias existentes, histórica, religiosa, ecologia, evolução, teorias sobre surgimento da vida (P8; P15; P18; P19; P37; P68)	6	Explicações por meio de diversas teorias	CI24

A categoria inicial *CI20 - Explicações por meio da evolução* é uma das categorias com maior número de respostas (45 ou 57%) , apontando que a principal explicação para a diversidade biológica em sala de aula, se daria por meio da evolução. Alguns dos participantes, cuja resposta faz parte da *CI21 - Explicações por meio de mecanismos evolutivos*, descreveram

que explicariam por meio dos processos evolutivos, citando as mutações e recombinações genéticas, a seleção natural, deriva continental, migração, entre outros. As categorias *CI22 - Explicações por meio da ancestralidade comum, da sistemática e filogenética*, com 6 (7,6%) respondentes, também aponta o uso da evolução. As categorias *CI22 - Explicações científicas* e *CI23 - Explicações por meio de diversas teorias, científicas e não científicas* apresentaram 4 (5%) e 6 (7,6%) respostas, respectivamente.

Na sequência buscamos identificar quais evidências os professores em formação inicial usariam para fundamentar as explicações anteriores em sala de aula.

- ***Imagine-se em sala de aula, discutindo pela primeira vez com seus alunos acerca da diversidade dos seres vivos: b. Que evidências você apresentaria para apoiar seus argumentos?***

As respostas a essa pergunta permitiram a identificação das unidades de sentido e a elaboração das categorias iniciais (CI25, CI26, CI27, CI28, CI29 e CI30, CI31), conforme o Quadro 09.

Quadro 09 – Categorias elaboradas a partir da pergunta 2.b do Questionário.

Unidades de Sentido	Quantidade	Categorias Iniciais	Código
Fósseis (P2; P3; P5; P6; P8; P14; P15; P18; P20; P29; P30; P32; P35; P36; P38; P41; P45); Registro Fóssil (P1; P9; P10; P47; P48); [...] relacionando a paleontologia (P21)	23	Evidências da evolução no registro fóssil	CI25
estudos ecológicos sobre nichos (P6); [...] biogeografia de ilhas (P11; P50; P56); [...] evidências geográficas (P18; P25); Irradiação, diferença de populações (P28); [...] existência da pangeia (P45); [...] vicariância e dispersão (P47); Os tentilhões de Darwin (P54); [...] interações ecológicas (P33; P51); [...] diferentes ambientes ecológicos (P2; P59)	14	Evidências da evolução ecologia e distribuição geográfica dos seres vivos	CI26
[...] análises bioquímicas (P5; P9; P18); [...] análises genéticas, biológica molecular (P3; P9; P11; P18; P21; P42; P44; P61); [...] recombinação genética, estudos químicos (P15); [...] mutações genéticas (P16; P33; P47; P65); [...] similaridade do DNA (P48)	17	Evidências da evolução por meio da genética, da biologia molecular e bioquímica	CI27
Embriologia (P9); [...] a morfologia (P31; P32; P34; P65; P69; P75); Órgãos vestigiais, (P32)	8	Evidências da evolução por meio da embriologia, e morfologia comparada	CI28
[...] registros de novas espécies (P1); A própria diversidade biológica (P4);	6	Evidências da evolução por meio da	CI29

Árvores filogenéticas (P23; P61; P78); [...] organização dos seres vivos (P33)		organização e classificação dos seres vivos	
Os argumentos da matéria (P7); [...] artigos científicos (P11; P29; P37; P73; P79); [...] basearia meus argumentos nas teorias e hipóteses já propostas (P19; P22; P27; P28; P33); estudos científicos (P8; P36; P72)	14	Evidências nas publicações e estudos científicos	CI30
Epigenética (P17)	1	Epigenética como evidência da evolução	CI31

É possível observar que os professores em formação inicial, em sala de aula, pontuariam evidências da evolução para fundamentar as suas explicações acerca do porquê da diversidade biológica. As evidências que os licenciandos apresentariam para apoiar suas explicações encontram-se sintetizadas nas seguintes categoriais iniciais: a *CI25 - Evidências da evolução no registro fóssil*, com 23 respostas (29%), *CI26 - Evidências da evolução na ecologia e na distribuição geográfica dos seres vivos*, com 14 respostas (17,7%), *CI27 - Evidências da evolução por meio da genética, biologia molecular e bioquímica*, com 17 respostas (21,5%), *CI28 - Evidências da evolução na embriologia e morfologia comparada* (8 respostas ou 10,1%), *CI29 - Evidências da evolução por meio da organização e classificação dos seres vivos* com 6 (7,6%) das respostas; *CI30 - Evidências nas publicações e estudos científicos*, com 14 respostas (17,7%) e a *CI31 - Epigenética como evidência da evolução*, com 1 resposta (1,27%).

As categoriais iniciais CI20, CI21, CI22, CI23 e CI24 foram sintetizadas na seguinte categoria intermediária (CT4):

CT4	Explicações sobre o porquê da diversidade biológica
------------	---

As categoriais iniciais CI25, CI26, CI27, CI28, CI29, CI30 e CI31 foram sintetizadas na seguinte categoria intermediária (CT5):

CT5	Evidências da evolução biológica
------------	----------------------------------

Deste modo, observamos por meio das categorias intermediárias CT4 e CT5, que os professores em formação inicial reconhecem a teoria da evolução, como o principal tema para explicações sobre a origem da diversidade biológica a ser abordado nas aulas de Biologia no Ensino Médio.

As próximas categoriais iniciais emergem da busca pela resposta à terceira questão problema desta pesquisa, *Seria a evolução biológica compreendida como eixo integrador e*

norteador de conhecimentos biológicos pelos professores em formação inicial, tal como afirmam os documentos norteadores do ensino?

Na sequência buscamos identificar se a evolução era compreendida, pelos licenciandos, como eixo integrador e norteador de conhecimentos biológicos.

- ***Para você, a Evolução deve ser um dos temas de estudo no Ensino Médio? Em caso afirmativo, como você organizaria o ensino deste conteúdo?***

As respostas a essa questão conduziram ao surgimento de oito categorias iniciais (CI32, CI33, CI34, CI35, CI36, CI37, CI38, CI39 e CI40) conforme o quadro 10.

Quadro 10 – Categorias elaboradas a partir da pergunta 3 do Questionário.

Unidades de Sentido	Quantidade	Categorias Iniciais	Código
O ensino deste conteúdo deve ser baseado em evidências científicas (P1; P32); [...] dentro da aula de biologia assim como qualquer outro conteúdo da área (P3; P45; P59)	5	Ensino da evolução como mais um tópico da disciplina de Biologia	CI32
A evolução é a base para compreender zoologia, ecologia e até mesmo a genética (P26); [...] relacionado aos conteúdos de genética e ecologia que terá sido tratado antes (P33); [...] usaria introduções de genética e paleontologia (P48); [...] esse tema se enquadra diversas áreas da biologia como anatomia, genética, fisiologia e ecologia (P49); [...] entender geologia e paleontologia (P39); [...] abordaria também na zoologia, botânica e filogenia (P25)	6	Ensino da evolução relacionado com outras áreas da Biologia	CI33
Teorias e hipóteses sobre a evolução (P11; P16; P17); epistemologia da ciência, e o contexto histórico dos cientistas (P10; P15; P40; P47); [...] contaria sobre a história e importância do tema (P10; P20; P23); [...] mostrando os pensadores (cientistas), e suas teorias, como cada uma era vista na época (P26; P28)	12	Ensino da evolução por meio da história e filosofia da ciência	CI34
[...] seria organizado desde o primeiro ano do ensino médio. Poderia até ser ensinado no ensino fundamental (P14); [...] abordar o “pensamento evolutivo” durante todo o decorrer da disciplina e em vários conteúdos (P9; P21; P29; P34; P38)	6	Ensino da evolução ao longo da disciplina de Biologia	CI35
[...] de acordo ao livro texto e ideias do currículo nacional (P13); Creio que o jeito que está estruturado do ensino médio (P19; P72; P73)	7	Ensino da evolução com base nos documentos curriculares norteadores e livro texto	CI36
discussão sobre evolução com base nos conhecimentos prévios dos alunos (P7; P37; P47)	3	Ensino de evolução com base nos conhecimentos prévios dos alunos	CI37
Origem da Vida (P16; P20; P42; P46; P48; P50; P55; P56; P60)	17	Ensino de evolução através de conceitos	CI38

seleção natural (P20) genética Mendeliana, (P20; P32); irradiação (P28) [...] desde os seres vivos mais simples aos mais complexos ou o contrário (P31; P61); [...] começaria com as hipóteses do surgimento da Terra, a separação dos continentes, das eras, das grandes extinções (P51; P54)		como, origem da vida, seleção natural, genética, filogenia, biogeografia evolutiva.	
[...] organizaria uma matéria única para ela (P21; P57; P77)	3	Ensino da evolução dentro de uma disciplina específica sobre o tema	CI39
[...] não sei exatamente como eu apresentaria esse conteúdo para uma classe (P41; P44); Acredito que não [...] a disciplina de evolução no ensino médio iria causar muitos conflitos para os alunos (P63; P66); Não, [...] a evolução é que atualmente está defasado (P70)	5	Não ensinaria evolução no Ensino Médio	CI40

Observamos que a maioria dos professores de biologia em formação inicial (93,7%) ensinaria evolução no Ensino Médio, contra os 6,3% que não ensinariam evolução. As categorias iniciais que emergem das respostas dos licenciandos que ensinariam evolução são: CI32- *Ensino da evolução como mais um tópico da disciplina de Biologia*, com 5 (6,3%) das respostas; CI33 - *Ensino da evolução relacionado com outras áreas da Biologia*, CI34 - *Ensino da evolução por meio da história e filosofia da ciência*, com 12 (15,18%) das respostas, CI35 - *Ensino da evolução ao longo da disciplina de Biologia*, com 6 (7,6%) das respostas, CI36 - *Ensino da evolução com base nos documentos curriculares norteadores e livro texto*, com 7 (8,9%) das respostas, CI37 - *Ensino de evolução por meio de discussões e com base nos conhecimentos prévios dos alunos*, com 3 (3,8%) das respostas, CI38 - *Ensino de evolução através de conceitos como, origem da vida, seleção natural, genética, filogenia, biogeografia evolutiva*, com 17 (21,5%) das respostas, CI39 - *Ensino da evolução dentro de uma disciplina específica sobre o tema*, com 3 (3,8%) das respostas. Neste sentido, o ensino da evolução na visão desses licenciandos pode ocorrer como um tópico da disciplina de Biologia, relacionado com outras áreas, ao longo da disciplina ou em uma disciplina específica sobre o tema. Ela pode ser ensinada também por meio da história e filosofia da ciência; de acordo com os documentos curriculares norteadores do Ensino Médio, e através de conceitos como origem da vida, seleção natural, genética, filogenia e biogeografia evolutiva. A categoria inicial CI40 - *Não ensinaria evolução no Ensino Médio*, com 5 (6,3%) dos respondentes. a evolução no Ensino Médio.

As categoriais iniciais CI32, CI33, CI34, CI35, CI36, CI37, CI38 e CI39 foram sintetizadas na seguinte categoria intermediária (CT6):

CT6	O ensino da evolução no Ensino Médio
------------	--------------------------------------

A categoria inicial CI40 deu origem a categoria intermediária (CT7):

CT7	A evolução não deveria ser ensinada no Ensino Médio
------------	---

- *A disciplina de Evolução forneceu subsídios teóricos para que você pudesse elaborar suas respostas?*

As respostas a essa questão conduziram ao surgimento de três categorias iniciais (CI40, CI41 e CI42), conforme o quadro 11.

Quadro 11 – Categorias elaboradas a partir da pergunta 4 do Questionário.

Unidades de Sentido	Quantidade	Categorias Iniciais	Código
[...] apresentou bons conteúdos (P1; P23; P72; P79); [...] foi muito importante (P34; P37; P50; P53; 72); [...] forneceu dados muito relevantes (P21; P39); [...] foram interdisciplinares e muito criativas (P44); [...] matéria extensa e linda (P73); [...] me fez conseguir entender mais sobre o assunto (P3; P5; P6; P7; P8; P10; P13; P22; P43; P52; P67; P76)	25	A disciplina de Evolução foi importante e apresentou bons conteúdos	CI41
[...] o ensino não foi muito eficiente (P1; P4; P9; P11; P16; P19; P24; P27; P30; P36; P42; P54; P55; P46; P47; P69; P70); [...] As aulas eram mal planejadas (P17; P51); [...] apresenta [...] métodos arcaicos (P18); [...] falhos e abordados de maneira superficial (P28); [...] focado muito mais em genética (P32; P33; P40; P48); [...] não [...] aplicado ao ensino (P33; P38)	27	A disciplina de Evolução não foi bem ministrada	CI42
[...] outras disciplinas (P24; P29; P31)	3	Aprendizado de evolução por meio de outras disciplinas	CI43

As categorias iniciais que emergem das respostas dos licenciandos sobre a disciplina de Evolução na formação inicial em biologia foram: *CI41 - A disciplina de Evolução foi importante e apresentou bons conteúdos*, com 25 respostas (31,6%) *CI42 - A disciplina de Evolução não foi bem ministrada*, com 27 respondentes (34,2%) e *CI43 - Aprendizado sobre evolução por meio de outras disciplinas*, com 3 (3,8%) das respostas.

A categoria inicial CI41 deu origem a categoria intermediária (CT8):

CT8	A disciplina de Evolução na formação inicial foi importante e apresentou bons conteúdos
------------	---

As categoriais iniciais CI42 e CI43 foram sintetizadas na seguinte categoria intermediária (CT6):

CT9	A disciplina de Evolução na formação inicial não foi bem ministrada e a aprendizagem sobre o tema se deu por meio de outras disciplinas
------------	---

Do movimento de construção das categorias iniciais (CI20 a CI43), sintetizadas nas categorias intermediárias (CT4 a CT9), foi possível constituir duas categorias finais, a *CF2 – Ensino da Evolução* (CT4, CT5, CT6 e CT7) e a *CF3 – Evolução na formação inicial do professor de Biologia* (CT8 e CT9). A junção dessas duas categorias finais da origem ao segundo metatexto, Ensino da evolução e a formação inicial do professor Biologia, que será analisado e devidamente discutido na próxima subseção.

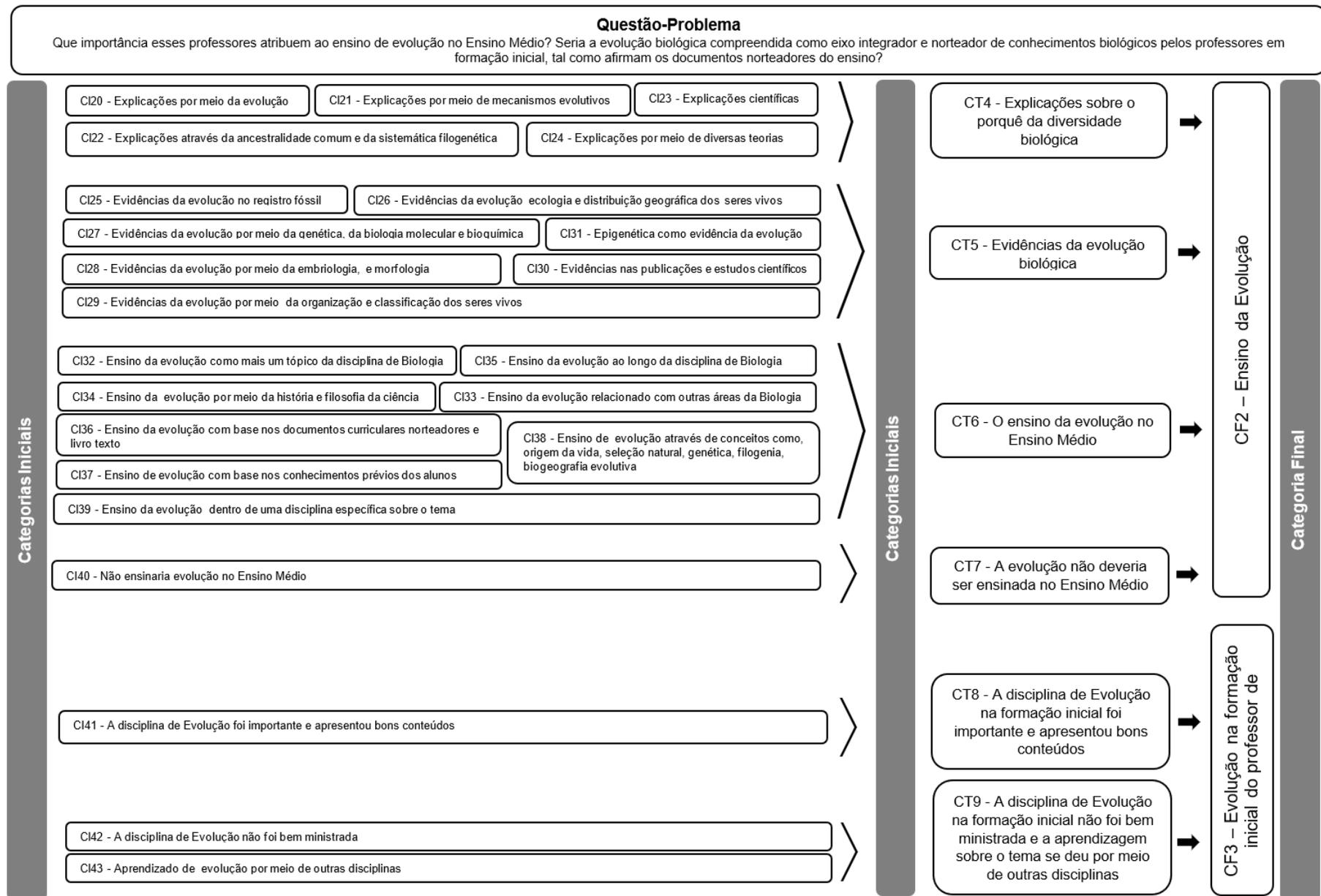


Figura 7. Esquema do surgimento do primeiro metatexto.

4.4 Segundo Metatexto – Ensino da evolução e a formação do professor Biologia

O segundo metatexto emergiu da síntese das categorias iniciais, intermediárias e finais apresentadas na Figura 8.

As categorias iniciais CI20, CI21, CI22, CI23 e CI24, que sintetizam os posicionamentos dos participantes da pesquisa em relação ao ensino de evolução, constituíram a categoria intermediária CT4 - *Explicações sobre o porquê da diversidade biológica*.

Observamos que, de um universo de 79 futuros professores de biologia, 69 ou 87,3% revelaram que ensinariam o conteúdo referente à evolução para explicar a diversidade biológica no Ensino Médio, independentemente de suas crenças religiosas. Desses, 19 professores (24%), cujas respostas constituíram a CI20, descreveram apenas que usariam a teoria ou a evolução para esclarecer o porquê desse processo.

Buscaria me embasar na teoria da evolução para explicar tal diversidade (P10);

[...] que com a evolução dos seres foram surgindo novas espécies (P24);

[...] que a diversidade biológica existente é devido ao longo processo de evolução (P54).

Pode estar implícita nestes discursos a ideia de que o conceito de evolução biológica é a chave para a compreensão da diversificação dos seres vivos, como concebido por Santos (2002).

Compondo a CI21, 56 licenciandos (71%) consideraram que nas aulas de Biologia “[...] *deve-se deixar claro que cientificamente processos evolutivos foram responsáveis pela diversidade existente hoje*” (P17). Alguns enfatizaram os processos de mutação, recombinação genética e seleção natural para a ocorrência da adaptação e da especiação:

[...] ocorrendo mutações e isso gera ainda mais genes e maior diversidade biológica (P33);

[...] a diversidade biológica existe pelo fato de todas as espécies estarem sujeitas às mutações genéticas e aos processos evolutivos ao longo de muitos anos” (P35);

Devido às mutações e as adaptações no processo evolutivo, novas espécies foram surgindo (P35);

Explicaria a seleção natural, mutações e evolução (P48).

Este pensamento e, também, aqueles contidos na CI22 estão de acordo com Futuyma (1992, p. 58) quando afirma que “os organismos são produtos de uma história de descendência com modificações a partir de ancestrais comuns, e que o principal mecanismo da evolução é o da seleção natural das variações hereditárias”. Ainda fazendo parte desta mesma categoria CI22, outros professores em formação inicial acrescentaram a esses discursos a influência dos processos de deriva continental ou pangeia, de isolamento geográfico e ou reprodutivo, a migração, diferenças de habitat, nichos e interações ecológicas, entre outros fatores, na origem da diversidade biológica:

Explicaria que a diversidade está diretamente ligada à diversidade de habitat e interações ecológicas que causam pressões seletivas nos organismos [...] (P41);

Tentaria explicar os diferentes tipos de habitats que podemos encontrar, e cada mecanismo (físico ou morfológico) que os organismos desenvolverem para habitá-los (P23)

Explicando sobre isolamento geográfico, migração das populações (P56);

Existem pequenas mutações que separam as espécies junto com barreiras geográficas e diferentes ambientes, com variáveis que limitam ou facilitam a diferenciação das espécies, isolamento reprodutivo, fisiológico ou morfológico também são importantes (P45);

46. Explicaria que as condições do meio (fatores, bióticos e abióticos), selecionam os mais aptos (P46);

[...] utilizaria alguns conhecimentos de nichos ecológicos (P6).

Corroborando com estes discursos, Morin (2008) também descreve que a evolução biológica é consequência da interação e da combinação de múltiplos processos na diversidade biológica. Todavia, ao tentar descrever a interação de processos, o discurso de P74 apresentou a ideia alternativa de que, com a separação de continentes, “animais” se isolaram geograficamente e “ficaram mais forte”, terminando a frase com o termo seleção natural. Além disso, este e também o discurso de P6 dão a entender que apenas animais evoluem.

Outros licenciandos (6 ou 7,6%) também explicariam a diversidade biológica por meio da evolução, porém dando ênfase na ancestralidade comum, nas comparações entre grupos taxonômicos, e nas relações de parentesco por meio da sistemática filogenética (CI22), como podemos observar em alguns fragmentos de discursos:

Partiria do ponto do ancestral em comum, de alguns grupos e demonstraria como os animais se diversificaram pela evolução [...] (P6);

Mostraria a diversidade e explicaria que esses seres podem ter evoluído de um ancestral, a característica assumida devido ao fator abiótico (P28);

Iniciaria explicando as características de um ser vivo, em seguida falaria dos diferentes grupos que existem, mostrando semelhanças e diferenças (P33);

Explicaria sobre ancestral comum unicelular e como os organismos foram evoluindo (P36);

Pela árvore da vida, especiações (P4).

A teoria evolutiva, proposta por Darwin no livro “A origem das espécies”, tem como a centralidade dos seus argumentos a ideia de que todos os seres vivos evoluíram a partir da descendência com modificação de um ancestral comum (RIDLEY, 2006). Darwin explica este processo usando a metáfora de “árvore da vida”, na qual assim como os ramos separados de uma árvore originam-se a partir de um galho maior, as espécies atuais tiveram suas origens em ancestrais comuns (BAUM et al., 2005).

Entre os desafios encontrados por professores de Ciências e Biologia no ensino da evolução, Baum e colaboradores (2005) pontuam a dificuldade em conduzir os alunos a conceber o “pensamento em árvore”, isto é, a capacidade de visualizar os seres vivos convergindo a partir de um ancestral comum. Isto ocorre devido muitas pessoas apresentarem um “pensamento linear, ou em escada, no qual os organismos “progridem” de formas simples para formas complexas”, tal como concebia Lamarck (COUTINHO; BARTHOLOMEI-SANTOS, 2019, p. 397).

Santos e Calor (2007) consideram que a sistemática filogenética, normalmente atribuída a estudos de classificação dos seres vivos, pode ser muito útil para fortalecer a metáfora da “arvore da vida” e enfraquecer a ideia de melhoramento em evolução. A sistemática filogenética se constitui em uma ferramenta muito importante para a análise de como a evolução e a diversidade biológica se conectam ao longo de sua história, tornando-se a base para compreender como os seres vivos se organizam (MALLETT; WILMOTT, 2003). Para Klepka e Corazza (2018, p.133): “A Sistemática Filogenética é um método das áreas taxonômicas e sistemáticas, construída sobre as bases da evolução”.

De acordo com o Ministério da Educação, o ensino de Biologia deve se concentrar na compreensão da organização da vida e suas interações; no modo como os seres vivos se

reproduzem, se transformam e evoluem, desde a origem da vida até a diversidade existente atualmente. Conhecer a estrutura molecular da vida, os mecanismos de perpetuação, diferenciação das espécies e diversificação intraespecíficas, a importância da biodiversidade para a vida no planeta são alguns dos elementos essenciais para um posicionamento criterioso em relação às intervenções humanas no mundo contemporâneo (BRASIL, 2004).

A categoria “explicações científicas” (CI23) emergiu da unitarização de respostas de licenciandos que expressaram ideias semelhantes a de P22, ao considerar que “como estaria em uma aula de biologia, explicaria a visão biológica e as teorias mais aceitas“. Em outras palavras, as unidades de sentido desta categoria dão a entender que, independentemente de suas convicções ou crenças, explicariam a diversidade biológica “da forma que a ciência acredita” (P7). Esta forma de pensamento pode ser representada pelo discurso do acadêmico P17, ao considerar que a natureza não é teleológica, isto é, não apresenta uma finalidade ou propósito. Além disso, seu discurso deixa implícita a ideia de que as diferentes explicações e interpretações da realidade são construções humanas que, muitas vezes têm gerado conhecimento científico em resposta aos problemas colocados em cada contexto histórico, o que tem possibilitado como explica Mayr (2005), que a ciência avance.

Acho que o principal ponto a ser deixado claro é que não existe motivo para isso. A natureza não tem um motivo de existência. São os humanos que individualmente criam esses motivos para si, e por isso existem diferentes motivações e pontos de vista distintos. Mas deve-se deixar claro que cientificamente processos evolutivos foram responsáveis pela diversidade existente hoje. E que independente do ponto de vista sobre o assunto, é o que se pesquisa cientificamente que deve ser adotado em coletivo, e como base de pesquisas futuras.

Em oposição à forma de pensamento de que nas salas de aula apenas as explicações científicas devem estar presentes, outros estudantes do último ano do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas defenderam que a diversidade biológica deve ser estudada por meio de diversas teorias, como podemos observar em algumas das unidades de sentido que originaram a CI24.

Explicaria através das diversas teorias existentes, teoria histórica, religiosa, [...] (P8);

[...] também deixaria claro a diferença entre religião e ciência” (P15);

Explicaria todas as teorias e hipóteses, e deixaria a cargo dos alunos decidirem o que é o certo para eles, respeitando crenças e religiões (P19).

É comum a discussão sobre a presença de diferentes formas de conhecimentos, como o religioso, o filosófico, o cultural e popular, além do científico, nas aulas de Ciências e Biologia. De acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio,

Um caso típico de contraposição entre ciência e valor – no caso, o valor religioso – é a discussão sobre o ensino (ou não) do criacionismo em aulas de Biologia em que se discute sobre a origem e a evolução da vida. Longe de apenas polemizar ou de buscar respostas evasivas, essa é uma valiosa oportunidade para que o professor destaque o papel da ciência, mais especificamente da Biologia, na tentativa de esclarecer questões por meio de evidências, de fatos, e pelo uso de procedimentos e metodologias que lhe são próprios. No caso das escolas públicas, deve-se assegurar o caráter laico do ensino, conforme determina a lei. Existem dois equívocos igualmente perniciosos que alguns professores chegam a cometer nos momentos em que há contraposição entre valores e conhecimento científico: ou a explicação científica é apresentada como verdade imutável e absoluta, única possibilidade de crença, ou então o conhecimento científico é horizontalmente colocado com todas as demais crenças, configurando-se apenas como mais uma explicação entre tantas. Tais manifestações dogmatizadoras em nada contribuem para o desenvolvimento de uma personalidade crítica, e a isso o professor deve estar muito atento (BRASIL, 2006, p.39).

O documento referente às OCEM afirma que um diálogo entre as formas do saber no ambiente escolar é importante para eliminar alguns equívocos com relação ao conhecimento científico e demais conhecimentos, entre elas o religioso.

A CT5 - *Evidências da evolução biológica para explicação sobre o porquê da diversidade dos seres vivos*, foi constituída a partir das categoriais iniciais CI25, CI26, CI27, CI28, CI29, CI30 e CI31, em resposta à segunda questão do Questionário.

Com base nas categoriais iniciais, que emergiram dos discursos dos participantes da pesquisa, podemos observar que as principais evidências que eles utilizariam para fundamentar a evolução biológica, na sala de aula, seriam as evidências no registro fóssil, em 23 ou 29% das respostas (CI25); na ecologia e na distribuição geográfica dos organismos, em 14 ou 17,7% das respostas (CI26); na genética, biologia molecular e bioquímica, perfazendo 17 ou 21,5% das respostas (CI27); na embriologia e morfologia comparada com 8 respostas ou 10,1% (CI28), na organização e na classificação dos seres vivos em 6 ou 7,6% das respostas (CI29); nas publicações e estudos científicos, constituída por 14 ou 17,7% das respostas (CI30) e, por fim, na Epigenética, com apenas uma resposta ou 1,27% (CI31).

De acordo com Licatti (2005, p. 20), para fundamentar sua teoria com evidências, Darwin “recorreu ao registro fóssil, à distribuição geográfica das espécies, anatomia e embriologia

comparadas e à modificação de organismos domesticados. Ele estava preocupado não apenas em acumular evidências da evolução, mas também em conceber um mecanismo que pudesse explicá-las”.

Dentre as evidências que seriam usadas em sala de aula para fundamentar a evolução biológica, apresentadas pelos professores de biologia em formação inicial e com maior número de respondentes, foi o registo fóssil (29%). Liporini (2014) define fósseis como partes ou restos de biota que viveu no passado, como pedaços de troncos, carapaças, ossos, dentes, entre outros que se mantiveram preservados. Para Mayr (2001), os fósseis são utilizados na indicação de organismos que já se extinguiram de biomas do planeta. Os fósseis são importantes provas de que realmente ocorreu o processo de adaptação das espécies, segundo Ridley (2006).

Em relação à segunda evidência com maior número de respostas (21,5%) – *Evidências por meio da genética, biologia molecular e bioquímica*, Mayr (2001, p. 59) afirma que, por meio da comparação entre genes e outras moléculas homólogas em organismos distintos, é possível determinar o grau de semelhança existente.

Como já descrito, outros participantes da pesquisa buscariam evidências na ecologia e na distribuição geográfica dos organismos. Darwin, nas ilhas Galápagos, como também Wallace, no arquipélago malaio, constataram que as espécies que habitavam cada ilha desses arquipélagos apresentavam muitas semelhanças entre si e com espécies que viviam em outras ilhas ou no continente, mas também possuíam características peculiaridades. Neste sentido, concluíram que as peculiaridades teriam evoluído de acordo com os ambientes de cada ilha (MATIOLLI, 2019). A distribuição geográfica dos seres vivos é estudada pela Biogeografia, área que tem apoiado os estudos evolutivos. Com menor frequência, os participantes destacaram outras evidências como na morfologia comparada e na embriologia.

A categoria intermediária denominada *O ensino da evolução no Ensino Médio (CT6)* resultou do movimento das categoriais iniciais CI32, CI33, CI34, CI35, CI36, CI37, CI38 e CI39 em resposta à terceira pergunta do Questionário

Com relação ao ensino de evolução nas aulas de biologia do Ensino Médio, a maioria dos participantes da pesquisa (74 ou 93,7%), afirmaram que ministrariam este conteúdo, entretanto o seu ensino ocorreria: como mais um tópico da disciplina de Biologia, constituindo a CI32 com 5 ou 6,33% das respostas (CI32); relacionado com outras áreas da Biologia, com 6 ou 7,6% respostas (CI33); por meio da história e filosofia da ciência, em 12 (15,2%) das repostas (CI34); ao longo da disciplina de Biologia, com 6 (7,6%) respostas (CI35); com base nos documentos

curriculares norteadores e livro texto; perfazendo 7 ou 8,8% das respostas (CI36); por meio de discussões e com base nos conhecimentos prévios dos alunos, com 3 (3,8%) respostas (CI37); através de conceitos como, origem da vida, seleção natural, genética, filogenia, biogeografia evolutiva, nas 17 ou (21,5) das respostas (CI38); dentro de uma disciplina específica sobre o tema, em 3 (3,8%) da respostas CI39.

A evolução é considerada o eixo integrador dos conteúdos biológicos. Segundo Dobzhansky (1973, p. 129), “vista à luz da evolução, a Biologia é, talvez, a Ciência mais satisfatória e intelectualmente inspiradora. Sem essa luz ela se torna uma imensa pilha de fatos, alguns interessantes e curiosos, mas que não têm significado algum num contexto mais amplo”. Entretanto Gould (1997) afirma que, de todos os conceitos fundamentais biologia, a evolução é o mais importante e o mais mal compreendido. Para Futuyma (2002), nenhum outro tema de ensino relacionado à Biologia é mais urgente ou importante do que as implicações e aplicações da evolução.

Tendo em vista este pensamento, não é assertivo ensinar evolução como mais um conteúdo a ser abordado junto com as demais, na disciplina de Biologia, sendo a evolução fundamental para organização do pensamento biológico (MEYER; EL-HANI, 2005). Segundo Polli e Dias (2004), o ensino da evolução, de modo geral, é trabalhado apenas como um tópico dentro dos conteúdos das ciências biológicas. Alguns fragmentos dos discursos revelaram que, numa aula de biologia, alguns dos futuros professores participantes dessa pesquisa ensinariam evolução “[...] como qualquer outro conteúdo da área (P3). Contudo, Meyer e El-Hani (2005 p. 10) afirmam que “não é apropriado tratar a evolução como somente mais um conteúdo a ser ensinado, lado a lado com quaisquer outros conteúdos abordados nas salas de aula de Biologia, na medida em que as ideias evolutivas têm um papel central, organizador do pensamento biológico”.

A OCEM, um dos documentos norteadores do ensino, recomenda que os 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” (BRASIL, 2006, p. 22).

Outros participantes da pesquisa sugeriram ainda, que seu ensino deveria “[...] ser aplicado no último ano (P45) do Ensino Médio, corroborando com o que os autores Bizzo e El-Hani (2009) descrevem sobre o planejamento curricular, no qual há um enfoque progressivo, conceitos simples são tratados em primeiro lugar, posicionando o ensino da evolução nos

últimos anos da Educação Básica. Tidon e Lewontin (2003) afirmam que vários professores demonstram dificuldade em trabalhar biologia evolutiva em sala de aula ou simplesmente não abordam o tema, devido este se restringir no final do ensino médio e, muitas vezes, não terem tempo de ministrar o assunto.

Para Bizzo, Sano e Monteiro (2016), a evolução biológica não deveria ser apenas mais um tema entre outros, e muitos menos a última parte, da Biologia a ser abordada, tanto na Educação Básica como no Ensino Superior.

Dentre os futuros professores de biologia em formação inicial, alguns (17 ou 21,5%) consideram importante, para a abordagem da evolução em sala de aula, a compreensão e o ensino dos conceitos e mecanismos evolutivos, entre eles, “[...] origem da vida” (P48), “[...] seleção natural” (P20), “[...] separação dos continentes” (P51), “Genética de Mendel” (P32), “[...] irradiação adaptativa, migração” (P28), etc. De acordo com Silva Andrade e Caldeira (2010), o ensino deste tema enfrentará a grandes problemas, caso o professor não compreenda claramente esse mecanismo. Para Zamberlan e Silva (2012), a evolução biológica deve ser concebida a partir da interação desses mecanismos evolutivos, meio ambiente e das populações. Entender conceitos chaves como, adaptação, seleção natural, mutação, é fundamental para compreender o pensamento evolutivo.

Oliveira, Menezes e Duarte (2017) concluem, a partir de estudos, que uma das maiores dificuldades associadas à compreensão da teoria evolutiva é a abstração conhecimentos, conceitos e processos, associados à ela. Compreender os mecanismos que atuam nas populações é desafiador, por não ser de fácil observação no cotidiano, pois demandam um longo período. Essa dificuldade gera a uma compreensão superficial entre os estudantes, levando-os a acreditar na evolução das espécies como algo imediato (ASSIS et al., 2008).

Entre os licenciandos, há aqueles que ensinariam evolução “[...] relacionado aos outros conteúdos” (P33) ou abordando “o pensamento evolutivo durante todo o decorrer da disciplina” (P34) de biologia. Segundo a acadêmica P38 “deveria ser trabalhado evolução em todos os temas do ensino médio, não separadamente”. Esta forma de pensar apresentada pelos futuros professores de biologia está em conformidade com Meyer e El-Hani (2005, p. 114) quando afirmam que “o pensamento evolutivo é o eixo organizador do conhecimento biológico”. Para eles a evolução deve nortear todo ensino de biologia, pois “pensar biologicamente é pensar evolutivamente”. Smocovitis (1992) reconhece que o pensamento evolutivo é o responsável

pela unificação e autonomia da biologia enquanto ciência única, assim como pela unificação da disciplina de Biologia.

Cicillini (1991, p. 14) afirma que “[...] se a ciência Biologia não pode prescindir da concepção de Evolução na construção dos conhecimentos biológicos, se ela se constitui em seu princípio ordenador [...]”, então não é possível ensinar biologia de forma significativa.

[...] Assim, o estudo dos conhecimentos biológicos deve deixar claro as forças e os caminhos que conduziram os sistemas vivos à fauna e à flora atuais. A Teoria da Evolução, na medida em que responde pela história dos seres vivos explicando a diversidade dos mesmos; suas semelhanças e diferenças; os padrões de distribuição, o comportamento, a adaptação e a interação entre os vários grupos de organismos, esclarece o dinamismo da rede de relações na qual o conhecimento biológico foi e é produzido (CICILLINI, 1991, p. 17-18).

Segundo os PCNs, os conteúdos da disciplina de Biologia devem ser conduzidos sob o enfoque evolutivo para que haja uma compreensão de todas as áreas da biologia. O ensino da evolução deve ser priorizado e integrado ao ensino de outras áreas da biologia entre elas, zoologia, botânica, embriologia, entre outras (BRASIL, 1998).

Para seis dos licenciandos, que participaram da presente investigação, o ensino da evolução na disciplina de Biologia deve ocorrer em conformidade com os documentos norteadores curriculares do Ensino Médio.

Apesar dos documentos oficiais que norteiam esse ensino considerarem a evolução como eixo unificador dos conteúdos em sala de aula, . O modo fragmentado como o conhecimento biológico é estudado tem descaracterizado este pensamento. Para Meghioratti (2004), a forma de minimizar os impactos negativos da compartimentalização do ensino de biologia, é através do uso da História e Filosofia da Ciência (HFC).

Os professores de biologia em formação inicial afirmaram também que, em sala de aula, ensinariam o tema da evolução por meio da HFC. Meghioratti (2004, p. 36) afirma que “A utilização da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências pode contribuir para a compreensão dos mecanismos pelos quais a ciência é elaborada.”

O ensino por meio da HFC é uma excelente ferramenta para auxiliar o professor na dinâmica do ensino, por meio da qual o aluno pode se envolver nas discussões e interpretações do tema estudado (HIDALGO et. al, 2015). Para Mathews (1995), o ensino por meio da HFC é uma forma de unificar os conceitos e aproximar os alunos dessas concepções, contudo o professor necessita de uma formação crítica sobre os aspectos histórico-filosóficos nos quais o tema e a própria disciplina estão embasadas.

Do acordo Martins (2006), é por meio da HFC que alguns episódios da ciência são elucidados, permitindo aos alunos uma compreensão das relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, na qual a ciência não é isolada das outras, mas mutuamente influenciam e são influenciadas umas pelas outras. Afirma ainda que a HFC ajuda o estudante a conceber que o conhecimento é um produto social, coletivo e gradativo em construção e que a ciência, sendo uma construção humana, não é uma verdade pronta e acabada. Para Bizzo (1991) a teoria da evolução tem um destaque na HFC, pela busca de respostas relacionadas a existência e diversificação dos seres vivos. Segundo ele, o ensino da evolução “pode proporcionar aos estudantes a contextualização histórica acerca do desenvolvimento das teorias científicas” (p. 156)

Os PCNs recomendam que a HFC esteja presente na proposta escolar durante o Ensino Básico, e reforçam a importância dela da formação inicial do professor.

Estudos na História e Filosofia das Ciências são um desafio para o professor, uma vez que raramente sua formação inicial contemplou estes campos de conhecimentos dedicados à natureza da Ciência. São estudos que proporcionam consistência à visão de Ciência do professor e uma distinção mais clara entre Ciência e Natureza. Informam que um mesmo fenômeno foi explicado de formas diversas em épocas diferentes [...] (BRASIL, 1998, p. 89).

Entre os licenciandos, três (3,8%) manifestaram em seus discursos que ensinariam evolução no ensino médio trazendo para o ambiente da sala de aula uma maior participação dos alunos por meio de discussões com bases em seus conhecimentos prévios. Os conhecimentos prévios, aqueles constituídos independentemente do ambiente escolar, normalmente são considerados irrelevantes na sala de aula, mas devem receber uma atenção especial nesse contexto (BRASIL, 1998).

É importante o docente identificar os conhecimentos prévios dos alunos, pois essas concepções são muito importantes no processo ensino-aprendizagem, uma vez que a mente é uma estrutura cognitiva conservadora, na qual o saber se constrói a partir do existente (ROLDI; SALIM; PIRES 2018). Segundo Bizzo (2012, p. 66), “é importante entender que sem conhecer as ideias do educando, é muito difícil transformá-lo”. De acordo com Piaget (2014), o conhecimento prévio é de grande relevância para a aprendizagem, pois é da relação deste conhecimento com o que se está por conhecer que o sujeito estará sempre em processo de construção de conhecimento.

O processo de ensino e aprendizagem da evolução se torna muito significativo quando, no ambiente da sala de aula, os conhecimentos prévios trazidos pelos estudantes são considerados (MOREIRA, 2011). Bernardes et al. (2016) destacam a importância do ensino de evolução articular com o cotidiano dos alunos, estimulando suas vivências e promovendo um diálogo. Os conhecimentos científicos, como a evolução biológica, abordados a partir dos conhecimentos prévios possibilitam um ambiente propício para a interação e o diálogo, elementos eficazes para uma aprendizagem significativa.

Ainda com relação ao ensino da evolução na disciplina de Biologia, no Ensino Médio, o acadêmico P57 afirma que a melhor forma de trabalhar os conteúdos deste tema é existindo “[...] uma matéria de evolução no Ensino Médio”, pensamento estes compartilhando com outros dois futuros professores de biologia em formação inicial, compondo a categoria inicial CI39.

A categoria intermediária CT7 emergiu de uma única categoria inicial, CI40, com 5 respondentes (6,3%) que afirmaram que não ensinariam evolução no Ensino Médio. Os motivos apontados por esses estudantes para justificar esse pensamento foram as dificuldades na organização dos conteúdos e ou para evitar conflitos com outras concepções, conforme podemos observar nas unidades de sentido transcritas a seguir:

[...] não sei exatamente como eu apresentaria esse conteúdo para uma classe (P41; P44);

Porque muitos alunos ainda não são “maduros”, acho que a disciplina de evolução no ensino médio iria causar muitos conflitos para os alunos (P63);

[...] porque esse conteúdo aborda tipo de crença que a pessoa tem, e cada pessoa pensa de uma forma diferente (P66).

Provavelmente, um dos fatores que levaram esses licenciandos a ter essa postura, em relação ao ensino da teoria evolutiva, se deve ao fato de que alguns possuem concepções religiosas. Os autores Medeiros e Maia (2013) afirmam que existem diversas campanhas de resistência ao ensino da evolução, em favor do criacionismo, que tem influenciado muitas pessoas, além do forte crescimento religioso. Entretanto, Alters e Alters (2001) sugerem que a rejeição ao evolucionismo nem sempre está associada a visão criacionista, pois existem diversas motivações que podem levar a isso. Os autores, Don e Lewontin (2004), Richards (2008), Matthews (2009) e Allmon (2011) pontuaram outras causas, além desta, que dificultam o ensino da evolução: a falta de preparo dos alunos para a de compreensão da evolução;

concepções equivocadas dos próprios professores acerca dos conceitos evolutivos; a falta de compreensão da natureza da Ciência; problemas com o material didático e com o currículo escolar, entre outros.

Aliado a esses problemas mencionados, alguns professores de Biologia também evitam trabalhar esse tema, em sala de aula, por considerá-lo polêmico. Oleques et al. (2011), ao constatar esse fato, afirma que o ensino de evolução biológica é tema propício para o surgimento de polêmicos e em razão disso, professores tem evitado trabalhar este conteúdo. Diante desses desafios, Cicillini (1991) chama atenção para o fato de que,

“À medida que a Teoria da Evolução é ignorada na produção do conhecimento biológico, acontece uma descaracterização da ciência biológica. Paralelamente, no ensino, quando a Teoria da Evolução não se faz presente, a consequência é o ensino de uma Biologia fracionada tendente para o factual (p. 17).

Com relação a formação inicial do professor de biologia (CF3), podemos observar que entre os acadêmicos, do último ano do curso de licenciatura em Ciências Biológicas no município de Maringá, 25 respondentes ou (31,6%) reconheceram que a disciplina de Evolução na formação inicial foi importante e apresentou bons conteúdos (CT41), contra 27 respondentes (34,2%) que afirmaram a disciplina não foi bem ministrada (CT42). Outros, porém, 3 respondentes (3,8%), afirmaram que o aprendizado sobre evolução ocorreu por meio de outras disciplinas do curso.

As Diretrizes Curriculares Nacionais que norteiam os cursos Ciências Biológicas orientam que os cursos da área devem ser organizados de tal modo que os conhecimentos biológicos abordados ao longo da formação estejam numa aproximação unificadora tendo a evolução como eixo integrador, conforme o texto seguinte, “*os conteúdos básicos deverão englobar conhecimentos biológicos e das áreas das ciências exatas, da terra e humanas, tendo a evolução como eixo integrador*” (BRASIL, 2001, p. 5). De acordo com as diretrizes é imperativo que os professores de biologia em formação inicial compreendam a importância do pensamento evolutivo para unificação e articulação dos conhecimentos biológicos.

Autores como Meglhoratti (2004) e Goedert (2004) ao realizarem pesquisas sobre o ensino da evolução e a formação inicial de professores de biológica, observaram que dentre os vários motivos da evolução não ser compreendida como eixo integrador por parte deles, se encontra a formação inicial bem como a estrutura curricular dos cursos.

Os participantes desta pesquisa demonstraram que embora muitos reconhecerem a importância da disciplina de Evolução, um grupo significativo revelou uma insatisfação pela

forma como foram conduzidas as aulas, pela estrutura da disciplina desvinculadas das demais disciplinas e distante da realidade do cotidiano escolar. Esta percepção pode ser observada nas seguintes falas:

A disciplina no curso de C.B. não é ministrada de forma sério (P4);

A disciplina na universidade foi dado de forma deplorável. As aulas eram mal planejadas, a professora não tinha didática nenhuma (P17);

A disciplina apresenta apenas os conceitos básicos da evolução, e métodos arcaicos no qual ela é/era pesquisada (P18);

[...] existem diversos termos e conhecimentos que não cheguei a conhecer (P30);

[...] a professora não falava de uma forma aplicado do ensino.

[...] o que sei sobre evolução é por ouro aprendido, pois não tive evolução no ensino médio, e a evolução no curso de biologia é muito defasado, e focado mais na genética (P36)

De acordo com Carneiro (2004) o ensino da evolução omite muitas informações, tanto nas escolas, como também nas universidades. Segundo Gayon (2001), a disciplina de Evolução Biológica manteve uma estrutura basicamente teórica não permitindo uma compreensão holística do tema. Corroborando com esses dados, Goedert et al. (2006), num estudo sobre a formação do professor e o ensino de evolução, pontuou diversos problemas, entre elas, as dificuldades na ministração da disciplina curricular de Evolução e uma falta de integração desta disciplina com as demais, principalmente as pedagógicas. Em relação a articulação dos conteúdos da disciplina de Evolução com as demais disciplinas da formação superior, os participantes da pesquisa afirmaram que as relações eram feitas apenas com os conteúdos de genética.

[...] bem pouco na real, aprendi mais sobre evolução em zoologia sistemática e paleontologia do que em evolução, visto que a disciplina focou muito mais na genética do que nas teorias em si. (P48);

Não muito, a maioria do que aprendi sobre evolução foi em matérias de zoologia e botânica (P24);

[...] só a disciplina não, o curso em geral sim (P30)

Gatti (2000) afirma que a carência de articulação entre as disciplinas no curso de formação inicial do professor é um elemento limitante e a causa de diversas lacunas presente na formação do professor. As afirmações dos futuros professores biologia em formação inicial, implicitamente revela que a integração da disciplina de Evolução se deu muito pouco com outras disciplinas do curso, demonstrando a necessidade de rever a estrutura curricular como um todo, principalmente quando se refere ao tema da evolução. Para Goedert et al. (2006) é importante que o biólogo, enquanto pesquisador ou educador, tenha a capacidade de entender de forma nítida e integradora os mecanismos que compõem a teoria da evolução.

O relato dos licenciandos demonstra que o problema apontado por Furlani em 1993 não foram vencidos, conforme os anexos a seguir. Furlani (1993) detectou na época que os principais problemas encontrados no cotidiano da sala de aula pelos professores em formação inicial tinha a ver com a estrutura do curso aliadas a ausência de relações entre as disciplinas durante a formação, bem como à inadequação dos conteúdos dessas disciplinas em relação ao ensino básico.

Na pesquisa realizada por Goedert, Delizoicov e Rosa (2003) com professores de biologia, uma das dificuldades citadas pelos professores era a formação deficiente que receberam no curso, e que a disciplina de Evolução era desconectado com as demais disciplinas da graduação, e que este fato influenciou negativamente o exercício da docência.

Se torna muito importante que na formação inicial do professor biologia a estrutura curricular esteja organizados de forma que os conteúdos científicos, principalmente no que se refere a evolução, se articulem com as demais disciplinas do curso, considerando que a evolução biológica tem um caráter integrador.

Com base na análise realizada neste estudo podemos inferir com relação ao segundo metatexto que a maioria dos professores em formação inicial destacam importância do ensino da evolução na disciplina de biologia do ensino médio, contudo observamos que poucos aparentam compreender como organizar os conteúdos, tendo evolução como eixo norteador, podendo, este fato, estar relacionado com a estrutura da formação inicial desses participantes de pesquisa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer desse estudo buscamos responder as seguintes questões-problema: Quais formas de pensamentos podem ser identificadas em discursos de futuros professores de biologia acerca do tema da evolução biológica? Que importância esses professores atribuem ao ensino de evolução no Ensino Médio? A evolução biológica é compreendida como eixo integrador e norteador de conhecimentos biológicos pelos professores em formação inicial, tal como afirmam os documentos norteadores do ensino?

Com relação a primeira questão-problema, os achados desse estudo nos permitiram apontar que os professores de biologia em formação inicial apresentam diferentes formas de pensamento para explicar a origem da diversidade biológica. Entre estas formas, houve uma menor aproximação ao criacionismo (7,6%), para o qual Deus é o criador de todos os seres vivos. Para este grupo toda a complexidade presente nos seres vivos só pode ser explicada a partir da existência de um Deus criador.

Cerca de 12,7% dos participantes da pesquisa evidenciaram em seus discursos um pensamento que busca integrar as concepções religiosas com a teoria evolutiva. Para eles, a diversidade biológica resulta da evolução como fruto de uma ação divina, ou seja, Deus é o agente por trás dos processos evolutivos.

Em relação a aceitação do pensamento evolutivo, a maioria (79,8%) considerou que a evolução biológica por meio de um ancestral comum é a melhor explicação para a diversidade biológica. Entre aqueles que consideraram a ocorrência da evolução como explicação para a diversidade dos seres vivos, 34,2% manifestaram a concepção de que ela ocorre ao acaso e não é teleológico. Em contrapartida, 32,9% pontuaram que ela caminha no sentido de progresso, melhoria ou desenvolvimento, promovendo a ideia de que a evolução leva a perfeição. De acordo com Licatti e Diniz (2005), esse pensamento muitas vezes está associado à finalidade, diretividade, inovação ou aumento de complexidade. Para Gould (1988), a evolução biológica não é progresso, mas adequação gradual às mudanças que ocorrem no meio, assim como descreveram 57% dos participantes desta pesquisa.

Por outro lado, um grupo constituído por 15% dos participantes, discordando do gradualismo, manifestou a concepção de que a evolução biológica ocorre por meio de saltos, constituindo o pensamento saltacionista. Já, um terceiro grupo, ainda menor (5%), descreveu que ela ocorre por rápidas mudanças e longos períodos de estase, isto é, considerando o gradualismo e o saltacionismo, tal como concebem pesquisadores que defendem a Síntese

Estendida (NEWMAN; MÜLLER, 2001; WEST-EBERHARD, 2003; JABLONKA; LAMB, 2005).

Ao explicarem a evolução biológica, alguns licenciandos citaram termos tais como epigenética, plasticidade fenotípica e/ou biologia do desenvolvimento, referindo-se a processos ou abordagens que compõem a Síntese Estendida da Evolução, mas não apresentaram indícios da compreensão desses conceitos. Todavia, a maioria dos discursos demonstra uma concepção centrada apenas na Síntese Moderna. Cicillini (1997) afirma que, muitas vezes, os professores não conseguem acompanhar as discussões atualizadas pela comunidade científica, em decorrência da natureza contínua da ciência. No caso desta pesquisa, a análise dos resultados nos levam a inferir que os professores em formação inicial apresentaram, durante o curso, uma maior aproximação do pensamento evolutivo que faz parte da Teoria Moderna da Evolução.

A análise das respostas às duas últimas questões-problema sobre o ensino de evolução possibilitou a conclusão de que a maioria dos futuros professores (93,7%) explicaria a diversidade dos seres vivos, nas aulas de biologia do ensino Médio, considerando a evolução biológica, independente de suas crenças religiosas. Dentro deste grande grupo, muitos detalharam os processos, mecanismos e evidências evolutivas que fariam parte do ensino; outros descreveram que apenas explicaria por meio de teorias científicas, ou do modo como a ciência explica, enquanto um subgrupo consideraria diversas teorias, científicas, históricas e religiosas, de modo a estabelecer um diálogo entre ciência e religião, assim como defendem alguns autores como Moreland e Reynolds (2006) e Barbour (2007).

Contudo observamos que, entre os que compõem a grande maioria que ensinaria a diversidade por meio do pensamento evolutivo, poucos (7,6%) mostraram compreender como organizar o ensino de biologia, considerando a evolução biológica como o eixo norteador dos conteúdos de biologia para o Ensino Médio. Este fato pode estar relacionado à formação inicial desses participantes de pesquisa, uma vez que apenas 31,6% consideraram que o ensino da evolução no curso de licenciatura em Ciências Biológicas foi importante para sua formação.

Segundo Oliveira e Bizzo (2011), o estudo da evolução normalmente ocorre em uma disciplina destinada à temática, num único semestre, que geralmente ocorre na metade superior do curso e sem a integração com outras disciplinas. organizador do ensino.

Um grupo constituído por apenas 6,3 % dos licenciandos afirmou que não ensinaria evolução no Ensino Médio devido as dificuldades na organização dos conteúdos e/ou para evitar conflitos com outras concepções, principalmente a religiosa. Shappin (2010) argumenta

que é possível o professor o ensinar os conteúdos de Biologia sem abordar à evolução biológica. Já, Binidoto (2015) afirma que existem diversas implicações negativas para o ensino de Biologia, na qual a teoria da evolução não é estudada. Para ela é fundamental a necessidade de uma mudança nos currículos dos cursos de licenciatura em Ciências Biológicas, visando uma formação integral do licenciando sobre a evolução biológica e sobre história, filosofia e epistemologia da ciência.

Considerando que a evolução é eixo integrador dos conteúdos da biologia, ela deve fazer parte do processo de formação dos professores, como está previsto nas Diretrizes Curriculares para os Cursos de Ciências Biológicas. Conforme Carvalho, Nunes-Neto e El-Hani (2011), ao selecionar conteúdos de Biologia para o ensino médio, o professor deveria considerar tópicos ou assuntos que poderiam ser ensinados de modo integrados pela evolução biológica.

O nosso desejo é que esta pesquisa tenha colaborado para ampliar o conhecimento sobre as formas de pensamento relacionado a evolução biológica e o seu ensino. Por ser um tema bastante complexo, buscamos compreender como ela se expressa na forma de pensamentos dos professores de Biologia em formação inicial e como estas poderão influir no ensino. Esperamos que novas pesquisas busquem não apenas investigar concepções acerca da evolução biológica, mas também os desafios no desenvolvimento de propostas inovadoras que realmente venham contribuir para uma melhoria significativa do ensino de Biologia na Educação Básica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, Santo. O Homem e o Tempo. In: **Confissões**. 10.ed. Porto: Livraria Apostolado da Imprensa, 1981.

ALLMON, W. D. Why Don't People Think Evolution Is True? Implications for Teaching, In and Out of the Classroom. **Evolution: Education and Outreach**, v. 4, n. 4, p. 648, 2011.

ALVES, E. F. Teoria do design inteligente. **Clin Biomed Res.**, v. 35, n. 4, p. 250-251, 2015.

ANDRADE, R. S.; BARBOSA, W. V. Teoria do Design Inteligente: teoria científica ou discurso religioso? Apontamentos sobre uma controvérsia atual. **Horizonte**, v. 11, n. 30, p. 709-736, 2013.

AQUINO, Sto. Tomás. **Suma contra os Gentios**. Trad. D. Odilão Moura e D. Ludgero Jaspers. Porto Alegre: Escola Superior de Teologia São Lourenço de Brindes: Sulina Editora, 1990.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para a psicanálise do conhecimento**. São Paulo: Contraponto, 2013.

BAUM, D. A; OFFNER, S. Phylogenies and tree-thinking. **American Biology Teacher**, v. 70, 2008.

BAUM, D. A; SMITH S. D; DONOVAN S. S. The Tree-Thinking Challenge. **Science**, 2005.

Behe, Michael J. **A Caixa Preta de Darwin: o desafio da bioquímica a teoria da evolução**. Rio de Janeiro: J. Zahar, 1997

BIZZO, N. História da ciência e ensino: onde terminam os paralelos possíveis? **Em Aberto**, v. 11, n. 55, p. 29-35, 1992.

BIZZO, N. **Ensino de evolução e história do darwinismo. 1991**. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

BIZZO, N. **Ciências Biológicas**. In: BRASIL. Ministério da Educação. Orientações Curriculares Nacionais do Ensino Médio. Brasília, DF: MEC, 2004.

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

BODEMER, C. W. Regeneration and the decline of preformationism in eighteenth century embryology. **Bulletin of the History of Medicine**, v. 38, n.1, p. 20-31, 1964.

BOEGER, W. A. **O tapete de Penélope: o relacionamento entre as espécies e a evolução orgânica**. São Paulo: Editora da UNESP, 2009

BRAGA, Lucas. **Entre a fé e a ciência: uma análise sobre a teoria do Design inteligente**. Dissertação (Mestrado em Antropologia Social) - Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2016.

BRANCH, G; SCOTT, EUGENIE, C. The latest face of creationism in the classroom. **Scientific American**, v. 300, n.1, p. 92-99, 2009.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1998. 138 p.

_____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000. 109 p.

_____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002. 144 p.

_____. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Área de Ciências da Natureza**. Brasília: MEC, 2017.

BRITO, A. S. Robert Hooke? **Ciência & Tecnologia dos Materiais**, v. 20, n. 3/4, 2008.

BROWN, R. L. What Evolvability Really Is? **The British Journal for the Philosophy of Science**, v. 65, n. 3, p. 549–572, 2014.

BURNET, J. **O despertar da filosofia grega**. São Paulo: Siciliano, 1994.

CALDEIRA, A. M. A.; ARAÚJO, E. S. N. N. (orgs.) **Introdução à Didática da Biologia**. São Paulo: Escrituras Editora, 2009.

CAMPOS, F. F. Fé e Razão na Suma contra os gentios de Tomás de Aquino. **Anais da Jornada de Estudos Antigos e Medievais**, 2011.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. Formação de professores de ciências: tendências e inovações. **Coleção Questões da Nossa Época**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

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

CASTRO, M. A. B. Aristóteles e o Pensamento Evolucionista. **Theoria - Revista Eletrônica de Filosofia**, v. 3, n. 7, 2011.

CESCHIM, B.; OLIVEIRA, T. B.; CALDEIRA, A. M. A. Teoria Sintética e Síntese Estendida: uma discussão epistemológica sobre articulações e afastamentos entre essas teorias. Revista... **Filosofia e História da Biologia**, v. 11, n. 1, p. 1-29, São Paulo, 2016.

CESCHIM, B.; CALDEIRA, A. M. A. É caminhando que se faz o caminho: a natureza contingente da evolução como objeto de ensino. In: CALDEIRA, A. M. A. (org.). *Didática e Epistemologia da Biologia*. São Paulo: Espelho D'Alma, 2020. pp. 17-52.

CHALMERS, A. F. (1993). **O que é ciência afinal?** 1. ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 1993.

CICILLINI, G. A. A evolução enquanto um componente metodológico para o ensino de Biologia no 2º grau: análise da concepção de evolução em livros didáticos. Dissertação. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação. 1991.

_____. A produção do conhecimento biológico no contexto da cultura escolar do Ensino Médio: a teoria da evolução como exemplo. Tese. Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, 1997.

COLE, F. Jan Swammerdam, 1637–80. **Nature**, v. 139, 1937.

COUTINHO, F. A.; MARTINS, R. P. Uma Ciência Autônoma. **Revista... Ciência Hoje**, 2002.

DARWIN, C. **Origem das espécies e a seleção natural**. Trad. Eduardo Nunes Fonseca. Curitiba: Hemus, 2000. 471p.

DARWIN, C. **A origem das espécies e a seleção natural**. Trad. Soraya Freitas. São Paulo: Madras, 2017

Darwin, C. **A origem das espécies: esboço de 1842**. Trad. Mário Fondelli. Rio de Janeiro: Newton Compton Brasil, 1992.

DARWIN, Erasmus. **Zoonomia or the laws of organic life**. London: J. Johnson, 1794.

DEELY, J. N.; NOGAR, R. J. **The problem of evolution**. New York: Appleton-CenturyCrofts, 1973.

DESCARTES, René. **Discurso do Método**. Porto Alegre: L&PM, 2009.

DIAS, A. E; OITICICA, C. M. **Piaget, J. A. Formação do símbolo na criança. Imitação, jogo, sonho, imagem e representação**. Rio de Janeiro, 2014.

DIEGUES, C. S. Um conto da carochinha: por que Darwin não é pai solteiro da Evolução? In: ARÁUJO, L. A. L. (Org.). **Evolução Biológica: da pesquisa ao ensino [recurso eletrônico]**. Porto Alegre: Editora Fi, 2017.

DIMARE, R. A. **A concepção da teoria evolutiva desde os gregos: ideias, controvérsias e filosofias**. Porto Alegre: EDIPUC-RS, 2002.

DOBZHANSKY, Theodosius G. Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. **The American Biology Teacher**, v. 35, n. 3, p. 125 – 129, 1973.

DOBZHANSKY, Theodosius G. **Genetics and origin of species**. New York: Columbia University. 1951.

DONDA, P. F.; MARTINS, L. A. P. As concepções de Erasmus Darwin sobre a transmutação dos animais. **Filosofia e História da Biologia**, v. 11, n. 1, p. 121-135, 2016.

EBERLIN, M. N. **Fomos planejados: a maior descoberta científica de todos os tempos**. 5. ed. São Paulo: Editora Mackenzie, 2019.

ELDREDGE, Niles. **Unfinished synthesis : biological hierarchies and modern evolutionary thought**. New York : Oxford University, 1985.

FERNANDES, L. M. O homem-máquina de La Mettrie. **Revista Alamedas**, v. 2, n. 1, 2014.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed. São Paulo: Artmed, 2009.

FREITAS, L. A teoria evolutiva de Darwin e o contexto histórico. **Bioikos**, v. 12, n. 1, p. 55-62, 1998.

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

FUTUYMA, D. J. **Biologia Evolutiva**. 3 ed. Tradução F. Afonso. Ribeirão Preto: Editora FUNPEC, 2009.

FUTUYMA, D.J. **Evolução, ciência e sociedade**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Genética, 2002

GIL, A. C. **Métodos e técnicas da pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GILSON, E. **A filosofia na Idade Média**. Trad. Eduardo Brandão. São Paulo: Martins Fontes, 1995.

GOEDERT, L.; LEYSER, V.; DELIZOICOV, N. C. A formação do professor de biologia na UFSC e o ensino da evolução biológica. **Editora Unijuí**, v. 21, n. 76, 2006.

GOULD, S. J. **The Structure of Evolutionary Theory**. Cambridge: Belknap Press, 2002.

GREGORY, T. R. Understanding natural selection: essential concepts and common misconceptions. **Evolution, Education & Outreach**, v. 2, n. 2, p. 156-175, 2009.

GUIMARAES, M. Teoria em movimento . **Pesquisa Fapesp**, 2018.

HAM, K.; ROSS, H.; HAARSMA, D. B.; MEYER, S. C. A origem: quatro visões cristãs sobre criação, evolução e design inteligente. Trad. Roberto Covolan. Rio de Janeiro: Thomas Nelson, 2019.

- HANSEN, T. F.; HOULE, D. Measuring and comparing evolvability and constraint in multivariate characters. **Journal of evolutionary biology**, v. 21, n. 5, p. 1201–19, 2008.
- HERMINDA, P. M. V.; ARAÚJO, I. E. M. Elaboração e validação do instrumento de enfermagem. **Ver. Bras. Enferm**, v. 59, n.3, p. 314-320, 2006.
- HOKAYEM, H.; BOUJAOUDE, S. (2008). College students' perceptions of the theory of evolution. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 45, n. 4, p. 395–419, 2007.
- HORVITZ, R. Worms, Life, and Death (Nobel Lecture). **ChemBioChem**, v. 4, n. 8, 2003.
- JABLONKA, E.; LAMB, M. **Evolution in Four Dimensions: Genetic, Epigenetic, Behavioral, and Symbolic Variation in the History of Life**. MIT Press. 2005.
- JÚNIOR, W. A. F. A construção da oposição entre Lamarck e Darwin e a vinculação de Nietzsche ao eugenismo. **Sci. stud.**, v. 9, n. 4, 2011.
- JÚNIOR, J. A. B.; MATSUDA, L. M.. Construção e validação de instrumento para avaliação do Acolhimento com Classificação de Risco. **Rev Bras Enferm**, v. 65, n. 5, p. 751-757, 2012.
- KORMONDY, E. J. Erasmus Darwin, 18th – century polymath. **American Biology Teacher**, v. 73, n. 2, p. 68-71, 2011.
- KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 2 ed. São Paulo: Editora HARBRA, 1986.
- KRASILCHIK M. Reformas e realidade o caso do ensino das ciências. **Perspectivas**, v. 14, n. 1, 2000.
- KUHN, Thomas. **A estrutura das revoluções científicas**. 2. ed. São Paulo: Perspectiva, 1978.
- LALAND, K. N.; ULLER, T.; STERELNY, K., MÜLLER, G. B.; MOCZEK, A.; JABLONKA, E.; ODLING-SMEE, J. The extended evolutionary synthesis: its structure, assumptions and predictions. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 282, p. 1-14, 2015
- LEIBNIZ, G. W. **Protogaea**. Trad. Claudine Cohen e Andre Wakefield. Chicago: University of Chicago Press, 2008.
- LEWONTIN, Richard C. **Genes, ambiente e organismos. Histórias esquecidas da ciência**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, p. 93-109, 1997.
- LEWONTIN, R. C. **Biologia como ideologia: a doutrina do DNA**. Trad. Moura Duarte, Francine Muniz e José Tadeu Sales. Ribeirão Preto: FUNPEC, p. 93 – 113, 2000.

LICATTI, F. **O Ensino de Evolução Biológica no Ensino Médio: investigando concepções dos professores de Biologia**. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência) Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2005.

LIMA, C. P. **Evolução biológica: controvérsias**. São Paulo: Ática, 1988.

MAANEN, J.V. Reclaiming Qualitative methods for organizational research: a preface, in administrative Science. **Administrative Science Quarterly**, v. 24, n. 4, 1979.

MARTINS, L. A. P. **A teoria da progressão dos animais, de Lamarck**. Rio de Janeiro: Booklink, 2007.

MARTINS, L. A. P. **Nos tempos de Lamarck: o que ele realmente pensava sobre Evolução Orgânica**. Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.ghtc.usp.br/server/PDF/lacpm-Tempos-de-Lamarck.PDF>>. Acesso em: 20 de outubro de 2019.

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

MATTHEWS, M. R. History, philosophy, and science teaching: The present rapprochement. **Science & Education**, v. 1, n. 1, p. 11-47, 1992.

MAYR, E. **Desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança**. Trad. Ivo Martinazzo. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1998 [1982].

MAYR, E. **Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica**. Trad. Marcelo Leite. São Paulo: Companhia das Letras, 2005

MAYR, E. 2008. **Isto é Biologia**. Trad. Claudio Angelo. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

MAYR, E. **O que é a Evolução**. Trad. Ronaldo Sergio e Sergio Coutinho de Biasi. Rio de Janeiro: Rocco, 2009.

McNEIL, M. **Under the banner of science: Erasmus Darwin and his age**. Manchester: Manchester University Press, 1987.

MEGLHIORATTI, F. A. **História da construção do conceito de evolução biológica: possibilidades de uma percepção dinâmica da ciência pelos professores de biologia**. Dissertação. Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Bauru. São Paulo: Unesp, 2004. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/90876>. Acesso em 25/07/2017.

MEGLHIORATTI, F. A.; BRANDO, F. R.; ANDRADE, M. A. B. S.; CALDEIRA, A. M. A. **A integração conceitual no Ensino de Biologia: uma proposta hierárquica de**

organização do conhecimento biológico. In: CALDEIRA, A. M. A.; ARAUJO, E. S. N. N. (orgs.). Introdução à Didática da Biologia. São Paulo: Escrituras Editora, 2009.

MEGLHIORATTI, F. A.; CALDEIRA, A. M. A.; BORTOLOZZI, J. Recorrência da idéia de progresso na história do conceito de 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.** Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Faculdade de Física, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre 2008.

MEYER, D.; EL-HANI, C. N. **Evolução: o sentido da biologia.** São Paulo: Ed. da Unesp, 2005.

MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade.** 20. ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

MINAYO M. C. S. **O desafio do conhecimento. Pesquisa qualitativa em saúde.** 9ª edição revista e aprimorada. São Paulo: Hucitec; 2006. 406 p.

MORAES R.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva.** 3. ed. rev. e ampl. Ijuí: Ed. Unijuí, 2016.

MOREIRA, M. A. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 2, p. 43 – 63, 2011.

MORTENSON, T. Young-Earth Creationist View Summarized And Defended. **Answers Research Journal**, 2011.

NEVES, J. L. Pesquisa Qualitativa – Características, Usos e Possibilidades. **Caderno de Pesquisa em Administração**, v. 1, n. 3, 1996

OLEQUES, L. C.; BOER, N.; TEMP, D. S.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L. Evolução biológica como eixo integrador no ensino de biologia: concepções e prática de professores do ensino médio. Atas... VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, VIII ENPEC, 2011.

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

PAPAVERO, N.; TEIXEIRA, D. M.; RAMOS, M.C. **A Protogea de Leibniz (1749): uma teoria sobre a evolução da terra e a origem dos fósseis.** São Paulo: Plêiade, 1997.

PENNOCK, Robert T. **Tower of Babel: The evidence against the new creationism.** Massachusetts: The MIT Press, 1999.

PIGLIUCCI, M. Is evolvability evolvable? **Nature Reviews Genetics**, v. 9, p. 75-82, 2008.

PIGLIUCCI, M. An Extended Synthesis for Evolutionary Biology. **Annals of the New York Academy of Sciences**. v. 1168, p. 218–228. 2009.

PIGLIUCCI, M. **Denying evolution: creationism, scientism, and the nature of science**. England: Oxford University Press, 2002.

PIGLIUCCI, M.; MÜLLER, G.B. **Evolution: the extended synthesis**. MIT press. 2010. 504p

POLISELI, L.; OLIVEIRA, E. F.; CHRISTOFFERSEN, M. L. O Arcabouço filosófico da biologia proposto por Ernst Mayr. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 6, n. 1, p. 106-120, 2013.

PSILLOS, S; CURD, M. **The Routledge Companion To Philosophy Of Science**. New York: Routledge Philosophy Companions, 2008

RAMOS, M. C. Maupertius e o pensamento evolutivo na época das luzes. **Kronos**, n. 2, p. 134-154, 2016.

RIDLEY, M. **Evolução**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

ROLDI, M. M. C; SALIM, C. R. Ensino de Evolução Humana na Educação Básica: Uma intervenção participativa para aproximar aspectos biológicos e aspectos socioculturais. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 4, 2018.

SANTOS, C. F. M.; CAMPOS, R. D. S. Apontamentos acerca da Cadeia do Ser e o lugar dos negros na filosofia natural na Europa setecentista. **Hist. cienc. saude-Manguinhos**, v. 21, n. 4, 2014.

SANTOS, C. M. D; CALOR, A. R. Ensino de biologia evolutiva utilizando a estrutura conceitual da sistemática filogenética – II. **Ciências & Ensino**. v. 2, n. 1, 2007.

SANTOS, W. L. P; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para a ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.95-111, 2001.

SCHILLER, F. C. S. Darwinism and design argument. In: SCHILLER, F. C. S (coord.). **Humanism: philosophical essays**. Nova York: The Macmillan Co: 1903.

SCHLICHTING, C. D.; PIGLIUCCI, M. **Phenotypic Evolution: A Reaction Norm Perspective**. Massachusetts: Sinauer Associates, 1998.

SELL, S. **História da filosofia I: livro didático**. Palhoça: UnisulVirtual, 2008

SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Disciplina escolar Biologia: entre a retórica unificadora e as questões sociais**. In: MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. Ensino de Biologia: conhecimentos e valores em disputa. Niterói: Eduff, p. 50-62, 2005.

SEPÚLVEDA, C.; EL-HANI, C. N. Quando visões de mundo se encontram: religião e ciência na trajetória de formação de alunos protestantes de uma licenciatura em ciências biológicas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 9, n. 2, p. 137-175, 2004.

SILVA, J. K. **Uma abordagem estocástica da evolução do sexo e recombinação**. Dissertação (Mestrado em Biometria e Bioestatística Aplicada), Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2010.

SILVA, P. R.; ANDRADE, M. A. B.; CALDEIRA, A. M. A. **Concepções de professores de biologia a respeito da diversidade dos seres vivos: uma análise, considerando o desenvolvimento histórico das ideias evolucionistas**. Em BASTOS, F. org. Ensino de ciências e matemática III: contribuições da pesquisa acadêmica a partir de múltiplas perspectivas. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010.

SMOCOVITIS, V. B. Unifying biology: The evolutionary synthesis and evolutionary biology. **Journal of the History of Biology**, v. 25, n. 1, p. 1-65, 1992.

SOUZA, J. C. **Os pré-socráticos: fragmentos, doxografia e comentários**. São Paulo: Nova Cultural, 2000.

THÉODORIDÈS, J. **História da Biologia**. Lisboa: Edições 70, 1965.

TIDON, R. Sistemas de Herança: as múltiplas dimensões da evolução. **Rev. de Filosofia Moderna e Contemporânea**. Brasília, v. 6, n. 1, jul. 2018.

TIDON, R.; LEWONTIN, R. C. Teaching evolutionary biology. **Genetics and Molecular Biology**, v. 27, n. 1, p. 124-131, 2004.

TIDON, R.; VIEIRA, E. O ensino da evolução biológica: um desafio para o século XXI. **ComCiência Revista Eletrônica de Jornalismo Científico**. SBPC, 2009.

VIERO, M. R. Evolução biológica: uma abordagem histórica. In: PARANÁ, Secretaria de Estado da Educação. **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE Produções Didático-Pedagógicas**, vol. 11, Versão On-line, 2013. Disponível em: <

http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_utfpr_bio_pdp_marcia_regina_viero.pdf>. Acesso em: 15 outubro de 2019.

VOM STEIN, A. **CREATIO**. Lynchen: Daniel-Verlag, 2005.

Weber, C.; Johnson, M.; Arceneaux, K. Genetics, Personality, and Group Identity. **SSQ**, v. 92, n. 5, 2011.

WEST-EBERHARD, M. J. **Developmental plasticity and evolution**. Oxford, England: Oxford Univ. Press. 2003.