



SÍNTESE MODERNA E SÍNTESE ESTENDIDA DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NA PERSPECTIVA DE ACADÊMICOS DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DE DUAS UNIVERSIDADES BRASILEIRAS

MODERN SYNTHESIS AND EXTENDED SYNTHESIS OF BIOLOGICAL EVOLUTION IN THE PERSPECTIVE OF BIOLOGICAL SCIENCES ACADEMICS FROM TWO BRAZILIAN UNIVERSITIES

SÍNTESIS MODERNA Y SÍNTESIS EXTENDIDA DE LA EVOLUCIÓN BIOLÓGICA EN LA PERSPECTIVA DE ACADÉMICOS DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE DOS UNIVERSIDADES BRASILEÑAS

Aline Alves da Silva* , Lourdes Aparecida Della Justina** , Maria Júlia Corazza***

Cómo citar este artículo: Da silva, A.; Justina, L.A.; Corazza, M.J. (2021). Síntese moderna e síntese estendida da evolução biológica na perspectiva de acadêmicos de ciências biológicas de duas universidades brasileiras. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(3), 553-568. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.16404>

Resumo

Este trabalho teve como objetivo analisar os discursos apresentados pelos acadêmicos de Ciências Biológicas de duas universidades brasileiras quanto a seus conhecimentos em relação ao tema evolução biológica, buscando identificar indícios de que conhecimentos provenientes da teoria da síntese estendida estão (ou não) sendo abordados durante a graduação. Para a constituição dos dados, foi solicitado que os sujeitos apresentassem justificativa para seu posicionamento de concordar ou discordar das afirmativas propostas sobre o tema. As explicações dos estudantes foram interpretadas por meio da análise de discurso, que permitiu a identificação da presença de termos como epigenética, plasticidade fenotípica, desenvolvimento biológico, entre outros. Concluiu-se que a citação desses conceitos configura-se em indício discursivo de que esses conhecimentos estão ampliando a forma como a evolução está sendo compreendida também pelos estudantes de graduação dos cursos de Ciências Biológicas investigados.

Palavras Chave: Evolução, formação de professores, síntese estendida, síntese moderna.

Abstract

This work aims to analyze discourses presented by Biological Science undergraduates from two Brazilian Universities regarding their knowledge of Biological Evolution. It aims to identify evidence if the knowledge derived from the Theory of Extended Synthesis is (or is not) being addressed during the graduation period. To take data, we ask undergraduates students to defend whether they agreed or disagreed with proposals. The students' explanations were interpreted through discourse analysis, which allowed us

Recibido: 28 de mayo de 2020; aprobado: 26 de noviembre de 2020

* Universidade Estadual de Maringá, alinesilva4550@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1481-1042>

** Universidade Estadual do Oeste do Paraná, lourdesjustina@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6013-7234>

*** Universidade Estadual de Maringá, mjcorazza@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5527-9932>

to identify the presence of terms such as epigenetics, phenotypic plasticity, biological development, among others. It was concluded that by citing these concepts, discursive evidence is configured that this knowledge is expanding the way in which evolution is also being understood by undergraduate students of the Biological Sciences courses investigated.

Keywords: evolution, teacher training, extended synthesis, modern synthesis.

Resumen

El artículo tuvo como objetivo analizar los discursos presentados por los académicos de ciencias biológicas de dos universidades brasileñas en cuanto a sus conocimientos relacionados al tema Evolución Biológica, buscando identificar evidencias de que los conocimientos provenientes de la Teoría de la Síntesis Extendida están (o no) siendo tomadas durante la graduación. Para la constitución de los datos, se pidió a los sujetos que justificaran su posición para estar de acuerdo o en desacuerdo con las declaraciones propuestas sobre el tema. Las explicaciones de los estudiantes fueron interpretadas por medio del análisis del discurso, que nos permitió la identificar la presencia de términos como epigenética, plasticidad fenotípica, desarrollo biológico, entre otros. Se concluyó que al citar esos conceptos se configura una evidencia discursiva de que esos conocimientos están ampliando la forma como la evolución está siendo comprendida también por los estudiantes de pregrado de los cursos de Ciencias Biológicas investigados.

Palabras clave: evolución, formación docente, síntesis extendida, síntesis moderna

1. Introdução

Para que o professor de Biologia esteja capacitado a construir o conhecimento com seus alunos é necessário que ele tenha domínio do conteúdo da disciplina a ser ensinado (Biologia, Matemática, História, etc.), dos conteúdos pedagógicos (didática, metodologias de ensino, etc.), dos curriculares (referentes à forma como as instituições educacionais selecionam e organizam os conhecimentos disciplinares) que, em conjunto aos conhecimentos resultantes da experiência, compõem os saberes necessários à profissão docente propostos por Tardif (2012) e Gauthier (1998).

Os saberes disciplinares, conteúdo a ser ensinado, constituem os diversos campos de conhecimentos,

provenientes da sociedade atual, que são integrados às universidades na forma de disciplinas (como exemplo, Biologia Geral ou escolher Biologia Celular, Matemática Básica, História Antiga, etc.). Nas palavras de Tardif (2012, p.38), “os saberes das disciplinas emergem da tradição cultural e dos grupos sociais produtores de saberes” (TARDIF, 2012, p.38).

Neste artigo tratamos de saberes disciplinares da Biologia, pautando-nos na ideia, defendida por autores como Dobzhansky (1973), Meyer e El-Hani (2005), Dawkins (2007) e Mayr (2009), de que os conhecimentos biológicos somente podem ser compreendidos se forem estudados em uma perspectiva evolutiva.

Antes de nos referirmos aos diferentes aspectos do pensamento evolutivo, tal como se apresenta na

atualidade, é preciso lembrar que, inicialmente quando Charles Darwin publicou o livro “On the origin of species”, em 1859, a ideia de evolução foi amplamente rejeitada. De acordo com Mayr (2009), foi preciso um século de acontecimentos para que essa forma de pensar fosse aceitável, de modo a integrar a produção de conhecimentos na Biologia e contribuir para a autonomia desta ciência. Anteriormente a Darwin, durante e logo após a revolução científica, no iluminismo do século XVIII, outras maneiras de perceber a realidade foram repensadas, ressurgindo compreensões de que as coisas do mundo “evoluem” ou “se transformam”. Essa forma de pensar culminou em um movimento que envolveu a origem e a transformação das estrelas e do sistema solar, a transformação do relevo da Terra e a evolução biológica dos seres vivos (MEYER; EL-HANI, 2005). A esse respeito deste conceito, Ridley (2006, p. 28) explica 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.

Uma das primeiras explicações do mundo moderno para a evolução foi proposta pelo francês Georges Louis Leclerc “Buffon” (1707–1788) e pode ser resumida da seguinte forma: “A geração espontânea origina um conjunto de seres vivos e estes, sob a influência do ambiente, dão origem a novas formas, aumentando a diversidade de formas vivas” (MEYER; EL-HANI, 2005, p.19). Buffon acreditava que a geração espontânea era capaz de originar seres complexos, modo de pensar diferente de Jean-Baptiste Lamarck, que tinha como ideia central em sua teoria “[...] uma tendência inerente à vida de aumento de complexidade, a qual originava formas complexas a partir de múltiplas formas primitivas que surgiam por geração espontânea” (ibid, p.24).

Para Ridley (2006), nenhum dos pensadores

anteriores a Lamarck elaborou qualquer ideia consistente o suficiente que pudesse ser reconhecida, atualmente, para explicar porque as espécies mudam. Isso só veio a acontecer em 1809 com a publicação do trabalho de Lamarck, “Philosophie Zoologique”, na qual ele argumentava que as espécies se modificam ao longo do tempo e se transformam em outras espécies. A forma que ele explicava as mudanças herdáveis diferem das apresentadas por Darwin, uma vez que para Lamarck as linhagens persistem indefinidamente, ocorrendo modificações de uma forma para outra, não havendo ramificações e nem extinções em seu sistema. Outra forma de pensamento que era defendida por esse naturalista é a conhecida herança dos caracteres adquiridos, na qual as características adquiridas pelos indivíduos ao longo da existência seriam repassadas aos seus descendentes. Essa ideia também foi utilizada por Darwin ao ser questionado sobre a origem da variação biológica que estaria disponível à ação da seleção natural.

O processo de seleção natural, proposto ao mesmo tempo mas de modo independente por Darwin (1858, 1859) e Wallace (1858), resume-se na ideia de que características vantajosas presentes em indivíduos de uma população que vive em um determinado ambiente são selecionadas, enquanto que outras, de indivíduos diferentes, são eliminadas por não contribuírem para a sobrevivência. Para que isso ocorra é necessário que haja uma grande quantidade de indivíduos, visto que aumenta a possibilidade de haver variação e garante-se que determinada característica se mantenha em meio à população, sendo essa variação necessária e aleatória. Entretanto, Darwin não excluía outros mecanismos complementares à seleção natural para explicar a evolução biológica (SILVA; SANTOS, 2015).

Darwin propôs dois mecanismos de mudanças evolutivas baseados na ancestralidade comum. O primeiro consiste na anagênese (ana - para cima; gênese - origem), nesse processo ocorre um “movimento “para cima” de uma linhagem

evolutiva, a transformação gradual de uma ancestral e seus descendentes diretos” (MAYR, 2009, p. 31). O outro mecanismo se fundamenta na cladogênese (clado – ramo; gênese - origem), que “consiste na subdivisão de linhagens evolutivas ou, de forma mais geral, no surgimento de novos ramos (clados) na árvore filogenética” (MAYR, 2009, p. 32). Ou seja, inicialmente ocorre um evento de especiação e esse novo clado pode se tornar um ramo importante da árvore filogenética e ir, com o tempo, tornando-se cada vez mais diferente da forma ancestral.

A teoria da síntese moderna da evolução tem a seleção natural como o principal mecanismo para promover o desenvolvimento tanto do micro quanto da macro evolução, aceitando a necessidade de apenas outros mecanismos de separação ou isolamento de populações para que surjam novas espécies (ALMEIDA; EL-HANI, 2010). Segundo esta teoria, também chamada de teoria sintética da evolução, a variação resultaria apenas dos processos de mutação, que podem ocorrer na replicação do DNA, e dos processos de recombinação gênica entre cromossomos homólogos, durante a formação dos gametas na meiose. Dessa forma, a variação ocorreria de maneira aleatória e não teria relação com uma melhora adaptativa (SILVA; SANTOS, 2015).

Assim, em resumo, conforme Ribeiro (2014, p. 3):

O advento da síntese moderna (1918-1950) incorporou as descobertas de Mendel à teoria da evolução de Darwin. Posteriormente, com as contribuições da Biologia Molecular acerca de mecanismos específicos de hereditariedade e expressão fenotípica, houve muito avanço no desvendamento das vias que relacionam DNA, RNA e proteínas. Por muito tempo, entretanto, a origem da variabilidade foi associada principalmente a mutações aleatórias que, se vantajosas sob determinadas condições ambientais, aumentavam em frequência na população por meio de seleção natural. A Biologia Evolutiva baseava-se em uma visão “genocêntrica”, não valorizando as descobertas que alertavam para a importância da influência do ambiente na expressão e transmissão de características.

Atualmente, sabe-se que outros fatores, além da seleção natural, da deriva genética e do

isolamento geográfico, interferem no processo evolutivo, como destacam Pigliucci (2009), Pigliucci e Muller (2010), Jablonka e Lamb (2010), entre outros autores que defendem a necessidade de uma extensão da teoria sintética da evolução. Entretanto, ainda hoje não existe um consenso no meio acadêmico referente à teoria da síntese estendida da evolução. Alguns estudiosos do tema como Dickins e Rahman (2012) e Futuyma (2013) defendem que as mudanças que ocorrem com as novas pesquisas não seriam suficientes para haver uma ampliação da síntese. Já outros pesquisadores como Reis e Araújo (2019) defendem que não é adequado dizer que se trata de uma simples extensão, uma vez que esse termo carrega um sentido conservador, com o indicativo de que continuaria havendo uma síntese e que essa seria somente estendida. Entretanto, de acordo com os autores, a proposta denominada síntese evolutiva estendida vai, além disso, visto que se trataria de uma releitura dos pressupostos que compõem a síntese moderna.

Nesta mesma linha de pensamento, Muller (2017) destaca que a síntese moderna da Evolução tornou-se um paradigma bem estabelecido, que tem suas origens em um quadro teórico estruturado na primeira metade do século XX e que perdura até os dias atuais. Entretanto, o autor defende que com os conhecimentos provenientes de pesquisas atuais como o desenvolvimento biológico, a epigenética, o nicho construído e a plasticidade fenotípica, é necessário repensar a forma como a evolução é compreendida. Presencia-se, portanto, nos discursos do mundo acadêmico atual enunciados que constituem uma formação discursiva dominante (PÊCHEUX, 1988) que busca proteger a teoria sintética da evolução.

Todavia, como reconhecido por Muller (2017), muitas mudanças ocorreram desde que esta teoria foi estabelecida, a começar pela proposição da natureza e estrutura do material genético, que serviu de base para o desenvolvimento de pesquisas e a produção de conhecimento em diversas áreas como, por exemplo, na Biologia e genética molecular; na Biologia evolutiva, destacando-se os estudos sistemáticos e filogenéticos; na Biologia do desenvolvimento e na ecologia, entre outras matrizes disciplinares da ciência Biologia. Torna-

se evidente que a compreensão de evolução teve expansão de forma significativa, e seria um erro dizer que essas pesquisas, tanto conceituais como empíricas, não acarretariam em mudanças teóricas. Nesse cenário acadêmico, os interdiscursos, ou seja, a exterioridade discursiva dos “diferentes autores, que vão constituindo a ciência, produz a necessidade de uma re-significação [...]” (ORLANDI, 2007).

Nesse processo de construção de sentidos e significados, muitos conhecimentos atualizados podem interferir na forma como se compreende a evolução, são eles a epigenética, a plasticidade fenotípica, o desenvolvimento biológico e a construção de nicho. Em se tratando dos estudos que envolvem evolução e desenvolvimento biológico, podemos dizer que tiveram raízes nas pesquisas de William Batson (1861-1926), de Richard Benedict Goldschmidt (1878-1958), de Conrad H. Waddington (1905-1975) Segundo Vieira (2017, p. 217-218), Goldschmidt, assim como Waddington, se debruçaram [...] em pesquisas com o intuito de compreender fenômenos como a norma de reação (descreve o padrão de expressão fenotípica a partir de um dado genótipo em resposta às variações ambientais) e assimilação genética (processo pelo qual um fenótipo originalmente produzido em resposta a uma condição ambiental, como a exposição a um teratogênio, torna-se posteriormente geneticamente codificado por seleção artificial ou seleção natural).

Vieira (2017) descreve, ainda, que esses pensamentos não tiveram espaço em meio à teoria evolutiva que estava desabrochando nas primeiras décadas do século XX, a qual se caracterizava por unir os pensamentos sobre seleção natural, de Charles R. Darwin (1809-1882), e Alfred R. Wallace (1823-1913), com genética de populações, modelos matemáticos, modificações por meio de mutação, que ocorria de forma lenta e gradual. Essa união entre desenvolvimento e evolução só viria a acontecer décadas mais tarde, entre 1970 e 1980, com a obra “Ontogeny and Phylogeny”, de Stephen J. Gold, publicada em 1977.

Deste modo, é evidente que os estudos atuais estão direcionando a teoria da evolução para uma reanálise e uma nova interpretação, pois, além da genética molecular continuar sendo um

importante aporte para essa teoria, ainda estão sendo integrados os conhecimentos referentes à Biologia do desenvolvimento do organismo, a epigenética, o nicho construído e a plasticidade fenotípica. Como destacam Santos e El-Hani (2013, p.201), “torna-se necessário compreender a possível influência de outros mecanismos ou fatores evolutivos, que podem estar atuando de modo antagonístico ou sinérgico à seleção”.

Um desses conhecimentos é a Biologia do desenvolvimento que Conforme Gilbert (2003), pode integrar várias áreas do conhecimento, como molecular, química, fisiológica etc., com um objetivo único de entender “Como um ovo fertilizado origina um ser adulto, e como esse ser adulto produz um outro ser?” (GILBERT, 2003, p. 2). O desenvolvimento não privilegia nenhum componente do organismo, pois é uma relação de sistemas dependentes entre si, os quais funcionam por retroalimentação, sendo assim, não pode ser simplificado como uma leitura de um código ou um programa (MULLER, 2017).

A Biologia do desenvolvimento, conforme Almeida e El-Hani (2010, p. 12), “constitui uma nova abordagem para a compreensão da evolução da forma orgânica, que enfoca genes que regulam o desenvolvimento e os efeitos de mudanças em seus padrões de expressão sobre a forma do organismo”. Dessa forma, pode-se ressaltar que esses processos focados no desenvolvimento têm importante atuação na formação fenotípica do indivíduo; ainda, esses genes podem ser influenciados por fatores externos, os quais podem direcionar a expressão deles.

Outro importante mecanismo atuante na evolução são as heranças não genéticas ou epigenéticas. Esse mecanismo foi observado inicialmente por Conrad H. Waddington, mas somente a partir dos anos 1990 foi possível descrever como o mesmo genótipo poderia formar fenótipos diferentes e estes serem fixados nas populações. As alterações epigenéticas podem ocorrer de três maneiras: metilação do DNA, modificação das histonas e modulação da expressão gênica mediada por RNA não codificante (VIEIRA, 2017).

Conforme Silva e Santos (2015), as mudanças nos fenótipos não são ilimitadas, visto que a regulação da expressão gênica, que

gera a variação, ficaria restrita aos Módulos de Padronização dinâmica (MDPs). Assim, esses MDPs, em conjunto ou isolados, seriam capazes de formar diversificados padrões fenotípicos. Dessa maneira, os autores ressaltam:

Em uma definição contemporânea, a seleção natural fica condicionada à variação existente e às condições que geram essa variação, uma vez que os processos descritos acima demonstram que, para que ocorra uma mudança nos morfotipos disponíveis, não é necessário mudança expressiva nas sequências gênicas (SILVA; SANTOS, 2015, p. 56).

Os processos baseados na epigenética e nos MDPs produzem variação limitada; então, a seleção atuaria como responsável pelo refinamento e pela manutenção dessas características originadas de fontes diversificadas. Assim, a evolução não ocorreria apenas de forma gradual; ela pode ocorrer, também, aos saltos, alterando radicalmente os organismos em um período de tempo bem mais curto do que se imaginava. Portanto, a seleção pode atuar tanto na produção de fenótipos como nas pressões seletivas que mantêm essas mudanças nos organismos (SILVA; SANTOS, 2015).

Também, faz-se necessário repensar a evolução em termos de plasticidade fenotípica, sobre a qual, até o momento, tem-se o conhecimento de que o organismo não é agente passivo nas mudanças ambientais, como se pensava anteriormente, na síntese moderna. Em casos específicos, ele responde por meio de formas adaptativas distintas, as quais podem ocorrer em uma única geração ou ao longo de várias gerações (SILVA; SANTOS, 2015). Os autores ainda destacam que “[...] na realidade, não são os genes que evoluem, mas, sim, as redes de interação gênica que modulam a expressão dos genes propriamente ditos” (SILVA; SANTOS, 2015, p.55).

Lima et al. (2017) ressaltam que para verificar as variações fenotípicas que ocorrem nos organismos é utilizada a norma de reação; nesse caso, analisa-se o que acontece com indivíduos geneticamente idênticos, quando transplantados. Esses indivíduos analisados geralmente são oriundos de estacas retiradas da mesma planta, gêmeos homocigóticos, indivíduos que se originam por bipartição, como planárias e bactérias, dentre

outros.

Alguns autores ainda defendem que é possível interferência nos processos evolutivos ocasionados pela construção de nicho, realizada pelos organismos, pois “A habilidade de construção e remodelamento do ambiente por determinado organismo é sedimentada em seu genótipo e transferida seletivamente entre gerações” (Oliveira, et al. 2016, p. 337). Assim, o organismo recebe de seus progenitores um nicho de partida que lhes é apresentado durante o desenvolvimento e esse micro-habitat é determinante na formação fenotípica do indivíduo. Dessa forma, “o organismo, ao longo do desenvolvimento biológico, é resultado das interações de seu genoma, do estágio anterior de desenvolvimento, do fenótipo potencial e do ambiente em que o desenvolvimento se estabelece” (Oliveira, et al. 2016, p. 339).

Pigliucci e Muller (2010) destacam que a síntese estendida tem como foco compreender a causa mecânica da evolução fenotípica, visto que a síntese moderna estudou dos dados fenotípicos pré-existentes. Então, a extensão tem o objetivo de expandir esses conhecimentos e explicar as condições de geração, fixação e variação das características fenotípicas. Assim, a teoria da evolução não se limita mais somente à explicação da elevação da frequência e à manutenção das variantes favoráveis; ela se expandiu para o esclarecimento das condições mecânicas para a formação e a inovação dessas características.

Os autores destacam ainda Pigliucci e Muller (2010) que as novas formas de compreensão referentes à teoria evolutiva não têm a intenção de diminuir o papel do gene na evolução, mas somente diminuir seu peso quanto à responsabilidade em gerar variação genética. Tal responsabilidade é atribuída, também, ao desenvolvimento, à fidelidade de sua herança e à fixação progressiva de traços fenotípicos pela plasticidade fenotípica. Assim, a evolução tem seu progresso mediante a captura de interações emergentes em circuitos epigenéticos, os quais são construídos e repassados por gerações. O maior problema em estender a síntese consiste na aceitação da comunidade científica, pois, conforme Laland et al. (2015), essa ampliação não implica somente em novas direções para a

pesquisa, mas ainda consiste em novas maneiras de pensar e interpretar problemas novos e familiares na Biologia Evolutiva.

Apesar de as pesquisas apontarem para mudanças na forma como a evolução é apresentada, mesmo que essas não excluam nada do que a síntese moderna dispõe, mas alterem a forma como esses são percebidos pela comunidade científica, ainda existe muita resistência por parte dos pesquisadores. Isso ocorre porque as pesquisas mais recentes modificam, mesmo que minimamente, o núcleo rígido do entendimento de como ocorre a evolução e acrescentam novas informações que complementam a síntese moderna. Mesmo que essas mudanças sejam consideradas uma extensão da síntese, ainda é difícil para pesquisadores tradicionais aceitá-las.

Como ressaltado por Scheifele, Corazza e Justina (2020, p.3)

Somente após a concretização do pensamento evolutivo em um grande paradigma das Ciências Biológicas, calcado em uma teoria consistente da evolução, que foi a Teoria Sintética, construída a partir de um coletivo de cientistas e pesquisadores de diferentes áreas, é que foi possível a autonomia e emancipação da Biologia como uma ciência única. Por isso, consideramos a evolução como eixo central, unificador e/ou articulador, dos conhecimentos biológicos, que proporcionou essa união em torno de uma ciência da vida, que é a Biologia.

Portanto, é necessário que esse conteúdo, com atualizações referentes à evolução, estejam presentes em sala de aula, como forma de integrar os conhecimentos biológicos. Santos e EL-Hani (2013, p.3-4) constroem uma discursividade referente “a importância da inserção da produção científica atual nos cursos de formação de professores é justificada por possibilitar o contato dos estudantes com questões científicas recentes”. Diante desta necessidade, os autores colocam como questionamento: “como trabalhar com um conhecimento integrado e pluralista sobre o processo evolutivo na formação de biólogos, tanto aqueles que se direcionarão para a pesquisa acadêmica e a atuação técnica, quanto aqueles que serão professores de Biologia” (ibid., p. 203).

Enfim, a evolução, desde que começou a ser pensada pelos cientistas, sofreu diversas alterações, as quais se complementam e possibilitam a construção desse conhecimento pela ciência. Dessa forma, entender como a evolução vem sendo modificada ao longo do tempo pode auxiliar os professores de Biologia a desenvolver seu trabalho em sala, visto que compreender esse conceito é imprescindível para entender essa ciência em sua totalidade e complexidade.

O exposto até o momento justifica a necessidade de pesquisas que buscam investigar como os formandos de cursos em Ciências Biológicas compreendem a temática evolução biológica, analisando se suas construções discursivas apresentam informações provenientes da produção de conhecimentos mais recente que podem alterar ou reinterpretar a forma de como a evolução vem sendo compreendida desde a estruturação da síntese moderna.

Diante desta justificativa, este trabalho de pesquisa teve o objetivo de analisar os discursos apresentados por acadêmicos de Ciências Biológicas de duas universidades brasileiras em relação aos seus conhecimentos sobre o tema evolução biológica, com o intuito identificar indícios de que conhecimentos provenientes da teoria da síntese estendida estão (ou não) sendo abordados durante a graduação.

2. Desenvolvimento Metodológico

Neste artigo foram analisadas as construções discursivas apresentadas por acadêmicos formandos em Ciências Biológicas, modalidade licenciatura, de duas universidades brasileiras. Para obtenção desses discursos foi solicitado que justificassem, de forma escrita, sobre sua decisão em concordar ou discordar de afirmativas acerca da temática evolução. Antes de aplicar o instrumento aos acadêmicos, as afirmativas foram submetidas ao processo de validação em um grupo de pesquisa (Grupo de Educação em Ciências e Biologia - GECIBIO) e avaliadas quanto à forma e o conteúdo. Quatro dessas afirmativas foram selecionadas para compor o quadro de análise deste artigo (Quadro 1). Como resultado, obtiveram-se 43 (quarenta e três) questionários, sendo 21 de uma universidade e 22 da outra, para

manter o anonimato dos sujeitos de pesquisas as respostas foram codificadas em A1, A2, ..., A43.

Quadro 1: Questionário destinado aos alunos do último ano do curso de Ciências Biológicas

- 1) A seleção natural é considerada o único agente atuante na seleção das características fenotípicas, assim promovendo a evolução. () concordo () discordo. Explique.
- 2) Um indivíduo não pode variar o seu fenótipo de acordo com o ambiente em que está inserido. () concordo () discordo. Explique.
- 3) A variação fenotípica é produto da formação genotípica do indivíduo e dos processos de *crossing over* que ocorrem durante a gametogênese. () concordo () discordo. Explique.
- 4) O ambiente não tem o poder de interferir na expressão gênica, ele somente pode exercer influência no indivíduo depois de sua formação completa. () concordo () discordo. Explique.

Fonte: Autores

A análise das constituições discursivas acerca das teorias evolutivas ocorreu de forma qualitativa, baseada na teoria de Análise do Discurso francesa, que considera o sujeito uma construção histórica e social. Assim, essa teoria se apoia na reflexão que realiza referente ao sujeito e ao significado, pois considera que o sujeito ao significar, se significa, afastando-o do idealismo subjetivista, no qual é visto de forma individual, e também do objetivismo abstrato, para o qual o sujeito é universal (ORLANDI, 1994). Portanto, para analisar as construções discursivas apresentadas pelos acadêmicos, a Análise de Discurso possui elementos que permitem perceber os sentidos e significados que permeiam na realidade histórica, social e ideológica da qual esses estudantes fazem parte.

A Análise do discurso iniciou-se com os estudos de Michel Pêcheux (1938-1983), que descreve a teoria de como a linguagem se materializa em ideologia e como esta se manifesta na linguagem. Pêcheux tem como objetivo desvelar os mecanismos de determinação histórica que compõem os

processos de significação e, em seus escritos, busca centralizar a relação entre o simbolismo e a política (ORLANDI, 2005).

Orlandi (2005, p.11) destaca que “Pêcheux considera a língua como um sistema capaz de ambiguidade e define a discursividade como a inserção dos efeitos materiais da língua na história, incluindo a análise do imaginário na relação dos sujeitos com a linguagem”. Assim, pode-se afirmar que o discurso presente nas sociedades pode apresentar diversos sentidos, porém, não está desvinculado da história e do imaginário dos sujeitos.

Para essa análise, utilizamos as três etapas propostas por Orlandi (2009). Na primeira etapa, o analista, ao tomar contato com o texto, procura nele sua discursividade e lança uma primeira análise, ou seja, “constrói um objeto discursivo [...], desfazendo, assim, a ilusão de que aquilo que foi dito só poderia sê-lo daquela maneira” (ORLANDI, 2009, p.77). Ao realizar a segunda etapa, o analista observa os efeitos metafóricos. Orlandi (2009, p. 78), citando Pêcheux (1969), destaca que “é o fenômeno semântico produzido por uma substituição contextual, lembrando que este deslizamento de sentido entre X e Y é constitutivo tanto do sentido designado por X como por Y”. Assim, a metáfora faz parte do processo de produção de sentido e da constituição do sujeito, não é vista como desvio, mas, sim, como transferência (ORLANDI, 2009).

A terceira etapa consiste no processo discursivo e formação ideológica, acerca da qual Orlandi (2009, p.80) destaca:

Este modo de conceber o deslize, o efeito metafórico, como parte do funcionamento discursivo, liga-se à maneira de se conceber a ideologia. Pensando-se a interpretação, esse efeito aponta-nos para o “discurso duplo e uno”. Essa duplicidade faz referir um discurso a um discurso outro para que ele faça sentido; na psicanálise, isso envolve o inconsciente, na análise de discurso, envolve também a ideologia. Essa duplicidade, esse equívoco são trabalhados com a questão ideológica fundamental, pensando a relação material do discurso, a língua e a ideologia ao inconsciente.

Dessa forma, essa análise foi utilizada para perceber o discurso apresentado pelos acadêmicos formandos dos cursos de Ciências Biológicas de duas universidades brasileiras. Analisando as constituições de sentidos apresentados por esses acadêmicos quanto à temática evolução biológica.

3. As construções discursivas dos sujeitos sob a ótica da Análise do Discurso

Afirmativa 1 (um): “A seleção natural é considerada o único agente atuante na seleção das características fenotípicas, assim, promove a evolução”. Os dados correlacionados a essa afirmativa encontram-se no quadro abaixo.

Quadro 2: disposição das respostas dos acadêmicos para a questão 1

CONCORDO	DISCORDO	ABSTENÇÃO
4 acadêmicos	38 acadêmicos	1 acadêmico
A17, A27, A29, A34	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A18, A19, A20, A21, A22, A23, A24, A25, A26, A28, A30, A31, A32, A33, A35, A36, A37, A38, A39, A40, A42, A43.	A41

Fonte: Autores.

Quando são analisadas as constituições discursivas dos acadêmicos que concordam, encontram-se os seguintes discursos:

“Sim, a seleção natural é a única força que vai atuar selecionando as características das espécies”. **A17**

“Segundo os princípios de Darwin esta afirmação está correta”. **A27**

“Pode-se dizer que a seleção é um dos mecanismos evolutivos, entretanto, pesquisas atuais mostram que não é o único, apesar de ter sido um dos primeiros a ser descritos e entendidos. Este erro é bastante cometido, já que em um nível basal de compreensão da evolução, podemos afirmar que os outros processos evolutivos são apenas subtipos do termo gramático em si “seleção natural”, mas não do seu significado técnico real”. **A29**

Ao analisar os dados referentes às construções discursivas dos acadêmicos que concordam

com a afirmação, é possível perceber o discurso dos sujeitos envolvidos com a história da síntese moderna da evolução. Ao interpretar a formação discursiva de A29 torna-se evidente, por exemplo, a presença do debate entre os cientistas da necessidade de haver conhecimentos suficientes para fazer uma releitura da teoria da evolução. O discurso do acadêmico se assemelha ao apresentado por Dickins e Rahman (2012) e Futuyama (2013) que defendem que as novas pesquisas não oferecem respaldo suficiente para que exista uma releitura da síntese moderna, pois a mesma já contempla essas ideias.

Como os que discordam somam um total de 38, serão apresentados alguns exemplos das respostas discursivas, de acordo com as informações apresentadas pelos alunos. Percebeu-se que muitas justificativas utilizavam fatores presentes na síntese moderna da evolução, como a deriva genética e a mutação, como é possível observar nas construções discursivas a seguir:

“A mutações e recombinação gênica, por exemplo”.

A14

“Pode haver outros agentes atuantes, principalmente aleatórios, como catástrofes, teoria da deriva gênica entre outros”. **A15**

“A Evolução também é promovida pelas mutações no código genético, ocorrendo por vários fatores, no qual o organismo está exposto, além da seleção artificial”. **A30**

“Entre os promotores da evolução cabe destacar a importância da deriva genética responsável por fixar aleatoriamente um alelo em detrimento de outro na população. Trata-se também de uma forma de “seleção” embora não do mais “apto”. **A38**

Houve indicativos de algum conhecimento referente ao debate envolvendo a síntese estendida, apresentados nessa afirmativa, como se percebe nas respostas a seguir:

“epigenética e outros” A26

“hoje existem estudos, sobre epigenética que refutam a unanimidade” A11

Em relação à análise dos enunciados discursivos da questão 1, pode se acrescentar ainda que, apesar de os estudos sobre evolução estarem bem

além do que é proposto pela síntese moderna, os acadêmicos ainda possuem um conhecimento bastante restrito sobre o tema. Zabotti (2018) faz uma ampla análise de estado da arte de trabalhos relacionados ao tema Ensino de origem da vida e evolução biológica, analisando um total de 78 trabalhos realizados entre 2006 a 2018. Com a pesquisa, constatou-se que somente cinco deles abordaram a temática da Biologia do Desenvolvimento, enquanto as outras pesquisas recentes não mencionam tal aspecto evolutivo. A autora ressalta que “é certo o importante papel da seleção natural como mecanismo de mudança orgânica, mas não é o único” (ZABOTTI, 2018, p. 139).

Seguindo esse pensamento, Zabotti (2018, p. 140) ainda enfatiza que

[...] a necessidade de compreender a pluralidade dos mecanismos evolutivos, que vão além da seleção natural, podendo estar envolvidos já no desenvolvimento embrionário das espécies. Tendo isso em vista, é necessário buscar maneiras de incluir esse novo entendimento no ensino da Evolução. O primeiro passo consiste em introduzir os debates e as investigações a respeito da inclusão da Biologia Evolutiva no ensino, nos currículos escolares e na formação do professor, tanto na inicial como na continuada.

Assim, constatou-se, com os dados apresentados, que a maioria dos acadêmicos, ao apresentar resposta discursiva sobre o tema, demonstrou conhecimentos sobre evolução. Todavia, ficam restritos à síntese moderna, o que pode ser reflexo das aulas que receberam dos professores de Biologia. Sabe-se da necessidade de esses futuros docentes trabalharem os conhecimentos em seus amplos aspectos, dos quais um dos que apresentam grande relevância são os históricos. Entretanto, não se pode deixar de apresentar a amplitude que as pesquisas referentes ao tema Evolução estão alcançando na atualidade, para que esses profissionais possam trabalhar os conteúdos biológicos de uma forma mais abrangente utilizando esse tema como eixo integrador.

Desse modo, com a análise da constituição de sentidos presentes nos discursos da afirmativa 1,

visualiza-se a formação social e histórica do discurso (ORLANDI, 1994). Social porque as formações discursivas dos acadêmicos apresentam elementos que estão presentes nos discursos dos professores que ministram as aulas, como também nos de seus colegas, que participam das discussões, e autores dos referenciais teóricos utilizados nos estudos; histórico porque esses discursos são provenientes de uma construção histórica do conhecimento, fazendo parte do movimento científico e histórico vivenciado pelos professores e alunos.

A **afirmativa 2 (dois)**: “um indivíduo não pode variar o seu fenótipo de acordo com o ambiente em que está inserido”. As respostas para essa questão estão dispostas a seguir:

Quadro 3: disposição das respostas dos acadêmicos para a questão 2

Concordo	Discordo
4 acadêmicos	39 acadêmicos
A26, A35, A36, A41	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A22, A23, A24, A25, A27, A28, A29, A30, A31, A32, A34, A37, A38, A39, A40, A42, A43.

Fonte: Autores.

Dos acadêmicos que concordam com a afirmativa, somente dois apresenta, em sua justificativa, um discurso:

“Aparentemente, é o que conhecemos”. **A26**

“As características podem ser alteradas para que ele melhor se adapte ao ambiente”. **A41**

Pelas análises das constituições de sentidos, pode-se observar que A26 destaca que é o que, na atualidade, se tem conhecimento. Já A41 é contraditório em sua resposta, uma vez que opta em assinalar ‘concordo’ com a afirmativa, mas seu discurso ressalta que o indivíduo pode modificar suas características conforme o ambiente em que está inserido.

Os acadêmicos que discordaram da afirmativa formaram maioria, desta forma optou-se por apresentar somente alguns exemplos das construções discursivas apresentadas por esses acadêmicos como pode ser observado nos discursos a seguir:

“Indivíduos que vivem em ambientes

diferentes variam seu fenótipo. Como, por exemplo, a cor da pele". A2

"Existem diversas formas de mostrar que o genótipo expressa fenótipos diferentes de acordo com características regionais". A1

"Se o fenótipo do indivíduo não favorece a sua sobrevivência e reprodução, ele tende a desaparecer na população". A9

"Pode haver mutação desencadeada por vários fatores, seja por influência ambiental, nutricional ou genética que desencadeia variação". A21

"Se os fenótipos fossem fixos, ou seja, existe uma ausência de mecanismos evolutivos, como é possível a existência desta grande diversidade de organismos que podemos observar atualmente e através de fósseis? Para tanto, comprova-se que a resposta (causa) as pressões ambientais evolutivas os organismos respondem (consequência) de N maneiras em um longo período de tempo". A29

"O indivíduo pode variar o seu fenótipo de acordo com o ambiente, por exemplo, irmãos gêmeos separados na maternidade, morando em ambientes diferentes". A27

Como observado, os discursos referentes à justificativa para essa questão foram as mais variadas possíveis; entretanto, pode-se visualizar a presença da compreensão de que o ambiente pode alterar os fenótipos, mas não pode interferir no genótipo, a não ser por meio de mutação. Esse discurso é proveniente da síntese moderna, como descrito por Mayr (2009, p. 144), quando diz que "o pool gênico é constantemente renovado por mutações; contudo, a variação dos fenótipos que tornam possível a seleção natural é produzida pela recombinação que ocorre durante a meiose" (MAYR, 2009, p. 144).

Ao analisar a discursividade apresentada por A27, percebe-se ali indícios de conhecimentos referentes às pesquisas epigenéticas. Todavia, não existe no discurso verbal a menção de que essas modulações na expressão gênica, que ocorrem

por fatores externos, possam ser repassadas às gerações futuras. Assim, conforme Jablonka e Lamb (2010), por um período histórico aceitou-se que as memórias epigenéticas eram apagadas antes que a célula se tornasse um gameta; essa suposição descartou qualquer possibilidade de que variações epigenéticas induzidas pudessem ser herdadas. Porém, atualmente, as pesquisas biológicas mostram que é possível o ambiente interferir no genótipo, não mudando a sequência de bases nitrogenadas do DNA, mas por meio de heranças não genéticas (epigenéticas), ou seja, mesmo que a sequência de DNA continue a mesma durante o desenvolvimento, as células são capazes de guardar informações que serão transmitidas à prole.

Ainda, foi observado nas constituições de sentidos apresentados a essa questão, a citação do acadêmico A3, sem explicações, referente à plasticidade fenotípica, podendo representar um conhecimento mais profundo sobre essas pesquisas, ou somente um contato inicial com o tema. Segundo Mayer (2009), a capacidade de variações fenotípicas provenientes de determinado genótipo é denominada de norma de reação. Existem espécies com capacidades adaptativas muito altas, visto que sua amplitude de ajustar o fenótipo a mudanças ambientais drásticas e significativas, ou seja, elas possuem alta plasticidade fenotípica.

Ao analisar os discursos apresentados pelos acadêmicos, torna-se evidente que estes são sujeitos históricos de seu momento e ambiente de formação, pois a maioria evidenciou que possui conhecimentos referentes à formação fenotípica dos indivíduos e que esta não é uma determinação do genótipo. Conforme Orlandi (2009, p. 43) "a formação discursiva se define como aquilo que numa formação ideológica dada - ou seja, a partir de uma posição dada em uma conjuntura sócio histórica dada - determina o que pode e deve ser dito". Apesar de as explicações deixarem a desejar em vários quesitos, é perceptível que os acadêmicos possuem a formação necessária para compreender a amplitude a que se estende a

formação fenotípica dos indivíduos, Porém, essa dificuldade explicativa está, sim, atrelada a um momento histórico do início do século XX, quando houve a construção da síntese moderna. Assim, Oliveira et al. (2016, p.326-325) destacam que

[...] a carência de abordagens considerando a contribuição ecológica na origem de variabilidade fenotípica está atrelada à concepção de que somente mudanças genéticas seriam responsáveis pela existência de variação dentro de uma população, e que o ambiente apenas selecionaria os fenótipos mais aptos dentre aqueles disponíveis. [...] A Eco-Evo-Devo apresenta-se como uma novidade teórica acerca dos conteúdos evolutivos, ora pelas proposições e/ou explicações acerca da origem de diversidade biológica, ora por subsidiar a necessária abordagem integrada do processo evolutivo, reiterando o papel do ambiente no surgimento de novos fenótipos.

Assim, é necessária a discussão de como o ambiente é capaz de interferir na formação fenotípica e na expressão gênica dos indivíduos e como essas informações são repassadas aos descendentes. Para isso, é imprescindível abordar os conhecimentos referentes à epigenética e à plasticidade fenotípica, e, ainda, ao desenvolvimento, pois já existem muitas pesquisas que discutem como essa transmissão ocorre, como as de Gilbert (2003), de Jablonka e Lamb (2010), de Ribeiro (2014), dentre outros. Além de estudarem como ocorre a transmissão de memórias ambientais, ainda abordam conteúdos referentes aos impactos desses conhecimentos na teoria evolutiva em publicações como as de Meyer e El-Hani (2005), de Pigliucci e Muller (2010), de Reversi (2015), dentre outras.

A afirmativa **três** (3): “A variação fenotípica é produto da formação genotípica do indivíduo e dos processos de crossing over que ocorrem durante a gametogênese”. Nessa afirmativa, 25 alunos afirmaram que concordam, enquanto 18 discordaram, como descrito no quadro 4.

As justificativas dos que concordam foram variadas, sendo que os discursos apresentados seguiram dois padrões: em um, os sujeitos relataram a influência exercida pelo ambiente; em outro, utilizavam justificativas relacionadas a conhecimentos de

genética. Ainda houve nove acadêmicos que não apresentaram nenhuma explicação.

Quadro 4: disposição das respostas dos acadêmicos para a questão 3

Concordo	Discordo
25 acadêmicos	18 acadêmicos
A2, A3, A4, A6, A7, A9, A10, A12, A13, A15, A16, A17, A21, A22, A23, A25, A31, A32, A33, A35, A36, A39, A40, A41.	A1, A5, A8, A11, A14, A18, A19, A20, A24, A26, A27, A28, A29, A30, A34, A37, A38, A42, A43.

Fonte: Autores.

Dentre as respostas que se reportavam à influência do ambiente, ocorreram os seguintes exemplos:

“Sim, o fenótipo se dá a partir do genótipo e crossing over, mas não só disso, fatores ambientais também interferem”. **A6**

“Porém isso não quer dizer que o organismo, não esteja propenso a mudanças influenciadas pelo ambiente”. **A4**

“Também pode ser considerado o ambiente que o indivíduo está”. **A35**

Como se observa nos discursos acima apresentados, apesar de haver ainda os que percebem o fenótipo apenas como resultado da expressão genotípica, de uma maneira geral, muitos estudantes apresentam conhecimentos referentes à importância do ambiente na formação da variação fenotípica. Entretanto, esses alunos não desprezaram quais seriam e como ocorre essa interferência ambiental. Silva et. al. (2020, p.10) destacam em relação à construção dos organismos

O conhecimento que hoje prevalece na comunidade científica é o da existência de uma interdependência: do genótipo em relação ao fenótipo, do fenótipo para expressar o próprio fenótipo, e a ação do meio intracelular e extracelular, agindo em ambos também de forma regulatória e expressiva. Como se não bastasse toda essa complexidade, ainda existe a influência e a interação de todos esses elementos com o ambiente externo ao organismo.

Os que discordam da afirmativa justificaram que os fatores ambientais também atuam na constituição fenotípica. Muitos deles ainda citaram, além do ambiente, outros fatores que podem exercer influência; Dois acadêmicos apresentaram uma discursividade utilizando os conhecimentos

recentes que vêm gerando discussões na comunidade acadêmica em relação a forma como a evolução é compreendida:

“É um dos processos que determinam a variação fenotípica. A epigenética pode atuar também no fenótipo sem mudar o genótipo”. **A24**

“Entretanto, esses não são os únicos fatores que podem levar a alteração do fenótipo. Existem epigenética, pressões evolutivas”. **A29**

Como descrito por Mayr (2009, p.115), “as variações que tornam cada indivíduo diferente de todos os outros constituem, como dissemos, uma característica de todas as espécies que se reproduzem sexualmente [...] é essa variabilidade inequívoca que torna possível o processo de seleção natural”. Entretanto, os mecanismos responsáveis por produzirem essa variação só começaram a ser compreendidos após os estudos referentes à genética molecular, e, atualmente, as pesquisas estão apresentando conhecimentos de como é possível haver essa variação fenotípica mesmo em indivíduos geneticamente idênticos. Esses mecanismos, que podem alterar como os fenótipos são expressos, são denominados de plasticidade fenotípica, epigenética e produzidos durante o processo de desenvolvimento biológico. Os processos epigenéticos promovem resultados persistentes, que atuam no desenvolvimento dos organismos. Esse efeito é proveniente de variações fenotípicas que não são originadas das variações genotípicas, e estas são transmitidas para as próximas gerações de seres vivos ou células. O resultado disso é a interferência desses processos nas redes de expressões genéticas, e, dessa forma, exercem importante papel nos processos evolutivos (SILVA; SANTOS, 2015). A epigenética é um exemplo de como o ambiente é capaz de interferir na variação fenotípica, mostrando a capacidade que o meio possui para interferir na evolução, assim como apresentado de forma simplificada pelos estudantes de Biologia em citações desses processos durante seus discursos verbais. No entanto, novamente os estudantes não deixam claro o seu entendimento referente à possibilidade

de herdabilidade dessas alterações pelas gerações futuras.

Com essas análises discursivas é evidenciado o caráter histórico, social e ideológico que constituem os sentidos nos discursos dos sujeitos, pois a constituição dos sujeitos ocorre de forma ambígua, visto que é determinado pela exterioridade na relação que estabelece com os sentidos (ORLANDI, 2009). Assim, para analisar como os sujeitos apresentam seus discursos é preciso recorrer a história do conhecimento a que se refere e ao momento histórico em que o sujeito está inserido, pensando nas relações sociais e ideológicas que o constituem.

A análise dos discursos apresentados em relação à afirmativa **quatro (4)**, “O ambiente não tem o poder de interferir na expressão gênica, ele somente pode exercer influência no indivíduo depois de sua formação completa”, estão destacadas a seguir:

Quadro5: disposição das respostas dos acadêmicos para a questão

4	
Concordo	Discordo
9 acadêmicos	34 acadêmicos
A3, A8, A10, A12, A15, A18, A18, A22, A40	A1, A2, A4, A5, A6, A7, A9, A11, A13, A14, A16, A17, A20, A21, A23, A24, A25, A26, A27, A28, A29, A30, A31, A32, A33, A34, A35, A36, A37, A38, A39, A41, A42, A43,

Fonte: Autores.

Dentre os que concordam com a afirmativa, surgem as seguintes explicações:

“Apesar de que de acordo com a epigenética o ambiente pode causar alterações na gametogênese dos pais”. **A12**

“O ambiente apenas seleciona os indivíduos, e não muda”. **A15**

“O ambiente interfere no fenótipo do indivíduo, e não no DNA”. **A18**

Como é evidenciado nas respostas, apesar de haver a compreensão de que o material genético é inalterado por interferência ambiental, já existe a compreensão da existência de mecanismos epigenéticos, os q u a i s , embora não modifiquem a informação genética, podem modificar a forma como os genes são

expressos. Todavia, os acadêmicos apenas citam essa influência do meio, mas não discutem como ela ocorre, o que pode levar à reflexão se eles possuem realmente a compreensão de como essa interferência ocorre ou se compreendem que essas alterações podem ser passadas às futuras gerações por meios não genéticos, esses mecanismos ainda causam muitas discussões pela comunidade científica. Ou, ainda, se apesar de citarem a interferência do ambiente, possuem conhecimentos mais aprofundados sobre o assunto. Pensando nessas interferências, Oliveira, Brando e Caldeira (2017, p.83) destacam que, “não se pode pensar na expressão fenotípica como resultado único dos genes herdados. O ambiente, por exemplo, apresenta um amplo repertório de possibilidades para geração de fenótipos, tais como: a sazonalidade, o tipo de alimentação, a presença de predadores, entre outros”.

Os estudantes que discordaram da afirmativa utilizaram construções discursivas diversificadas para mostrar que a afirmativa estava incorreta, como é evidenciado nas justificativas a seguir:

“O ambiente pode interferir na expressão gênica desde o início da formação do indivíduo, é o que se observa, por exemplo, no caso de agentes teratogênicos”. **A38**

“Pode interferir em qualquer etapa do desenvolvimento, ambiente igual fatores abióticos, substâncias cancerígenas”. **A26**

“O ambiente pode afetar na expressão pois durante a formação do indivíduo este ainda está suscetível a ações externas, ele não está invulnerável”. **A30**

“O ambiente é capaz de interferir desde antes da formação e pode interferir na expressão gênica”. **A20**

Com a análise, é possível perceber, nos discursos dos acadêmicos, que a interferência na expressão gênica é apresentada como um dos pontos principais que mostram que a afirmativa está incorreta; outros citaram a epigenética e até mesmo o desenvolvimento biológico em seus discursos verbais.

Assim, apesar de haver aspectos que evidenciam o contato dos acadêmicos com as pesquisas mais recentes, que modificam a forma

como a evolução é compreendida, sabe-se que ainda há um longo caminho a ser percorrido para uma formação biológica mais consistente, com um arcabouço teórico e conceitual que permita debater e ensinar, considerando-se a evolução como eixo integrador dos conhecimentos biológicos, como apresentam Ceschim, Oliveira e Caldeira (2016, p. 25):

Os professores e pesquisadores formados a partir de uma perspectiva conceitual estagnada ou associada a um recorte de uma determinada época – o que tangencia uma ideia equivocada de natureza estática dos conceitos científicos – acabam por mobilizar em suas práticas de trabalho, seja na docência ou na pesquisa, elementos provenientes de um só contexto.

Assim, ao analisar as construções discursivas apresentadas pelos sujeitos na afirmativa quatro buscou-se interpretar, conforme (ORLANDI, 2009), o dito e o não dito, o que o sujeito verbaliza em um lugar com o que é discutido em outro lugar, procurando ouvir o que ele não disse, mas que constitui o sentido de suas palavras. Ao repensar as palavras de Orlandi e estabelecer uma ligação com a sala de aula, pode-se afirmar a necessidade de o docente do ensino superior trabalhar recorrendo ao contexto histórico de produção do conhecimento, mas sem deixar de incorporar às discussões os resultados e as formas atualizadas de compreender do contexto atual das pesquisas em Biologia, a fim de que os estudantes percebam que o desenvolvimento da ciência é dinâmico e contínuo, portanto, nunca está terminado.

1. Considerações Finais

Com as análises das formações discursivas apresentadas nas quatro afirmativas, percebe-se que apesar de os acadêmicos possuírem conhecimentos referentes a síntese moderna e existir algum contato com os conhecimentos mais atualizados que envolvem a teoria evolutiva, ainda é necessário que a presença desses debates em sala de aula seja ampliada, possibilitando que esses conhecimentos perpassam por todas as áreas das ciências biológicas, uma vez que são necessários para uma compreensão integrada da Biologia.

Assim, Scheifele, Corazza e Justina (2020) defendem que “sem a compreensão do processo da evolução biológica e de como o ensino da Biologia pode ser organizado por meio do enfoque evolutivo, não é possível almejar uma boa formação inicial de professores de Biologia e/ou de biólogo”. Pensando nessa afirmação dos autores, é preciso intensificar nos cursos de formação de professores o trabalho envolvendo a teoria da evolução, para que estes estejam capacitados a trabalhar a Biologia utilizando a evolução como eixo integrador.

Ainda é perceptível na análise do discurso dos sujeitos a necessidade de se ampliar, nos cursos de Ciências Biológicas, as discussões referentes a conhecimentos como epigenética, Biologia do desenvolvimento, plasticidade fenotípica e nicho construído, para uma maior compreensão das teorias evolutivas. Torna-se também recomendável trabalhar com as polêmicas que envolvem o tema no meio acadêmico, uma vez que este ainda não é um consenso na comunidade científica. Com as análises das justificativas apresentadas pelos alunos também surgem indagações como: nesses cursos existe uma disciplina específica para a evolução biológica? Os professores trabalham os conteúdos utilizando a evolução como eixo integrador, para a compreensão dos conhecimentos biológicos? Esses são questionamentos pertinentes à compreensão integral dos discursos dos acadêmicos quanto ao tema evolução.

6. Referências

- ALMEIDA, Ana Maria Rocha de; EL-HANI, Charbel Niño. Um exame histórico-filosófico da biologia evolutiva do desenvolvimento. **Scientiae Studia**, v. 8, n. 1, p. 9-10, 2010.
- CESCHIM, Beatriz; OLIVEIRA, Thais Benetti; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. Teoria Sintética e Síntese Estendida: uma discussão epistemológica sobre articulações e afastamentos entre essas teorias. **Filosofia e História da Biologia**, v. 11, n. 1, p. 1-29, 2016.
- DARWIN, Charles. On the origin of species. **published on**, v. 24, 1859.
- DAWKINS, Richard. **O gene egoísta**. Editora Companhia das Letras, 2007.
- DICKINS, Thomas E.; RAHMAN, Qazi. The extended evolutionary synthesis and the role of soft inheritance in evolution. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 279, n. 1740, p. 2913-2921, 2012.
- DOBZHANSKY, Theodosius. Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. **The american biology teacher**, v. 35, n. 3, p. 125-129, 1973.
- FUTUYMA, Douglas. J. Evolution. Sunderland, MA: Sinauer, 2013.
- GAUTHIER, Clermont. Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente. Unijuí, 1998.
- GILBERT, S. F. **Biologia do desenvolvimento**. 5ª ed. FUNPEC editora. Ribeirão Preto – SP, 2003.
- JABLONKA, Eva; LAMB, Marion J. **Evolução em quatro dimensões: DNA, comportamento e a história da vida**. Companhia das Letras, 2010.
- LALAND K. N, ULLER T, FELDMAN M.W, STERELNY K, MULLER G.B, MOCZEK A, JABLONKA E, Odling-Smee J. **The extended evolutionary synthesis: its structure, assumption sand predictions**. The Royal Society Publishing, 2015.
- LIMA, Neuza Rejane Wille et al. Plasticidade fenotípica. **Revista de Ciência Elementar**, v. 5, n. 2, p. 017, 2017.
- MAYER, Ernst. **O que é evolução**. Rio de Janeiro: Rocco, 2009.
- MEYER, Diogo; EL-HANI, Charbel Nino. **Evolução: o sentido da biologia**. Unesp, 2005.
- MÜLLER, Gerd B. Why an extended evolutionary synthesis is necessary. **Interface focus**, 2017, 7.5: 2017.
- OLIVEIRA, Thais Benetti; BRANDO, Fernanda da Rocha, KOHLSDORF, Tiana, CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. Eco-Evo-Devo: uma (re) leitura sobre o papel do ambiente no contexto das Ciências Biológicas. **Filosofia e História da Biologia**, v. 11, n. 2, p. 323-346, 2016.

- OLIVEIRA, Thais Benetti; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade; BRANDO, Fernanda. Evolução biológica: ECO-EVO-DEVO na formação inicial de professores e pesquisadores. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias: Góndola, Ens Aprend Cienc**, v. 12, n. 2, p. 81-98, 2017.
- ORLANDI, Eni. P. Discurso, imaginário social e conhecimento. Em aberto. **Brasília, ano**, v. 14, 1994.
- ORLANDI, Eni P. Michel Pêcheux e a análise de discurso. **Estudos da Língua (gem)**, v. 1, p. 9-13, 2005.
- ORLANDI, Eni Puccinelli. **As formas do silêncio: no movimento dos sentidos**. Editora da UNICAMP, 2007.
- ORLANDI, Eni P. Análise do discurso: princípios e procedimentos. 8 ed. Campinas – SP: Pontes, 2009.
- PIGLIUCCI, Massimo. An extended synthesis for evolutionary biology. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1168, n. 1, p. 218-228, 2009.
- PIGLIUCCI, Massimo; MULLER, Gerd. Evolution the extended synthesis. 2010.
- PÊCHEUX, Michel; Inversões, Delocamentos. Sobre a (des-) construção das teorias lingüísticas. **Línguas e Instrumentos Linguísticos, Campinas**, n. 2, p. 7-32, 1998.
- REIS, Claudio Ricardo Martins; ARAÚJO, Leonardo Augusto Luvison. A natureza das mudanças na biologia evolutiva contemporânea: Síntese Evolutiva Estendida?. **Revista Dissertatio de Filosofia**, v. 50, p. 133-150, 2019.
- REVERSI, L. F. **Síntese Estendida – Uma Investigação Histórico-Filosófica**. 2015. 202f. DISSERTAÇÃO (Mestrado em Educação para a Ciência) Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2015
- RIBEIRO, Maria Stefânia Przybylska. Plasticidade fenotípica de características morfológicas de *Drosophilacardini*. 2014.
- RIDLEY, Mark. **Evolução**. Artmed Editora, 2009.
- SANTOS, Wellington Bittencourt; EL-HANI, Charbel Niño. A abordagem do pluralismo de processos e da evo-devo em livros didáticos de biologia evolutiva e zoologia de vertebrados. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 3, p. 199-216, 2013
- SILVA, Mariane Tavares; SANTOS, Charles Morphy Dias. Uma análise histórica sobre a seleção natural: de Darwin-Wallace à Síntese Estendida da Evolução. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 11, n. 22, p. 46-61, 2015.
- SILVA, Aline Alves; JUSTINA, Lourdes A. Della; SCHEIFELE, Alexandre; SCHNEIDER, Eduarda Maria. Análise dos conceitos de genótipo e fenótipo em livros didáticos de Biologia brasileiros datados de 1950 a 2013. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e220973849-e220973849, 2020.
- SCHEIFELE, Alexandre; CORAZZA, Maria Júlia; DELLA JUSTINA, Lourdes Aparecida. Concepções de professores de biologia em formação inicial sobre evolução biológica. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e797986421-e797986421, 2020.
- STRATHERN, Paul. Darwin e a evolução em 90 minutos. Zahar, 2001.
- TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. Editora Vozes Limitada, 2012.
- VIEIRA, Gilberto Cavalheiro. Admirável mundo novo: A epigenética, 2017. In: ARAÚJO, Leonardo Augusto Luvison (Org.). **Evolução Biológica: da pesquisa ao ensino**. Porto Alegre, RS: Editora Fi, 2017.
- ZABOTTI, Kamilla. **Um estudo sobre o ensino dos temas “Origem da Vida” e “Evolução Biológica” em dissertações e teses brasileiras (2006 a 2016)**. 2018. 184 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Área de concentração: Sociedade, Estado e Educação, Linha de Pesquisa: Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Cascavel, 2018.

