

A EPISTEMOLOGIA DE BACHELARD E A CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE ADAPTAÇÃO DAS ESPÉCIES

The epistemology of Bachelard and the construction of the adaptation of the species concept

Paola Sussai Luz Cezare [paola_sussai@hotmail.com]
Mariana Ap. Bologna Soares de Andrade [mariana.bologna@gmail.com]
Universidade Estadual de Londrina
Rodovia Celso Garcia Cid Pr 445 Km 380,
Campus Universitário, CEP 86.057-970, Londrina – PR

Resumo

A adaptação das espécies é uma das ideias centrais da síntese evolutiva, contudo, alguns obstáculos epistemológicos estão presentes na construção histórica desse conceito. A história da ciência emerge de interpretações dos contextos de desenvolvimento e produção da ciência, os obstáculos epistemológicos emergem dos mesmos contextos, dessa forma a epistemologia de Bachelard é adotada como referencial teórico principal. Ao utilizar a epistemologia histórica e crítica de Bachelard, são evidenciados os obstáculos epistemológicos presentes na construção do conceito de adaptação, ao longo do tempo, desde a visão fixista das espécies até à síntese moderna. Rupturas e descontinuidades também foram evidenciados nessa retomada histórico-epistemológica. Concluímos que o conceito de adaptação passou por controvérsias. Em princípio mudanças foram atribuídas à obra do criador que visava o melhor arranjo possível para as espécies; em outro momento as ideias de mudança ganharam força, no entanto, a adaptação foi entendida como uma resposta ao ambiente; posteriormente, com a publicação das ideias de Darwin, a adaptação é compreendida como algo que existe nos indivíduos (os indivíduos apresentam diferentes tipos de adaptações), porém o ambiente seleciona as combinações mais favoráveis; a conciliação entre a teoria de Darwin e Mendel culminou na síntese evolutiva, aqui os mecanismos genéticos mais a seleção natural explicam a surgimento e a fixação de características adaptativas nas espécies.

Palavras-chave: Obstáculos Epistemológicos; História da Ciência; Ensino de Evolução; Adaptação Biológica.

Abstract

The adaptation of the species is one of the central ideas of evolutionary theory, however some epistemological obstacles are present in the historical construction of the concept. The history of science emerges interpretations from the contexts of development and production of science, the epistemological obstacles emerge from these same contexts, so the Bachelard's epistemology is our main theoretical framework. By using the historical epistemology and critique of Bachelard, we aim to highlight the epistemological obstacles present in the construction of the concept of adaptation over time starting in a fixist vision of the species until we get the modern synthesis. Breaks and discontinuous were also observed in this epistemological-historical resume. We conclude that the adaptation concept passed controversy. In principle, this was attributed to the work of the creator who sought the best possible arrangement for the species; at another time the changing ideas gained strength, however, the adjustment has been understood as a response to the environment; later, with the publication of Darwin's ideas, adaptation is understood as something that exists in individuals (individuals have different types of adaptations) but the environment selects the most favorable combinations; the conciliation between Darwin and Mendel theory culminated in the evolutionary synthesis, here the genetic mechanisms more natural selection explain the emergence and the establishment of adaptive traits.

Keywords: Epistemological Obstacles; History of Science; Teaching of Evolution; Biological Adaptation.

INTRODUÇÃO

A teoria da Evolução Biológica é o eixo estruturante de toda a Biologia, pois os diversos conteúdos devem ser apresentados com um enfoque evolutivo (Bizzo, 1991; Bizzo e El-Hani, 2009). As noções e diferentes conceitos atrelados a compreensão do conhecimento sobre evolução biológica constituem-se como obstáculos ao Ensino de Ciências. Destacamos nesse artigo o conceito de adaptação que é um dentre tantos conceitos imprescindíveis na teoria evolutiva e um tema bastante evidenciado da literatura a respeito da Evolução Biológica. Consideramos que uma análise epistemológica da construção deste conceito pode ser significativa para a ideia já bem estabelecida entre a comunidade de pesquisadores na área de evolução.

A opção de juntar este tema com a epistemologia de Bachelard se deve à contemporaneidade de suas contribuições acerca do processo de construção da ciência. Em sua construção epistemológica Bachelard apresenta fundamentos teóricos que explicam a formação de uma consciência científica, o que ele chama de espírito científico. Em sua obra o autor não discute a formação de conceitos, entretanto, tomaremos como base sua construção histórica para apresentar uma análise da história do pensamento biológico a respeito da evolução biológica com o enfoque no conhecimento sobre adaptação. Utilizaremos suas considerações a respeito de obstáculos epistemológicos para analisar os obstáculos que surgiram ao longo da história da Biologia até a emergência do pensamento evolutivo.

A epistemologia de Bachelard data do início de 1900, um período no qual as ciências mantinham um forte teor metodológico empirista, proveniente da física e matemática (Mayr, 2005). A epistemologia do autor supracitado rompe com a ciência lógica e positivista, sendo ele um crítico da escola de Viena (Yamazaki, 2013). A historicidade é claramente evidenciada por Bachelard em suas contribuições a respeito de rupturas e descontinuidades na ciência, assim como a noção de obstáculos epistemológicos também apresentados pelo autor.

O enfoque histórico-epistemológico dado à ciência por Bachelard nos auxilia a compreender as mudanças que ocorreram com o conceito de adaptação ao longo da história. Os exemplos citados em suas obras *A filosofia do Não* publicada em 1940 e *Formação do Espírito Científico* com publicação em 1938 acerca da construção do pensamento científico podem orientar a escolha e as explicações sobre os episódios históricos relativos às mudanças nos seres vivos.

O conteúdo de evolução biológica é permeado por questões conflituosas (Mayr, 1966; Sepúlveda e El-Hani, 2006; Cezare e Andrade, 2015), relativas ao significado do termo evolução em sua gênese. Alguns exemplos dessas questões incluem a noção de existência de algum propósito (finalidade) no processo evolutivo, questões de cunho religioso relativos à origem da vida, entre outras. Tomaremos para fins de discussão, neste artigo, a evolução em seu aspecto adaptativo.

Ridley (2006) define evolução biológica como:

“[...] 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, 2006, p. 28).

Compreender os processos evolutivos envolve o entendimento de diversos conceitos como: mutação, reprodução diferencial, seleção natural, seleção sexual, variação, adaptação, entre outros. Para nossa investigação iremos concentrar nossos esforços no conceito de adaptação. Dentre os diversos conceitos, escolhemos estudar o de adaptação porque:

“[...] é um conceito fundamental da teoria evolutiva. De fato, ela é um dos principais instrumentos da biologia evolutiva moderna para explicar as formas de adaptação encontradas nos seres vivos. Adaptação refere-se à concepção da vida, aquelas propriedades dos seres vivos que os tornam capazes de sobreviver e de se reproduzirem na natureza” (Ridley, 2006, p.40).

A relevância de compreender o conceito de adaptação, não diminui a importância dos outros conceitos para conhecimento sobre evolução biológica. A escolha pelo estudo do conceito de adaptação se deu pela quantidade de concepções alternativas apresentadas sobre esse tema como evidenciado por Sepúlveda e El-Hani (2006).

Popularmente, o termo adaptação remete a uma série de interpretações que destoam da maneira pela qual a adaptação é compreendida no âmbito científico atual. Assim, o objetivo geral desse artigo é traçar quais são os obstáculos epistemológicos para a compreensão do conceito de adaptação. Contudo, traçamos dois objetivos específicos: (1) Elaborar um estudo teórico da obra de Bachelard apresentando aspectos a respeito da História e Filosofia da Ciência. (2) Fazer uma análise histórico-epistemológica da construção do conhecimento científico referente à adaptação dos seres vivos a partir da obra de Bachelard. Para tanto, utilizaremos a “Filosofia do Não” e os “Obstáculos Epistemológicos” de Bachelard com o propósito de evidenciar os episódios históricos em que rupturas, descontinuidades e obstáculos manifestaram-se nas construções de explicações adaptativas.

Nossos referenciais teóricos principais foram “A Filosofia do Não” (Bachelard, 1991) e “A Formação do Espírito Científico” (Bachelard, 1996), nesta segunda obra, Bachelard introduz a noção de obstáculos epistemológicos. Ambos serão discutidos no decorrer desse artigo. Contaremos com o apoio da epistemologia baseada na história da ciência para dar maior consistência à nossa argumentação.

Nossa discussão inicia-se com um breve panorama a respeito da filosofia para introduzirmos noções de epistemologia. A filosofia é considerada por muitos como a mãe de todas as ciências, pois antes das especializações de cada área tornarem-se ciências próprias como a Física, a Biologia, a Lógica, etc., a filosofia foi a primeira forma de conhecimento racional (Serra, 2008). O mesmo autor cita que Kant teria delimitado campos distintos entre a Ciência e a Filosofia, pois para o filósofo alemão, se a ciência tem como objeto de conhecimento a natureza, caberá à filosofia determinar as condições e os limites desse conhecimento, ou seja, “o que posso conhecer?” (Epistemologia), “o que devo fazer?” (Moral ou Ética) e assim por diante.

Japiassu (1986) afirma que a relação entre a Epistemologia e a Filosofia tem raízes profundas, como supracitado, e dessa forma não há como separá-las, pois, a Filosofia é uma exigência fundamental de qualquer olhar crítico e reflexivo sobre a Ciência. Para o autor, “[...] sabemos mais o que a epistemologia não é do que o que ela é, pois ela está longe de ter uma definição” (Japiassu, 1986, p. 23). No entanto, para fins de estudo podemos apresentar a epistemologia como sendo o estudo metódico e reflexivo do saber, considerando sua formação, sua organização, seu desenvolvimento e funcionamento de seus produtos (Japiassu, 1986).

Japiassu (1996) apresenta algumas categorias epistemológicas que serão exploradas por nós no decorrer desse artigo.

- a) Obstáculos epistemológicos: que se referem às inércias do pensamento, que surgem no momento da constituição da ciência, também compreendidos como “paradas no pensamento”.
- b) Corte epistemológico: trata-se da necessidade de se definir uma atitude científica em oposição a atitudes pré-científicas. Refere-se a um corte do momento em que a ciência se constitui e sua pré-história, juntamente com o meio ambiente ideológico no qual ela se relaciona. Não se trata de uma quebra instantânea no saber, mas sim de um processo complexo no decorrer do tempo no qual se constitui uma nova ordem inédita do saber.
- c) Vigilância epistemológica: esta categoria remete a uma atitude reflexiva sobre o método científico, ou seja, uma atitude que nos leva a aprender a lógica do erro, para constituir a lógica da descoberta.
- d) Recorrência epistemológica: essa categoria liga a ciência em seu passado, para analisar o seu presente. É este conceito que torna possível o desenvolvimento de uma história teórica ou de um conhecimento teórico da história das ciências. É ele que nos permite compreender o dever real de uma ciência que é o objeto da epistemologia histórica.

A maneira como utilizaremos a epistemologia de Bachelard para contar a construção do conceito de adaptação ao longo da história, irá perpassar todas as categorias epistemológicas citadas. Bachelard nos apresenta uma epistemologia baseada na história da ciência, assim em suas obras o autor procura estudar a ciência atual, ou seja, de sua época, retornando ao passado, pois para ele muitas das respostas aos obstáculos contemporâneos estão na maneira em que estes foram construídos e compreendidos no passado.

Para Japiassu (1981) a epistemologia baseada na história da ciência possui tanto um interesse heurístico quanto um interesse pedagógico:

“[...] o heurístico porque nos faz perceber a necessidade que têm os cientistas de remontarem no tempo para descobrirem ou fortalecerem os princípios de suas respectivas ciências, ou então para descobrir-lhes uma causação histórica; pedagógico, porque aquilo que normalmente é ensinado em ciências constitui

quase que sempre o resultado de tateamentos de erros corrigidos. Se não devemos subestimar o valor da chamada “ciência ensinada” que, por sua simplificação e seus formalismos, permite ao aluno economizar longos e sinuosos trajetos que a ciência teve que percorrer para se formar, creio ser sumamente frutuoso que o aluno e os mestres possam representar-se a ciências, não como uma somatória de resultados objetivos, mas naquilo que efetivamente ela é, ou seja, uma pesquisa conduzindo tanto ao erro quanto à verdade¹, jamais se tomando como um saber acabado, pois tem a necessidade de superar obstáculos sempre remanescentes” (Japiassu, 1981, p. 5).

A valorização de uma epistemologia baseada na história das ciências é relativamente recente, vindo a ganhar força apenas em meados do séc. XX. A atividade científica advinda antes deste período foi marcada por uma concepção de ciências predominantemente lógica e empirista (Serra, 2008).

UMA ABORDAGEM HISTÓRICA DA CIÊNCIA

“Muitos afirmam que o pensamento metafísico e teologizante hoje volta a crescer, não apenas no âmbito da vida como também no da ciência”, este excerto extraído do panfleto A Concepção Científica do Mundo – Círculo de Viena, de Hans Hahn, Otto Neurath e Rudolf Carnap (1929), auxilia a compreender a essência do que foi esse movimento.

O pensamento metafísico² foi “utilizado” por teóricos das ciências, como Kepler, Newton, entre outros. Muitos desses estudiosos introduziram pensamentos metafísicos em suas explicações físicas como os movimentos planetários, a organização do cosmos etc. O Círculo de Viena foi uma reação à argumentação metafísica que era atribuída à ocorrência dos fenômenos naturais. Este teve Moritz Schlick como uma espécie de fundador e contou com a participação de pesquisadores em Filosofia, Física, Lógica, Matemática, entre outros, que objetivaram delimitar o que poderia ser considerado científico (Hahn, Neurath e Carnap, 1986; Chalmers, 1993).

Uma espécie de movimento antimetafísico se espalhou por países da Europa e na América do Norte, mas encontrou em Viena um solo fértil, pois

“[...] na segunda metade do século XIX, o liberalismo era, havia muito, a orientação política ali dominante. Seu mundo intelectual provém do iluminismo, do empirismo, do utilitarismo e do movimento do livre comércio da Inglaterra. No movimento liberal vienense, eruditos de reputação mundial ocuparam posições de liderança. O espírito antimetafísico foi cultivado; lembrem-se Theodor Gomperz, tradutores das obras de Mill (1869-80), Suess, Jodl e outros. Graças a este espírito iluminista, Viena liderou a educação popular cientificamente orientada (Hahn, Neurath e Carnap, 1986, p. 6).

O círculo de Viena objetivava uma concepção científica do mundo, sendo não apenas contra a metafísica, mas antimetafísica (Hahn, Neurath e Carnap, 1986), ou seja, desejava abolir por completo a relação entre ciência e metafísica, pois uma visão científica do mundo desconhece enigmas que não possam ser resolvidos por meio da experimentação. Os problemas filosóficos tradicionais são compreendidos como pseudoproblemas e passíveis de serem transformados em problemas empíricos podendo ser submetidos ao juízo das ciências lógicas e empíricas (Hahn, Neurath e Carnap, 1986).

A maneira de interpretar o que é válido como sendo científico para o Círculo de Viena tem suas raízes no indutivismo. Para os indutivistas, o conhecimento para ser científico tem de ser provado, as teorias científicas são derivações rigorosas de dados obtidos por observações e experimentos (Chalmers, 1993). Sendo assim, para o Círculo de Viena o conhecimento científico é passível de verificabilidade, seja ela pela observação ou pela experimentação. A respeito dessa lógica indutivista, Chalmers (1993) chama a atenção para o fato de que a observação não pode vir antes de uma teoria, pois as observações são feitas à luz das teorias, elas se orientam pelas teorias.

O falsificacionismo veio justamente como uma crítica ao indutivismo (Lakatos, 1998). Karl Popper (1902-1994) foi um dos mais notórios representantes dessa corrente. Popper empreendeu uma série de críticas ao pensamento indutivo, por exemplo, a questão de as hipóteses não serem extraídas dos fatos.

¹ Compreendemos o uso do termo verdade com o sentido de construção de um conhecimento que venha a ser aceito por uma comunidade.

² O pensamento metafísico aqui se refere ao uso de explicações que transcendem a física, por exemplo, o uso da cosmologia e de forças divinas para embasamentos teóricos.

Para ele o que deve ser testado não é a possibilidade de verificação de uma hipótese, mas sim a refutação desta, pois uma hipótese ter êxito num teste empírico não a torna verdadeira (Lakatos, 1998).

Porém, o falsificacionismo, mesmo considerando que a teoria precede a observação, busca teorias verdadeiras por meio da falsificação das mesmas, acreditando desta maneira, que a ciência progride por meio de conjecturas e refutações, ou seja, o falsificacionista está em busca de certezas (Chalmers, 1993). A delimitação de uma teoria está muito além da possibilidade de ela ser falsificada ou se conferir certeza devido à diversidade de naturezas que a compõem.

Dessa maneira as teorias devem ser compreendidas como estruturas teóricas originadas da história da ciência e constituem um todo estrutural. Esse tipo de perspectiva visa um olhar holístico das teorias, que não são contempladas pelo relato indutivista e nem pelo falsificacionista (Chalmers, 1993). A epistemologia de Bachelard precede Popper, no entanto, se mostra mais condizente com uma abordagem da ciência atual, pois ele busca elementos históricos em sua construção sobre as ciências e os valores que permeiam a atividade científica.

O conhecimento científico está em contínua transformação, é construindo, criando, produzindo, retificando, que o espírito chega a certas “verdades” (Japiassu, 1986), ou seja, chega aos produtos da ciência, ao conhecimento construído pelo homem para explicar os fenômenos naturais. Sendo os produtos das ciências construções humanas feitas por pessoas falíveis e passíveis de influência, a opção por um recorte histórico justifica-se pelo fato de que os valores³ influenciam a atividade científica, assim como os contextos sociais e políticos. Desse modo, contrariando o pensamento indutivo lógico, é improvável a existência de uma ciência completamente objetiva e neutra, pois

“[...] sendo o conhecimento concebido como uma “produção histórica”, a epistemologia visa um processo. A filosofia aí está presente. Mas é a epistemologia que tenta descobrir aquilo que as filosofias dos filósofos teimam em recobrir: os valores ideológicos que intervêm na prática científica” (Japiassu, 1986, p. 73).

Bachelard em seus escritos apresentava elementos baseados na história da ciência e criticava a busca por objetividade característica do Círculo de Viena. No entanto, é atribuída a Thomas Kuhn (1922-1996) uma espécie de “revolução” na forma de compreender a ciência, lançando mão de uma abordagem historiográfica. Kuhn foi influenciado pelas obras de Bachelard (Biehl, 2003). Imre Lakatos (1922-1974) também utilizou da história da ciência em seu relato filosófico, ele introduziu uma diferenciação entre o que seria a história interna e a história externa⁴ (Lakatos, 1998). Kuhn e Lakatos têm aspectos em comum em suas abordagens, mas Kuhn precede Lakatos e este adaptou alguns dos resultados de Kuhn para seus propósitos (Chalmers, 1993).

A nova visão de ciências “introduzida” por Kuhn é bem descrita na obra *A Estrutura das Revoluções Científicas* (1962), na qual o autor também destaca o conceito de paradigma. Kuhn apresenta mais de vinte significados para o termo paradigma, sendo um deles como “[...] as realizações científicas universalmente reconhecidas, que durante algum tempo fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência” (Kuhn, 1998, p. 13).

Para Kuhn a ciência “evolui” por meio de revoluções. Quando uma anomalia é considerada dentro de um paradigma, há uma crise e se a anomalia não consegue ser removida há a necessidade de emergir um novo paradigma. “Uma anomalia será considerada particularmente séria se for vista atacando os próprios fundamentos de um paradigma e resistindo, entretanto, persistentemente, às tentativas dos membros de uma comunidade científica normal para removê-la” (Chalmers, 2013, p. 117).

Em *A Tensão Essencial*, Kuhn (1977) faz apontamentos a respeito da importância da historiografia para as ciências introduzindo, dessa forma, as novas bases para uma nova ciência, a ciência informativa em detrimento da ciência normativa⁵. Para tal, ele aponta a importância dos aspectos históricos e filosóficos na construção de uma nova concepção de ciências.

A ciência normativa buscou a objetividade excluindo a influência dos valores na atividade científica. A este respeito Morin (1996) assegura que atividade científica se assentava em dois fundamentos considerados seguros, que são a objetividade dos enunciados científicos e a objetividade estabelecida pelas verificações empíricas. Era sobre esta base que a escola de Viena alimentava uma aversão pela

³ Esses valores podem ser entendidos como valores sociais, históricos, políticos e morais.

⁴ A história interna refere-se à história intelectual, enquanto a externa faz referência à história social. Ver em Lakatos (1998).

⁵ A ciência informativa valoriza as condições, os contextos históricos e sociais envolvidos no trabalho científico, em contrapartida a ciência normativa se refere a uma ciência ligada exclusivamente a normas e métodos de experimentação.

filosofia e a considerava como um discurso vazio, procurando estabelecer um conhecimento seguro e sólido baseado naqueles dois fundamentos citados acima.

Morin (1996) também diz que a crise dos fundamentos científicos foi um aspecto importante no pensamento contemporâneo. O sonho popperiano de certeza acaba por ruir, a ciência deixa de ser sinônimo de certeza para tornar-se fiabilismo (Morin, 1996).

A EPISTEMOLOGIA DE BACHELARD

Bachelard foi um dos primeiros filósofos contemporâneos a criticar a imagem tradicional de ciência, ou seja, a visão empírico-indutivista (Melo, 2005). Em suas obras fez referências à importância dos contextos históricos e filosóficos no desenvolvimento da ciência. Antes de Kuhn e Lakatos introduzirem referências a este respeito, Bachelard já o fazia em muitos de seus livros⁶ publicados na década de 1930. Sua epistemologia é interpretada como uma epistemologia histórica e racional. Segundo Martins, Bachelard

“[...] não abdica da história da ciência em sua formação, mais do que isso, aprende com o material histórico, buscando nele elementos que ilustram, justificam e alicerçam as principais teses dessa epistemologia. É uma história que vai do passado com os olhos do presente, uma história “julgada” que evidencia o progresso científico a partir das constatações dos erros deste passado” (Martins, 2004, p. 18).

A visão de progresso na ciência para Bachelard relaciona-se ao progresso do pensamento (Japiassu, 1976), diferentemente da visão positivista de progresso⁷. Para o autor, o progresso do pensamento é capaz de superar os obstáculos sendo o pluralismo filosófico um caminho a seguir nesse empreendimento, por isso Bachelard se propôs a “[...] dar à ciência a filosofia que ela merece” (Japiassu, 1976, p. 12).

A epistemologia de Bachelard nega veementemente o empirismo, pois sua construção epistemológica é marcada por ruptura entre a velha e a nova ciência (Japiassu, 1976). Sua epistemologia evidencia a descontinuidade, seu pensamento se baseia na importância da retificação do erro, ideia esta presente em grande parte de suas obras dedicadas à ciência⁸. Para Bachelard, a ciência é um processo contínuo de retificação, ou seja,

“[...] não é contemplando, mas construindo, criando, produzindo e retificando que o espírito chega à verdade. O conhecimento científico torna-se operativo: é uma operação. A ciência cria seus próprios objetos pela destruição dos objetos de percepção comum, dos conhecimentos imediatos. E é por ser ação que ela é eficaz. Devemos passar por ela para agir sobre o mundo e transformá-lo. E o progresso do espírito científico se faz por rupturas com o senso comum, com as opiniões primeiras ou as pré-noções de nossa filosofia espontânea. A ciência como o homem não é criação da necessidade, mas do desejo. Por outro lado, é intervencionista. Por isso deve ser feita numa comunidade de pesquisa crítica, para não se tornar totalitária” (Japiassu, 1976, p. 26).

Para Japiassu (1976), a epistemologia da descontinuidade, da ruptura de Bachelard estabeleceu uma nova maneira de compreender a história da ciência, pois ao se recusar a fixar a ciência de maneira definitiva e perenizada, sua epistemologia assume que há dinamicidade no conhecimento científico e evoca historicidade na construção do conhecimento racional. A ideia de ruptura é um traço marcante em sua obra. Dessa forma,

“[...] ao situar sua epistemologia histórica e sua história epistemológica sob o signo de uma ruptura descontinuada e metódica, ele não aceita que a ciência possa se instalar nas certezas de suas aquisições, pois ela só pode realmente recolocando incessantemente em questão os princípios de sua própria construção e esquecendo os princípios fundadores. Porque a ciência não evolui, ela reevolui. Não há evolução homogênea ou linear no pensamento científico. Este “evolui” por revoluções, por mudanças bruscas. Não progride por continuidade, mas por descontinuidade” (Japiassu, 1976, p. 129).

⁶ O novo espírito científico; A filosofia do não e a Formação do espírito científico são alguns exemplos.

⁷ Para a corrente positivista o progresso está relacionado aos avanços científicos e tecnológicos.

⁸ A obra de Bachelard se divide em uma vertente científica e outra poética. O homem da ciência diurno e o homem da poesia noturno (Japiassu, 1976).

A noção de obstáculos epistemológicos é um traço presente também na epistemologia de Bachelard. Daremos aqui uma breve introdução e discutiremos mais este ponto nas próximas seções. Para Bachelard, quando conhecemos algo, uma série de conflitos, lentidões e estagnações vêm à tona e a isso ele dá o nome de obstáculos epistemológicos, assim “[...] *é em termos de obstáculos que o conhecimento científico deve ser colocado*” (Bachelard, 1996, p. 17). Um novo conhecimento vai sempre contra um conhecimento anterior pela superação de obstáculos que são sedimentados na estrutura cognitiva.

Pessanha (1987 *apud* Lopes, 1996) ressalta o continuísmo como marca de nossa tradição filosófica ocidental, no qual tanto a história das diferentes culturas quanto o conhecimento se desenrolaram de forma contínua, os conceitos são somados uns aos outros. Lopes (1996) salienta a existência de um entendimento do conhecimento científico ser uma continuidade com o conhecimento comum, sendo o primeiro um refinamento do segundo. Esse continuísmo acaba por torna-se um obstáculo à compreensão de diversos episódios na história da ciência.

Em A Epistemologia (1977, p. 16) Bachelard utiliza a expressão “reino epistemológico novo” para se referir a descobertas que necessitam de novos conceitos mais específicos para serem compreendidas, para tanto ele utiliza o exemplo da determinação de pesos atômicos. Para um espírito positivista, a balança sem dúvida era muito rigorosa e sendo assim bastava. No entanto, no século XX os isótopos são selecionados e pesados, exigindo uma técnica diferente e indireta, o espectrofotômetro de massa, que é um aparelho indispensável para esta medida e se baseia na ação dos campos magnéticos.

Assim, para dar conta de novas descobertas novos aparelhos tiveram de ser construídos. Os aparelhos usuais não serviam a este objetivo, pois os fenômenos elétricos dos átomos estão ocultos, por isso é preciso instrumentá-los num aparelho que não tem significância direta na vida comum. Neste exemplo dado por Bachelard (1977), percebe-se a ideia de descontinuidade, porque para uma nova Física são necessários novos aparelhos para realizarem tipos diferentes de medidas. Remontaremos esta discussão a respeito do descontinuísmo na ciência, nas próximas seções.

Epistemologia Histórica

Ao situarmos a epistemologia de Bachelard como uma epistemologia histórica, devemos compreender que para o autor, quando nos propomos estudar o conhecimento científico como um objeto de análise, é imprescindível levar em conta a historicidade do objeto (Japiassu, 1976). Por conta desse viés histórico que sua construção epistemológica é tida como uma epistemologia complexa. Morin (1996) diz que a complexidade de uma epistemologia é muitas vezes reduzida a complicação. Para ele, é o problema da dificuldade de pensar, pois o pensamento é um combate contra a lógica, com e contra as palavras, com e contra os conceitos.

Ainda de acordo com Morin (1996), um dos primeiros filósofos a abordar a questão da complexidade foi Bachelard em sua obra O Novo Espírito Científico (1934). Bachelard propõe a construção de uma epistemologia visando à produção dos conhecimentos científicos em seus aspectos lógico, ideológico, histórico, pois para ele as ciências nascem e evoluem em circunstâncias históricas bem determinadas (Japiassu, 1986), pois

“[...] a historicidade é essencial ao objeto da ciência sobre o qual é estabelecida uma reflexão que podemos chamar de “filosofia das ciências” ou epistemologia. E a história das ciências, não sendo ela própria uma ciência, e não tendo por isso mesmo um objeto científico, é uma das funções principais da epistemologia” (Japiassu, 1986, p. 31).

Para Lopes (1996), a epistemologia histórica nos faz questionar a possibilidade de definirmos de forma universal o que é Ciência, e quando questionamos nesta perspectiva ela passa a ser um objeto construído socialmente, cujos critérios de cientificidade são coletivos e setoriais às diferentes ciências. Apresentaremos a seguir as noções de progresso do pensamento em Bachelard ao instituir a filosofia do não e os obstáculos epistemológicos.

A Filosofia do Não

A noção de rupturas e descontinuísmos é bem explicitada por Bachelard em a “Filosofia do Não”. Esta se baseia na ideia de que o conhecimento científico tem de romper não apenas com o conhecimento comum, mas também com ele mesmo no decorrer do desenvolvimento científico (Lopes, 1996). O descontinuísmo não implica em negar conhecimentos anteriores, pelo contrário, ele se refere às limitações

do conhecimento, mudanças de uma perspectiva para outra mais adequada a determinado propósito. Por exemplo, a física de Newton deu conta de explicar uma série de fenômenos, mas não pode nos falar a respeito da física quântica, para isso a física relativista de Einstein fornece elementos mais adequados.

Lopes (1996, p. 266) diz que “a física relativista diz não à física newtoniana, a geometria de Lobatchevsky diz não à Geometria Euclidiana, a Química Quântica diz não à Química Lavoisieriana”. Para Bachelard (1991, p. 127):

“A filosofia do não, não é uma vontade de negação. Não procede de um espírito de contradição que contradiz sem provas, que levanta sutilezas vagas. Ela não foge sistematicamente às regras. Ela não aceita a contradição interna. Não seja o que for, seja quando for. E a articulação bem definida que ela imprime do movimento indutivo que a caracteriza e que determina uma reorganização do saber numa base alargada”.

Por conta da necessidade de retificação do conhecimento científico que Bachelard diz que as intuições devem ser destruídas assim como as imagens primeiras, “[...] o esquema do átomo proposto por Bohr há um quarto de século atuou neste sentido como uma boa imagem: dela já nada resta” (Bachelard, 1991, p. 131).

É em termos de superação de obstáculos que o conhecimento deve ser retificado, essa ideia é introduzida mais detalhadamente a seguir.

Obstáculos Epistemológicos

O estudo dos obstáculos epistemológicos é apresentado por Bachelard em sua obra *A Formação do Espírito Científico* (1938). Nesse livro, o autor faz uma reconstrução das “fases” pelas quais o pensamento científico se modificou, e introduz os obstáculos epistemológicos propriamente ditos. Para Bachelard é necessário que o espírito científico saia das noções concretas para ideias abstratas como forma de ascender ao conhecimento científico, pois

“[...] temos de provar que o pensamento abstrato não é sinônimo de má consciência científica, como parece sugerir a acusação habitual. Será preciso provar que a abstração desobstrui o espírito, que ela o torna mais leve e mais dinâmico” (Bachelard, 1996, p. 8).

Para o autor as abstrações se opõem ao conhecimento concreto, e este por sua vez é carregado de esquemas e esboços primeiros.

Bachelard divide o pensamento científico em etapas históricas diferentes. O primeiro é o estado pré-científico, que se inicia na Antiguidade clássica indo para o renascimento nos séculos XVI, XVII e XVIII. O segundo período é chamado de estado científico que tem início no final do século XVIII ao séc. XIX e início do séc. XX. O estado do novo espírito científico se inicia em 1905, com a teoria da Relatividade de Einstein, em que conceitos tidos como primordiais e imutáveis são abalados, abstrações mais audaciosas são necessárias para compreender esse novo estado de pensamento.

Assim com o surgimento do novo espírito científico “[...] é em termos de obstáculos que o problema do conhecimento deve ser colocado” (Bachelard, 1996, p. 17), justamente por acreditar que o conhecimento é uma construção de erros retificados que o autor acredita que a experiência que não retifica nenhum erro, e é sempre verdadeira e não é discutida, de nada serve.

A discussão dos obstáculos epistemológicos em Bachelard não se refere à dificuldade do que se quer conhecer ou do que será ensinado, a isso ele chama de *obstáculos externos*, os obstáculos epistemológicos configuram a complexidade intrínseca de um fenômeno assim como certas dificuldades cognitivas dos indivíduos. Para o autor os obstáculos estão no ato de conhecer, “[...] é no âmago do próprio ato de conhecer que aparece uma série de lentidões e conflitos” (Bachelard, 1996, p. 17).

O ato de conhecer traz consigo uma série de impeditivos e preconceitos, pois “[...] quando o espírito se apresenta à cultura científica, nunca é jovem, aliás, é bem velho, pois tem a idade de seus preconceitos, acender a ciência é rejuvenescer espiritualmente” (Bachelard, 1996, p. 18). Para o autor, rejuvenescer é aceitar que existem mudanças e contradições no decorrer da história do desenvolvimento científico, assim como erros que devem ser retificados, pois quando se estabelece a existência de uma ciência provisória, os avanços científicos são facilmente compreendidos.

Os obstáculos epistemológicos têm origem na ideia de verdades absolutas

“[...] eles se incrustam no conhecimento não questionado. Hábitos intelectuais que foram úteis e sadios podem, com o tempo, entravar a pesquisa. Bergson diz com justeza: “Nosso espírito tem a tendência irresistível de considerar mais clara a ideia que costuma utilizar com frequência”. A ideia ganha assim uma clareza intrínseca abusiva. Com o uso as ideias se valorizam indevidamente” (Bachelard, 1996, p. 19).

Podemos justificar a fala de Bachelard usando como exemplo o conceito de adaptação para evolução biológica. A adaptação é um conceito imprescindível para a compreensão de como ocorre à evolução biológica, entretanto, o uso corriqueiro e simplificado dessa palavra muitas vezes dispensa a contextualização do que ela representa no processo evolutivo. Sendo assim, é em termos de obstáculos que este artigo propõe discutir como o conhecimento não questionado e precipitado ganha força no decorrer da história, distorcendo a compreensão de conceitos fundamentais, como o de adaptação das espécies. *“A noção de obstáculo epistemológico pode ser estudada no desenvolvimento histórico do pensamento científico e na prática da educação” (Bachelard, 1996, p. 21).*

Em a Formação do Espírito Científico, Bachelard apresenta nove tipos de obstáculos epistemológicos. Para nossa discussão apresentaremos três destes obstáculos que são respectivamente: o obstáculo da experiência primeira, o obstáculo geral e o obstáculo verbal.

Obstáculo da Experiência Primeira

A primeira experiência é geralmente ingênua e traz um fascínio, pois parece ser de fácil compreensão. Para Bachelard (1996), ela é sempre um obstáculo inicial a ser enfrentado. *“Essa observação primeira se apresenta repleta de imagens; é pitoresca, concreta, natural, fácil. Basta descrevê-la para se ficar encantado. Parece que compreendemos” (Bachelard, 1996, p. 25).*

O perigo da experiência primeira está no fato de ela ser acrítica. Se o conceito que se quer aprender for visto carregado de artifícios que poderiam auxiliar na compreensão, como o excesso de metáforas, imagens e esquemas ilustrativos, o efeito pode ser contrário, pois o fascínio que tais recursos quando utilizados em demasia geram, pode entravar o avanço de determinados conhecimentos.

“O fato de oferecer uma satisfação imediata à curiosidade, de multiplicar as ocasiões de curiosidade, em vez de benefício pode tornar-se obstáculo para a cultura científica. Substitui-se o conhecimento pela admiração, as ideias pelas imagens” (Bachelard, 1996, p. 36).

Para o autor, o primeiro contato tem de ser seguido por um segundo contato que irá confrontar a primeira experiência, ou seja, o primeiro mobiliza o pensamento e o segundo o coloca em xeque com as bases que lhe deram origem.

Obstáculo do Conhecimento Geral

O conhecimento geral seria o passo seguinte à primeira experiência. Depois do fascínio trazido pelas metáforas e imagens, o espírito ingênuo segundo Bachelard, que acredita ter compreendido um fato, por exemplo, irá transpor uma situação a todas as situações que lhe parecerem semelhante. *“O conceito científico correspondente a um fenômeno particular é o agrupamento das aproximações sucessivas bem ordenadas” (Bachelard, 1996, p. 76).*

Também a esse respeito Bachelard (1996) utiliza exemplos de leis que são muito gerais e, segundo o autor, bloqueiam ideias

“[...] como foi dito tantas vezes, essas leis gerais definem palavras e não as coisas; a lei geral do crescimento e morte dos seres vivos define a palavra vida como uma espécie de pleonasma. Então tudo fica claro; tudo fica identificado” (Bachelard, 1996, p. 71).

Leis que parecem ser muito claras estancam o pensamento, pois as generalizações são atraentes e satisfazem os espíritos mais apressados. *“A conceptualização científica precisa de uma série de conceitos em via de aperfeiçoamento para chegar à dinâmica que pretendemos, para formar um eixo de pensamentos inventivos” (Bachelard, 1996, p. 71).* Um conhecimento que é apresentando sem as condições que lhe deram origem, ou seja, sem contextualização, no qual certas noções que parecem ser de fácil compreensão

são aplicadas de maneira generalizada, e sem questionamento, não pode ser entendido como conhecimento científico, ele é no máximo um conhecimento vago (Bachelard, 1996).

O Obstáculo Verbal

O obstáculo verbal tem origem na ideia de que certas palavras são autoexplicativas, sendo assim não há o que questionar, pois é óbvio o que ela representa. Bachelard (1996) diz que este é um dos obstáculos mais difíceis de superar, porque é apoiado numa filosofia fácil.

Bachelard (1996) utiliza o exemplo da palavra *esponja* para abordar esse obstáculo, pois ela permite expressar uma variedade de sentidos,

“[...] nos fenômenos designados pela palavra esponja, o espírito não está sendo iludido por um potencial substancial. A função da esponja é de uma evidência clara e distinta, a tal ponto que não se sente necessidade de explicá-la” (Bachelard, 1996, p. 91).

Para falar a respeito da palavra *esponja*, o autor cita diversos exemplos ao longo da história, no qual a palavra foi utilizada em sentidos variados designando os mais diversos fenômenos físicos, químicos e biológicos. Um exemplo está no excerto abaixo, no qual algumas considerações a respeito do comportamento das cargas elétricas da água são analisadas

“A matéria comum é uma espécie de esponja para o fluido elétrico; a esponja não absorveria água se as partes da água não fossem menores que os poros de uma esponja; só a absorveria muito devagar, se não houvesse uma mútua atração entre suas partes e as partes da esponja; esta ficaria embebida mais depressa se a atração recíproca entre as partes da água não formasse um obstáculo, pelo que deve existir alguma força empregada para separá-las; enfim, a absorção seria muito rápida se, em vez de atração, houvesse entre as partes da água uma mútua repulsão que concorresse com a atração da esponja. É exatamente o caso em que encontram a matéria elétrica e a matéria comum” (Bachelard, 1996, p. 94).

Mostramos aqui o conceito de obstáculos epistemológicos e apresentamos alguns dos obstáculos utilizados em nossa argumentação, pois os obstáculos apresentados estão intimamente relacionados com o desenvolvimento do pensamento científico, e as mudanças pelas quais ele passou. Esses obstáculos configuram atitudes que levam a regressão do espírito científico.

Nas próximas seções, apresentaremos as mudanças ocorridas no que se refere ao conceito de mudança e adaptação das espécies. Essas noções foram sendo substituídas e modificadas pelas construções de cientistas ao longo dos anos, e por contribuições de áreas do conhecimento como a genética, a etologia, entre outras. A epistemologia de Bachelard é evidenciada no decorrer dos episódios históricos marcados por rupturas e mudanças no pensamento científico.

DO FIXISMO ÀS NOÇÕES DE MUDANÇAS NOS ORGANISMOS: A CONSTRUÇÃO HISTÓRICA DO CONCEITO DE ADAPTAÇÃO BIOLÓGICA

“O mundo como existe, sempre existiu, e nada mais é do que o reflexo da obra do criador”. Esta frase traduz a essência da concepção de um mundo no qual a ideia de mudança não cabe. Mayr (2009) apresenta uma classificação do pensamento a respeito da história do mundo na visão fixista, em duas categorias, uma concebe o *mundo de duração infinita* e a outra, o *mundo constante de curta duração*. A primeira se refere à concepção de Aristóteles, assim como outros filósofos de sua época que acreditavam em um mundo eterno que nunca havia mudado e tudo o que nele existe, sempre existiu. A segunda concepção traduz a visão cristã, como apresentado na Bíblia e, de acordo com Mayr (2009), predominou no mundo ocidental desde a Idade Média.

As duas concepções de mundo apresentadas diferem a respeito do tempo de existência da Terra, mas apresentam um aspecto em comum, a crença da fixidez de tudo o que existe no mundo. O que chamamos de fixismo é exatamente isso, a impossibilidade de mudança, visão que predominou durante muitos séculos. A respeito dessa visão, Meyer e El Hani (2005, p. 17) indicam que:

“[...] de acordo com a visão de mundo fixista, os seres vivos podem ser ordenados numa grande cadeia, que se estende das coisas mais primitivas às mais avançadas, sendo encabeçada, entre as coisas naturais, pela espécie humana.

Os elementos desta cadeia de seres vivos não estariam conectados entre si por elos de parentesco, a ordem atribuída a eles seria simplesmente reflexo da obra de Deus, que teria criado uma gama de espécies, indo desde as mais simples até as mais complexas. Essa visão de mundo também supõe que os seres vivos e cada uma de suas partes foram planejados pelo Criador para cumprir uma determinada função na natureza, contribuindo para a harmonia desta”.

Dentre os naturalistas que defendiam a visão fixista do mundo, Georges Cuvier (1769-1832) foi um dos nomes mais importantes do pensamento biológico (Felipe e Faria, 2010). Cuvier acreditava que a Terra teria passado por grandes catástrofes e que as mesmas teriam destruído espécies existentes e outras novas espécies teriam sido criadas por Deus (Martins e Baptista, 2007). Essa visão catastrofista⁹ de Cuvier foi criticada por alguns naturalistas em sua época e, embora diferisse em certos aspectos da visão de Linné, ambos acreditavam que o surgimento de novas espécies só ocorreria por intervenção divina (Martins e Baptista, 2007).

Cuvier trabalhou com a anatomia comparada e desenvolveu leis de metodologia autocomparativas que são utilizadas até hoje. Essas leis se baseiam em princípios de organização e limitam as possibilidades de alteração das partes de um organismo (Felipe e Faria, 2010). Os mesmos autores apontam que, para Cuvier, as interações entre os seres e o ambiente limitavam-se à troca de substâncias, que ocorriam por predação e herbivoria, pouco importando a existência de outras interações ecológicas.

Para Caponi (2008), a despreocupação de Cuvier com as relações ecológicas foi devida à sua falta de preocupação com o meio ambiente. Felipe e Faria (2010) utilizam o conceito de *revolução epistemológica* ao citar a importância dada às influências ambientais, assim como a noção de mudança nos organismos que viriam à tona posteriormente.

Uma análise deste contexto baseada na epistemologia de Bachelard sugere uma ruptura entre a visão clássica de mundo baseado nas ideologias cristãs para uma visão mais “científica” do ponto de vista empírico. Neste episódio, uma noção de mundo fixista deu lugar a uma visão na qual a mudança passa a ser considerada. O conhecimento com bases científicas rompe com o conhecimento comum, mas isso não ocorre de forma abrupta como as mudanças de paradigmas apresentadas por Kuhn. Uma ruptura completa só viria acontecer em 1859 com a publicação de *A Origem das Espécies*. O obstáculo epistemológico da *experiência primeira* também pode ser evidenciado na compreensão fixista dos organismos, visto que não há um confronto entre as primeiras ideias e a retificação dessas ideias para uma visão mais científica. Dessa forma, o empirismo é predominante na visão de mundo fixista.

É creditado a Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet de Lamarck (1744-1829), um dos naturalistas mais lembrados juntamente com Charles Darwin (1809-1882), a ruptura com a visão fixista do mundo, até então defendida por naturalistas como Cuvier. As noções evolutivas de modificações nos seres vivos ao longo das gerações de Lamarck e Darwin se assemelham e divergem em uma série de aspectos (Frezzatti Jr., 2011), entre os quais se destacam os mecanismos responsáveis pelas variações e adaptações nas espécies e nos indivíduos, no entanto, ambos aceitam a herança dos caracteres adquiridos.

Lamarck deu início aos seus estudos com o objetivo de investigar se realmente as espécies possuíam uma constância absoluta, noção esta que ele rejeitava (Martins, 2007). Em suas observações ele constatou que indivíduos da mesma espécie, vivendo em condições diferentes, apresentavam diferenças, as quais ele chamou de *variedades distintas* (Martins, 2007). Assim,

“[...] a espécie permanecerá a mesma enquanto a ordem de circunstâncias for a mesma; e quando os indivíduos de uma mesma espécie são forçados a viver em uma ordem diferente das circunstâncias, esses indivíduos desde então formarão uma variedade, ou seja, apresentarão diferenças que distingui-los-á mais ou menos da espécie da qual provieram; e que essa variedade conservar-se-á como espécie enquanto os indivíduos que fazem parte dela permanecerem nas mesmas circunstâncias, e produzirá outras variedades se uma causa análoga à que a formou vier a agir sobre esses indivíduos ou sobre alguns deles” (Martins, 2007, p. 186).

O conceito de variação em Lamarck é condicionado por fatores externos, como as mudanças climáticas e geológicas que ocorreram na Terra. No entanto, seguindo uma visão uniformitarista¹⁰, Lamarck

⁹ Os adeptos do catastrofismo acreditavam na ocorrência de fenômenos catastróficos pelos quais a Terra havia passado que resultaram nas configurações geológicas e biológicas atuais.

¹⁰ O uniformitarismo defende que os diferentes aspectos geológicos podem ser interpretados segundo processos naturais semelhantes aos que se observam atualmente e que as mudanças observadas no globo ocorrem de forma gradual.

considerava que tais mudanças eram apenas locais, ou seja, em determinadas regiões, porém tais mudanças levariam os corpos vivos a adquirirem novos hábitos, os quais por sua vez levam à modificação de partes do corpo ou órgãos e no decorrer do tempo à formação de novas espécies (Martins, 2007).

Quando um organismo é exposto a condições climáticas diferentes, por exemplo, tais circunstâncias favorecem modificações para seu novo estilo de vida. Para explicitar como tais variações ocorrem, Lamarck formulou quatro leis: os seres vivos tendem ao aumento na complexidade; o ambiente influencia mudanças nos órgãos dos animais; herança de características adquiridas e o uso e desuso de estruturas (Silva, Andrade e Caldeira, 2014). O aumento de complexidade é atribuído a movimentos orgânicos e

“[...] a vida pelas suas próprias forças tende continuamente a aumentar o volume de todo o corpo que a possuir, e a estender as dimensões de suas partes, até um limite que lhe é próprio” (Lamarck, 1835-1845 apud Martins, 2007, p.196).

Para Lamarck era inerente à vida o poder que tende a aumentar a complexidade dos organismos, poder este que resulta dos movimentos orgânicos dos fluidos que poderia desenvolver e aperfeiçoar os órgãos (Martins, 2007). A respeito da segunda lei, Martins (2007) argumenta que Lamarck tentou fundamentar a segunda lei apoiando-se na terceira que se refere à herança dos caracteres adquiridos, pois

“[...] não é a forma, quer do corpo ou as suas partes, o que conduz aos hábitos de vida e de maneira dos animais, mas, pelo contrário, hábitos, estilos de vida, e todas as outras circunstâncias influentes, ao longo do tempo, que vão constituir a forma do corpo e partes dos animais. Com as novas formas, novas faculdades adquiridas, e, gradualmente, a natureza orientou a formação dos animais tal como vemos hoje” (Lamarck, 1994, p. 237, tradução nossa).¹¹

De fato, a segunda lei aponta elementos que a tornam dependentes da terceira lei, a do uso e desuso, pois as variações ambientais exerceriam pressões às quais os organismos responderiam desenvolvendo ou não modificações em suas estruturas físicas obedecendo a certos limites.

“Em todo animal que não ultrapassou o limite de seus desenvolvimentos, o emprego frequente de um órgão qualquer, se mantido, fortifica pouco a pouco esse órgão, desenvolvendo-o, aumenta-o e lhe dá um poder proporcional à duração desse emprego, enquanto que a falta constante de uso de tal órgão o enfraquece sensivelmente, deteriora-o e diminui progressivamente suas faculdades, acabando por fazê-lo desaparecer” (Lamarck, 1809 apud Martins, 2007, p.200).

A herança de caracteres adquiridos, muitas vezes atribuída a Lamarck, era uma ideia comum em sua época (Cezare e Andrade, 2015). Em *Recherches sur l'organisation des cops vivants*, Lamarck faz algumas considerações a respeito dessa lei:

“Ora, cada mudança adquirida em um órgão por um hábito suficiente para tê-la operado, conserva-se pela geração, se é comum aos indivíduos que concorrem juntos na fecundação para a reprodução de sua espécie que se sucedem e que são submetidos às mesmas circunstâncias, sem que eles tenham sido obrigados a adquiri-los pela via que realmente as criou” (Lamarck, 1986 apud Martins, 2007, p.202).

Ao apresentamos neste tópico o conceito de mudança em Lamarck, embora o naturalista vivesse em uma época em que a noção fixista das espécies era bastante aceita, este rompe com esta visão e introduz um dinamismo nas espécies. Entretanto, cabe salientar que esse dinamismo estava baseado em agentes externos, os quais provocam mudanças internas e na composição dos organismos.

Bachelard diria que o conceito de mudança diz não ao fixismo, pois dele nada se pode salvar, é uma mudança radical em termos científicos, embora a população em geral mantivesse ainda a crença na divindade da criação. No que se refere aos agentes externos, que para Lamarck eram os propulsores de variações, podemos neste contexto exemplificar os efeitos do obstáculo do *conhecimento geral*, pois ele aplicou as leis de mudança a todos os organismos vivos de maneira geral. O papel do acaso nas modificações só viria a ser considerado na obra de Darwin.

¹¹ Reedição da obra de 1830.

A obra de Darwin, *A Origem das Espécies*, foi lançada em 4 de novembro de 1859. Nos anos que se passaram outras diversas edições foram publicadas. Leakey, autor da introdução de *A Origem das Espécies Ilustrada* (Darwin, 1982, p. 9), diz que “o próprio Charles Darwin fez notar que cerca de vinte pessoas antes dele haviam escrito sobre aspectos da evolução. Porém é de Darwin que deriva a moderna teoria da evolução”. Alfred Russel Wallace (1823-1913) e Darwin chegaram de maneira independente à concepção de seleção natural (Carmo e Martins, 2006).

Carmo e Martins (2006) citam artigos publicados pelos dois naturalistas em 1858, mostrando que ambos fizeram referência à luta pela existência na natureza, no qual os indivíduos melhores adaptados sobrevivem e deixam descendentes, enquanto que o menos adaptados devem sucumbir e sua variedade entrar em extinção (Carmo e Martins, 2006). Houve também pontos nos quais os dois naturalistas discordavam, como as leis de variação da herança e suas relações com a seleção natural (Carmo e Martins, 2006). Caponni (2011) considera que Wallace e Poulton desenvolveram sistematicamente o adaptacionismo.

O uso do termo adaptação é conhecido desde o início do século XVII. Em princípio o termo não possuía relação com a biologia, sendo utilizado para indicar uma relação entre design e função ou como algo que se encaixa em outra coisa (Rafferty, 2011). Em Caponni (2011) é apresentada uma discussão a respeito do uso do termo adaptação em biologia. Para o autor, o primeiro a apresentar a adaptação em termos biológicos foi Darwin, no entanto, a consolidação do que viria a ser a adaptação se deu com o estabelecimento da Ecologia.

Em *A Origem das Espécies*, Darwin não estava preocupado em explicar a adaptação mas sim as relações entre os organismos, devido a isso Caponni (2011) cita que a adaptação faria parte da segunda agenda de Darwin. O mesmo autor nega que havia algo semelhante ao conceito de adaptação antes de Darwin, seja por Cuvier ou Lamarck. Em Darwin a adaptação é compreendida como um produto da seleção natural no qual a relação entre organismos e ambiente é fundamental. O estudo das adaptações implicava uma atenção ao ambiente biológico que antes de 1859 não havia no trabalho dos teólogos ingleses e nem dos naturalistas pré-darwinistas (Caponni, 2011).

Nos trabalhos de Lamarck ele se refere ao organismo ajustando sua forma ao ambiente, no entanto, antes de Darwin, ninguém havia entendido o ambiente como um lugar composto de adversidades, que pressionava a estrutura das populações, no qual os portadores de variações desfavoráveis eram eliminados e os que apresentavam variações que lhes davam oportunidades de sobrevivência e reprodução, se favoreciam (Caponni, 2011).

Em Darwin, aspectos como a variação e adaptação são explicados por mecanismos que diferem de Lamarck, embora esse até certo ponto tenha se utilizado de concepções muito próximas às de Lamarck para explicar a variação das espécies, como o uso e o desuso.

“A mudança dos hábitos produz efeitos hereditários; poderia citar-se, por exemplo, a época de floração das plantas transportadas de um clima para outro. Nos animais, o uso e não uso das partes tem uma influência mais considerável ainda. Assim, proporcionalmente ao resto do esqueleto, os ossos das asas pesam menos e os ossos das coxas pesam mais no canário doméstico que no selvagem. Ora, pode incontestavelmente atribuir-se esta alteração a que o canário doméstico voa menos e marcha mais que o canário selvagem. Podemos ainda citar, como um dos efeitos do uso das partes, o desenvolvimento considerável, transmissível por hereditariedade, das mamas das vacas e das cabras nos países em que há o hábito de ordenhar estes animais, comparativamente ao estado desses órgãos nos outros países” (Darwin, 1961, p. 11).

No entanto, ele admite certa limitação nas modificações dos organismos em resposta ao ambiente:

“Os naturalistas assinalam como únicas causas possíveis às variações, as condições exteriores, tais como o clima, a alimentação etc. Pode isto ser verdade, num sentido muito limitado, como nós veremos mais tarde; mas seria absurdo atribuir a simples causas exteriores a conformação do picanço, por exemplo, de que as patas, a cauda, o bico e a língua estão admiravelmente adaptados para ir agarrar os insetos debaixo da casca das árvores” (Darwin, 1961, p. 3, grifo do autor).

A limitação que Darwin atribui à influência dos fatores ambientais deve-se ao fato de ele ter ficado cinco anos em uma expedição a bordo do navio Beagle, passando por diversos continentes e ilhas. Darwin

acreditava que havia nascido para estudar a natureza, sendo assim, tornou-se naturalista, observando constantemente, colecionando e estudando vários fenômenos geológicos e biológicos com os quais se defrontava (Mayr, 1991).

A obra de Thomas Malthus, Um Ensaio Sobre o Princípio da População, exerceu influência sobre o pensamento de Darwin, pois ele tratava a respeito da população humana produzir um número maior de descendentes do que normalmente pode-se esperar que sobreviva até a idade reprodutiva (Mayr, 1991). Darwin então fez alusão aos princípios de Malthus, assim como aos princípios políticos do liberalismo econômico aplicando-os de maneira similar aos seres vivos de modo geral (Bizzo, 1991). Ele considerou o fato de que “[...] deveria haver uma seleção entre a prole para resolver quais devem sobreviver e quais perecerão” (Darwin, 1982, p. 09).

Este é o princípio da Seleção Natural utilizada por Darwin para explicar a ocorrência das variações e adaptações

“[...] uma vez que os indivíduos de uma espécie variam entre si os indivíduos com certas características que lhes conferem vantagens para conseguir alimentos ou para escapar dos predadores, por exemplo, terão maior probabilidade de sobrevivência. Dada à variação cujos resultados podem ser observados amplamente, a seleção natural pode explicar a evolução biológica” (Darwin, 1982, p. 10).

Além do princípio da Seleção Natural, Darwin também introduziu a noção de descendência comum. Na Figura 1, presente em *A Origem das Espécies*, Darwin faz um esboço indicando as ramificações de uma árvore evolutiva, na qual a ideia de ancestralidade está presente, com uma população de organismos se ramificando ao longo de gerações. Uma ruptura conceitual pode ser evidenciada nesta explicação de ancestralidade, pois Lamarck não reconhecia as ramificações da árvore darwiniana, para ele havia uma sequência linear. Para Lamarck havia ligeiras mudanças nos organismos ao longo do tempo, no entanto em termos de populações o que havia é uma linearidade ao longo das gerações.

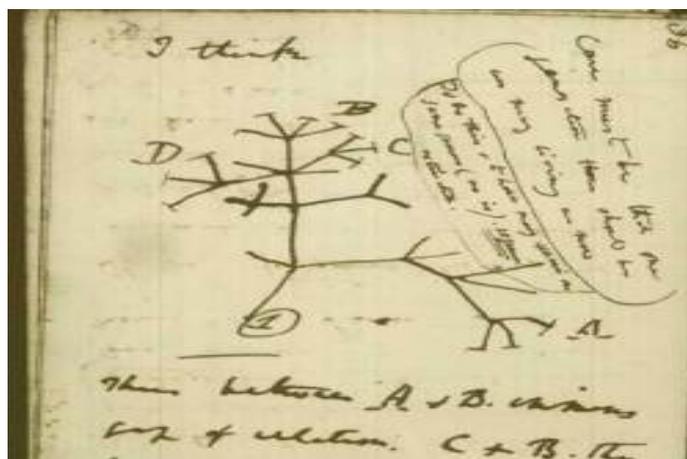


Figura 1 – A árvore de Darwin em suas anotações (fonte: www.evolucionismo.org.br).

Um fato interessante é que com a Seleção Natural o conceito de adaptação ganha força, pois o ambiente seleciona a variação mais adaptada. Mesmo depois da publicação de *A Origem das Espécies*, muitos evolucionistas negavam a seleção natural, pois consideravam a adaptação um processo mais ou menos finalista (Mayr, 2009, p. 180). Entretanto, na explicação de Darwin para a adaptação, não existe nenhuma menção a um fator finalístico. Para Mayr (2009, p. 181)

“[...] Darwin propôs uma explicação de adaptação, baseada no pensamento populacional, que resistiu a todos os ataques lançados contra ela. Tratava-se da aplicação da seleção natural ao processo de adaptação. Segundo essa interpretação, um caráter de um organismo é considerado uma adaptação quando, nas variáveis populacionais de seus ancestrais foi preservado por contribuir de forma positiva para a sobrevivência do indivíduo. O processo de eliminação dos indivíduos menos adaptados resulta na sobrevivência dos mais adaptados”.

Como citado por Mayr (2009), Darwin não colocou o processo de adaptação como um objetivo a ser alcançado ou a causa final na qual a seleção natural se reduz a um fim. Em termos de obstáculos epistemológicos, a palavra *adaptação* passa a ser um *obstáculo verbal* ao se tornar um termo autoexplicativo, pois remete a se adaptar a alguma coisa. É dessa maneira que compreendemos explicações a respeito da seleção natural com argumentos utilizados por Lamarck no sentido de ajustar-se ao ambiente.

O que ocorre é uma compreensão inadequada, pois para explicar as consequências de um processo (seleção natural) é utilizado um conceito (adaptação) que, em sentido comum, remete a um objetivo. Ao falarmos da síntese moderna, a seguir, retomaremos o exemplo de adaptação como obstáculo verbal.

A Síntese Moderna: elementos novos dão força ao entendimento das adaptações

Ao formular sua teoria, Darwin explicou a evolução pela seleção natural, no entanto, ao tentar explicar a transmissão das características adaptativas, o naturalista recorreu à Teoria da Pangênese (Cezare e Andrade, 2015) como forma de explicar a hereditariedade. Essa explicação foi criticada por Weismann, assim como a herança de caracteres adquiridos, ele se baseou na concepção de plasma germinativo¹² para negar essa ideia (Haing, 2007). Este poderia ser transmitido de uma geração a outra (Martins, 2003). A respeito dos caracteres adquiridos, em princípio, Weismann não os negava, porém após a morte de Darwin mudou sua visão, baseado em alguns resultados obtidos experimentalmente em que cortava caudas de camundongos durante várias gerações, e concluiu que as características adquiridas durante a vida de um indivíduo não podiam ser transmitidas aos descendentes (Churchill, 1968; Martins, 2015). Os resultados de seus experimentos não foram muito considerados, devido aos resultados dos experimentos de Brown Séquard com porquinhos da Índia, com os resultados favoráveis à herança de caracteres adquiridos (Martins, 2010).

Em *A Origem das Espécies*, a questão da hereditariedade é citada muitas vezes por Darwin:

“[...] nenhum tratador pôs em dúvida a grande energia das tendências hereditárias; todos têm por axioma fundamental que o semelhante produz o semelhante, e apenas alguns teóricos põem em dúvida o valor deste princípio” (Darwin, 1961, p. 13).

Porém, os mecanismos responsáveis pela hereditariedade ainda permaneciam um mistério. Em outra parte da Europa, mais precisamente da Áustria, Gregor Mendel (1822-1884), um monge agostiniano, trabalhou experimentalmente com o cruzamento de plantas, entre elas ervilhas. Os resultados de seus experimentos com plantas híbridas lhe renderam trabalhos apresentados à Sociedade de História Natural de Brno e se tornou a base da genética atual, o que conhecemos como as Leis de Mendel. De acordo com Futuyama (2009), Darwin nunca soube que Mendel tinha resolvido a questão da hereditariedade em um artigo publicado em 1865, o qual seria amplamente notado em 1900.

Todavia, Bizzo e El Hani (2009) afirmaram que Darwin teve contato com o trabalho de Mendel, no entanto, não utilizou seus resultados. Os motivos pelos quais ele não se apropriou do trabalho de Mendel para dar consistência à sua teoria, são diversos¹³, entre eles, Bizzo (1991, p. 263) ressaltou que o modelo de Mendel explicou a herança das ervilhas, mas não satisfaz outras exigências essenciais da época. A teoria de Mendel sobre hereditariedade foi redescoberta com Hugo de Vries (1848-1935) e William Bateson (1861-1926) e passou a ser a teoria de hereditariedade aceita a partir da década de 1920 (Ridley, 2006). *“A síntese da teoria da seleção natural de Darwin com a teoria Mendeliana da hereditariedade estabeleceu o que é conhecido como teoria sintética da evolução ou síntese moderna” (Ridley, 2006, p. 38).*

Essa conciliação entre os trabalhos de Darwin e Mendel só foi possível graças a uma série de esforços, pois em princípio muitos evolucionistas acreditavam que a teoria de Mendel era incompatível com o princípio da seleção natural, visto que um dos princípios mendelianos dizia que as unidades hereditárias não eram alteradas quando passadas à geração seguinte (Alvarez, 2010). Uma conciliação entre as teorias de Darwin e Mendel foi possível graças aos trabalhos de Ronald A. Fisher (1890-1962) e John B. S. Haldane (1892-1964), na Inglaterra, e Sewall Wright (1889-1988), nos Estados Unidos. Estes pesquisadores desenvolveram uma teoria matemática de genética de populações, mostrando que a mutação e a seleção natural juntas levavam à evolução adaptativa: *“A mutação não é uma alternativa à seleção natural, mas sim sua matéria-prima” (Futuyama, 2009, p. 9).*

¹² Uma exposição maior deste assunto, ver em Martins (2003).

¹³ Em Bizzo e El Hani (2009) esta questão é delineada com mais detalhes.

O importante é termos em mente que a genética não nasceu em consequência da necessidade de embasar as explicações de Darwin. Nesse sentido, o descontínuo pode ser evidenciado pela junção de uma área de pesquisa a outra que possibilitou explicações mais consistentes a respeito da adaptação. Até então, não se tinha ideia dos fatores internos aos organismos, somente com a conciliação dos trabalhos de Darwin e Mendel, isso foi compreendido. A partir daí, pôde-se explicar a adaptação como consequência de um fenômeno de alterações no genoma dos organismos, que geram mudanças que são transmitidas ao nível das populações e não somente dos indivíduos e que são selecionadas pela seleção natural. Mayr (2009) chama atenção para o fato de que a adaptação como uma propriedade do organismo pode ser um traço fisiológico, um comportamento, ou qualquer coisa que tenha sido favorecida pela seleção natural em relação a propriedades alternativas.

Futuyma (2009) faz algumas advertências a respeito de como a adaptação não deve ser compreendida. Para o autor, a ideia de necessidade ou que a adaptação leva à perfeição é um obstáculo a ser superado. Entretanto, alguns obstáculos ainda se encontram presentes neste conceito, pois o termo adaptação apresenta sentidos polissêmicos que podem gerar obstáculos verbais. O dicionário Silveira Bueno (2007) define adaptação como: “*ação de adaptar; acomodação; adequação*”.

O obstáculo do conhecimento geral aqui se encontra no fato de atribuir o conceito de adaptação a qualquer tipo de mudança, ocorrida em uma população ou indivíduo, mesmo que não sejam adaptativas. Bachelard diria que o espírito científico apressado crê ter compreendido a complexidade de um processo, por ter entendido apenas um exemplo e acaba por aplicar este exemplo em diversas situações.

Bachelard também traz uma série de advertências quanto ao uso de metáforas e analogias em demasia, para o autor é necessário constantemente sair do concreto para o abstrato. Para Andrade, Zylbersztajn e Ferrari (2002), Bachelard considera que a utilização excessiva de imagens que se acumulam prejudica a razão, pois seu lado concreto, apresentado sem prudência, impede a visão abstrata e nítida dos problemas reais. Podemos perceber que o filósofo não é contra toda e qualquer utilização de analogias e metáforas, mas sim contra as que podem reforçar concepções da observação empírica, do senso comum, ou quando elas se tornam cópias fiéis da realidade, impedindo a compreensão do que se pretende ensinar, tornando-se ou reforçando obstáculos epistemológicos (Andrade, Zylbersztajn e Ferrari, 2002).

Como resultado da análise epistemológica acerca do conceito de adaptação biológica, apresentamos o quadro 01 com um resumo dos obstáculos epistemológicos envolvidos na compreensão do conceito de adaptação ao longo do tempo

Quadro 1- Relação entre obstáculos epistemológicos e o conceito de adaptação.

	Obstáculo da experiência primeira	Obstáculos do conhecimento geral	Obstáculo verbal
Visão fixista das espécies	Concepção de mundo imutável de acordo com uma visão empirista.		
Pensamento de mudança em Lamarck		Aplicação das mesmas leis de mudança a todos os seres vivos.	
Noções adaptativas em Darwin			Adaptação torna-se um termo autoexplicativo remetendo o um objetivo.
Síntese moderna		Todas as mudanças nos organismos são compreendidas como sendo adaptações.	Polissemia da palavra adaptação.

O Quadro 1 apresentou alguns obstáculos referentes ao conceito de adaptação a partir de um estudo histórico que contemplou desde idéias fixistas até a visão proposta pela síntese moderna. Entretanto, considerando a constante dinamicidade da ciência não se pode acomodar nestas explicações como obras acabadas. Necessita-se, assim como afirmava Bachelard, de constantes superações do pensamento científico. Nesse sentido, há de se levar em consideração os novos caminhos que os estudos que a biologia evolutiva vem se desenvolvendo e como esses novos conhecimentos podem e poderão modificar ou ressignificar a ideia de adaptação biológica. Atualmente,

“[...] há compêndios teóricos e empíricos contemporâneos que defendem a proposição de uma Síntese estendida da evolução (representada por autores como Massimo Pigliucci, Gerd B. Müller, Kevin N. Laland e Armin Moczek) que fez erigir algumas articulações iniciais entre os pressupostos evolutivos abordados pela Teoria Sintética e as novas constatações sobre os processos evolutivos, voltadas, principalmente, para a origem da diversidade das formas orgânicas e para um pluralismo de processos envolvidos nas explicações causais da evolução” (Ceschim, Oliveira e Caldeira, 2016).

Neste novo olhar para diferentes fenômenos agrega-se os estudos de novas áreas do conhecimento como a Teoria da Evo-Devo, plasticidade e acomodação, nicho ecológico, herança epigenética, teoria dos replicadores, evolubilidade, seleção em multiníveis e evolução genômica (Pigliucci e Müller, 2010).

A evolução do desenvolvimento (EVO-DEVO) mostra-se como uma área do conhecimento com um potencial positivo para direcionar as concepções atuais a respeito da adaptação biológica. A Evo-Devo se baseia nos mecanismos regulatórios e sinalizadores que ocorrem no desenvolvimento embrionário. Conforme um embrião se desenvolve, uma série de moléculas sinalizadoras ativa proteínas chamadas fatores de transcrição, que ligam ou desligam certos genes em cada célula de maneiras diferentes, à medida que o desenvolvimento continua essa rede de atividade gênica em cascata se modifica de forma contínua (Freeman e Herron, 2009). Sendo assim, a EVO-DEVO possibilita a compreensão das adaptações de maneira mais dinâmica, visto que seu campo de estudo parte dos mecanismos pós transcricionais do DNA, e desta maneira reduz a visão de um determinismo genético no qual as populações estariam destinadas. O descontínuo novamente pode ser evidenciado na área de estudo de adaptações a partir dos aprofundamentos nas pesquisas em evolução do desenvolvimento, pois esta área visa flexibilizar o poder atribuído a heranças genéticas.

Evidenciamos a Evo-Devo como novo campo de conhecimento evolutivo em detrimento dos outros exemplos citados em virtude de explicações que permitem uma reflexão sobre o conceito de adaptação, que é o objetivo deste trabalho. Os novos campos de conhecimento que surgem e suas tecnologias poderão trazer ao conhecimento de adaptação e também para a biologia evolutiva uma nova gama de possibilidades de interpretação dos fenômenos do mundo vivo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Retomamos a história do conhecimento científico, discutindo a respeito do significado do termo epistemologia e destacando episódios que são considerados importantes para a história da ciência, tal como o Círculo de Viena e o que ele representou em uma época em que o científico tinha sentido restrito. Contudo, Bachelard traz uma epistemologia que vem na contramão desse movimento, mesmo sendo anterior a ele, porém com ideias inovadoras, como a valorização dos contextos históricos da produção do conhecimento científico, analisando estes contextos em sua gênese de maneira crítica, articulando a história e a filosofia.

A importância da historicidade para a ciência é relativamente recente, e contou com o apoio de Kuhn e Lakatos. Kuhn é um dos nomes mais lembrados neste empreendimento devido ao seu conceito de paradigma, no qual ele explica como ocorrem mudanças na ciência, porém Bachelard já fazia um trabalho neste mesmo sentido anos antes.

Partindo dos contextos de produção do conhecimento científico, Bachelard considera as rupturas ocorridas no decorrer da história como uma reorganização do conhecimento. Sendo assim, para ele romper não significa abandonar um conhecimento antigo, pois isto não ocorre repentinamente. O que deve ser evidenciado são os descontínios na ciência, as mudanças no pensamento devido a compreensão de novos elementos, que exigem novas atitudes científicas, ou seja, os novos elementos exigem uma reorganização do pensamento.

Sendo o conceito de adaptação um tema gerador de controvérsias, acreditamos que retroceder historicamente na construção do conceito poderia nos dar indícios de quais são os obstáculos no conceito de adaptação. Os “obstáculos epistemológicos” e a “filosofia do não” de Bachelard nos auxiliaram nesta busca, pois as duas abordagens visam uma retomada histórica.

Percebemos nesse empreendimento que a abordagem linear de uma temática, como um acúmulo de fatos historicamente descontextualizados, impossibilita transcender no tempo, compreender que houve momentos históricos no qual certas noções eram comuns e, para haver mudança de perspectiva, ocorreu

uma série de esforços. O conceito de adaptação foi sendo construído em momentos distintos e ganhando cada vez mais consistência, porém isso não aconteceu repentinamente.

Desta análise histórica emergiram quatro momentos distintos pelos quais o conceito de mudança e variação perpassa:

- 1º Visão fixista das espécies em que as diferenças existentes nos organismos eram encaradas como obras divinas. Deus seria a fonte provedora de toda a diversidade existente. O termo adaptação não tem o sentido biológico.
- 2º Mudança direcionada pelo ambiente. Destaca-se aqui a obra de Lamarck, pois este atribuía as modificações nos seres vivos como respostas às modificações ambientais.
- 3º As estruturas são selecionadas. Os estudos de Darwin apontam que há uma luta pela sobrevivência, em que o meio seleciona as características mais favoráveis às diferenças ambientais no qual os animais são expostos, resultando em uma população com adaptações a àquele ambiente. O termo adaptação é interpretado em um sentido biológico. Entretanto Darwin também aceitava, assim como Lamarck, a herança dos caracteres adquiridos não rompendo totalmente com a visão anterior.
- 4º As diferenças entre os organismos são internas. Com a retomada dos estudos de Mendel e a conciliação destes com os trabalhos de Darwin e Wallace, as adaptações passam a ser compreendidas como diferenças no genoma dos organismos que expressam diferentes tipos de fenótipos e esses são selecionados pelo ambiente. Assim a adaptação é atualmente entendida como “[...] uma característica que aumenta a sobrevivência e a reprodução dos organismos em relação à característica ancestral. A seleção natural é o único mecanismo conhecido capaz de causar a evolução das adaptações” (Futuyma, 2009, p. 279).

Os obstáculos que apresentamos foram historicamente superados, entretanto, o conhecimento e a aprendizagem de evolução ainda apresentam esses obstáculos. Nesse sentido, consideramos que a Biologia Evolutiva do Desenvolvimento (Evo-Devo) ao estudar as relações entre evolução e desenvolvimento, limita o poder da seleção natural, pois

“[...] o desenvolvimento não é um processo infinitamente plástico, mas um processo muito complexo de produção de forma (morfogênese) a partir de um sistema intrincado de interações celulares e moleculares. A complexidade do sistema de desenvolvimento e a concatenação de suas etapas fazem com que certas inovações morfológicas se tornem impossíveis para determinados organismos. Assim, as mudanças evolutivas são restritas às que “podem ocorrer” como consequência de mudanças no desenvolvimento” (El-Hani e Meyer, 2009).

A área de estudos da Evo-Devo tem o potencial de contribuir para um entendimento mais completo a respeito das adaptações atribuindo as mudanças evolutivas a uma pluralidade de fatores. Contudo, concluímos que sem os esforços em compreender o desenvolvimento da História da Ciência este projeto perde o sentido, pois a experiência primeira, o conhecimento geral e o obstáculo verbal, que são os obstáculos por nós utilizados, são produtos historicamente construídos. Nesse sentido, consideramos que esse trabalho poderá orientar a escolha de discussões e atividades para a aprendizagem do conceito de adaptação.

REFERÊNCIAS

- Alvarez, M. (2009/2010). O Contributo da Genética para a Evolução do Pensamento Evolutivo. *Antropologia Portuguesa*, 26(27), 121-135.
- Andrade, B. L. de, Zylbersztajn, A., & Ferrari, N. (2002). As Analogias e Metáforas no Ensino de Ciências à Luz da Epistemologia de Gaston Bachelard. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(2), 1-11.
- Bachelard, G. (1977). *A epistemologia*. Rio de Janeiro, RJ: Zahar Editores.

- _____. (1991). *A filosofia do não*. Tradução de Joaquim José Moura Ramos. (5a ed.). Lisboa: Editorial Presença.
- _____. (1996). *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro, RJ: Contraponto.
- Biehl, L. V. (2003). *A Ciência ontem, hoje e sempre*. Porto Alegre, RS: ULBRA.
- Bizzo, N. (1991). *Ensino de Evolução e História do Darwinismo* (Tese de doutorado). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo. Recuperado de www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48133/tde-16082013-145625/
- Bizzo, N., & El-Hani, C. N. (2009). O arranjo curricular do ensino de evolução e as relações entre os trabalhos de Charles Darwin e Gregor Mendel. *Filosofia e História da Biologia*, 4, 235-257.
- Capponi, G. (2008) *Georges Cuvier: un fisiólogo de museo*. México (D.F.): Editorial Limusa.
- _____. (2011). *La segunda agenda darwiniana contribución preliminar a una historia del programa adaptacionistas*. Centro de Estudios Filosóficos, Políticos y Sociales Vicente Lombardo Toledano.
- Carmo, A. V., & Martins, L. A. P. (2006) Charles Darwin, Alfred Russel Wallace e a seleção natural: um estudo comparativo. *Filosofia e História da Biologia*, 1, 335-350.
- Ceschim, B., Oliveira, T. B., & Caldeira, A. M. A. (2016). Teoria Sintética e Síntese Estendida: uma discussão epistemológica sobre articulações e afastamentos entre essas teorias. *Filosofia e História da Biologia*. 11(11). 1-29. Recuperado de: http://www.abfhib.org/FHB/FHB-11-1/FHB-11-1-01-Beatriz-Ceschim_Thais-Oliveira_Ana-Maria-Caldeira.pdf
- Cezare, P. S. L., & Andrade, M. B. S. de. (2015). A história como um valor cognitivo: o panorama teórico da evolução biológica. In *Anais do Encontro de História e Filosofia da Biologia*, (pp.305-310). São Paulo, SP.
- Chalmers, A. F. (1997). *O que é ciência afinal?* Tradução de Raul Fiker. São Paulo, SP: Brasiliense.
- Churchill, F. B. (1968). August Weismann and a break from tradition. *Journal of the History of Biology*, 1(1), 91-112.
- Darwin, C. (1961). *A origem das espécies*. Tradução de Joaquim Dá Mesquita Paul. Porto: Lello & Irmão Editores.
- _____. (1982). *A origem das espécies: ilustrada*. (Condensado e com introdução de Richard E. Leakey). Brasília: Ed. Universidade de Brasília.
- El-Hani, C. N. & Meyer, D. (2009). A Evolução da Teoria Darwiniana. *ComCiência*. n.107.
- Evolucionismo (2015,12 de agosto). Recuperado de <http://www.evolucionismo.org.br>.
- Felipe, A., & Faria, F. (2010). Georges Cuvier: história natural em tempos pré-darwinianos. *História Ciência Saúde-Manguinhos*. 17(4),1031-1034.
- Freeman, S., & Herron, J. C. (2009). *Análise evolutiva*. Tradução de Maria Regina Borges - Osório e Rivo Fisher. (4a ed.). Porto Alegre, RS: Artmed.
- Frezzati Jr, W. A.(2011) A construção da oposição entre Lamarck e Darwin e a vinculação de Nietzsche ao eugenismo. *Scientiae Studia* (USP). 9 (4)791-820.
- Futuymo, D. J. (2009) *Evolution*. (2a ed.). Sunderland: Sinauer Associates.
- Hahn, H., Neurath, O., & Carnap, P. R. (1986). A concepção científica do mundo – Círculo de Viena. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, 10, 5-20.
- Haing, D. (2007). Weismann rules! ok? Epigenetics and the Lamarckian Temptation. *Biology and Philosophy*, 22, 415-428.

- Japiassu, H.(1986) *Introdução ao pensamento epistemológico*. (4a ed.). Rio de Janeiro, RJ: Francisco Alves Editora.
- _____(1976). *Para ler Bachelard*. Rio de Janeiro, RJ: F. Alves.
- _____(1981). *Questões Epistemológicas*. Rio de Janeiro, RJ: Imago.
- Kuhn, T. S. (1998). *A Estrutura das Revoluções Científicas*. (5a ed.). São Paulo, SP: Perspectiva.
- Lakatos, I. (1998) *A história das ciências e suas reconstruções racionais*. Tradução de Mendes E. Lisboa: Ed. 70.
- Lamarck, J. B. P. A. M. (1830). *Philosophie zoologique*. Paris: Flammarion.
- Lopes, A. R. C. (1996). Bachelard: o filósofo da desilusão. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*,13(3), 248-273.
- Martins, A. F. P.(2004). *Concepções de estudantes acerca do conceito de tempo: uma análise à luz da epistemologia de Gaston Bachelard*. (Tese de doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo. Recuperado de www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-30112004-183841/
- Martins, L. A. P.(2015) A herança de caracteres adquiridos nas teorias “evolutivas” do século XIX, duas possibilidades: Lamarck e Darwin. *In Anais do Encontro de História e Filosofia da Biologia*. São Paulo, SP.
- _____(2007). *A teoria de progressão dos animais de Lamarck*. Rio de Janeiro: Booklink; São Paulo: FAPESP: GHTEC/ Unicamp.
- Martins, L. A. P.(2003). August Weismann e evolução: os diferentes níveis de seleção. *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência* (1),53-75.
- Martins, L. A. P., & Batista A.M.H.(2007). Lamarck, evolução orgânica e o tempo: algumas considerações. *História e Filosofia da Biologia*, 2. São Paulo: Fundo Mackenzie de Pesquisa-Mack Pesquisa; Livraria da Física.
- Martins, R. A. (2010). August Weismann, Charles Brown-Séguard e a controvérsia sobre herança de caracteres adquiridos no final do século XIX. *Filosofia e História da Biologia*, 5(1), 141-176.
- Mayr, E. (1966). *Animal species and evolution*. The Belknap press of Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts.
- _____(2005). *Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica*. Tradução de Marcelo Leite. São Paulo, SP: Companhia da Letras.
- _____(2009). *O que é evolução*. Rio de Janeiro, RJ: Rocco.
- _____(1991). *One long argument: Charles Darwin and the Genesis of Modern Evolutionary Thought*.
- Melo, A. C. S. de (2005). *Contribuições da epistemologia histórica de Gaston Bachelard no estudo da evolução dos conceitos da óptica* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina. Recuperado de www.filoczar.com.br/filosoficos/Bachelard/Dissert.pdf
- Meyer, D., & El-Hani, C. N (2005). *Evolução: o sentido da biologia*. São Paulo: Editora UNESP.
- Morin, E. (1996). *O problema epistemológico da complexidade*. (2a ed.). Lisboa: Europa-América.
- Pigliucci, M., & Müller, G. B. (2010). *Evolution: the extended synthesis*. Cambridge: The MIT Press.
- Rafferty, P. J. (2011) *New thinking about evolution*. Britannica Educational Publishing.
- Ridley, M. (2006). *Evolução*. Tradução de Henrique Ferreira; Luciane Passaglia; Rivo Fisher. (3a ed.). Porto Alegre, RS: Artmed.

Sepúlveda, C., & El-Hani, C. N. *Controvérsias sobre o conceito de adaptação e suas implicações para o ensino de evolução*. In Anais do V Encontro de Pesquisa em Ensino de Ciências, ENPEC, p. 1-13, 2006. Recuperado de <http://axpfep1.if.usp.br/~profis/arquivos/vienpec/CR2/p742.pdf>

Serra, P. J. M.(2008). *Filosofia e ciência*. Coleção: artigos Lusosofia. Covilhã.

Silva, P. R. da, Andrade, M. B. S. de, & Caldeira, A. M. (2014). Biology teachers' conceptions of the diversity of life and the historical development of evolutionary concepts. *Journal of Biological Education*, 49(1), 3-21, doi: <http://dx.doi.org/10.1080/00219266.2014.882377>

Silveira, B. (2007). *Minidicionário da língua portuguesa*. (2a ed.). São Paulo, SP: FTD.

Yamazaki, S. C. (2013/2014). As ideias de Gaston Bachelard e de Ludwik Fleck: por uma convergência epistemológica. *Revista Sul-Americana de Filosofia e Educação*. (21),117-135.

Recebido em: 21.04.2016

Aceito em: 26.10.2016