

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS E DAS
TÉCNICAS E EPISTEMOLOGIA**

FERNANDA GONÇALVES ARCANJO

**TESES SOBRE O MATERIALISMO HISTÓRICO-DIALÉTICO COMO
MÉTODO EPISTEMOLÓGICO E SUA APLICAÇÃO À HISTÓRIA DA
BIOLOGIA COM ESPECIAL DESTAQUE PARA A “HIPÓTESE PROVISÓRIA
DA PANGÊNESE”**

**Rio de Janeiro
2018**

FERNANDA GONÇALVES ARCANJO

**TESES SOBRE O MATERIALISMO HISTÓRICO-DIALÉTICO COMO
MÉTODO EPISTEMOLÓGICO E SUA APLICAÇÃO À HISTÓRIA DA
BIOLOGIA COM ESPECIAL DESTAQUE PARA A “HIPÓTESE PROVISÓRIA
DA PANGÊNESE”**

Dissertação de mestrado apresentada ao
Programa de pós-graduação em História das
Ciências e das Técnicas e Epistemologia da
Universidade Federal do Rio de Janeiro
como requisito parcial para a obtenção do
título de Mestre em História das Ciências e
das Técnicas e Epistemologia.

**Orientadores: Profa. Dra. Regina Maria Macedo Costa Dantas
Prof. Dr. Edson Pereira da Silva**

**Rio de Janeiro
2018**

FERNANDA GONÇALVES ARCANJO

A668t Arcanjo, Fernanda Gonçalves

Teses sobre o materialismo histórico-dialético como método epistemológico e sua aplicação à história da biologia com especial destaque para a “hipótese provisória da pangênese” / Fernanda Gonçalves Arcanjo. -- Rio de Janeiro, 2018.
89 f.

Orientadora: Regina Maria Macedo Costa Dantas.

Coorientador: Edson Pereira Silva.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Decania do Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, Programa de Pós-Graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia, 2018.

1. Epistemologia. 2. Lógica Dialética. 3. Materialismo Histórico-Dialético. 4. História da Biologia. 5. Charles Darwin. I. Dantas, Regina Maria Macedo Costa, orient. II. Silva, Edson Pereira, coorient. III. Título.

**Rio de Janeiro
2018**

FERNANDA GONÇALVES ARCANJO

**TESES SOBRE O MATERIALISMO HISTÓRICO-DIALÉTICO COMO
MÉTODO EPISTEMOLÓGICO E SUA APLICAÇÃO À HISTÓRIA DA
BIOLOGIA COM ESPECIAL DESTAQUE PARA A “HIPÓTESE PROVISÓRIA
DA PANGÊNESE”**

Dissertação de mestrado apresentada ao
Programa de pós-graduação em História das
Ciências e das Técnicas e Epistemologia da
Universidade Federal do Rio de Janeiro
como requisito parcial para a obtenção do
título de Mestre em História das Ciências e
das Técnicas e Epistemologia.

Aprovada em 28/02/2018

Profa. Dra. Regina Maria Macedo Costa Dantas (UFRJ)

Prof. Dr. Edson Pereira da Silva (UFF)

Prof. Dr. Manuel Gustavo Leitão Ribeiro (UFF)

Profa. Dra. Elaine Maria Paiva de Andrade (UNIFESO/UFRJ)

Prof. Dr. Eduardo Nazareth Paiva (UFRJ)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, ao meu pai e à minha mãe pelo apoio incondicional, não apenas durante o período deste mestrado, mas durante toda a minha vida. Foram eles que me permitiram chegar até aqui. Aos meus queridos amigos, minhas válvulas de escape durante os momentos turbulentos. Aos professores e colegas do Programa de Pós-Graduação em História das Ciências e das Técnicas, em especial à professora Regina Dantas, que me acolheu como orientanda no momento que mais precisei e deu todo o suporte para a finalização desta dissertação. E, por fim, ao meu querido orientador, professor Edson Pereira da Silva, que divide comigo todos os créditos desta dissertação. Mais que isso, devo a ele todo o meu desenvolvimento acadêmico dos últimos 5 anos e, ainda, muitos dos meus valores pessoais.

“[...] não é a consciência dos homens que determina o seu ser, mas, ao contrário, é o seu ser social que determina a sua consciência.”

Karl Marx

ARCANJO, Fernanda Gonçalves. **“Teses Sobre o Materialismo Histórico-Dialético Como Método Epistemológico e sua Aplicação à História da Biologia com Especial Destaque para a “Hipótese Provisória Da Pangênese”**”. Rio de Janeiro, 2018. Dissertação (Mestrado em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

RESUMO

Nesta dissertação, assumimos por epistemologia a linha de pesquisa em filosofia que se popularizou no século XX quando, devido às revoluções científicas, se intensificaram as discussões em filosofia da ciência. Levantamos, inicialmente, uma discussão a respeito de algumas destas epistemologias modernas no intuito de explicitar as vantagens e desvantagens de cada uma destas versões sobre a história da ciência (e, mais especificamente, sobre a história da biologia). Tal discussão culmina no reconhecimento de alguns dos limites destas teorias. Dado isso, propomos uma perspectiva epistemológica idiossincrática, inspirada, em parte, na epistemologia dialética de Bachelard e, em parte, no materialismo histórico-dialético de Marx e Engels, a partir da qual propomos meios para a superação dos impasses gerados pela epistemologia moderna. Para ilustrar esta empreitada, lançaremos mão de uma diversidade de exemplos da história da biologia, devido a relevância que esta área tem assumido na ciência moderna. Além disso, propomos dois estudos de caso particulares desta proposta, ambos pautados no caso da teoria da pangênese de Charles Darwin – uma teoria biológica controversa e que foi, desde o princípio, motor desta dissertação. Nos utilizamos do primeiro caso para desenvolver um questionamento a respeito do caráter do progresso científico. No outro caso analisamos, especificamente, o papel da linguagem na construção de uma teoria e na sua recepção pela comunidade científica. Ao final dos capítulos, concluímos que há limitação numa interpretação da ciência a partir da lógica aristotélica e que a lógica dialética se mostra mais interessante na análise das determinantes concretas da ciência. Mais que isso, concluímos que uma perspectiva materialista dialética pode auxiliar na superação de contradições como “continuismo *versus* incomensurabilidade” e “história interna *versus* história externa”.

Palavras-chave: Epistemologia; Lógica Dialética; Materialismo Histórico-Dialético; História da Biologia; Charles Darwin

ABSTRACT

In this dissertation, we assume by epistemology the line of research in Philosophy that was popularized in the twentieth century when, due to the scientific revolutions, the discussions in Philosophy of Science intensified. We first raised a discussion about some of these modern epistemologies in order to make explicit the advantages and disadvantages of each of these views on the History of Science (and more specifically on the History of Biology). Such discussion culminates in the recognition of some of the limits of these theories. Given this, we propose an idiosyncratic epistemological perspective, inspired in part by the dialectical epistemology of Bachelard and partly by the historical-dialectical materialism of Marx and Engels, from which we propose ways of overcoming the impasses generated by modern epistemology. To illustrate this endeavor, we will draw examples upon a diversity of episodes from the History of Biology, due to the relevance that this area has assumed in modern science. In addition, we propose two particular case studies of this proposal, both based on the Pangenesis theory of Charles Darwin – a controversial biological theory that was, from the beginning, the engine of this dissertation. We use the first case to develop an argument about the character of scientific progress. In the other case, we specifically analyze the role of language in the construction of a theory and in its reception by the scientific community. At the end of the chapters, we conclude that there is a limitation in the interpretation of science based on Aristotelian logic and that the dialectical logic is more interesting in the analysis of the concrete determinants of science. More than that, we conclude that a dialectical materialist perspective can help in overcoming contradictions such as “continuism versus incommensurability” and “internal versus external history”.

Keywords: Epistemology; Dialectics; Historical-dialectical Materialism; History of Biology; Charles Darwin

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
Popper <i>versus</i> Bachelard	3
Objetivos e justificativa.....	10
CAPÍTULO 1	13
1.1 Uma interpretação popperiana.....	16
1.2 Uma interpretação bachelardiana	17
1.3 Resta uma lacuna.....	19
CAPÍTULO 2	23
2.1 Uma visada dialética	25
2.2 Aspecto ontológico.....	27
2.3 Aspecto epistemológico.....	30
2.4 Desenvolvimento em espiral	33
2.5 Mais conversa com as epistemologias do século XX.....	35
2.6 Considerações finais.....	38
CAPÍTULO 3	41
3.1 Pangênese e a síntese evolução e desenvolvimento	44
3.2 Evolução e desenvolvimento no século XXI	47
3.3 Uma interpretação dialética.....	50
CAPÍTULO 4	53
4.1 O que é teleologia?	58
4.2 Teleologia na teoria da pangênese.....	61
4.3 Era Darwin teleológico?	67
CONCLUSÃO	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

INTRODUÇÃO

O termo epistemologia (do grego: *episteme*- conhecimento e *logos*- estudo) é reconhecido por apresentar utilização diversificada. Originalmente o termo foi concebido em oposição à *doxa*, que pode ser compreendida como conjunto de opiniões ou crenças (Audi, 1999, p. 243, 273). Entretanto, nenhum destes termos (epistemologia, *episteme*, *doxa*) possui uma definição rígida, podendo apresentar certa liberdade de sentido na dependência do contexto no qual estão sendo aplicados. Por exemplo, ele pode estar associado à sua definição na filosofia de Descartes até a sua acepção ligada ao empreendimento científico moderno (Japiassu, 1977). O que se pode afirmar, com certa segurança, é que a epistemologia é um meta-conhecimento, ou seja, é um conhecimento de segunda ordem, pois se volta para a compreensão das atividades epistêmicas de primeira ordem (como, por exemplo, a ciência).

Assumimos aqui, por epistemologia, a linha de pesquisa em filosofia que se popularizou no século XX quando, devido às revoluções científicas, se intensificaram as discussões em filosofia da ciência. Dessa forma, quando falamos em epistemologia estamos nos remetendo às vertentes modernas da filosofia da ciência que se propuseram a lidar, direta ou indiretamente, com a física relativística, a mecânica quântica, a geometria não-euclidiana, a química quântica etc. É importante pontuar que esta é uma posição particular, pois quando se fala de epistemologia enquanto campo independente da filosofia ela pode ser, inclusive, contraposta metodologicamente à filosofia da ciência (Kukla, 2015).

Um dos filósofos mais notáveis que se debruçou sobre a epistemologia (entendida no sentido tomado neste trabalho) foi Karl Popper (1902-1994), amplamente reconhecido pela sua teoria das conjecturas e refutações (Popper, 1982). Também conhecida como falsificacionismo, a teoria de Popper influenciou diretamente os trabalhos de outros importantes filósofos da ciência deste período como Thomas Kuhn (1922-1996), autor de “A Estrutura das Revoluções Científicas” (1962), Imre Lakatos (1922-1974), que propôs uma reformulação do falsificacionismo popperiano a qual deu o nome de “falsificacionismo metodológico”, e Paul Feyerabend (1924-1994), autor do polêmico e intransigente de “Contra o Método” (1975). Estes quatro nomes são os que mais bem representam esta que podemos denominar a vertente anglo-saxônica da epistemologia, ou ainda, a vertente popperiana que, como veremos, foi muito influenciada pela escola do positivismo lógico.

Paralelo a esta vertente anglo-saxônica, temos os trabalhos de Gaston Bachelard (1884-1962), uma das grandes referências daquela chamada vertente epistemológica francesa. Sua teoria do racionalismo aplicado é, ainda hoje, uma das mais expressivas marcas da lógica não aristotélica na epistemologia. Bachelard, assim como Popper, também influenciou o trabalho de uma série de outros filósofos, porém, diferente dos “discípulos” de Popper, estes aplicaram suas ideias a objetos de estudo diversos daquele de Bachelard. Um destes filósofos é Georges Canguilhem (1904-1995), que trabalhou especialmente com a história da biologia, da medicina e da psicologia e outro é Louis Althusser (1918-1990), que discutiu uma filosofia da ciência marxista e se debruçou sobre a psicanálise.

Em função da relevância de Karl Popper e, principalmente, de Gaston Bachelard para essa dissertação, segue uma breve revisão das assonâncias e dissonâncias do pensamento desses autores.

Popper *versus* Bachelard

Karl Popper nasceu na Áustria, em 1902, porém, devido à ascensão do nazismo, imigrou ainda novo. Inicialmente esteve na Nova Zelândia, mas posteriormente Popper se estabeleceu na Inglaterra onde concluiu os desenvolvimentos de seu pensamento filosófico. Seu primeiro livro, “A Lógica da Pesquisa Científica”, publicado originalmente em 1934, se dá na forma de uma crítica a alguns pressupostos do positivismo lógico desenvolvido no Círculo de Viena. Embora não tenha participado das reuniões do Círculo na Universidade de Viena, Popper foi contemporâneo de seus participantes e teve contato com alguns deles, tendo sido o positivismo lógico uma grande influência em todo o seu trabalho. Enquanto alguns caracterizam Popper como um grande opositor das ideias neopositivistas do Círculo de Viena outros enxergam em sua teoria uma simples reforma do neopositivismo (Naraniecki, 2010).

Uma das bases da epistemologia popperiana é sua crítica ao critério de significação de Ludwig Wittgenstein (1889-1951), filósofo que inspirou a tradição indutivista do positivismo lógico do Círculo de Viena (Popper, 2000 [1980], p. 69-71). Apoiado na crítica do filósofo David Hume (1711-1776) ao método indutivo, Popper defende que não há bases lógicas que confirmem os pressupostos de Wittgenstein. Isto porque, a relação de causalidade entre a observação e a teoria que a sucede não é

logicamente garantida e não passa de uma expectativa psicológica do observador. Da verdade de uma ou várias observações não é possível inferir a validade de uma lei geral racionalmente obtida.

Além disso, Popper demonstrou que “*todo o nosso conhecimento é impregnado de teoria, inclusive nossas observações*” (Popper, 1975, p.75). Desta maneira, nunca é a experiência crua que leva a teoria, mas sim a experiência guiada por uma ou mais concepções teóricas prévias. Popper entendia, portanto, que todas as proposições científicas seriam não mais que conjecturas e especulações. Não haveria caminho estritamente lógico que levasse à formulação de novas teorias e, mais que isso, não seria papel da filosofia da ciência entender em que condições o cientista formulou a teoria, apenas compreender, por meios lógicos, como “*a inspiração [...] veio a ser reconhecida como conhecimento*” (Popper, 1982, p. 144; Silveira, 1996).

De acordo com Popper, o caráter científico de uma proposição é reconhecido na medida em que tal proposição é vulnerável a sua própria refutação pelos dados empíricos e não na medida em que ela é verificável por eles. O cientista, na realidade, necessita de uma atitude crítica em relação às suas teorias e às de outrem, ele precisa perseguir meios de refutar a teoria, já que a corroboração não tem, pela lógica, nenhum valor. Se as teorias não podem ser logicamente verificadas, segue disto que a verdade de uma proposição científica jamais pode ser assegurada. Enquanto, por outro lado, é possível e, mais que isso, é o propósito da ciência identificar as incorreções de uma proposição e, então, refutá-las para serem substituídas por novas conjecturas.

No entanto, Popper admitiu que as refutações não poderiam, também, ser tidas como absolutas. Deste modo, o que deve ser continuamente perseguido, de acordo com ele, é um ceticismo equilibrado dos cientistas para com as teorias, é isso que, segundo ele, valida o empreendimento científico. Este é o método que, segundo Popper, anima o empreendimento científico e, portanto, revela algumas de suas características.

Uma destas características é de que, apesar de nunca atingir a verdade, a ciência se desenvolve, através das refutações, num sentido muito específico de aumento do conteúdo de verdade de suas teorias. Afinal, uma nova conjectura, ou seja, uma nova teoria surge acima de uma série de refutações que a informa melhor do que estavam informadas as anteriores. Sendo assim, uma nova teoria deve, necessariamente, responder a todas as questões que eram respondidas pela teoria anterior e mais uma ou

várias novas questões. Ou seja, uma teoria sempre tem um maior conteúdo de verdade do que aquela que foi substituída. Isto foi o que Popper denominou verossimilhança das teorias científicas e é a propriedade que reflete, *stricto sensu*, o progresso da ciência, assegurado, em última instância, pela tradição crítica e a objetividade científica.

Em suma, este é o modelo racionalista popperiano para explicar o empreendimento científico. Popper, com ele, definiu duas coisas: 1) A maneira pela qual todos os mais relevantes eventos científicos devem ser interpretados. Sua filosofia, também chamada de racionalismo crítico, enxerga a história da ciência sobre as regras da lógica clássica e extrai dela uma continuidade ordenada do desenvolvimento da ciência e, 2) A maneira pela qual se deve fazer ciência. Não apenas preocupado com a história, Popper acreditava que seu método falsificacionista seria o método científico genuíno e que, seguindo suas regras, o progresso científico estaria assegurado. Por este motivo, sua epistemologia é denominada prescritiva ou, também, normativa.

Dito isso, entendemos que é consequência do modelo popperiano que a história da ciência passe a ser interpretada de uma maneira homogênea. Seria papel do historiador enfatizar os períodos que, hoje, são reconhecidos como os mais notáveis, pois foram estes que moldaram a ciência e apenas eles vão nos revelar o caminho pelo qual a ciência avança. As condições específicas sobre as quais cada evento científico se sucedeu ou sobre as quais cada conceito foi proposto são deixadas de lado no intuito de recortar uma continuidade das teorias científicas e evidenciar um progresso científico que é, visivelmente, inquestionável.

Desenvolvendo sua epistemologia sob uma crítica ao realismo ingênuo, Gaston Bachelard tomou a noção de progresso científico de maneira bem diferente de Popper. Nascido em Bar-sur-Aube, França, em 1884, Bachelard lecionou física, química e, mais velho, filosofia para diferentes níveis, tendo terminado sua carreira como professor e filósofo na Sorbonne (Universidade de Paris). Nos seus trabalhos de filosofia da ciência, Bachelard criticou a noção ingênua de que o conhecimento científico seria um reflexo do mundo real (Lopes, 1996). Ele entendia que era papel da filosofia da ciência de seu tempo superar a noção concretizada pelos filósofos do século XIX de que o pensamento científico e crítico é, sempre, posterior à apreensão do real.

Bachelard, no entanto, foi além e criticou a própria noção de que em ciência trabalhamos de forma direta com o mundo real. Segundo Bachelard, o trabalho da

ciência com o mundo real é, em todas as suas etapas, mediado pela razão e sua ação sobre o mundo, ou seja, as técnicas. Afinal, o cientista só pode agir sobre o mundo se ele for, antes de tudo, instruído por teorias e equipado por instrumentos. Assim, os fenômenos descritos pelo cientista não devem ser reconhecidos como a realidade ela mesma, pois eles já são fruto da intervenção do cientista sobre o mundo. Sendo assim, o fenômeno já é o resultado de uma ação sobre a realidade a partir das teorias e das técnicas, ou seja, uma fenomenotécnica.

A consequência destes postulados de Bachelard é que o trabalho da ciência se dá em um mundo outro que não a realidade, mas numa construção racional da realidade. A esta construção Bachelard deu nome de real científico, universo no qual, de fato, se origina o conhecimento científico, no qual os fenômenos científicos ganham existência. Dentro deste mundo que é o real científico, o objeto da ciência também perde sua definição aristotélica, sua concretude. Talvez, inclusive, de maneira mais radical que os fenômenos.

Diferente do fenômeno que tem sua existência fundada na razão e na técnica, o objeto é sintético. O objeto deixa de ser “coisa” e passa a ser encarado, na epistemologia bachelardiana, como uma construção teórica que permite ao cientista alcançar o fenômeno e atuar sobre ele. O exemplo que Bachelard usa para ilustrar seu ponto de vista é o modelo atômico da microfísica do século XX. O átomo, de fato, não existe e nunca teve de existir. Ele foi, quando proposto (e pode continuar sendo assim) apenas uma suposição teórica que servia ao físico como uma âncora de apoio ao fenômeno, ou seja, conferia sentido ao fenômeno da eletricidade.

Assim, a existência concreta do objeto científico – a observação e a experiência sensível – não pode ser entendida senão como uma ilusão, o objeto não tem mais significado por si mesmo, não tem propósito quando está isolado. Ele está, portanto, sempre associado a uma hipótese científica. A hipótese que, antes, era entendida como a maneira do cientista expressar a experiência que veio ao seu encontro, passa a constituir, em Bachelard, o próprio sentido do fenômeno. Nas palavras de Bachelard:

No século XIX tomavam-se as hipóteses científicas como organizações esquemáticas ou mesmo pedagógicas. Gostava-se de insistir em que elas eram simples meios de expressão. Acreditava-se que a ciência era real por seus objetos, e hipotética pelas ligações estabelecidas entre os objetos. [...] O novo físico inverteu, pois, a perspectiva [...]. Agora os objetos

é que são representados por metáforas; é sua organização que representa o papel de realidade. Em outras palavras, o hipotético agora é o nosso fenômeno (Bachelard, 1983, p.17).

A partir destas considerações sobre o caráter da atividade científica, Bachelard, então, propõe seu conceito de fenomenotécnica que é esta engenharia racional do cientista por meios teóricos e técnicos para a construção de uma hipótese e/ou um objeto que vai possibilitar a realização do fenômeno na ciência. A fenomenotécnica é, portanto, o *modus operandi* da ciência, destituindo dela sua função de reprodutora da realidade e passando a enxergá-la como produtora de realidade.

Compreender o empreendimento científico desta maneira significa renunciar a lógica clássica. Portanto, a ciência está, necessariamente, em ruptura com o senso comum e é por isso que, como pontua Bachelard, o conhecimento científico é muito comumente contra intuitivo: apenas olhando para o horizonte concluiríamos, com propriedade, que a Terra é plana. Mas a ciência recusa a primeira informação que vem da experiência e, por meio da fenomenotécnica, constrói uma realidade na qual a hipótese da Terra em forma de globo se realiza, com eficiência, nos fenômenos astronômicos.

O que Bachelard fez, portanto, foi lançar mão de uma lógica outra, a lógica dialética, para entender a ciência. Bachelard pautou seus postulados na ideia de que a ciência, o real científico, está em relação dialética com a realidade. Ele propôs uma via dupla não-hierarquizada de produção do conhecimento, na qual realidade produz razão ao mesmo tempo que razão produz realidade, uma via de dupla realização.

É interessante pontuar que, embora Bachelard tenha se atido em sua epistemologia aos exemplos da microfísica, da física relativista e quântica, da química quântica e da geometria não euclidiana, não é apenas da ciência moderna que ele fala. Os novos métodos e objetos da ciência apenas deixaram mais claro ao filósofo o seu caráter dialético. Para Bachelard, a ciência é, desde sua primeira hipótese, desde a primeira técnica, uma intervenção instruída teórica e tecnicamente sobre o mundo, que, em contrapartida, lhe responde. E, por fim, o que nos revela a história da ciência, de acordo com Bachelard, é que todo este conhecimento científico surge como uma ruptura, como a negação do conhecimento de senso comum.

Já é possível identificarmos diferenças fundamentais entre as teorias racionalistas de Popper e Bachelard. A epistemologia popperiana se sustenta sob a

perspectiva realista uma vez que afirma que o *status* científico de uma teoria é determinado por sua capacidade de ser refutada pelos dados empíricos, ou seja, com o contato direto com o mundo real. E, mais que isso, a ciência só progride na medida em que se reproduzem estes testes, estes contatos “diretos” com a realidade. Por outro lado, Bachelard afirmava que o “*contato imediato com o real só vale como um dado confuso, provisório, convencional [...]. Por outro lado, a reflexão é que dará novo sentido ao fenômeno inicial [...]. A priori, não podemos ter qualquer confiança na instrução que o dado imediato pretende nos fornecer*” (Bachelard, 1983, p.17).

A epistemologia de Popper, arquitetada sobre a lógica aristotélica clássica, assume, portanto, que a realidade na qual se baseia a ciência é estática: aquilo que é real é sempre real e só real. Já aquilo que não é real, nunca foi nem nunca será real. A epistemologia de Bachelard, fundamentada numa lógica não aristotélica, assume uma realidade científica dinâmica. As proposições elementares que, em determinado momento, se tem como verdade são justamente aquelas que o cientista deve estar sempre apto a recusar. Assim, aquilo que é, nem sempre é. A ciência como apresentada por Bachelard é uma ciência que se desenvolve sob uma relação dialética entre o real científico e o “real-real”.

A questão do modo como se dá o progresso na ciência é, portanto, outra diferença crucial entre as duas epistemologias. Como já discutimos, a epistemologia lógica popperiana pressupõe que, desde o primeiro enfrentamento com o conhecimento de senso comum até as seguintes substituições de teorias científicas, há sempre uma contínua melhora de respostas para as mesmas perguntas e respostas novas para novas perguntas. Embora jamais se chegue as respostas corretas, à verdade ou à realidade plena, a ciência promove um aumento do conteúdo de verdade das teorias. Ou seja, a ciência, para Popper, evolui no sentido de aumentar a verossimilhança do seu conhecimento do real a partir de testes empíricos e, assim, procede resgatando recortes cada vez mais amplos e claros do mundo como ele é.

Em oposição a este continuísmo popperiano, temos que a epistemologia de Bachelard é rupturista. Para ele, o conhecimento científico é sempre a reforma de uma ilusão e a primeira ilusão é a do primeiro contato com o mundo, o contato sensível. É necessário romper com o senso comum para construir o conhecimento científico, aquele que opera numa realidade de outra ordem que é aquela do real científico. O

desenvolvimento da ciência, por sua vez, se faz na negação do conhecimento anterior. É nesse processo de rupturas que ocorre não uma simples mudança das respostas, mas uma mudança das próprias questões a serem perseguidas, ou seja, há uma eterna mudança de racionalização. Desse modo, não há garantia de que o recorte da realidade a que se atém o cientista aumenta o conteúdo de verdade do conhecimento, uma vez que o recorte com o qual se trabalha agora é outro, novo e diferente.

Isso não significa dizer que Bachelard propôs que a ciência não avança, apenas que o progresso científico assume propriedades dialéticas. Bachelard acreditava que este progresso estava evidente no amadurecimento da perspectiva filosófica com a qual a ciência enxerga a realidade. Esse amadurecimento se dá, de acordo com ele, de uma perspectiva realista para uma racionalista. Foi o que aconteceu na ruptura entre a física clássica e a física relativística. Segue que o conhecimento produzido num determinado intervalo da história da ciência não é, necessariamente, descartado. Na dependência de como e onde este conhecimento é aplicado, ele será compreendido por diferentes óticas filosóficas, em um pluralismo epistemológico.

Dáí o exemplo do conceito de massa que, na prática experimental, tem, muitas vezes, uma aplicação positivista: massa é aquilo que se pesa. Já na engenharia tem uma aplicação racionalista clássica, sob a ótica newtoniana: $m=f/a$. Já na pesquisa física relativística tem uma aplicação ultrarracionalista: $e=mc^2$. E assim por diante. Este é o pluralismo filosófico da epistemologia bachelardiana: os conhecimentos produzidos nas diferentes fases as quais atravessa uma determinada ciência, embora surjam como a negação do conhecimento anterior, não são substituíveis. Todos permanecem servindo a determinados propósitos, tanto dentro como fora da comunidade científica (Bachelard, 1978). Essa perspectiva dificulta a compreensão do desenvolvimento científico como uma linha contínua de progressão. Ele se conforma, apenas, como um amadurecimento da ciência através da mudança, da transformação.

É característica essencial da epistemologia de Bachelard, portanto, o fato de que ela não é elaborada na forma de um modelo normativo, como acontece com a teoria de Popper e dos demais epistemólogos da vertente anglo-saxônica. Bachelard simplesmente sugeriu uma perspectiva epistemológica muito mais plural do que aquela exibida pela epistemologia popperiana. Sua conclusão mais óbvia é de que não é

possível resgatar uma homogeneidade na história da ciência, ela deve ser estudada caso a caso. Cada conceito, cada problema, cada teoria tem seu desenvolvimento único.

Justificativa & Objetivos

Como bem sabido, Popper e a grande maioria dos filósofos da ciência de seu período basearam suas epistemologias em exemplos da história da física e da matemática. Bachelard foi um dos poucos que trabalhou, também, com a história da química. Embora nossa introdução tenha se voltado a eles até aqui, o problema desenvolvido nesta dissertação não tem origem na física, na matemática ou na química. Dado a relevância das ciências da vida no mundo moderno, propomos uma discussão em epistemologia baseada inteiramente na história da biologia. Um filósofo que se debruçou sobre a biologia foi Georges Canguilhem, aluno de Bachelard, que lançou mão de algumas das categorias bachelardianas para a interpretação da história das ciências da vida (Canguilhem, 2011; 2012a; 2012b).

Assim como Canguilhem, nós temos Bachelard como um de nossos principais referenciais teóricos. A interpretação do empreendimento científico a partir da lógica dialética proposta por Bachelard foi, sem dúvida, um dos primeiros gatilhos desta dissertação. Porém, como ficará claro, o gatilho inicial foi o materialismo histórico-dialético de Marx e Engels, o que nos leva ao nosso objetivo geral: propor teses sobre o materialismo histórico-dialético como um método epistemológico lançando mão de exemplos da História da Biologia. Em termos de exemplos históricos, temos como objetivo, também, focar em alguns dos trabalhos de Charles Robert Darwin (1809-1882), o autor do icônico livro “A Origem das Espécies”, em especial a sua “Hipótese Provisória da Pangênese”. Definimos, a seguir, os objetivos específicos traçados para alcançar nosso objetivo geral, os quais foram desenvolvidos separadamente em quatro capítulos.

Antes de tudo, se vamos trabalhar com a história da biologia, vale lembrar da paráfrase de Lakatos à Kant (1724-1804): “*A filosofia da ciência sem a história da ciência é vazia; a história da ciência sem a filosofia da ciência é cega*” (Lakatos, 1983, p.107). Esta paráfrase, do modo como a interpretamos, deixa muito claro a determinação recíproca entre epistemologia e história da ciência. Segue desta determinação recíproca que, se por um lado uma história da ciência é sempre contada

através de um viés filosófico particular, por outro lado uma filosofia da ciência também é sempre desenvolvida através de um ou mais exemplos particulares da história. É certo, portanto, que uma epistemologia construída com base na história da física ou da química não vai se encaixar automaticamente na história da biologia. Por isso as diversas alterações e adaptações que Canguilhem realizou nos princípios metodológicos que tomou emprestado da epistemologia de Bachelard (Delaporte, 1994). Assim, transpassar qualquer epistemologia para a análise da história de uma nova ciência é sempre um exercício filosófico que deve se manter aberto e feito com cautela.

Ainda que alertas para este entrave e sem nenhuma intenção de nivelar a história da biologia com a história das ciências físico-químicas, propomos no primeiro capítulo uma comparação entre as possíveis interpretações popperiana e bachelardiana para um caso particular da história da biologia: o caso da teoria da pangênese de Charles Darwin. A teoria da pangênese foi a teoria de Darwin para explicar a herança e o desenvolvimento dos seres vivos. Assim como as demais teorias para herança anteriores à genética mendeliana, a pangênese foi muito pouco explorada pela história da biologia moderna já que não apresentava mais valor heurístico. Neste capítulo, questionamos esta posição conferida à pangênese. Nosso objetivo, neste capítulo, foi expor os méritos e as limitações de ambas as epistemologias de Popper e Bachelard para a compreensão da história desta teoria biológica controversa e que foi, desde o princípio, motor desta dissertação.

A conclusão do primeiro capítulo nos encaminha, como ficará claro, para o segundo capítulo. Nele propomos uma perspectiva epistemológica particular, inspirada, em parte, na epistemologia bachelardiana e, em parte, no materialismo dialético de Marx e Engels. Nosso objetivo, neste capítulo, foi discutir alguns dos impasses gerados pelas epistemologias do século XX e propor meios para a superação destes impasses. Para ilustrar esta empreitada, lançamos mão de uma diversidade de exemplos da história da biologia – exemplos que não o da teoria da pangênese, pois esta será explorada, novamente, nos capítulos seguintes.

O terceiro e quarto capítulo se apresentam como dois estudos de caso particulares da proposta apresentada no segundo capítulo. Ambos estão pautados no caso da teoria da pangênese darwiniana, isto com o objetivo de contrastar estes estudos de caso com as conclusões do primeiro capítulo. Embora estes últimos dois capítulos

não componham uma análise completa da teoria da pangênese sob a perspectiva epistemológica apresentada no segundo capítulo, eles oferecem *insights* sobre algumas de suas possibilidades. No terceiro capítulo, objetivamos desenvolver a ideia da teoria da pangênese como um projeto de Darwin para unificar o estudo da evolução com o estudo do desenvolvimento, projeto que não teve meios para se desenvolver no século XIX. Isto no intuito de questionar o caráter do progresso científico, dado que um projeto similar vem se desenvolvendo desde o final do século XX. No quarto capítulo, objetivamos analisar a presença de linguagem teleológica no texto da pangênese, em comparação com o texto da teoria evolutiva do mesmo autor, isto no intuito de questionar o papel da linguagem na construção de uma teoria científica e na sua recepção pela comunidade científica.

Diante de uma pesquisa teórica, foram realizados, nesta dissertação, levantamentos bibliográficos com o intuito de referendar a construção de artigos apresentados em diferentes eventos, que consequentemente contribuíram para fortalecer as abordagens reflexivas da dissertação. Por fim, cabe registrar que os trechos de textos originais em língua inglesa reproduzidos neste trabalho são de tradução livre dos autores.

CAPÍTULO 1

Adaptação do artigo “A HISTÓRIA DA CIÊNCIA
EM POPPER E BACHELARD: O CASO DA
TEORIA DA PANGÊNESE DARWINIANA”,
aceito para publicação nos anais do congresso
Scientiarum Historia X, em outubro de 2017.

O naturalista inglês Charles Robert Darwin (1809-1882) é considerado o pai da teoria evolutiva moderna graças às ideias presentes no seu livro “A Origem das Espécies” (1859). Foi ali que Darwin definiu o processo evolutivo como “descendência com modificação guiada por seleção natural”. Embora “A Origem das Espécies” seja sua obra mais famosa, ela não foi a única. Como resultado dos seus estudos sobre a variação, herança, desenvolvimento e reprodução Darwin publicou seu livro “A Variação de Animais e Plantas sob Domesticação”. Foi nesta outra obra, em seu último capítulo, que ele propôs a sua segunda teoria¹ biológica geral, a “Hipótese Provisória da Pangênese” (Darwin, 1868, p. 357-404). Muito menos reconhecida que a teoria evolutiva, a “Hipótese Provisória” de Darwin era uma teoria para explicar o fenômeno da herança biológica (hereditariedade) e o desenvolvimento ontológico dos seres vivos.

A pangênese (do grego *pan*- todo e *genesis*- origem/nascimento) estava baseada na proposta de que toda a organização do corpo é capaz de reproduzir a si mesmo através de suas partes. Cada parte do corpo, possivelmente cada célula, seria capaz de liberar minúsculas gêmulas (de proporção similar aos átomos), que carregariam a informação herdável das características daquela parte. Estas gêmulas seriam liberadas ao longo de toda a vida do indivíduo e se multiplicariam e circulariam ao longo do corpo durante certo período até que se acomodassem nos órgãos reprodutivos.

Durante a reprodução sexual, o conjunto de gêmulas de ambos os parentais seria unido, formando um embrião, ou seja, um novo ser vivo com as características de

¹ Hipótese (do grego "hypo"-debaixo e "thesis"-tese) se define aqui com uma proposição simples de natureza criativa, desenvolvida em bases empíricas e/ou especulativas. Assim, as hipóteses são norteadoras da produção de dados observacionais e/ou experimentais. Neste sentido, se assemelham às “conjecturas” popperianas (Popper, 1982) ou às “teorias acessórias” de Lakatos (1970). Teoria (do grego “theoria”-contemplar, examinar, observar) aqui é tomada como um sistema explicativo. Ou seja, envolve uma ou mais hipóteses, um conjunto de observações coerentes com o enredo explicativo e com dados experimentais. Neste sentido é que a pangênese darwiniana é entendida aqui como uma teoria, uma vez que reunia explicações para os fenômenos observados, mais de uma hipótese a respeito da herança (existência das gêmulas, influência do ambiente sobre elas, fenômeno da dormência etc.), evidências empíricas e uma heurística positiva (Galton, 1871 e seus experimentos de transfusão de sangue em coelhos; Darwin, 1871 e sua resposta aos resultados de Galton). Como sistema, a teoria envolve um conjunto de elementos articulados e determina uma série de procedimentos enquanto opera uma explicação. Pode ser dito que, da forma como se está definindo aqui, uma teoria guarda grande semelhança com as noções de fenomenotécnica (Bachelard, 1983), objetos de conhecimento (Althusser, 1985) e concretos de pensamento (Marx, 1858). É importante ressaltar, no entanto, que as referências foram usadas como analogias para as definições que estão sendo usadas aqui, uma vez que autores como Marx/Althusser e Popper/Lakatos, por exemplo, não guardam grandes afinidades de pensamento.

ambos os parentais. Na seguinte passagem de “A Variação de Animais e Plantas sob Domesticação” Darwin resume os pressupostos de sua teoria:

Eu presumo que as células, antes de sua completa conversão em material completamente passivo ou ‘material formado’, liberam pequenos grânulos ou átomos, que circulam livremente através do sistema e, quando nutridos apropriadamente, multiplicam-se por auto divisão, transformando-se subsequentemente em células como aquelas das quais derivam. Esses grânulos, por questão de distinção, podem ser chamados gêmulas celulares, ou, como a teoria celular ainda não se encontra completamente estabelecida, apenas gêmulas. Elas supostamente são transmitidas dos parentais para a progênie, e, geralmente, se desenvolvem na geração seguinte, mas, frequentemente, são transmitidas em estado dormente por várias gerações até que, então, se desenvolvem. [...] Por fim, eu assumo que as gêmulas em seu estado dormente apresentam uma afinidade mútua entre si, levando a sua agregação nas sementes ou órgãos sexuais. Portanto, rigorosamente, não é o sistema reprodutivo, nem as sementes, que são responsáveis pela geração de novos organismos, mas sim as células do corpo propriamente ditas. (Darwin, 1868, p. 374).

É, portanto, ao desenvolvimento mediado pelas gêmulas que Darwin atribuiu o poder de explicar como se dava a herança. O objetivo explícito de Darwin com a teoria da pangênese era fornecer uma explicação unificada e universal para o maior número de fenômenos, até então não esclarecidos, mas que ele acreditava estarem envolvidos tanto com a herança como com o desenvolvimento. Dentre os diversos fenômenos os quais Darwin elucidou com sua teoria estava, por exemplo, o fenômeno da herança de caracteres adquiridos. Popularizada pela teoria de Jean Baptiste de Lamarck (1744-1829), a noção de herança de caracteres adquiridos era, na realidade, senso comum na comunidade científica até o século XIX. E foi Darwin, e não Lamarck, que desenvolveu um mecanismo fisiológico, na pangênese, para explicá-la, inclusive em coerência com a sua teoria evolutiva (Arcanjo & Silva, 2017).

Hoje sabemos que a teoria da pangênese não apresenta valor heurístico algum para a fisiologia ou para a biologia do desenvolvimento. No entanto, na época de sua publicação ela teve uma recepção acalorada com diversos adeptos, assim como opositores (Bizzo, 2008). Francis Galton, primo de Darwin, mais conhecido por seus trabalhos em estatística, foi um dos grandes adeptos da teoria da pangênese logo que foi publicada. Sua confiança e excitação em relação às promessas heurísticas da pangênese o levaram a elaborar um experimento baseado nas hipóteses de Darwin. Tal

experimentação se deu no intuito de identificar a presença de gêmulas na corrente sanguínea de ratos, afinal Darwin havia proposto que as gêmulas, antes do repouso nos órgãos sexuais, permaneceriam circulando pelo organismo durante certo tempo.

O experimento não gerou resultados positivos, decepção que levou Galton a publicar, nos anais da *Royal Society of London*, um ensaio relatando e lamentando o insucesso de seus experimentos que, inclusive, o levariam a propor posteriormente uma nova teoria para herança (Galton, 1871). Darwin, no entanto, rebateu a publicação de Galton, através de uma resposta na *Nature*, afirmando que jamais havia dito que as gêmulas circulariam especificamente na corrente sanguínea (Darwin, 1871).

1.1 Uma interpretação popperiana

Sob a perspectiva epistemológica de Popper, são três as mais óbvias conclusões que se pode tirar deste breve relato a respeito da teoria da pangênese: 1) Claramente, a pangênese darwiniana não teve papel relevante na história da teoria evolutiva como a conhecemos e, portanto, não teve papel relevante na história da biologia. Deste modo, pouco tem a oferecer para uma compreensão da lógica do desenvolvimento desta ciência; 2) A teoria da pangênese, sequer pode ser considerada como uma teoria genuinamente científica. Isto porque ela é dificilmente refutada, talvez não haja nenhuma maneira de refutá-la, como indica a resposta de Darwin aos experimentos de Galton. Darwin elaborou com a pangênese uma “teoria” extremamente abstrata que, a primeira vista, não proíbe nenhum acontecimento logicamente previsível e 3) A teoria da pangênese seria, portanto, melhor definida como uma teoria pseudocientífica e é consequência disso a baixa relevância que ela teve para os desenvolvimentos seguintes da biologia.

Estas são conclusões, a princípio, sensatas. Afinal, quem hoje ouve falar sobre a teoria da pangênese, senão como um devaneio de Charles Darwin? É comum, inclusive, ver a pangênese retratada como um deslize de um grande cientista (Bizzo & Molina, 2004). Estas conclusões são, certamente, coerentes com a visão popperiana de que as condições nas quais a teoria é formulada não são relevantes para se compreender a história da ciência. No entanto, esta visão também empobrece o entendimento do lugar da pangênese em sua época enfatizando o lugar da pangênese hoje, em que temos a genética como explicação atual, e muito bem sucedida, para a hereditariedade.

Esquecemos que, no século XIX, os fenômenos relacionados com herança eram completamente incompreendidos e ignora-se do exercício de Darwin em condensá-los quase todos numa única explicação fisiológica, de caráter materialista e mecanicista e que estava, ainda, em total harmonia com a sua teoria evolutiva, uma teoria revolucionária que é, até hoje, o núcleo duro do campo da biologia.

De um novo ponto de vista, o empreendimento darwiniano com a pangênese talvez esteja sendo muito facilmente menosprezado ao ser categorizado como pseudocientífico. Da mesma maneira que Popper diz que é relativamente fácil encontrar verificações que corroborem a sua teoria, também é relativamente fácil reconhecer nas teorias atualmente estabelecidas motivos para seu estabelecimento. Não seria papel da história da ciência compreender o valor das teorias em seu tempo? Não teria este exercício algo a nos dizer, também, sobre o empreendimento científico?

1.2 Uma interpretação bachelardiana

Como não existe um modelo na teoria de Bachelard, mas apenas proposições a respeito de características da ciência, é mais complicado interpretar a história de uma teoria específica, como a pangênese, sobre uma abordagem bachelardiana. No entanto, algumas questões são claras. Bachelard assume que todo conceito ou ideia na ciência apresenta um espectro nocional, ou seja, a realidade de uma ideia está fracionada em diversas perspectivas filosóficas. Foi o que ele desenvolveu em sua noção de perfil epistemológico. Deste modo, seria correto supor que Bachelard defenderia uma análise mais profunda da teoria da pangênese dentro de um espectro nocional do conceito de herança para, assim, extrair de sua história o que ela tem a dizer sobre o empreendimento científico.

Embora não tenhamos desenvolvido esta análise do conceito de herança – algo que nos parece pertinente ser perseguido posteriormente – reconhecemos uma peculiaridade da teoria da pangênese que se mostra interessante sob um ponto de vista bachelardiano. É o fato de que ela era fundamentada na ideia de que o desenvolvimento é a base para as mudanças evolutivas e, portanto, era seu pressuposto que o estudo dos mecanismos do desenvolvimento desvendaria os mistérios da origem e natureza da variação das espécies. Como veremos em detalhes no segundo capítulo, é possível dizer que a teoria da pangênese era um projeto de Darwin para sintetizar o estudo da evolução

com o estudo do desenvolvimento, de modo a conferir uma linha heurística experimental para o estudo das variações na evolução (Arcanjo & Silva, 2017).

Tal noção de desenvolvimento como base para a origem da variação foi suprimida, em meados do século XX, pelo desenvolvimento da Teoria Sintética da Evolução (TSE) – a síntese entre a teoria evolutiva darwiniana e a genética mendeliana. A abordagem genecentrada da TSE para o estudo da evolução – definindo-a como a mudança das frequências de genes ao longo das gerações – substituiu a tradição de estudo do desenvolvimento no campo da evolução. No entanto, eis que no final do século XX surge a disciplina Biologia Evolutiva do Desenvolvimento (Evo-devo) que, inclusive, teria como origem a publicação da “Origem das Espécies” (Hall, 2003).

Embora não nos caiba, neste capítulo, entrar em detalhes, o fato é que uma ideia que no século XIX era amplamente defendida e que foi quase completamente rejeitada após o advento da genética no século XX, volta, no século XXI, com toda força. Este tipo de reviravolta não é comportado pelo modelo continuísta de Popper, especialmente porque não é possível identificar, nesta história, nenhuma refutação passada que tenha se mostrado claramente equivocada e explicasse o retorno de uma ideia anteriormente abandonada.

A perspectiva bachelardiana já nos permite entender este evento de uma maneira diferente. Tendo em vista o conceito de fenomenotécnica de Bachelard, é possível supor que o advento de novas teorias e de novos instrumentos tenha levado a uma conversão na realização dos fenômenos de herança e desenvolvimento. Sob este novo contexto científico se fez possível o resgate de ideias anteriormente rejeitadas, mas que devido a uma mudança de racionalização passaram a ser compreendidas de uma nova maneira. Voltaremos a este caso no segundo capítulo.

O que é interessante demarcar neste capítulo inicial é que teorias como a pangênese darwiniana, uma vez bem adequadas ao seu tempo, não podem, nem devem ser menosprezadas por sua incongruência com conhecimentos subsequentes. Acreditamos que há valor histórico e há valor epistemológico em teorias que, numa análise lógica e positivista, são facilmente descartáveis. Neste sentido, a perspectiva bachelardiana da ciência parece, a princípio, fazer mais jus aos pormenores filosóficos da história da ciência, inclusive ao se tratar da história da biologia.

Acreditamos que, uma vez que a teoria de Popper está estruturada num modelo lógico bem definido, tal modelo acaba se restringindo a contar uma história da ciência demasiado homogênea, que não comporta a pluralidade das ciências e seus diversos desenvolvimentos. Nos permitimos questionar se mesmo a história da física relatada por Popper deveria estar sendo recortada tão rigidamente e se, talvez, não haveria outros aspectos menos objetivos da história que ajudassem a iluminar os desenvolvimentos contemporâneos da física.

A teoria bachelardiana, por outro lado, concede foco exatamente à pluralidade epistemológica da atividade científica. Nem só de positivismo, nem só de racionalismo se desenvolve uma ciência. E, neste sentido, não temos dúvidas de que ele está correto, as revoluções que vemos ocorrer nas ciências não poderiam estar desassociadas de conversões filosóficas na compreensão da natureza. Portanto, tudo muda. Se tudo muda, uma só viseira filosófica pode não ser suficiente para contar a história de toda uma ciência, muito menos de todas as ciências.

1.3 Resta uma lacuna

Não afirmamos, no entanto, que a epistemologia bachelardiana tenha preenchido todas as lacunas da epistemologia. Há algo que nenhuma das duas parece, igualmente, dar conta. Afinal, quais as influências concretas dos desenvolvimentos econômicos, políticos e sociais em geral sobre a atividade científica? O modelo lógico de Popper facilmente se livra dessas preocupações ao eclipsar os meios irracionais de desenvolvimento de teorias pelos meios racionais, críticos e objetivos do método de refutações. Menos aristotélico que Popper, Bachelard ainda questiona em “A Filosofia do Não”:

Perguntaremos, pois, aos cientistas: como pensais, quais são as vossas tentativas, os vossos ensaios, os vossos erros? Quais são as motivações que vos levam a mudar de opinião? Por que razão vocês se exprimem tão sucintamente quando falam das condições psicológicas de uma nova investigação? (Bachelard, 1978, p.8)

Bachelard assume que há fatores superracionais atuando no empreendimento científico. No entanto, não é possível dizer que ele avança sequer um passo em relação à perspectiva popperiana no sentido de responder às suas próprias questões. Em sua

epistemologia, Bachelard se abstém de entrar neste aspecto da ciência em prol de uma análise, também, puramente lógica, embora dialética. Assim, tomando como exemplo a comparação entre as abordagens popperiana e bachelardiana para a história da teoria darwiniana da pangênese (e que se estende para a história da ciência em geral), a perspectiva bachelardiana parece expor características do empreendimento científico muito mais interessantes e frutíferas do que uma análise lógica clássica, como a popperiana. Ainda assim, resta uma lacuna que Bachelard não preencheu, embora parecesse estar ciente, aquela dos elementos concretos que influenciam o estabelecimento de uma tradição científica: a metodologia, a linguagem, os fatores psicológicos e, principalmente, o contexto social e econômico.

Temos na epistemologia de Thomas Kuhn² um exemplo de exploração pela filosofia da ciência de alguns destes elementos. O problema da epistemologia kuhniana é que, embora seja muito interessante, já que baseada numa crítica mais que pertinente ao modelo popperiano, ela se caracteriza como uma interpretação relativista da ciência. Mesmo que não explícita, a consequência última da teoria de Kuhn é que não é possível identificar qualquer tipo de avanço na ciência.

O que vamos propor a seguir, portanto, são algumas novas ideias, de inspiração bachelardiana, mas que se apropriem racionalmente das influências de elementos concretos no estabelecimento de conceitos, teorias e tradições científicas, isto no intuito de compor uma filosofia da ciência que tome não apenas um, mas todos os ângulos da história da ciência de maneira concreta e plural. Dito isso, devemos concluir dizendo que a inspiração desta proposta que segue é apenas parcialmente bachelardiana. Como

² O trabalho em que Kuhn descreve sua epistemologia, e pelo qual ganhou notoriedade é seu livro “A Estrutura das Revoluções Científicas (1998[1962]). O modelo kuhniano encara o desenvolvimento científico como uma sequência de períodos de ciência normal, um momento de atividade pouco crítica na ciência em que os cientistas trabalham na solução de pequenos problemas, nos quais a comunidade científica adere a um paradigma, um conjunto de pressupostos básicos sob os quais todos os cientistas de uma mesma tradição científica trabalham. Estes períodos, por sua vez, são interrompidos por revoluções científicas, marcadas por crises/anomalias, em que os pressupostos do paradigma dominante são postos em questão, culminando com sua ruptura. A crise é superada quando surge um novo candidato a paradigma. Ao comparar o antigo e o novo paradigma, Kuhn defende a tese da incomensurabilidade. Para ele, não é possível compará-los, pois a visão de mundo difere entre os paradigmas, logo as questões a seres respondidas não são as mesmas, a linguagem científica não é a mesma, e os métodos não são os mesmos. Deste modo, há uma ruptura tão radical que se faz impossível identificar qual o melhor paradigma num sentido absoluto. Dado o relativismo de sua noção de incomensurabilidade, a teoria kuhniana foi acusada de propor a ciência como uma atividade irracional (Kuhn, 1998; Ostermann, 1996).

ficará claro, a origem primeira de todos os questionamentos e propostas que se fizeram e se farão presentes neste trabalho está no materialismo dialético de Karl Marx (1818-1883) e Friedrich Engels (1820-1895). Deste modo, o próximo capítulo é composto de teses em que epistemologia e dialética são relacionadas sob uma perspectiva materialista histórica.

CAPÍTULO 2

Entendemos que todo o conjunto de modelos e ideias epistemológicas que emergiram no século XX estabeleceu uma nova linha de pesquisa da filosofia que ainda está longe de atingir uma saturação. Nesse sentido, uma questão ascendente na epistemologia atualmente é a influência dos fatores sociais no empreendimento científico, questão esta que as teorias epistemológicas mais difundidas do século XX careceram de aprofundar. Popper, por exemplo, ignorou o papel da sociedade na ciência ao lançar mão de uma definição aristotélica para o problema da escolha de teorias. Kuhn, por outro lado, foi o primeiro da vertente anglo-saxônica a apontar a insuficiência da explicação popperiana. Porém, embora ele defenda a relevância dos fatores psicológicos e sociológicos no desenvolvimento da ciência, não se preocupou em definir meios para uma investigação racional destes fatores. Bachelard reconhece, também, as faces pouco objetivas do empreendimento científico, mas, deliberadamente, não se dedica a discutir este problema.

Nesse sentido, o objetivo desse capítulo é desenvolver teses sobre as, chamadas aqui, condições concretas de produção do conhecimento científico. Teses que pretendem, entre outras coisas, incorporar a influência dos fatores econômico-político-sociais no desenvolvimento da ciência. Para tanto, esse trabalho se fundamenta no materialismo histórico-dialético de Marx e Engels, mas, também, no racionalismo aplicado de Bachelard. Os exemplos usados em apoio a essas teses são originários, principalmente, da história da Biologia. Essa opção se deve a relevância que esta área tem assumido na ciência moderna. Feito isso, essas teses serão discutidas em relação às vertentes epistemológicas anglo-saxônica e francesa.

No intuito de compreender a ciência na sua atividade concreta, serão considerados, de forma didática, dois aspectos, um de caráter epistemológico e outro de caráter ontológico. Os aspectos epistemológicos considerados são aqueles que dizem respeito, fundamentalmente, à relação entre o conhecimento científico e o seu referente, a realidade concreta. Os aspectos de caráter ontológico dizem respeito às relações entre os elementos concretos do empreendimento científico tais como a tradição científica, a linguagem, as técnicas e o contexto socioeconômico.

Em princípio o aspecto epistemológico deveria ser entendido como originário do aspecto ontológico, uma vez que o último representa as causas materiais da ciência. No entanto, assume-se que a ciência, em sua atividade concreta, é, também, definida pela

sua relação com a realidade. Dessa forma, elementos ontológicos e epistemológicos se relacionam em contínua ação recíproca. Nesse sentido, remete-se o leitor à fita de Moebius (ou Möbius) na qual, tendo sido determinado um momento, os lados podem ser definidos independentemente, mas na continuidade do movimento são ambos o mesmo e os dois lados (Figura 1). Do mesmo modo, na continuidade da atividade científica os aspectos ontológicos e epistemológicos representam uma unidade – tal unidade é a própria síntese de múltiplas determinações.

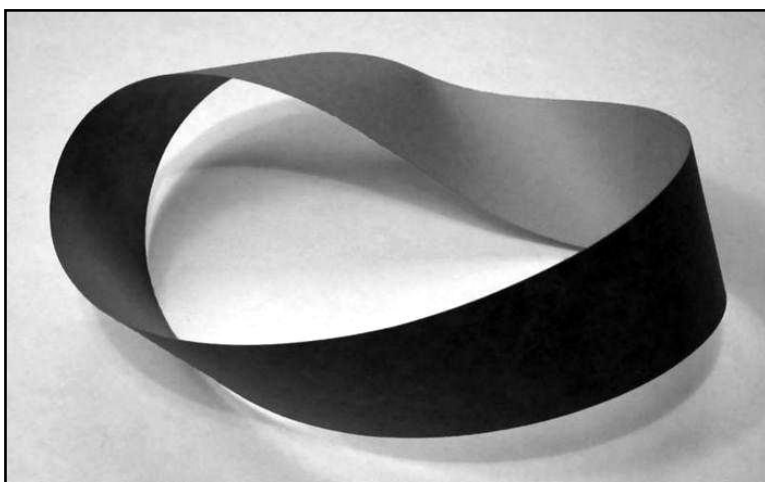


Figura 1 - Fita de Moebius (Foto David Benbennick, GNU Free Documentation License)

2.1 Uma visada dialética

A palavra dialética tem origem na Grécia Antiga e é, geralmente, atribuída aos escritos de Sócrates (471-399 a.C.) e Platão (428-347 a.C.). Nessa época a palavra tinha sentido semelhante a diálogo e correspondia a um método de desenvolvimento de ideias em busca da verdade por meio do debate, da contradição de argumentos (Audi, 1999, p. 232-233). Hoje, no entanto, a palavra tem variadas conotações. Seu sentido mais convencional deriva, em primeiro lugar, dos trabalhos de Georg W. F. Hegel (1770-1831) que apresentava uma concepção idealista da dialética.

Para Hegel, a racionalidade era a própria realidade, a essência do ser e, ao mesmo tempo, ele assumia que a realidade e, portanto, a razão é sempre historicamente produzida. Esta é considerada uma das grandes novidades da teoria hegeliana, porém ela gerava um impasse: de acordo com a lógica clássica essa identificação da razão com o devir histórico é paradoxal, afinal a razão é estática. Definir história como razão seria

negar a própria história, afirmando que as mudanças históricas são apenas aparentes quando, na verdade, tudo permanece. Hegel superou tal paradoxo ao pôr a história em primeiro plano e elaborar sua concepção de realidade sob a ótica de outra lógica, uma lógica dialética. Segundo a lógica dialética, o movimento é a regra e se dá a partir da contradição de ideias e sua superação na forma de uma síntese. Ou seja, nega-se a lógica formal e se estabelece uma lógica dialética para qual o motor do pensamento e, portanto, da história são as contradições e sínteses. Dessa forma, a história não é senão razão em realização (Marcondes, 2008).

Os trabalhos de Karl Marx e Friedrich Engels subverteram a dialética de Hegel a uma concepção materialista da história. A dialética marxista, assim como a hegeliana, caracterizava um movimento de produção de realidade. No entanto, para Marx, não era mais a ideia, a razão, o fundamento da realidade, mas sim as bases materiais da sociedade sobre as quais as ideias são, então, produzidas (Marx, 1974). Os elementos desta base material que determinam o processo histórico da sociedade seriam as forças produtivas, os modos de produção e as relações de produção. A contradição primária gerada por estes elementos seria a luta de classes, sendo esta o verdadeiro motor da sociedade e, portanto, da realidade (Marx, 1999). Em suma, a dialética hegeliana e a marxista se opunham quanto à concepção de realidade. Enquanto Hegel defendia que “*o racional é real e o real é racional*” (a máxima do idealismo), para Marx e Engels a realidade material da luta de classes é que condicionaria o pensamento, a razão. No entanto, Engels tomou a dialética como a realidade em si mesma, para ele “*as leis da dialética atuavam numa natureza que existia objetivamente e independente da mente humana*” (McLellan, 1977, p.70). Enquanto isso, Marx a tomou mais como uma abordagem teórica para compreender a realidade em seu movimento real. Nas palavras de McLellan, “*para Marx, qualquer tentativa de construir uma espécie de base objetiva para o estudo do processo histórico fora desse mesmo processo estava condenada ao insucesso, pois todo pensamento era social e sua significação somente seria apreendida através do estudo da sociedade*” (1977, p.71).

Neste trabalho, muito mais em sintonia com o posicionamento de Marx, a dialética não será tomada como uma categoria ontológica, dito de outra forma, a dialética não será tomada como um meio para definir a própria realidade. Ela será tomada como uma ferramenta epistemológica, ou seja, será utilizada uma lógica

dialética para compreender a natureza de um objeto cuja realidade já é de segunda ordem: o conhecimento científico (Silva, 2001).

Antes de prosseguir, é bom esclarecer aquilo que vem se chamando por atividades epistêmicas e objetos de primeira e segunda ordem, pois estas são caracterizações centrais desse trabalho e das quais será lançada mão diversas vezes ao longo do texto. Acredita-se que a ciência é uma atividade epistêmica de primeira ordem, pois ela produz conhecimento a partir da ação sobre a realidade. A ciência pretende compreender o real. Deste modo, a realidade do objeto da ciência é aquela de primeira ordem. Por consequência, a epistemologia deve ser entendida como uma atividade epistêmica de segunda ordem, pois ela pretende compreender a própria ciência. A ciência, neste caso, passa a ocupar o lugar de objeto de estudo, o qual pode se dizer, então, ser de segunda ordem (Tabela 1).

Tabela 1- Ordenação das atividades epistêmicas de interesse para este trabalho e de seus respectivos objetos de estudo. Note-se que a terceira linha foi incluída, apenas, por motivo de ilustração.

	Atividade Epistêmica	Objeto de Estudo
<i>Primeira Ordem</i>	Ciência	Realidade
<i>Segunda Ordem</i>	Epistemologia	Conhecimento científico
<i>Terceira Ordem</i>	História da Epistemologia	Conhecimento epistemológico

Dado este esclarecimento, prosseguir-se-á com a apresentação da proposta epistemológica deste trabalho que se baseia numa interpretação do empreendimento científico a partir de dois aspectos, denominados ontológico e epistemológico. A despeito do caráter dialético da relação entre estes dois aspectos (unidade na diversidade dada a partir da ação recíproca e síntese de múltiplas determinações) eles serão definidos a seguir separadamente.

2.2 Aspecto ontológico

Com relação ao aspecto ontológico da atividade científica, defende-se que ele diz respeito às relações materiais estabelecidas entre elementos presentes na produção

do conhecimento tais como a tradição científica do momento, a linguagem convencionada, as técnicas científicas disponíveis, as problemáticas sociais presentes no momento histórico etc. Nesse ponto, é preciso deixar claro que aquilo que está se chamando de aspectos ontológicos da atividade científica tem sido, geralmente, reconhecido como elementos de caráter epistemológico pela filosofia da ciência (Kuhn, 1998; Bachelard, 1983; Hessen, 1999). Esta terminologia é subvertida neste trabalho por se considerar que a realidade concreta do conhecimento científico – objeto de estudo da epistemologia – já é de segunda ordem. Dessa forma, elementos de natureza epistemológica devem ser compreendidos como elementos ontológicos de um conhecimento de segunda ordem.

O aspecto ontológico da ciência diz respeito, portanto, ao desenvolvimento material da ciência. Primeiramente, defende-se que este desenvolvimento é construído através de embates científicos. Em oposição a visões continuístas, tanto na história da ciência quanto na filosofia da ciência, que apresentam as teorias científicas sendo substituídas por outras “melhores” numa reta do tempo (Duhem, 1991 [1954]; Popper, 2000; Agassi, 1973), acredita-se que a ciência se constrói concretamente através de suas contradições. Olhando, por exemplo, para o intervalo entre séculos XVII e XIX da História da Biologia, podemos reconhecer um importante exemplo destas contradições na discussão sobre o problema da origem da vida.

A princípio, a contradição primária relacionada ao problema da origem da vida era aquela entre uma visão mecanicista da natureza (assumindo que todo organismo vivo é regido apenas por leis físicas e funcionam de maneira análoga às máquinas) e uma gama de concepções antagônicas que pressupunham que o ser vivo não poderia ser reduzido a uma máquina, tendo como principal argumento a autonomia (o ser vivo pode se reproduzir e se auto sustentar, enquanto as máquinas dependem do homem). Vê-se que ao longo do século XVIII o argumento da autonomia do ser vivo prevaleceu, mas logo se instaurou uma nova pergunta: qual a relação entre o vivo e o não vivo? Assim, a partir da superação da contradição anterior (mecanicismo x não-mecanicismo) foi estabelecida uma nova contradição entre a abiogênese (concepção, também conhecida como geração espontânea, que prevê que a vida pode ser originada, em primeira instância, da matéria bruta, ou seja, prevê uma continuidade entre o vivo e o não vivo) e biogênese (concepção de que a vida tem origem apenas na vida pré-existente,

assumindo que há uma descontinuidade entre a história do vivo e do não vivo). Do mesmo modo, a superação dessa nova contradição fez surgir novas questões e contradições (como, por exemplo, se a origem da vida teria base molecular em compostos proteicos X compostos de ácidos nucleicos) que mantiveram em movimento a compreensão do fenômeno da vida até a atualidade (Andrade & Silva, 2011).

Para compreender a realidade concreta de uma ciência, no entanto, não basta enumerar as contradições em sua história. É necessário, ainda, buscar quais as determinantes dessas contradições, quais as razões de sua emergência e de sua eventual superação. Somente assim, se torna possível compreender o movimento da ciência na história. Tomando como exemplo a contradição que se sucedeu na história natural ao longo dos séculos XVIII e XIX entre o fixismo (noção de que as espécies são imutáveis) e o transformismo (perspectiva que prevê a modificação das espécies ao longo do tempo) é possível identificar uma série de elementos que definiram a sua história.

O fixismo era a perspectiva dominante até o século XVIII, amplamente defendida pela Igreja Católica, pois estava de acordo com a história bíblica: Deus teria criado a natureza e todos os seus elementos em perfeita harmonia e esses permaneceriam imutáveis ao longo do tempo. Nesta época, no entanto, estavam sendo levadas a cabo as grandes navegações. O contato com novos continentes mostrou, acima de tudo, que a quantidade de espécies prevista pelas descrições fixistas da natureza era uma subestimativa em relação à realidade. Além disso, os estudos de fósseis que estavam sendo desenvolvidos também revelaram a existência de diversas espécies já extintas, algumas das quais, inclusive, exibiam memorável semelhança com espécies vivas. Estas evidências biológicas começaram a enfraquecer o argumento fixista. Somado a isso, na geologia, uma nova linha de argumentação defendia que os continentes estavam em movimento contínuo. Dessa forma, o fixismo que queria manter a imutabilidade das espécies, enfrentava problema para manter a estabilidade da Terra onde elas viviam. Uma natureza de caráter tão mutável não correspondia, certamente, à noção de perfeição, especialmente junto a espécies fixas (Darwin, 1859; Nola, 2013).

A produção dessas ideias acontecia estimulada por avanços tecnológicos tais quais navios que empreendiam as grandes navegações; técnicas de coleta de espécimes vivas e de escavação, datação e conservação de fósseis que mudavam a biodiversidade conhecida; e novos equipamentos para o registro das mudanças geológicas. Ao mesmo

tempo, os embates teóricos se davam no terreno movediço de revoluções sociais e políticas como a reforma protestante que teve início no século XVI, o iluminismo com seus pensadores materialistas criticando a criação divina e ridicularizando a existência de uma alma (Bowler, 2001). Foi nesse cenário que uma série de teorias transformistas como as do Comte de Buffon (1707-1788), Erasmus Darwin (1731-1802), Robert Chambers (1802-1871) e Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829) começaram a fortalecer a contradição fixismo x transformismo como contradição primária da história natural. Tal contradição começaria a ser superada apenas no século XIX, através da publicação de “A Origem das Espécies” de Charles Darwin (Silva, 2001).

Dessa forma, para compreender a realidade concreta de uma ciência é necessário compreender o movimento concreto da história que envolve, além de contradições teóricas, o estado presente das técnicas e as influências políticas, econômicas e culturais do momento. Em suma, o empreendimento científico se faz em um espaço de múltiplas determinações, dentre as quais ele próprio é uma das forçantes. É disto, portanto, que se trata o aspecto ontológico da atividade científica: definir o movimento concreto da atividade científica dado pela relação dialética de seus múltiplos elementos em ação recíproca que provocam, dependendo do ponto de análise, a unidade da diversidade ou a diversidade da unidade.

2.3 Aspecto epistemológico

O aspecto ontológico discutido anteriormente definiu a ciência em relação as suas condições concretas de produção. Já o aspecto epistemológico, o qual será discutido aqui, pretende definir a ciência em relação ao seu referencial que, no caso, é a realidade concreta. Ou seja, o aspecto epistemológico se refere às relações de primeira ordem da atividade científica.

Em primeiro lugar, é assumido que a relação do conhecimento científico com o seu referencial é de tensionamento e não de aproximação. Assim, o conhecimento científico é, por excelência, não representativo. Isto é, acredita-se que o conhecimento científico produz informação da sua relação com o real sem, obrigatoriamente, representá-lo. Desse modo, toda e qualquer forma ingênua de empirismo é descartada. Acredita-se, portanto, que não é a experiência que permite a racionalização científica, mas que experiência e razão estão inextricavelmente ligadas.

Este ponto de vista está pautado no conceito de fenomenotécnica proposto pelo filósofo Gaston Bachelard entre as décadas de 1920 e 1930. Segundo ele, na observação da realidade as dimensões teóricas e técnicas são indissociáveis. Dessa forma, nenhum fenômeno em ciência é observado sem o auxílio de uma teoria e a sua contraparte material, a técnica. Assim, todas as observações, em ciência, precisam ser recriadas a partir de outro registro, aquele da conjunção entre fenômeno e técnica científica. A técnica deve reformular e reconstituir a experiência imediata. Portanto, todo dado já é em si mesmo um resultado (Bachelard, 1978, 1983). Como pode se notar, o conceito de fenomenotécnica radicaliza o problema da relação conhecimento científico e realidade, uma vez que não existem observações em ciência que não sejam construções.

Nesse sentido é que o fenômeno, na filosofia bachelardiana, também não pode mais ser entendido em sua acepção comum. Ele não é mais um dado, nem fruto da observação. Muito pelo contrário, ele representa uma nova realidade que não aquela do senso comum, do contato sensível. O fenômeno é real porque apreendido e apreciado através da técnica que é a razão posta a operar no mundo.

Os experimentos científicos são um claro exemplo disso que se está discutindo. Tanto quanto uma escultura ou um poema, os experimentos são construções racionais que são moldadas com materiais do mundo em espaços específicos em que podem existir (o laboratório). Nesses ambientes artificiais, os laboratórios, os fenômenos são obrigados a se expressar numa linguagem inteligível, que é aquela da ciência e de seus modelos (Latour, 1994).

É possível, por exemplo, visualizar esta situação no sistema experimental da teoria mendeliana. Era pressuposto teórico dos experimentos de Mendel que eles partissem de linhagens purificadas de caracteres discretos definidos *a priori* (ervilhas lisas x rugosas; ervilhas verdes x amarelas etc.). Para tal, Mendel procedeu, no seu jardim, ao endocruzamento de espécimes coletados na natureza até que se chegasse às linhagens puras que lhe interessavam, tendo o cuidado de excluir todo e qualquer polinizador natural do seu sistema experimental. Controladas as variáveis indesejadas, Mendel iniciou o cruzamento entre suas linhagens puras e obteve, na primeira geração, 100% de um dos fenótipos trabalhados, na segunda geração obteve 75% de um caráter e 25% do outro. Repetindo o experimento, ele encontrou seguidas vezes resultados que corroboravam a proporção 3/1 dos caracteres estudados. Dos resultados encontrados no

seu jardim, ele procedeu a sua conclusão teórica: a herança de tais caracteres se dava a partir de “fatores hereditários” que, no indivíduo, se encontravam em dupla dose e, durante a formação dos gametas na reprodução sexuada, se segregavam independentemente (Mendel, 1865).

Tem-se como primeiro ponto que a “realidade” com a qual Mendel trabalhou era, de fato, uma construção cuidadosa com o objetivo de responder uma pergunta bem definida: como tais caracteres atravessavam as gerações? Não existiriam, sem a intervenção racional de Mendel, linhagens puras de ervilhas-de-cheiro ou jardins isolados de polinizadores. No entanto, estes elementos não deixaram de ser reais, estavam concretamente no mundo! Portanto, o real com o qual Mendel trabalhou era um racional no mundo, mas, ao mesmo tempo, um real agindo sobre a razão. Esta alça real-racional-real (ou racional-real-racional) é o que Bachelard definiu como real científico e foi aqui metaforizado pela fita de Moebius da Figura 1.

O segundo ponto a ser defendido aqui é que a conclusão teórica de Mendel não estava dada automaticamente pelos seus resultados (enredos fenomênicos), mas decorreu de uma interpretação teórica particular (enredo explicativo) destes resultados. O melhor exemplo disto é que, curiosamente, Charles Darwin realizou experimentos similares aos de Mendel, encontrou resultados semelhantes à proporção 3/1 e chegou a conclusões inteiramente diferentes³. Ou seja, os “fatores hereditários” de Mendel foram, em si, uma construção teórica racional (Andrade & Silva, 2016).

Segue de tudo que foi dito, portanto, que a relação do conhecimento científico com o seu referencial há de ser compreendida como aquela de tensionamento. Isso significa que a despeito da sua não representatividade, o conhecimento científico e a realidade estão articulados numa relação dialética. Ao contrário de assumir que não há relação entre ciência e realidade, assume-se que a relação entre conhecimento científico e realidade é de dupla realização. Ou seja, a realidade produz conhecimento na mesma medida em que o conhecimento produz realidade. O real se realiza na razão na mesma medida em que a razão se realiza no real.

³ Darwin, em sua explicação para herança na “Hipótese Provisória da Pangênese”, se baseou em noções como a herança dos caracteres adquiridos. Seus pressupostos teóricos, radicalmente diferentes daqueles de Mendel, permitiram que ambos tivessem conclusões inteiramente diferentes a respeito de um mesmo fenômeno (Bizzo & El-Hani, 2009; Arcanjo & Silva, 2017).

2.4 Desenvolvimento em espiral

O empreendimento científico, como caracterizado até aqui, expôs um caráter intrinsecamente plural. Não só ele se dá no movimento concreto da história que envolve contradições teóricas, as técnicas, as influências políticas, econômicas e culturais do momento, mas, também, está pautado numa relação dialética com seu referente, a realidade. Dito isso, há mais uma característica do empreendimento científico que emerge sob a ótica de uma epistemologia dialética. Característica essa que deriva de uma das leis mais centrais da lógica dialética, a lei da passagem das acumulações quantitativas em transformações qualitativas.

Como já foi discutido, uma contradição científica é, necessariamente, sucedida por sua superação que traz consigo, as sementes de uma nova contradição. Acredita-se que na passagem de uma contradição para outra, mediada pelo processo de superação (ou síntese), ocorre uma transformação de quantidade em qualidade que acarreta uma incomensurabilidade entre os dois momentos (salto qualitativo). Isto porque, esta passagem produz uma ruptura qualitativa que se caracteriza por novos pressupostos teóricos, linguagem diferenciada, novas técnicas etc. De modo que a contradição anterior não faz mais sentido, se não quando aproximada pelo panorama histórico-social anterior.

Sob a perspectiva do aspecto epistemológico da ciência, que prevê o real científico como um recorte racionalmente organizado da realidade, no momento em que se dá a superação da contradição que move uma determinada comunidade científica, ocorre uma mudança das bordas do recorte do mundo que é estudado. Isso ocasiona a alteração de toda a racionalização que norteava a atividade científica daquele campo no momento anterior. Não mudam apenas as respostas, mas, também, as perguntas. Os problemas antes perseguidos são superados de maneira a sequer fazer sentido neste novo contexto.

No entanto, é fundamental reconhecer que o salto qualitativo não representa incoerência e desordem na atividade científica. A ruptura ocasionada não é senão resultado de um processo contínuo de acúmulo quantitativo da pesquisa científica que se desenvolve dentro de uma contradição. Assim, a mudança de racionalização da qual se fala, não incorre em um irracionalismo da atividade científica pois, a despeito da ruptura proporcionada pelo salto, ainda é possível traçar os fenômenos de uma e outra

tradição científica em continuidade dialética. Em suma, há avanço na atividade científica e ele é marcado, ao mesmo tempo, por continuidade e descontinuidade. E quanto ao progresso? No momento em que se assume tal perspectiva rupturista, o referencial deixa de ser uma realidade absoluta. Sem um referencial desta ordem, a ideia de progresso perde seu valor. Ou seja, se não há uma verdade bem definida para qual a ciência possa caminhar em direção, o problema do desenvolvimento científico deixa de ser uma questão de essência para ser um problema materialista da realidade histórica concreta que se define pela organização da produção e as relações de produção daí decorrentes com todos os seus problemas, teorias, interesses e forma de ver e organizar a realidade.

Note-se que, sob a presente perspectiva epistemológica, ainda é possível falar de progresso e melhora, mas isto depende de se estabelecer um referencial concreto particular. O conceito de progresso passa, então, a ser definido de maneira materialista pela história concreta das relações de produção da sociedade na qual a ciência, teoria ou conceito específico estão inseridos. Voltando ao exemplo da contradição entre fixismo x transformismo, se tomada, por exemplo, a visão materialista do mundo como referencial, ver-se-á na teoria evolutiva de Lamarck um inequívoco progresso em relação às teorias fixistas e cristãs, uma vez que Lamarck propõe o primeiro sistema explicativo mecanicista para a transformação das espécies, sem lançar mão de explicações divinas ou sobrenaturais. Incluindo, ainda nesta análise e sob o mesmo referencial, a teoria evolutiva darwiniana, há de se reconhecer um novo progresso, já em relação à teoria Lamarckista. Embora Lamarck tenha proposto uma teoria, em si, materialista, ela ainda estava sob forte influência de noções metafísicas como progresso (no absoluto) e perfeição da natureza. Darwin, por outro lado, desenvolve uma perspectiva materialista da variação (base da biodiversidade e do processo de transformação) na qual não existe um centro (essência ou tipo) de comparação para os variantes observados. Dessa forma, a variação interindividual passa a ser a realidade das populações naturais. A origem dessa variação, embora não claramente definida, está pautada na noção de acaso. A teoria darwiniana, apoiada pela variação aleatória associada à força de seleção natural, definiu o processo de especiação como um processo de transformação de variação intrapopulacional em variação interpopulacional, definindo a origem das espécies na sua completa materialidade.

Dito isso, fica claro que, se definido um referencial *a posteriori*, é possível caricaturar relações de progresso entre conceitos, hipóteses e teorias científicas. Mas, sob a ótica de uma epistemologia materialista histórico-dialética, baseada no movimento produzido por contradições e sínteses, não faz nenhum sentido enxergar a história da ciência através de um processo contínuo de substituição de teorias pautado em progresso. Sob a ótica de uma lógica dialética, a única regra é a da mudança, do movimento. E não se trata ainda, de modo algum, de um movimento circular, mas sim um movimento em espiral animado pelos episódios de salto qualitativo.

2.5 Mais conversa com as epistemologias do século XX

As revoluções científicas que começaram no século XIX, tanto nos campos da matemática (geometria não-euclidiana), física (física relativística, física quântica) e química (química quântica), quanto na biologia (genética mendeliana, teoria evolutiva), determinaram um esforço epistemológico de compreensão do seu significado histórico e impacto sobre os futuros desenvolvimentos da ciência. Mais que isso, motivaram um debate sobre o papel da ciência na sociedade e sua visão de mundo (Chalmers, 1993; Japiassu, 1977). O falsificacionismo de Karl Popper representou um desses esforços.

A epistemologia popperiana se sustenta sob uma perspectiva realista ao afirmar que o *status* científico de uma teoria é determinado por sua capacidade de ser refutada pelos dados empíricos, ou seja, pelo contato direto com o mundo real. E, mais que isso, a ciência só progride na medida em que se reproduzem estes testes, estes contatos “diretos” com a realidade (Popper, 2000). Muito mais em concordância com a epistemologia histórica bachelardiana do que com a epistemologia lógica de Popper, assumiu-se neste trabalho que a realidade é sempre acessada por meio da tensão entre o “real real” e sua contraparte racionalmente produzida, o “real científico”.

Outro ponto importante de discordância desse trabalho com a epistemologia popperiana é a interpretação da história da ciência que dela advém. Seguindo o falsificacionismo popperiano, que assume a forma de um modelo, deveriam ser definidas, para um determinado período estudado, quais as teorias que foram refutadas, as que prevaleceram e as razões para tanto. Nesse sentido, seria possível identificar aquilo que seria acerto, avanço, progresso e aquilo que seria erro, inércia, reação. A

principal consequência deste modelo, portanto, é que a história da ciência passa a ser interpretada como uma realidade homogênea.

Desta mesma maneira as epistemologias de Kuhn (1998, 1970) e Lakatos (1970), motivadas por pretensões normativas, formularam, assim como Popper, modelos, nos quais os relatos históricos teriam que se adequar, como se arrumados em pequenas caixas e excluindo todo o resto que não coubesse ali. Kuhn e Lakatos, no entanto, assumiram as limitações de seus próprios modelos em servir como guia para o trabalho do cientista. Embora Popper jamais tenha feito tal concessão, entende-se que nenhum método ou modelo epistemológico jamais foi capaz de acomodar toda a diversidade exposta pela história, sempre um aspecto ou outro teve de ser descartado, para que a própria teoria não fosse (Feyerabend, 2007, p.37).

Tendo este fato em mente, o presente trabalho pretendeu obedecer à história da ciência em vez de encaixotá-la. Rejeitou-se uma perspectiva de homogeneização do empreendimento científico através da caracterização material do desenvolvimento da ciência e de sua representação a partir do conceito marxista de unidade na diversidade. Tal representação expõe seu caráter intrinsecamente plural e heterogêneo, dado que os elementos concretos da ciência dos quais falamos anteriormente (tradição, linguagem e técnicas científicas, problemáticas sociais etc.) estão relacionados de maneira dinâmica, variando tanto temporal quanto espacialmente e com velocidades irregulares. Sem contar que a relevância de cada um destes elementos sobre o desenvolvimento dos campos científicos também se mostra variável de caso a caso.

Também sob um posicionamento descritivo, Bachelard defendia que o desenvolvimento da ciência se evidencia no amadurecimento da perspectiva filosófica com a qual ela enxerga a realidade. Esse amadurecimento se dá de uma perspectiva realista para uma racionalista. Segue que o conhecimento produzido num determinado intervalo da história da ciência não é, necessariamente, descartado. Na dependência de como e onde este conhecimento é aplicado, ele será compreendido por diferentes óticas filosóficas (Bachelard, 1978). Pode-se notar que há, no pluralismo filosófico de Bachelard, a emergência de algo equivalente à noção de unidade na multiplicidade. A diferença é que, enquanto Bachelard permanece no nível das ideias, aqui a noção foi expandida a realidade da produção material das ideias nos seus aspectos ontológicos, epistemológicos e de desenvolvimento com continuidade e descontinuidade.

Voltando à teoria popperiana, sua definição da ciência como um processo de conjecturas e refutações, pressupõe que, desde o primeiro enfrentamento com o conhecimento de senso comum até as seguintes substituições de teorias científicas, há sempre uma contínua melhora de respostas para as mesmas perguntas e um acúmulo de respostas para novas perguntas. Foi o que ele chamou de verossimilhança das teorias científicas. Embora jamais se chegue a todas as respostas corretas, à verdade ou à realidade plena, a ciência promove um aumento do conteúdo de verdade das teorias. Ou seja, a ciência, para Popper, evolui (ou deveria evoluir) no sentido de trabalhar diretamente sobre o real e daí resgatar recortes cada vez mais amplos e claros do mundo como ele é. A teoria popperiana está pautada, portanto, em um referencial absoluto de verdade. Como já discutido anteriormente, não se acredita ser possível trabalhar, sob uma perspectiva materialista da ciência, com um referencial desta ordem. Portanto, a relação dialética entre conhecimento e realidade é absolutamente incompatível à relação de aproximação entre conhecimento e realidade na qual se baseia Popper em sua teoria.

Por outro lado, a visão aqui definida da maneira pela qual se dá o desenvolvimento do conhecimento em muito se relaciona com a epistemologia de Kuhn. Aquilo que por diversas vezes chamou-se de tradição científica seria, na terminologia kuhniana, um paradigma de um determinado campo científico (Kuhn, 1998). Como entendido aqui, um paradigma seria marcado necessariamente por uma contradição primordial, uma contradição sobre a qual as demais contradições se desenvolveriam. Embora Kuhn não utilize o *framework* das contradições em sua teoria, ele defende que um momento de revolução na ciência, de troca de paradigma, acarreta em incomensurabilidade entre dois paradigmas. Nesse sentido, os saltos qualitativos aqui descritos vão muito ao encontro com o que foi descrito como revoluções por Thomas Kuhn. De acordo com a teoria kuhniana, estes momentos revolucionários promovem uma mudança radical da razão: mudam-se as perguntas, a linguagem, os conceitos e o meio pelo qual se obtém as respostas, as teorias e as técnicas etc.

Porém, em contraste com a teoria kuhniana, a incomensurabilidade não é entendida como resultado desta mudança de *gestalt*, ela é resultado da superação da contradição primária alimentada por um acúmulo quantitativo da construção dialética do real científico. Enquanto Kuhn caracteriza a ciência normal, do dia-a-dia dos laboratórios, como uma simples solução de quebra-cabeças, uma atividade acrítica e

repetitiva, aqui é defendido que há sim certo caráter revolucionário na ciência normal e é a própria ciência normal que, em última instância, permite as revoluções. Isto porque é durante os períodos de ciência normal que é produzido o acúmulo quantitativo que vai esgarçando as bordas de uma determinada tradição científica, de um determinado paradigma. É a superação da contradição primária de um paradigma que marca o seu limite, o momento em que o acúmulo quantitativo gera um salto qualitativo. A mudança de *gestalt* é, portanto, apenas uma consequência deste salto.

2.6 Considerações finais

O primeiro ponto marcante da discussão trazida neste ensaio é a superação da dicotomia progresso *versus* incomensurabilidade. Enquanto Popper sustentava uma visão racionalista da ciência sobre um forte referencial (mesmo que especulativo) de verdade, Kuhn abandonou por completo este referencial em sua defesa relativista da ciência. No entanto, se a primeira visão beira a completa inadequação aos relatos da história da ciência, a segunda beira a irracionalidade. Apesar de não recusar o progresso científico, Kuhn não foi capaz de explicar como ele se dá, o que lhe rendeu diversas acusações sobre ter proposto a ciência como uma atividade irracional. Kuhn nunca aceitou este estigma, mas a sua contra argumentação se mostrou circular, nunca proporcionando a total refutação das acusações. A dialética materialista utilizada neste ensaio como visada para o empreendimento científico rompe com o referencial de verdade, incorpora as condicionantes sociais à atividade científica, porém não rejeita suas bases racionais. Caracteriza o desenvolvimento da ciência como avanço abarcando, ao mesmo tempo, continuidade e descontinuidade.

Neste sentido, o presente trabalho tentou superar a contradição progresso *versus* incomensurabilidade e, consequentemente, a contradição racionalidade *versus* irracionalidade e, em certa medida, a contradição entre história da ciência internalista *versus* externalista. No panorama atual, a história da ciência de cunho interno é perseguida pela filosofia da ciência *mainstream*, como nas epistemologias de Popper, Kuhn e Bachelard que discutem as características internas do processo de produção do conhecimento científico em detrimento de uma causalidade sociológica. Enquanto isso, a história da ciência de cunho externo é, geralmente, objeto de pesquisa da sociologia da ciência, onde o papel da sociedade sobre a atividade científica é posicionado como a

principal determinante, quando não a única. Esta situação acaba por gerar uma disputa pelo viés explicativo de maior relevância para o desenvolvimento do conhecimento científico.

O reconhecimento de um aspecto ontológico da ciência – no qual os problemas e os interesses sociais são entendidos, junto com as técnicas ou os desenvolvimentos teóricos, como elementos a mover as contradições pelas quais a ciência se desenvolve – fornece uma perspectiva em que a contradição entre história interna e história externa deixa de fazer sentido. Na verdade, sob tal perspectiva não podem sequer existir duas classes de história da ciência. A relação entre elementos teóricos, tecnológicos, linguísticos e sociológicos é de tal ordem que eles não podem senão fazer parte de uma mesma história da ciência, ou seja, de um mesmo movimento.

Os próximos capítulos pretendem exemplificar a utilidade da proposta epistemológica, aqui, apresentada a partir de dois aspectos peculiares da teoria da pangênese darwiniana, já discutida no primeiro capítulo. É certo que não foi possível aplicar todas as teses apresentadas neste capítulo às análises históricas e historiográficas desenvolvidas nos próximos capítulos. Ainda assim, tais estudos de caso devem oferecer claros *insights* sobre as possibilidades que uma interpretação materialista dialética da ciência tem a ofertar para a epistemologia contemporânea.

CAPÍTULO 3

Adaptação do artigo “DARWIN E SEU PROJETO DE
UMA TEORIA EVOLUTIVA UNIFICADA”, publicado
nos anais do XV Seminário Nacional de História da
Ciência e da Técnica, em dezembro de 2016.

Enquanto a teoria evolutiva darwiniana é a base do que se entende, hoje, por evolução, o mesmo não se pode dizer da “Hipótese Provisória da Pangênese” em relação ao que se entende atualmente por herança. Alocada junto às demais ideias de herança anteriores ao século XX, a teoria da pangênese darwiniana é tida como absolutamente equivocada frente à revolucionária genética, filha dos trabalhos de Gregor Mendel (1822-1884). Se Darwin pode ser considerado o nome da evolução, Mendel é, certamente, o nome da herança biológica (ou genética, como se tornou conhecida a ciência a partir do século XX). É por este motivo que grande parte do conhecimento a respeito de herança produzido antes do século XX e que, portanto, não se adéqua à perspectiva genética da herança é, hoje, menosprezado.

Neste sentido, não sendo coerente com o modelo mendeliano de herança, a teoria da pangênese darwiniana é vista, por muitos, apenas como o “fracasso de Darwin”. No entanto, podem ser identificadas na teoria da pangênese certas características muito particulares em relação às demais ideias de herança produzidas na mesma época.

Com a pangênese, Darwin propôs um único mecanismo fisiológico capaz de explicar um grande número de fenômenos que, embora amplamente relatados na literatura, não estavam esclarecidos ou sequer relacionados. A transferência de gêmulas dos parentais para os descendentes explicava a semelhança entre estes. A transferência de gêmulas em estado de dormência era capaz de explicar o atavismo (ou reversão), que dizia respeito ao reaparecimento de uma característica ancestral num dado indivíduo após ausente na população por curto (ou longo) período de tempo. Malformações e aberrações do desenvolvimento eram, também, explicadas por erros durante a reunião das gêmulas nos órgãos reprodutivos. E estes são apenas os exemplos mais óbvios.

Portanto, na pangênese estavam correlacionados a grande maioria dos fenômenos que, na época, acreditava-se estarem envolvidos com os processos de herança e desenvolvimento. Enquanto herança e desenvolvimento são, hoje, compreendidos como dois processos distintos, Darwin, em coerência com a comunidade científica de sua época, entendia a herança e o desenvolvimento como partes inseparáveis de um mesmo fenômeno, o processo geral de mudanças a que estão sujeitos os organismos, sejam elas ontogenéticas ou filogenéticas (Allen, 1985). Desta forma, a teoria da pangênese pode ser entendida tanto como uma teoria de herança,

como fazem alguns trabalhos (Zirkle, 1946; Castañeda, 1994; Liu & Li, 2012), quanto como uma teoria do desenvolvimento como fazem outros (Ghiselin, 1975; Hodge, 2010).

Outra característica particular da teoria da pangênese que a distingue das demais teorias de herança do século XIX é sua associação com a primeira teoria biológica de Darwin. Em sua teoria evolutiva desenvolvida em “A Origem das Espécies”, restou ao naturalista algumas lacunas a serem preenchidas. Uma delas era a falta de uma explicação para a origem e herança da variação. A teoria evolutiva darwiniana era completamente baseada numa perspectiva materialista da variação, na qual a variação passou a ser vista como a realidade do mundo natural, não mais como um ruído ou algo a ser desprezado no estudo de História Natural. A especiação foi definida por Darwin como um processo em que a variação intrapopulacional se transforma em variação interpopulacional por força de seleção natural. Deste modo, para que este processo pudesse gerar tão grande variedade de espécies como aquela descrita pela História Natural, era pressuposto que houvesse um estoque virtualmente infinito de variação herdável nas populações naturais para que o processo evolutivo, nela descrito, pudesse ocorrer. No entanto, Darwin não deu, em “A Origem das Espécies”, uma resposta direta para este problema, sendo isto uma das principais críticas à sua teoria.

Intrínseca a sua preocupação com os problemas da herança e desenvolvimento, era a intenção de Darwin em preencher esta lacuna de sua teoria evolutiva. Apenas com a publicação da teoria da pangênese Darwin pode dar uma resposta para a origem, natureza e herança da variação. Embora não se defenda aqui que ele tenha escrito sua teoria de herança apenas como uma tentativa de salvar sua teoria evolutiva, é quase indiscutível que preencher esta lacuna em sua teoria evolutiva era um dos seus objetivos com a sua “Hipótese Provisória da Pangênese”, senão o objetivo principal. Nas palavras de Darwin em “A Variação de Animais e Plantas sob Domesticação”: “*O poder da seleção [...] depende absolutamente da variação entre seres vivos. Sem variação nada pode ser produzido*” (1868, p. 192).

Estes dois pontos cruciais da hipótese provisória de Darwin – a unidade do problema de herança e desenvolvimento e a resposta para o problema da origem, natureza e herança da variação – quando somados, abrem caminho para um novo olhar sobre a pangênese que é, ainda, pouco discutido. É possível que a teoria da pangênese

darwiniana tenha sido fruto de um projeto audacioso de Darwin para unificar o estudo da evolução com o estudo do desenvolvimento (ao seu tempo, objeto de estudo da embriologia).

3.1 Pangênese e a síntese evolução e desenvolvimento

Assim como muitos de seus contemporâneos, Darwin acreditava que a evolução biológica deveria estar intimamente relacionada com o processo de desenvolvimento dos seres vivos. No século XIX, o estudo do desenvolvimento era quase que sinônimo de embriologia e boa parte dos trabalhos na área apresentavam algum viés evolutivo. Estava bem estabelecida a visão de que a evolução era movida, basicamente, por alterações no desenvolvimento (Gilbert *et al.*, 1996).

Em 1866, Ernst Haeckel (1834-1919) postulou que “*a ontogenia recapitula a filogenia*”, o que seria chamado posteriormente de teoria da recapitulação. De acordo com este postulado, o estudo de morfologia e embriologia comparativas das espécies seria capaz de evidenciar o caminho do processo evolutivo a partir das semelhanças entre os estágios de desenvolvimento embriológico de diferentes grupos. Esta ideia, no entanto, já era discutida desde o início do século pelos naturalistas Geofroy Saint-Hilaire (1772-1844) e Louis Agassiz (1807-1873) e pelo médico embriologista Etienne Serres (1786-1868). Agassiz afirmava que deveria haver um paralelismo entre a ordem de aparição dos táxons no registro fóssil e a ordem dos estágios de desenvolvimento dos organismos. Darwin que, mesmo antes de Haeckel, já era favorável à noção de recapitulação, afirmou em “A Origem das Espécies” que “*a doutrina de Agassiz está de acordo com a teoria da seleção natural*” (Darwin, 1859, p. 338). Foi apenas depois de Haeckel, no entanto, que a teoria ganhou mais adeptos e, em pouco tempo, paleontólogos vieram a se inserir nesta linha com o estudo do registro fóssil. Alguns associavam os resultados destes estudos a um processo evolutivo linear, com uma forte perspectiva de progresso, na tradição lamarckista. Outros, defensores da teoria evolutiva darwiniana, associavam estes resultados a ramos de uma árvore da vida e perseguiram a identificação de ancestrais comuns (Bowler, 2002).

No entanto, não havia, até então, propostas sólidas para um mecanismo fisiológico que sustentasse estas noções. Os numerosos estudos em evolução acoplados ao desenvolvimento prosseguiram, portanto, de maneira pouco sistemática, incapazes de

fornecer explicações gerais para o processo evolutivo. Darwin, por sua vez, autor de uma teoria evolutiva baseada, boa parte, em dados de morfologia comparativa, tinha clara, certamente, a ideia de que uma vez desvendados os mecanismos do desenvolvimento, muito seria esclarecido a respeito da evolução, principalmente no que dizia respeito às causas da variação, responsáveis por mover este processo.

Em seus *notebooks*, redigidos entre 1837 e 1839, logo após o retorno da viagem no *HSM Beagle*, o tema sobre o qual Darwin se debruçou mais intensamente foi o que ele chamou de “geração” – maneira pela qual os organismos e espécies vêm a ser. De acordo com Bartley (1992), “*Darwin, para explicar a geração, olhou para herança e a subsequente evolução através do desenvolvimento*”. Ele afirma também que a evolução, de acordo com a argumentação nos *notebooks* de Darwin, era entendida por ele como o desdobramento da herança ao longo das gerações.

Não é estranho, portanto, que em “A Origem das Espécies”, Darwin tenha utilizado com frequência as características do desenvolvimento de diversas espécies, nos mais diversos estágios de vida, como evidências para sua teoria. Mais que isso, em vários momentos ao longo do livro ele se dedicou especificamente a discussão do desenvolvimento, como nas seções “Correlação do crescimento”, no capítulo V, “Sobre o estado de desenvolvimento de formas antepassadas”, no capítulo X e “Embriologia”, no capítulo XIII. Stern (2000) afirma a possibilidade de que Darwin, ao discutir sua noção de “crescimento correlacionado”, tenha sido o primeiro a reconhecer a importância, para o processo evolutivo, da correlação entre diferentes caracteres de um organismo ao longo do seu desenvolvimento. Em suas palavras:

Eu quero dizer, com esta expressão (crescimento correlacionado), que a organização, como um todo, é tão fortemente ligada durante o seu crescimento e desenvolvimento, que, quando pequenas variações em alguma parte ocorrem, e são acumuladas por força de seleção natural, outras partes se tornam diferenciadas. Este é um assunto de grande importância, muito imperfeitamente compreendido. O caso mais óbvio é que as modificações acumuladas apenas em benefício do jovem ou da larva vão, pode-se seguramente afirmar, afetar a estrutura do adulto (Darwin, 1859, p. 143).

Hoje, com o conhecimento sobre interações gênicas, pode-se interpretar o fenômeno descrito por Darwin como sendo devido à pleiotropia (quando o produto da expressão de um gene interage com o desenvolvimento de outros, influenciando, desta

forma na expressão dos fenótipos). Porém, Darwin forneceu, com a teoria da pangênese, seu próprio mecanismo para explicar esta correlação entre caracteres. Assumindo os pressupostos da pangênese ele deduziu que a alteração em uma das gêmulas poderia ter efeito sobre as demais gêmulas agregadas nos órgãos reprodutivos, promovendo, na geração seguinte, alteração potencializada em outras estruturas que não àquela referente à primeira gêmula modificada. Este era um dos mecanismos diretos de produção de variação que ele discutiu em sua teoria de herança e desenvolvimento.

A notável preocupação de Darwin com o tema do desenvolvimento durante toda a sua vida profissional foi, possivelmente, influenciada pela relação próxima que Darwin manteve com o professor Robert Edmond Grant (1793-1874) entre 1826 e 1827, no início de seus estudos na faculdade de medicina de Edimburgo. Grant era médico e zoólogo e ganhou prestígio internacional com seus trabalhos relacionados com o desenvolvimento de esponjas e de alguns outros táxons. Um de seus interesses era compreender a relação entre a “geração” pela reprodução assexuada e pela reprodução sexuada (Hodge, 2010). Não por coincidência, este problema da relação entre os modos de reprodução assexuada e sexuada foi alvo de longos estudos de Darwin e viria a culminar em um dos argumentos mais bem elaborados da pangênese. Argumento este que, segundo Geison (1969), teria sido o ponto de partida da teoria.

Ainda quanto à relação de Darwin com a problemática do desenvolvimento, Bartley (1992) aponta que os numerosos estudos de Darwin com espécies domesticadas, principalmente ao longo da década de 1850, quando ele cultivou suas próprias gerações de pombos domesticados, não se deram apenas no intuito de desenvolver a analogia da seleção artificial, abordada no primeiro capítulo de “A Origem das Espécies” e que introduz a noção de seleção natural. Na verdade, estes estudos eram, também, um esforço no sentido de uma melhor compreensão da problemática do desenvolvimento das espécies, visando compreender os mecanismos de geração da variação. Por este motivo, estes trabalhos com espécies domesticadas, foram muito melhor desenvolvidos ao longo de “A Variação de Animais e Plantas sob Domesticação”. A pangênese aparece, portanto, como um reflexo da dedicação de Darwin, desde muito antes de “A Origem das Espécies”, em estudos visando compreender o processo de desenvolvimento e herança sob uma perspectiva unificadora – uma teoria geral.

Tomado este cenário, ficam claras, também, as múltiplas interseções entre a teoria evolutiva e a teoria de herança e desenvolvimento de Darwin. Neste sentido, é provável que a pangênese tenha sido parte de um projeto que buscava um mecanismo para o desenvolvimento capaz de fornecer uma orientação geral para os estudos específicos sobre a evolução dos táxons. Como aponta Ghiselin (1975), *“ela foi uma tentativa de lidar com esse aspecto de desenvolvimento da biologia, com suas implicações evolutivas, essa era a racionalização básica da pangênese”*.

É possível, assim, identificar um último, e particularmente ambicioso, objetivo de Darwin com a publicação de sua teoria da pangênese: a síntese do estudo do desenvolvimento com o estudo da evolução. Era, no entanto, apenas uma “hipótese provisória”. Darwin não esperava que a pangênese respondesse a todos os problemas do desenvolvimento e se encaixasse perfeitamente com os estudos em evolução. Mas, provavelmente, acreditava que ela era o primeiro passo para o enquadramento das duas disciplinas numa única área de estudo.

3.2 Evolução e desenvolvimento no século XXI

Apesar de se configurar como uma iniciativa notável, a pangênese darwiniana jamais teve chance, em seu tempo, de ser apreciada sob esta perspectiva. Em algumas décadas os trabalhos em evolução/desenvolvimento caíam num abismo conjectural devido à “redescoberta” do trabalho de Gregor Mendel com as ervilhas-de-cheiro (1865). A partir dos trabalhos do “grupo das drosófilas”, chefiado por Thomas Hunt Morgan (1866-1945), e de alguns outros pesquisadores, a teoria de Mendel se estabeleceria, na virada do século XX, tendo como consequência a fundação da ciência da genética.

Com a ascensão da genética, estruturou-se uma contradição entre a herança mendeliana e a teoria evolutiva darwiniana. Afinal, a teoria de Mendel encarava o fenômeno da herança de uma perspectiva da estabilidade. Neste sentido, enquanto uma teoria estava preocupada em explicar o fenômeno da mudança ao longo das gerações, a outra descrevia a sua estase (Silva, 2001). Foi apenas na década de 1930 que a contradição entre o darwinismo e o mendelismo pode ser superada, o que se deu através dos trabalhos de Ronald Fisher (1890-1962), John Haldane (1892-1964) e Sewall Wright (1889-1988) e sua avaliação estatística das frequências dos alelos nas

populações ao longo das gerações. Nascia, assim, a Teoria Sintética da Evolução (TSE), alinhando a perspectiva materialista da evolução darwiniana ao modelo matemático de herança mendeliano (Crow, 1987).

Desta forma, embora a teoria evolutiva de Darwin tenha se mantido, a sua “Hipótese Provisória da Pangênese” foi abandonada. Os pares de fatores mendelianos, agora genes, explicavam a herança de maneira muito mais coerente e heurística que as gêmulas de Darwin, as quais se perderam, inevitavelmente, nas névoas das teorias falsas do passado. Somado a isso, os embriologistas passaram a duvidar que a teoria evolutiva pudesse informar o seu trabalho e passaram a perseguir uma abordagem mais experimental no estudo da embriologia, de modo a tentar dar a disciplina uma base científica mais sólida (Gilbert *et al.*, 1996). O estudo do desenvolvimento, depois de se desassociar do estudo da herança, rompia agora, também, com o estudo da evolução e, neste contexto, foi excluída (ou se excluiu) da síntese evolutiva. O poder heurístico do modelo mendeliano de herança redefinia a evolução apenas como “mudança nas frequências gênicas” (Dobzhansky, 1937).

A genética, no início do século XX, havia se tornado o “núcleo duro” da teoria evolutiva, que passava a apresentar um forte viés da genética estatística de populações. Havia, no entanto, um pequeno grupo, inserido no núcleo de pesquisa que se desenvolvia em torno da teoria sintética, que insistia na importância do acoplamento do desenvolvimento à revolucionária genética para o estudo da evolução. Entre eles estavam Ernst Hadorn (1902-1976) e Conrad Waddington (1905-1975) que exerceram papel coadjuvante nesta tendência. Hadorn trabalhou por muitos anos no efeito de mutações sobre o desenvolvimento de moscas do gênero *Drosophila*. Waddington produziu, também, diversos trabalhos em genética e desenvolvimento com o modelo *Drosophila* e acreditava que essas duas áreas se uniriam, eventualmente, levando a formação de uma nova disciplina (Holliday, 2006). Em boa parte de sua carreira Waddington se empenhou em trabalhos teóricos e, hoje, ele é mais conhecido por suas noções de canalização – que se refere ao fato de que o desenvolvimento, geralmente, leva aos mesmos resultados independente de variações nos genes ou nas condições ambientais, consequência da seleção natural agindo de modo conservador – e plasticidade fenotípica – que diz respeito ao fato de que células geneticamente idênticas podem desenvolver estrutura e função completamente diferentes. Ele é frequentemente

lembrado, também, por ter cunhado o termo epigenética para designar os eventos responsáveis pelo desdobramento do programa genético do desenvolvimento.

Apesar dos trabalhos destes e outros pesquisadores interessados na relação ontogenia-filogenia, seria apenas no final do século XX que o desenvolvimento começaria a voltar a interessar os evolucionistas. De acordo com Carroll (2008), a biologia evolutiva do desenvolvimento como disciplina (conhecida hoje como Evo-Devo) teve seu início com a evidenciação, durante a década de 80, de sequências *homeobox* em genes *Hox*, genes extremamente conservados e presentes em diferentes classes de animais exercendo papel crucial na ontogenia. Outros autores defendem que a inauguração da Evo-Devo estaria relacionada com o livro “Ontogeny and Phylogeny” de Stephen Jay Gould (1977) reinstituindo, a partir das novas técnicas da biologia molecular, a importância da heterocronia – mudança no tempo cronológico de eventos do desenvolvimento – como um mecanismo de produção de mudança para o processo evolutivo (ideia originalmente proposta por Haeckel no século XIX e discutida, também, na pangênese darwiniana).

Love (2003) critica a tendência entre os teóricos da Evo-Devo em caracterizar este momento apenas como a união da genética de populações com a biologia do desenvolvimento (que ele caracteriza como a embriologia pós-revolução molecular) através da genética do desenvolvimento. Para ele, este cenário é demasiado simplista e subestima a importância de outras disciplinas, especialmente da morfologia evolutiva, no estabelecimento da biologia evolutiva do desenvolvimento. Para Hall (2003), a verdadeira origem da Evo-Devo pode ser remetida ao século XIX, com a publicação de “A Origem das Espécies”. Este teria sido um marco para o início da tradição do estudo de evolução através da embriologia comparativa que, uma vez associada às inovações da biologia molecular no final do século XX, definiu o início da Evo-Devo como disciplina. Hoje, as linhas de pesquisa enquadradas na Evo-Devo são inúmeras, mas todas elas se propõem, de maneira geral, a compreender os mecanismos do desenvolvimento que geram variação fenotípica e têm influência determinante na evolução da forma (Hall, 2003; Müller, 2008).

Já no século XXI, se iniciou uma polêmica a respeito da necessidade de uma nova síntese evolutiva que englobasse os novos mecanismos evolutivos trazidos pelas pesquisas na área da Evo-Devo. Alguns autores acreditam que as novidades trazidas

pela Evo-Devo não têm caráter revolucionário e podem ser enquadradas na síntese moderna (Sandvik, 2000; Richardson, 2003). Outros defendem que a volta do desenvolvimento para o estudo da evolução, respaldado pela biologia molecular, vem demonstrando que os mecanismos evolutivos propostos pela TSE, baseados fundamentalmente na genética de populações, não são capazes de explicar o processo evolutivo em larga-escala, mas apenas em nível populacional ou de espécies. Portanto, acreditam que uma síntese estendida está em emergência (Carroll, 2000; Raff, 2000; Pigliucci, 2007; Carroll, 2008).

Esta discussão parece estar apenas no começo, mas independente disso, o fato é que, indiscutivelmente, o desenvolvimento *readquire*, no século XXI, relevância para os estudos relativos à evolução. Com auxílio da biologia molecular, esses trabalhos confrontaram os evolucionistas com novos dados no campo da genética, principalmente no que diz respeito à evolução da forma, que só podem ser plenamente apreciados se analisados sob a perspectiva do desenvolvimento dos organismos.

3.3 Uma interpretação dialética

É impossível não notar as semelhanças entre aquilo que Darwin parece ter perseguido em seu tempo e os desenvolvimentos da biologia evolutiva do desenvolvimento hoje, quase dois séculos mais tarde. O que é interessante pontuar é que o caminho entre estes dois momentos da história da biologia não foi contínuo. Pelo menos duas grandes rupturas se deram ao longo do século XX – primeiro uma ruptura teórica, com o advento da Genética e, depois, uma ruptura tecnocientífica, com o advento da biologia molecular. Estas rupturas levaram à definição e a repetidas redefinições de um dos principais objetos de estudo atuais da biologia: o gene (Solha & Silva, 2004).

Tendo em vista o conceito de fenomenotécnica de Bachelard, é possível supor que o advento de novas teorias e de novos instrumentos tenha levado a geração de toda uma nova realidade científica – uma em que o estudo da herança (agora genética) volta a ser compatível com o estudo do desenvolvimento. Dito de outra forma, uma vez que não temos acesso ao mundo real e trabalhamos com seus recortes, uma mudança na racionalização pode levar a um resgate de ideias anteriormente rejeitadas com

propriedade, mas que devido a esta conversão de racionalização passam a ser compreendidas de uma nova maneira. Como diz Bachelard:

É preciso tomar consciência de que a experiência nova diz não à experiência antiga; se isso não acontecer não se trata, evidentemente, de uma experiência nova. Mas esse não nunca é definitivo para um espírito que sabe dialetizar os seus princípios, constituir em si novas espécies de evidência, enriquecer o seu corpo de explicação sem dar nenhum privilégio àquilo que seria um corpo de explicação natural preparado para explicar tudo (Bachelard, 1978, p.7).

Portanto, é possível compreender esta volta dos estudos em desenvolvimento e evolução desta maneira, levando em consideração que o advento da genética e a chamada revolução molecular na biologia, provocaram verdadeiras mudanças de racionalização no estudo do campo da biologia como um todo. E, de alguma maneira, estas novas evidências permitiram um resgate de uma ideia tão claramente defendida no corpo da pangênese, mas que não teve meios de se difundir naquele momento.

Deve estar claro que não defendemos aqui valores heurísticos para a teoria da pangênese. Não defendemos a pangênese como explicação para a herança, nem propomos que se volte a procurar gêmulas nos fluidos corporais de organismos multicelulares. Desde o início da genética moderna, novos conhecimentos surgiram e as técnicas e a linguagem dos estudos em herança e evolução sofreram mudanças dramáticas. Portanto, o resgate ingênuo de velhas ideias não faz sentido.

Não defendemos também uma interpretação da pangênese como precursora da Evo-Devo. Afinal, a Evo-Devo não representa simplesmente a síntese dos campos de desenvolvimento com a evolução ou a incorporação do desenvolvimento na evolução, nem o contrário. Ela tem raízes tanto na biologia do desenvolvimento quanto na evolução, paleontologia, sistemática e biologia molecular, mas segue perseguindo um conjunto exclusivo de questões, partindo de seus próprios métodos e abordagens (Hall, 1999 *apud* Love, 2003).

No entanto, é fato que a Evo-Devo vem desafiando a hegemonia da genética de populações no estudo da evolução ao unificar as perspectivas genômicas, populacionais, selecionistas e do desenvolvimento para explicar o processo evolutivo de mudança. Vem, portanto, restaurar o foco na variação fenotípica funcional, esta que foi, em dado momento, o objeto de estudo de Charles Darwin, tanto em sua teoria evolutiva quanto

em sua teoria de herança e desenvolvimento. Assim, reconstruindo historicamente o desenvolvimento das ideias de herança (mesmo que apenas parcialmente), percebemos que a ideia de progresso do conhecimento, num sentido continuísta, é substituída por certa incomensurabilidade produzida em saltos qualitativos. Deste modo, é possível imaginar situações nas quais teorias consideradas “ultrapassadas”, como a teoria darwiniana da pangênese, possam ser ressignificadas à luz dos conhecimentos atuais. Defendemos, portanto, que há valor histórico e há valor epistemológico numa teoria que, numa análise lógica e positivista, é facilmente descartável.

Por fim, o caso apresentado aqui serve, também, como exemplo de que a história da díade Evolução X Desenvolvimento na Biologia é longa e apresenta mais personagens do que se vem retratando (Olsson, *et al.*, 2010). Mais que isso, suporta a ideia de que a perspectiva dialética parece ser um método interessante para investigar esta história, explorando contradições como “mudança x estabilidade”, “ontogenia x filogenia”, “genética de populações x morfologia”, “gradualismo x saltacionismo/mutacionismo”, entre outras. Contradições estas que expõe da maneira mais clara os motivos das escolhas e as conseqüentes renúncias da comunidade científica, dentro de seu contexto social, que definiram e estão por definir, temporal e espacialmente, os objetos de estudo a se perseguir.

CAPÍTULO 4

Adaptação do artigo “A “HIPÓTESE
PROVISÓRIA DA PANGÊNESE”: DISCURSO
OU PENSAMENTO TELEOLÓGICO?”, aceito
para publicação nos anais do X Encontro da
Associação de Filosofia e História da Ciência do
Cone Sul, em agosto de 2017.

Quando a pergunta “por quê?” é levada a suas últimas consequências, seja num discurso informal ou num discurso científico, é improvável, senão impossível, que se possa respondê-la de outra forma que não seja com “porque sim” (numa variação de “porque deve ser assim” e/ou “porque Deus quis assim”) ou “não há porquê”. É verdade, no entanto, que, diferente do que ocorre numa conversa informal, a ciência, hoje, não está preocupada em levar esta pergunta a suas últimas consequências. Situação diferente se apresentava até o século XIX, quando a pergunta “por quê?” era uma questão obrigatória, especialmente no que dizia respeito ao estudo da então chamada História Natural. Neste capítulo abordaremos o problema da linguagem/discurso no desenvolvimento das teorias e conceitos científicos analisando o caráter e as consequências da linguagem finalista presente nas obras de Darwin, em especial, na sua teoria da pangênese.

Por definição, a demanda por uma finalidade dos fenômenos pode ser traduzida como teleologia, doutrina que pressupõe a finalidade como princípio explicativo para quaisquer objetos ou fenômenos, em oposição às suas causas ou origem (Japiassu & Marcondes, 1990, p. 233). Tal doutrina poderia (e, de certo modo, ainda pode) ser identificada em duas ou mais visões do mundo natural – as fixistas e as de progresso. A teleologia fixista pressupõe que tudo na natureza, desde seres vivos a corpos inanimados, servem a algum propósito e, neste sentido, formam um conjunto imutável de relações em perfeita harmonia. Noutro sentido de teleologia, assume-se que a natureza pode sofrer mudanças, no entanto, tais mudanças se dão, necessariamente, num sentido absoluto de melhora e progresso. Em outras palavras, a perspectiva teleológica é uma negação do acidente, do acaso. É apenas no século XIX que a esta deixa de ser a perspectiva natural mais coerente e influente na comunidade científica. Isso se deve, principalmente, a publicação do livro “A Origem das Espécies”.

Na teoria evolutiva darwiniana a variação entre os indivíduos presentes nas populações deixava de ser vista como uma imperfeição em relação a um tipo ideal (no sentido platônico) ou, ainda, como irrelevante em relação à essência das espécies (no sentido aristotélico) e passava a ser entendida como a realidade do mundo natural. Ou seja, a variação começava a ser compreendida a partir de uma perspectiva materialista. Dentro desta lógica, Darwin apresentou a especiação como um processo de transformação desta variação entre indivíduos (variação intrapopulacional) em variação

entre grupos (variação interpopulacional), no qual os diferentes grupos divergiriam ao longo do tempo até que se tornassem espécies biologicamente distinguíveis. Esta divergência se daria a partir da ação da seleção natural, que trabalharia, em função do tempo e do espaço, apenas com a variação presente nas populações. Assim, regredindo na linha do tempo, encontrar-se-ia um ancestral comum para todas as espécies. O avanço deste processo, por outro lado, explicaria a biodiversidade (Lewontin, 1974, p. 4; Silva, 2001).

Além de romper com as diferentes perspectivas fixistas, a teoria evolutiva darwiniana definiu a evolução como um processo de transformação das espécies que se dava sem propósito e não estava associada ao progresso, apenas à mudança. Foi, portanto, com a publicação de “A Origem das Espécies” que a teleologia sofreu seu maior abalo como princípio explicativo dentro da história natural que, agora, poderia ser mais bem denominada como história da natureza (Solinas, 2015, p. 114). Mais que isso, é possível que este marco tenha determinado o nascimento do que hoje chamamos de Biologia, reconhecida, assim, como grande área de conhecimento fundamentada nas ideias darwinistas.

Exceto quanto à origem da Biologia como área de estudo, que para muitos remonta a Aristóteles, esta versão da história é amplamente aceita (Gould & Lewontin, 1979; Mayr, 1992; Ghiselin, 1994; Silva, 2001). Porém, para um leitor desavisado de “A Origem das Espécies”, tal versão pode parecer incongruente com várias passagens do texto. Isto porque, por diversas vezes, Darwin lança mão de uma linguagem caracteristicamente teleológica em prol de sua argumentação, como no trecho a seguir:

Dois órgãos diferentes, em alguns casos, realizam simultaneamente a mesma função no mesmo indivíduo [...]. Nestes casos, um dos órgãos pode ser facilmente modificado e aperfeiçoado de modo a realizar todo o trabalho por si só, sendo auxiliado ao longo do processo pelo outro órgão; e então este outro órgão pode ser modificado para algum outro propósito distinto ou ser completamente obliterado (Darwin, 1859, p. 190)⁴.

A hipótese defendida aqui é de que esta aparente incongruência se deve à diferença sutil, mas ao mesmo tempo fundamental, entre linguagem teleológica e

⁴ A tradução dos trechos originais reproduzidos neste ensaio é de tradução livre dos autores.

raciocínio teleológico. Tal ambiguidade entre raciocínio e discurso teleológico ocasionou, após a publicação de “A Origem das Espécies”, uma discussão a respeito do lugar que a teoria de Darwin ocupava num contexto científico regido pela noção de teleologia. Havia aqueles que criticavam Darwin por ter rompido com a teleologia e aqueles que o exaltavam pelo mesmo motivo. Por outro lado, havia aqueles que criticavam Darwin por ter retomado e revigorado a perspectiva teleológica e aqueles que, por isto, o enalteciam (Beatty, 1990, pp. 113-114).

Aproximadamente sete décadas separam a publicação de “A Origem das Espécies” e o estabelecimento da Teoria Sintética da Evolução que unificou o núcleo duro da teoria evolutiva darwiniana com a genética mendeliana. Ao longo deste tortuoso caminho, a visão da obra de Darwin como essencialmente anti-teleológica se consolidou frente a visões opostas (Mayr, 1988, p. 3; Mayr, 2000, p. 6). Este fato se deve, possivelmente, ao amplo reconhecimento do papel do acaso no processo evolutivo através dos desenvolvimentos da teoria sintética (Crow, 1987; Kimura, 1991; Nei, 2005). Embora já fosse relevante na teoria darwiniana, nela o conceito de acaso foi definido de maneira pouco objetiva e, por vezes, ambígua (Lennox, 2010, pp. 3-4).

No entanto, mais recentemente, estudos em história da ciência voltados para as publicações originais de Darwin parecem vir multiplicando a discussão sobre até que ponto Darwin, de fato, rompeu com a teleologia e se, talvez, ele não deva ser considerado, a seu modo, teleológico (Lennox, 1993; Ghiselin, 1994; Lennox, 1994; Regner, 1995; Ayala, 1999; Ruse, 2000; Short, 2002). De fato, há uma linha de pesquisa (não tão recente) em Filosofia da Biologia que tem como objetivo realocar a teleologia dentro das ciências da vida através da ressignificação do conceito (Williams, 1966; Ayala, 1970; Binswanger, 1990; Takacs & Ruse, 2013).

Lennox (1993), por exemplo, defende que Darwin era sim teleológico, no entanto, a sua teleologia, embora inquestionável, não estava em conformidade com nenhuma das doutrinas teleológicas anteriores ao seu tempo (que demandariam a noção de *design* ou de força vital). Na verdade, ele apoia a ideia de que Darwin elaborou sua própria teleologia, a qual ele denomina “teleologia seletcionista”. Isto porque, de acordo com ele, o processo de seleção natural como proposto por Darwin se baseava no pressuposto de que “*a vantagem de uma estrutura determina a sua presença*”. Assim,

Darwin haveria criado uma teleologia própria compatível com a base mecanicista de sua teoria evolutiva.

Short (2002), embora também defenda a ideia de que Darwin seria sim teleológico, o faz de maneira radicalmente diferente de Lennox. Criticando a posição de Lennox, Short afirma que não é possível existir algo como uma teleologia inteiramente mecanicista, já que o conceito de teleologia está historicamente fundado numa oposição ao mecanicismo. Ele defende, então, que a teleologia nos trabalhos de Darwin está em plena conformidade com a clássica teleologia Aristotélica. A elaborada defesa de Short propõe que a teleologia da qual Darwin lança mão, assim como a teleologia em seu sentido clássico, é aplicada para explicar os fenômenos do processo evolutivo que não poderiam sê-lo através de uma abordagem puramente mecanicista.

É unânime que a teoria evolutiva de Darwin desencadeou uma revolução sobre a visão do mundo natural imperante à sua época. No entanto, vem se distanciando cada vez mais de um consenso a ideia de que a sua obra estabeleceu uma ruptura com a tradição teleológica. Desse modo, voltar a analisar a natureza do discurso teleológico nos trabalhos de Darwin se faz interessante novamente.

No entanto, considerando que muito já foi discutido a respeito do texto de “A Origem das Espécies” e que a teoria evolutiva não é o único trabalho do naturalista, é razoável supor que a análise de outras obras de Darwin ofereça *insights* sobre o quanto e em que sentido a teleologia era influente nas suas ideias. Sendo assim, uma avaliação criteriosa sobre o papel da teleologia na racionalização de Darwin depende, provavelmente, de um estudo historiográfico mais amplo sobre sua produção. E, dentre uma vasta coleção de escritos posteriores a “A Origem das Espécies”, talvez o caso mais interessante a ser analisado seja o da “Hipótese Provisória da Pangênese, pois ela foi a segunda e última teoria geral de Darwin.

Como discutido anteriormente, está bem estabelecido atualmente que a teoria da pangênese não possui valor heurístico algum. No entanto, em sua época, ela foi proposta por Darwin, assim como a teoria evolutiva, como uma teoria geral para todos os organismos vivos. Um estudo mais aprofundado dos trabalhos e correspondências de Darwin indica que tal teoria de desenvolvimento e herança teve papel muito mais central em suas ideias do que parece aceitar a comunidade científica atual, profundamente implicada com a teoria da genética (Bizzo, 2008).

Nesse sentido, acredita-se que a análise da teoria darwiniana da pangênese seria de grande pertinência para uma compreensão mais ampla do papel da teleologia na racionalização de Darwin. Portanto, propomos uma leitura crítica da “Hipótese Provisória da Pangênese”, na sua versão original de 1868, com o objetivo de analisar em que medida o raciocínio teleológico (e/ou o discurso teleológico) estão presentes nesse texto. Para cumprir com o objetivo proposto é preciso, antes de tudo, estabelecer o que estamos chamando de teleologia e como este conceito se transformou, desde sua origem até o século XIX.

4.1 O que é teleologia?

Embora o termo teleologia tenha sido cunhado por Christian Wolff, em 1728, a origem da doutrina teleológica que influenciou o estudo da história natural até o século XIX remete aos escritos de Platão e, principalmente, de seu discípulo Aristóteles (Lennox, 1992). Em determinado momento Aristóteles rompeu com a teoria platônica da transcendência⁵ e desenvolveu uma teoria que buscava eliminar o vão entre o mundo natural sensível e o mundo das ideias ao integrá-los na sua noção de imanência. Assim, surgia uma concepção de realidade baseada na ideia estática de essências, para qual toda a forma presente no mundo teria uma essência e esta uma causa final (Marcondes, 1997, p. 70-74).

A teleologia remete, dessa forma, à causa final de Aristóteles, à ideia de que tudo presente na natureza tem uma finalidade, pois “a natureza não faz nada em vão” (*natura nihil frustra facit*). Aristóteles compreendia a natureza como sábia e promotora do equilíbrio entre todas as relações existentes no mundo vivo e não vivo. Neste sentido, assumia que na natureza nada sobrava ou faltava e cada organismo vivo, cada espécie, dispunha exatamente daquilo que lhe seria necessário para sobreviver em total harmonia com os demais elementos do cosmos.

Mas do que sábia, a natureza para Aristóteles era bela, pois nela o propósito superava o acaso. Ele entendia que havia beleza no propósito, enquanto no acaso, no acidente, apenas poderia ser encontrada a irregularidade (Mirus, 2012). O acaso era tido

⁵ A teoria da transcendência de Platão propunha, resumidamente, que tudo presente no mundo acessível às sensações era uma imagem corrompida daquilo presente no mundo das ideias, produto da ação de um Demiurgo.

como responsável por tudo aquilo que escapava à essência que, por definição, representava a perfeição. Nas espécies o acaso promovia as imperfeições e deformidades que, eventualmente, se manifestavam em alguns indivíduos. Aristóteles, contudo, reconheceu variações nos seres vivos que não considerava imperfeições, embora sendo determinadas pelo acaso. A cor dos olhos era um exemplo disso. Nesse caso, a irrelevância desse tipo de variação casual adviria do fato de que elas não teriam papel sobre a sua causa final, não sendo, assim, de interesse no estudo do mundo natural. A teoria de Aristóteles, portanto, era demarcada por uma grande recusa ao acaso (Solinas, 2015, pp. 18-20).

Sendo a natureza harmônica e perfeita, era central à teoria de Aristóteles a ideia de que o cosmos era imutável e eterno. Para ele, o cosmos e, por consequência, a natureza sempre haviam sido e continuariam sendo da maneira como se apresentavam. Dessa forma, não havia espaço, em sua teoria, para as ideias de transformação. Eventos como a extinção ou o surgimento de espécies ao longo do tempo eram, nesse sentido, implausíveis (Henry, 2006). Aristóteles era caracteristicamente adepto ao que conhecemos hoje como fixismo.

A tradição aristotélica começou a ser inserida na cultura ocidental entre os séculos XII e XIII. A filosofia aristotélica, baseada em seus três pilares – teleologia, essencialismo e fixismo – começava a ser, então, apropriada pela Igreja Católica para fundamentar a doutrina cristã (Solinas, 2015, pp. 40-46). Um dos maiores expoentes da unificação dos trabalhos de Aristóteles com a filosofia e teologia moderna foi o dominicano São Tomás de Aquino (1224-1274), filósofo mais influente de seu período. São Tomás foi o pioneiro na compatibilização do cristianismo com a obra de Aristóteles e, com isso, ele promoveu, no final do século XIII, o reconhecimento da filosofia aristotélica em muitas universidades regidas pela Igreja Católica (Marcondes, 1997, p. 126-127). Embora alguns pontos da filosofia aristotélica não fossem aceitos (por exemplo, a noção de eternidade do cosmos e as explicações para a origem dos seres vivos, especialmente da espécie humana), noções como a de superioridade do ser humano pelo seu caráter divino e a de imutabilidade das espécies passaram a ser exploradas por estudiosos da história natural ligados à igreja. Associada ao cristianismo, a teleologia aristotélica permaneceu muito influente como forma de interpretação da natureza até o fim da Idade Média.

Seria apenas no século XVI que as ciências naturais começariam a romper com a perspectiva teleológica/cristã/antropocêntrica. Isto se sucedeu na física a partir da revolução copernicana, na qual o paradigma geocêntrico foi substituído pelo heliocêntrico, e a partir do estabelecimento do programa de pesquisa galileano, no qual a metodologia contemplativa e qualitativa de Aristóteles para a compreensão do mundo foi substituída por uma metodologia baseada na experimentação e na matematização (sendo esta última uma perspectiva quantitativa e, essencialmente, antifinalista) do mundo natural (Cohen, 1988 & Koyré, 2010).

A experimentação (mas não a matematização) também ganhou muito espaço nas ciências da vida, no entanto, diferente do que ocorreu nas ciências físicas, ela foi inicialmente combinada com a perspectiva teleológica aristotélica que permaneceu relativamente estável como princípio explicativo básico dos fenômenos biológicos até o século XVIII. Apenas em meados do século XVIII este sistema começou a sofrer contestação dentro do estudo da história natural, principalmente em relação ao fixismo das espécies.

A descoberta de diversos fósseis de espécies não mais existentes e o estudo da geologia propondo que a Terra teria alguns bilhões de anos (e não alguns milhares, como defendia o cristianismo), começou a promover o enfraquecimento da doutrina cristã/aristotélica (Harber, 1959; Burchfield, 1990). Em consequência dos indícios de que o planeta poderia estar sofrendo mudanças ao longo do tempo, começaram a surgir teorias que propunham a transmutação das espécies como, por exemplo, a do naturalista francês Jean Baptiste de Lamarck (Humphreys, 1996; Corsi, 2005). No entanto, a influência da teleologia e do antropocentrismo permaneceu presente no discurso dos naturalistas até o século XIX. Na teoria de Lamarck, por exemplo, as espécies se modificariam num sentido de progresso e a espécie humana era considerada o último nível da escala das espécies (Rodrigues & Silva, 2011; Martins, 2013).

Ao produzir uma teoria de transformação das espécies baseada numa perspectiva materialista da variação (que explorava as partes e os órgãos sem função e/ou vestigiais e concedia ao acaso papel explicativo), Darwin rompeu frontalmente com a teleologia dentro do estudo do mundo natural (Solinas, 2015, pp. 102-105). Ainda assim, era característica de seu texto a presença de termos como “causa final”, “fim” e “propósito”. Ghiselin (1994) defende que, apesar da linguagem utilizada em “A Origem

das Espécies”, Darwin claramente não apresentava pensamento teleológico ao que se contrapõe, por exemplo, Lennox (1993) e Short (2002). Como já comentado anteriormente, esta discussão é antiga e vem se renovando e se popularizando dentro da Filosofia da Biologia. Assim, nas próximas seções a discussão sobre qual o papel da linguagem teleológica nas ideias de Darwin será explorada em relação a sua “Hipótese Provisória”.

4.2 Teleologia na teoria da pangênese

Dentre as diversas produções científicas de Darwin ao longo de sua carreira como naturalista, a teoria da pangênese é, certamente, uma das que mais intimamente se relaciona com a sua teoria evolutiva, pois ela representa, sobretudo, a elaborada resposta para uma pergunta que ecoava desde a publicação de “A Origem das Espécies”: qual a origem e a natureza da variação herdável (Castañeda, 1994; Charlesworth & Charlesworth, 2009; Liu & Li, 2012)? Não é difícil, portanto, assumir que o caráter do discurso presente em “A Variação de Animais e Plantas sob Domesticação” tenha correlação direta com as ideias manifestadas em “A Origem das Espécies”.

O termo “causa final”, um dos mais característicos no uso da linguagem teleológica por Darwin em “A Origem das Espécies”, aparece em três momentos ao longo do texto da pangênese. Na página 361 Darwin lança mão do termo para explicar quais seriam as vantagens da reprodução assexuada usando uma linguagem claramente finalista, como vemos no trecho reproduzido a seguir.

Até certo ponto, nós podemos entender, no que concerne à causa final, por que seres que se propagam por brotamento tão raramente regridem ao longo do desenvolvimento; já que, em cada organismo, a estrutura adquirida em cada estágio do desenvolvimento deve estar adaptada ao seu habitat particular. Agora, na geração de seres por brotamento – e isto, diferente da reprodução sexuada, pode ocorrer em qualquer período do desenvolvimento, – se haviam lugares a suportar muitos indivíduos em determinado estágio de desenvolvimento, o plano mais simples seria que eles se multiplicassem por brotamento naquele estágio, e não que eles regredissem a uma fase anterior ou mais simples do desenvolvimento que poderia não estar adaptada àquelas circunstâncias (Darwin, 1868, p. 361).

Subentende-se que a “causa final” a que Darwin se refere neste trecho é o favorecimento à sobrevivência. Embora o termo tenha, claramente, uma conotação teleológica, a descrição dada, ao longo do texto, na circunstância tratada, não deixa claro por si só se o uso do termo se refere à precedência da função ou do caráter. Do modo como se entende teleologia aqui, se a função precede o caráter, ou seja, se o caráter surge para atender a função (ou necessidade) preexistente, não apenas a linguagem é teleológica, mas o sentido também o é. Por contra partida, se o caráter precede à função, ou seja, se a função é definida *a posteriori*, então, a pressuposição de pensamento teleológico não se sustenta. Neste caso, a despeito da utilização do termo, as afirmações de Darwin seriam, essencialmente, antiteleológicas, pois o surgimento do caráter não teria correlação com a sua dita utilidade.

Uma ambiguidade maior está presente na utilização de outro termo finalista nesta mesma passagem: “plano”. Isto porque a noção de plano pressupõe, intuitivamente, a existência de alguém que planeje. Pressupõe-se a existência de um planejador. Mas, se há algo que não se pode negar sobre a teoria evolutiva darwiniana é que ela, se não refuta, independe completamente da existência de um criador. Apesar de reconhecer em sua autobiografia que durante o tempo da sua viagem a bordo do *Beagle* e ainda enquanto escrevia “A Origem das Espécies” ainda era, de certo modo, religioso (Darwin & Barlow, 1958, pp. 92-93), Darwin jamais lança mão de qualquer divindade como fator explicativo em sua teoria. Neste momento é importante frisar que a teleologia que se discute estar presente na obra de Darwin não tem relação alguma com aquela que advém da ideia de *design* (Lennox, 1993; Short, 2002).

Na página 390, Darwin utiliza novamente o termo “causa final” (juntamente a “causa teleológica”) para retomar o seu argumento sobre a reprodução:

Foi mostrado na Parte I, pelo menos no que diz respeito aos animais, que novos seres gerados assexuadamente, em qualquer período, não regridem no desenvolvimento [...]; e foi oferecida uma explicação para este fato no que concernia à sua causa final ou causa teleológica. Nós podemos, também, entender a causa próxima (Darwin, 1868, p. 390).

O que Darwin faz nesta segunda passagem destacada não se afasta daquilo que já foi comentado anteriormente, ou seja, a utilização dos termos “causa final” e “causa teleológica” denunciam, mas não condenam a presença da teleologia aristotélica na

teoria da pangênese. Por outro lado, Darwin se refere também à “causa próxima”. Esta, pelo que ele continua a discutir no parágrafo, é o mecanismo pelo qual se faz possível que o ser recém-gerado assexuadamente não precise iniciar seu desenvolvimento pelas fases iniciais. O que se percebe é que toda a discussão anterior a respeito da reprodução assexuada, especificamente o brotamento, tinha como objetivo chegar neste ponto: a suficiência da pangênese para explicar um dos modos de reprodução mais comuns do reino animal.

Num terceiro momento, Darwin lança mão do termo “causa final” numa indagação sobre a reprodução sexuada, como reproduzido a seguir:

Nós somos levados a questionar qual deve ser a causa final de se de haver num evento comum de geração a concorrência dos dois elementos sexuais (Darwin, 1868, p. 362).

Quando se trata da pergunta “qual a causa final?” (em outras palavras: “por quê?”), a impressão que se tem é de que o motivo, a causa, a finalidade está sendo colocada em posição de precedência em relação ao caráter (que seria a concorrência de elementos sexuais, ou seja, a reprodução sexuada). No entanto, logo a seguir, em duas curtas passagens, Darwin parece revelar sua intenção ao utilizar estas “metáforas” teleológicas:

Nós podemos indicar, no entanto, duas importantes vantagens adquiridas através da concorrência dos dois sexos (Darwin, 1868, p. 362).

e

Além destes dois importantes fins, pode haver, claro, outros, ainda desconhecidos por nós, adquiridos através da concorrência dos dois sexos (Darwin, 1868, p. 363).

Quando Darwin explicita que as vantagens ou fins – em outros momentos chamados de “causa final” – teriam sido “*adquiridos através da concorrência dos dois sexos*”, ou seja, adquiridos pelo surgimento do caráter, Darwin parece estar se referindo, de fato, a precedência do caráter em relação a sua função. E, se o caráter surge antes da função, não existe uma finalidade *a priori*. Assim, não existe lógica teleológica. Neste sentido, o que se pode concluir até aqui é que nenhum dos termos e expressões

teleológicas dos quais Darwin faz uso no seu texto podem ser considerados como sinais *stricto sensu* da influência da teleologia em sua racionalização.

Assumindo que a linguagem é um elemento ontológico determinante no processo de construção de um conceito ou uma teoria científica, é possível entender que o que está ocorrendo no texto é, simplesmente, a utilização de termos que eram comuns ao discurso naturalista da época. Afinal, a perspectiva teleológica compunha a tradição científica do meio em que Darwin estava inserido. Deste modo, ele não poderia prescindir de linguagem teleológica sob o risco de obscuridade na escrita e, portanto, não entendimento do seu texto pela comunidade a qual os endereçava.

Além destas passagens destacadas, não foi possível encontrar termos desta natureza em nenhuma outra parte do texto. Note-se, agora, que o discurso (ou linguagem) teleológico foi utilizado, neste capítulo, apenas para discutir um assunto que foi restrito a poucas páginas iniciais do capítulo da pangênese: as vantagens referentes aos modos de reprodução sexuada e assexuada. Este, certamente, não é o ponto central da teoria. Mais que isso, mesmo no que diz respeito aos modos de reprodução, a preocupação de Darwin era explicitar os mecanismos pelos quais eles se dão e quais suas semelhanças e suas diferenças.

A herança, por outro lado, é uma das questões fundamentais da teoria. Na página 372, Darwin se refere, pela primeira vez no capítulo, ao problema da herança, como reproduzido a seguir:

Nos capítulos dedicados à herança foi mostrado que uma série de caracteres recém-adquiridos, seja prejudiciais ou benéficos, seja de grande ou pequena importância vital, são frequentemente herdados fielmente (Darwin, 1868, p. 372).

Mantendo-se em acordo com a sua teoria evolutiva e se baseando numa coleção de dados da literatura que ele discute em capítulos anteriores, Darwin afirma, nesta passagem, que tanto novos caracteres úteis quanto novos caracteres pouco importantes e/ou prejudiciais à sobrevivência de um indivíduo podem ser herdados. Ao conceder a mesma relevância à herança daquilo que tem uma finalidade (mesmo que definida *a posteriori*) e daquilo que não apresenta nenhuma finalidade aparente, Darwin refuta, claramente, qualquer aspecto da doutrina teleológica de sua época. É uma passagem

breve, que não se repete muitas vezes no texto da pangênese, mas que, no entanto, se mostra crucial para uma conclusão sobre o significado dos termos teleológicos presentes em sua teoria.

Outro tema central à pangênese é a reversão, o fenômeno de reaparecimento de uma característica ancestral em um dado indivíduo após ausente na população por poucas ou por centenas e até milhares de gerações. Na página 373, Darwin o menciona pela segunda vez no capítulo da pangênese da seguinte maneira:

Nós somos levados a acreditar que, como explicado anteriormente, todo caráter que ocasionalmente reaparece está presente num estado latente em cada geração [...], pronto para se desenvolver quando os órgãos reprodutivos são injuriados (Darwin, 1868, p.373).

Nesta passagem, não há aparentemente nenhuma expressão que possa ser relacionada com a presença ou ausência de influência teleológica. No entanto, ela é apenas um dos muitos exemplos ao longo da pangênese que são cruciais para se compreender a estratégia de Darwin em sua teoria. Nesta passagem, ele aborda a questão da reversão apresentando os mecanismos fisiológicos pelos quais o fenômeno pode ser explicado, ao invés de teorizar sobre a “vantagem” da sua ocorrência para o indivíduo, ou seja, sobre a sua “finalidade”. Hoje, parece óbvio que, para uma teoria como a pangênese, a fisiologia por traz do fenômeno seja mais relevante que sua finalidade. Porém, no século XIX, em que o porquê ainda era a grande demanda da história natural, não era comum a um naturalista ter uma perspectiva de estudo que ignorasse as finalidades e se ativesse exclusivamente aos mecanismos.

Mais que isso, mesmo no estudo da fisiologia a influência da teleologia foi, em dado momento, marcante. William Harvey (1578-1657), médico inglês do século XVII responsável pela primeira descrição detalhada do sistema circulatório, foi um exemplo. Em seu livro “*Exercitationes de generatione animalum*”, publicado em 1651, ele discorre sobre um assunto que estaria futuramente presente na pangênese: a ordem de desenvolvimento das partes de uma mesma espécie. Estudioso da fisiologia e não de história natural, Harvey estaria, teoricamente, menos inclinado que os naturalistas a se preocupar com a finalidade dos fenômenos embriológicos. No entanto, diretamente influenciado pela filosofia aristotélica, ele defendeu em “*Exercitationes*” que “*é uma lei*

da natureza que nenhuma parte ou instrumento sejam produzidos antes que haja algum uso para eles” (Harvey *apud* Solinas, 2015, p. 60).

Darwin, por outro lado, atentando-se ao fato de que a mesma característica aparecia nos parentais e nos seus descendentes na mesma idade, se preocupou exclusivamente em fornecer um mecanismo que pudesse explicar este fato. Ele propôs, na pangênese, que cada gêmula apresentava uma afinidade muito específica com as gêmulas que a precediam e sucediam no desenvolvimento. Assim como os caracteres, este padrão de afinidade entre as gêmulas seria transmitido através das gerações, permitindo que o momento de desenvolvimento de cada caráter (de cada gêmula) se repetisse continuamente nos parentais e seus descendentes. Foi através deste pressuposto que Darwin definiu a “causa próxima” (usada, por ele, em oposição ao termo “causa final”) de “*novos seres gerados assexuadamente, em qualquer período, não regredirem no desenvolvimento*” (Darwin, 1868, p. 390, do trecho destacado anteriormente). Embora Darwin tenha comentado sobre a “causa final” deste caso específico, como já discutido anteriormente, ele, em momento algum, se preocupou em fornecer uma explicação finalista geral para a regularidade das fases do desenvolvimento através das gerações como o fez William Harvey.

A pangênese, além de fornecer uma base fisiológica unificada para os diferentes modos de reprodução e um mecanismo para os fenômenos de reversão e de desenvolvimento de caracteres numa mesma idade, também explicava, apenas por meio de “causas próximas”, ou seja, por meio de mecanismos fisiológicos, a hibridização, as metamorfoses, as deformidades e malformações etc. Sobretudo, ela forneceu uma explicação para a origem de variação nova e um mecanismo para a herança de novos caracteres adquiridos. Exceto pelo caso descrito no início desta seção, Darwin, em sua “Hipótese Provisória da Pangênese”, não discute as finalidades de nenhum destes fenômenos, apenas propõe uma teoria capaz de elucidá-los fisiologicamente, buscando, em última instância, a completude de sua teoria evolutiva e, por fim, a unificação dos estudos em evolução e em embriologia (Arcanjo & Silva, 2015; 2017), isso tudo sem lançar mão de fundamentos teleológicos.

4.3 Era Darwin teleológico?

A filosofia natural aristotélica se baseava em três pilares: fixismo, essencialismo e teleologia. Em “A Origem das Espécies”, Darwin assumiu a transmutação das espécies e rompeu com o fixismo; assumiu a perspectiva materialista da variação e rompeu com o essencialismo; e assumiu a precedência dos caracteres em relação às suas funções, inerente ao mecanismo de seleção natural e rompeu com a teleologia (Silva, 2001; Solinas 2015).

Quando analisada a teoria da pangênese, percebe-se que ela se apresenta como um fiel reflexo da situação de Darwin em relação à teleologia. Assim como em sua teoria evolutiva, Darwin lança mão de linguagem teleológica apenas porque esta era a linguagem disponível em seu tempo. Sua racionalização, no entanto, parece seguir o sentido oposto. Em outras palavras, Darwin serviu-se de certo nível de redundância no seu discurso para que a novidade de suas teorias fosse compreendida. E a novidade era, justamente, a rejeição da racionalização teleológica.

Mais que isso, no que concerne aos temas centrais da teoria da pangênese, Darwin não faz sequer uso da linguagem teleológica. Ao focar nos mecanismos fisiológicos para explicar a ocorrência de fenômenos do desenvolvimento e da herança, Darwin não hesita em se libertar da conveniência do uso de termos finalistas – benefício que só se fez possível graças à natureza do assunto de que trata a pangênese, ao falar de evolução e adaptação esta tarefa se torna muito mais difícil.

Neste sentido, é difícil não concordar com Ghiselin (1994) quando ele afirma que Lennox (1993), ao chamar Darwin de teleológico, o faz num sentido nitidamente trivial da palavra teleologia, uma vez que a argumentação de Darwin rompe com tudo aquilo que era considerado teleologia em seu tempo. O que Lennox fez foi lançar mão de um novo sentido de teleologia para classificar Darwin como teleológico. E é Short quem pontua a consequência óbvia disso: de acordo com o discurso de Lennox, as explicações de Darwin são teleológicas apenas porque é assim que ele as está definindo (Short, 2002, p. 324).

Na verdade, mesmo concordando com Lennox, Short (2002) aponta muitos lapsos na sua argumentação. Short assim o faz para estabelecer que, diferente de Lennox, ele acredita que a “teleologia de Darwin” tem um caráter genuinamente aristotélico. Ou seja, para Short, Darwin era teleológico *stricto sensu*. Dessa forma,

Short está se blindando das críticas que Ghiselin (1994) faz a Lennox. Porém, a argumentação de Short é falha, uma vez que não reconhece o caráter materialista da obra de Darwin que se opõe veementemente à teleologia fixista e essencialista de Aristóteles (Solinas, 2015).

Darwin, em sua hipótese provisória, por vezes refuta a teleologia, por vezes recusa-a como princípio explicativo. De um modo ou de outro, é seguro concluir que a perspectiva teleológica não tem papel na “Hipótese Provisória da Pangênese” e a explicação para isto é clara: Darwin não estava preocupado em responder “por quê?”, mas sim em responder “como?”. Se este era o caso em sua teoria de herança e desenvolvimento, também era em sua teoria evolutiva.

Assim, se a linguagem era teleológica, mas o propósito de sua teoria evolutiva não era, isto se deveu ao fato de que, apesar do caráter revolucionário de sua obra, Darwin não pôde se desprender completamente das amarras de seu tempo. A teleologia estava, até o século XIX profundamente enraizada na História Natural. Tal ruptura, desencadeada pela obra de Darwin, teve de ser construída ao longo das décadas seguintes, se concretizando com o estabelecimento da Teoria Sintética da Evolução. O fato é que a revolução darwiniana só se sucedeu desta maneira porque, em 1859, quando “A Origem das Espécies” foi publicada, a comunidade científica inteira se voltou a ela, e um dos fatores determinantes para isso foi que ela pôde reconhecer, num texto revolucionário, a sua própria linguagem.

CONCLUSÃO

Animados por um desconforto com uma visão continuísta da história da ciência, ainda reinante nos corredores dos laboratórios de biologia, passou a nos interessar uma concepção rupturista da ciência, como aquela defendida por Gaston Bachelard. Ainda assim, incomodados com as repetidas análises lógicas do empreendimento científico, nos interessava uma concepção mais concreta da ciência, uma concepção que tomasse a ciência como uma atividade definida em “múltiplas determinações” que envolvia não só aspectos lógicos e racionais, mas, também, a realidade concreta da produção das condições materiais da vida, dessa forma, tomando emprestada, conscientemente, as categorias de Marx e Engels. O fator em comum destes que se tornaram nossos referenciais teóricos ficava claro: a dialética. Movidos pela convicção de que a interpretação dialética da ciência sob uma perspectiva materialista poderia lançar luz sobre características do empreendimento científico antes ignoradas, adentramos uma empreitada que objetivava rever episódios da história da ciência sob tal novo olhar. E foi o caso da teoria da pangênese que saltou aos olhos. De autoria de um dos mais importantes personagens da História da Biologia, a teoria da pangênese aparecia a nós como uma grande incógnita, contudo, cheia de possibilidades.

Perseguimos, assim, uma nova interpretação da atividade científica, tentando esclarecer, ao longo do caminho, nossos motivos, nossas ferramentas e nossos achados. Acreditamos, com isso, estar colaborando para a superação de alguns dos principais impasses atuais da epistemologia. Por fim, nada está finalizado, há de se desenvolver esta ideia de uma epistemologia materialista histórico-dialética, há de se desenvolver análises compostas dos elementos ontológicos da ciência, há de se desenvolver a discussão sobre a relação da ciência com seu referente, há de se desenvolver os exemplos históricos da Biologia aqui esboçados, de modo que ilustrem com clareza as teses aqui defendidas que formam o nosso posicionamento. No que diz respeito à teoria da pangênese, como diria Ghiselin, “*era anacrônica. Deu uma resposta do século IX para uma questão do século XVIII que precisava ser trabalhada em termos do século XX*” (Ghiselin, 1975, p.55). Há, portanto, muito enfrentamento teórico por se fazer, embora essa dissertação tenha pretendido se fazer numa categoria teórica fundamental a Marx: o trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGASSI, J. 1973. Continuity and discontinuity in the history of science. *Journal of the History of Ideas* 34(4):609-626.
- ALLEN, G.E. 1985. Heredity under an embryological paradigm: The case of genetics and embryology. *The Biological Bulletin* 168:107-121.
- ANDRADE, L.A.B. & SILVA, E.P. 2011. *Porque as Galinhas Cruzam as Estradas? A história das ideias sobre a vida e sua origem*. Rio de Janeiro: Vieira & Lent.
- ANDRADE, L. A. B. & SILVA, E.P. 2016. Mendel e seus abismos. *Genética na Escola* 11:234-243.
- ARCANJO, F.G. & SILVA, E.P. 2015 A hipótese darwiniana da pangênese. *Genética na Escola* 10(2):102-109.
- ARCANJO, F.G. & SILVA, E.P. 2017. Pangênese, genes, epigênese. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos* 24(3):707-726.
- AUDI, R. 1999. *The Cambridge Dictionary of Philosophy*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press.
- AYALA F. 1999. Adaptation and novelty: teleological explanations in evolutionary biology. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 21:3-33.
- AYALA, F.A. 1970. Teleological explanations in evolutionary biology. *Philosophy of Science* 37:1-15.
- BACHELARD, 1978. *A Filosofia do Não*. Pp. 1-87. In: PESSANHA, J.A.M. (ed.). Bachelard, Coleção “Os Pensadores”. São Paulo: Abril Cultural.
- BACHELARD, G. 1977 (1949). *O racionalismo aplicado*. Rio de Janeiro: Zahar Editores
- BACHELARD, G. 1983. *A Epistemologia*. Rio de Janeiro: Zahar Editores.
- BARTLEY, M.M. 1992. Darwin and domestication: studies on inheritance. *Journal of the History of Biology* 25(2):307-333.
- BEATTY, J. 1990. Teleology and the relationship between Biology and the Physical Sciences in the nineteenth and twentieth centuries. Pp. 113-144. In: DURHAM, F. & PURRINGTON, R.D. (eds.). *Some Truer Method: Reflections on the Heritage of Newton*. New York: Columbia University Press.
- BINSWANGER, H. 1990. *The biological basis of teleological concepts*. Los Angeles: Ayn Rand Institute.
- BIZZO, N. & MOLINA, A. 2004. El mito darwinista en el aula de clase: un analisis de fuentes de informacion al gran publico. *Ciência & Educação* 10(3):401-416.

- BIZZO, N. 2008. A teoria genética de Darwin e sua oposição ao mendelismo. *Filosofia e História da Biologia* 3:317-333.
- BIZZO, N. & EL-HANI, C.N. 2009. Darwin and Mendel: evolution and genetics. *Journal of Biological Education* 43(3):108-114.
- BOWLER, P.J. 2001. Evolutionary ideas: pre-darwinian. Pp. 1-5. In: *Encyclopedia of Life Sciences*. United Kingdom: Mcmillan Publishers Ltda/Nature Publishing Group. www.els.net.
- BOWLER, P.J. 2002. Evolution: history. Pp. 1-5. In: *Encyclopedia of Life Sciences*. United Kingdom: Mcmillan Publishers Ltda/Nature Publishing Group. www.els.net.
- BURCHFIELD, J.D. 1990. Introduction: Historical background. Pp. 3-12. In: BURCHFIELD, J.D. (autor). *Lord Kelvin and the Age of the Earth*. Chicago & London: The University of Chicago Press.
- CANGUILHEM, G. 2011 (1943). *O normal e o patológico*. Rio de Janeiro & São Paulo: Editores Forense Universitária.
- CANGUILHEM, G. 2012b (1952). *Conhecimento da vida*. Rio de Janeiro & São Paulo: Editores Forense Universitária.
- CANGUILHEM, G. 2012a (1968). *Estudos de História e de Filosofia Das Ciências: Concernentes aos vivos e à vida*. Rio de Janeiro & São Paulo: Editora Forense Universitária.
- CARNAP, R. 1956 (1947). *Meaning and Necessity: A Study in Semantics and Modal Logic*. University of Chicago Press, Chicago.
- CARROLL, R.L. 2002. Towards a new evolutionary synthesis. *Trends in Ecology and Evolution* 15(1):27-32.
- CARROLL, S.B. 2008. Evo-Devo and an expanding evolutionary synthesis: a genetic theory of morphological evolution. *Cell* 134:25-36.
- CASTAÑEDA, A.C. 1994. As ideias de herança de Darwin: suas explicações e sua importância. *Revista da SBHC* 11:67-73.
- CHALMERS, A.F. 1993. *O que é ciência afinal?* Editora Brasiliense, São Paulo.
- CHARLESWORTH, B. & CHARLESWORTH, D. 2009. Darwin and genetics. *Genetics* 183:757-766.
- COHEN, I.B. 1988 (1960). *O Nascimento de uma Nova Física*. Trad. Maria Alice Gomes da Costa. 1. ed. Lisboa: Gradiva.
- CORSI, P. 2005. Before Darwin: Transformist concepts in European natural history. *Journal of the History of Biology* 38(1):67-83.
- CROW, J.F. 1987. Population genetics history: a personal view. *Annual Review of Genetics* 21:1-22

- CROW, J.F. 1987. Twenty-five years ago in Genetics: Motoo Kimura and molecular evolution. *Genetics* 116:183-184.
- DARWIN, C.R. & BARLOW, N. 1958. *The Autobiography of Charles Darwin 1809-1882*. London & Glasgow: Collins Clear-Type Press.
- DARWIN, C.R. 1859. *On the Origin of Species*. London: John Murray.
- DARWIN, C.R. 1868. *The Variation of Animals and Plants under Domestication*. John Murray, London.
- DARWIN, C.R. 1871. Pangenesis. *Nature* 3(78):502-503.
- DELAPORTE, F. 1994. A história das ciências segundo G. Canguilhem. Pp. 23-41. In: PORTOCARRERO, V. (org.). *Filosofia, história e sociologia das ciências I: abordagens contemporâneas* [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ.
- DOBZHANSKY, T. 1937. *Genetics and the Origin of Species*. New York: Columbia University Press.
- DUHEM, P. 1991 (1954). *The Aim and Structure of Physical Theory*. Princeton: Princeton University Press.
- FEYERABEND, P. 2007 (1975). *Contra o Método*. Editora UNESP, São Paulo.
- GALTON, F. 1871. Mr. F. Galton's experiments in pangenesis. *Proceedings of the Royal Society of London* 19:392-410.
- GEISON, G. 1969. Darwin and heredity: the evolution of his hypothesis of pangenesis. *Journal of the History of Medicine* 24:375-411.
- GHISELIN, M.T. 1975. The rationale of pangenesis. *Genetics* 79:47-57.
- GHISELIN, M.T. 1994. Darwin's language may seem teleological, but his thinking is another matter. *Biology and Philosophy* 9: 489-492.
- GILBERT, S.F.; OPITZ, J.M. & RAFF, R.A. 1996. Resynthesizing evolutionary and developmental biology. *Developmental Biology* 173:357-372.
- GOULD, S.J. & LEWONTIN, R.C. 1979. The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: a critique of the adaptationist programme. *Proceedings of the Royal Society B, Biological Sciences* 205:581-598.
- GOULD, S.J. 1977. *Ontogeny and Phylogeny*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press.
- HALL, B.K. 1999. *Evolutionary Developmental Biology*. 2^a ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- HALL, B.K. 2003. Evo-devo: evolutionary development mechanisms. *International Journal of Biological Sciences* 47: 491-495.

- HARBER, F.C. 1959. *The Age of the World: Moses to Darwin*. Baltimore: The John Hopkins Press.
- HENRY, D. 2006. Aristotle on the mechanism of inheritance. *Journal of the History of Biology* 39: 425-455.
- HESSEN, J. 1999. *Teoria do Conhecimento*. São Paulo: Martins Fontes.
- HODGE, J. 2010. The Darwin of Pangenesis. *Comptes Rendus Biologies* 333(2):129-133.
- HOLLIDAY, R. 2006. Epigenetics: a historical overview. *Epigenetics* 1(2):76-80.
- HUMPHREYS, J. 1996. Lamarck and the general theory of evolution. *Journal of Biological Education* 30(4): 295-303.
- JAPIASSU, H. & MARCONDES, D. 1990. *Dicionário Básico de Filosofia*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor.
- JAPIASSU, H.P. 1977. *Introdução ao pensamento epistemológico*. 2ª ed. Livraria Francisco Alves, Rio de Janeiro.
- KIMURA, M. 1991. Recent development of the neutral theory viewed from the Wrightian tradition of theoretical population genetics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 88: 5969-5973.
- KOYRÉ, A. 2010 (1957). *Do Mundo Fechado ao Universo Infinito*. Trad. Donaldson M. Garschagen. 4ª ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária.
- KUHN, T.S. 1970. Reflections on my critics. Pp. 231-278. In: LAKATOS, I. & MUSGRAVE, A. (eds.). *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press.
- KUHN, T.S. 1998 (1962-1970). *A Estrutura das Revoluções Científicas*. São Paulo: Editora Perspectiva.
- KUKLA, R. 2015. Delimiting the proper scope of epistemology. *Philosophical Perspectives* 29(1):202-216.
- LAKATOS, I. 1970. Falsification and methodology of scientific research programmes. Pp. 91-195. In: LAKATOS, I. & MUSGRAVE, A. (eds.). *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press.
- LAKATOS, I. 1983. History of science and its rational reconstructions. In: HAKING, I. (org.). *Scientific Revolutions*. Hong-Kong: Oxford University.
- LATOUR, B. 1994. *Jamais Fomos Modernos*. Rio de Janeiro: Editora 34 & Editora Nova Fronteira.
- LENNOX, J.G. 1992. Teleology. Pp. 324-333. In: KELLER, E.F. & LLOYD, E.A. (eds.). *Keywords in Evolutionary Biology*. Cambridge: Harvard University Press.
- LENNOX, J.G. 1993. Darwin was a teleologist. *Biology and Philosophy* 8:409-421.

- LENNOX, J.G. 1994. Teleology by another name: a reply to Ghiselin. *Biology and Philosophy* 9:493-495.
- LENNOX, J.G. 2010. The Darwin/Gray correspondence 1857-1869: An intelligent discussion about chance and design. *Perspectives on Science* 18(4):456-479.
- LEWONTIN, R.C. 1974. *The Genetic Basis of Evolutionary Change*. New York: Columbia University Press.
- LIU, Y.S. & LI, X.J. 2012. Does Darwin's Pangenesis have fatal flaws? *International Journal of Epidemiology* 41(5):1492-1493.
- LOPES, A.R.C. 1996. Bachelard: o filósofo da desilusão. *Caderno Catarinense de Ensino de Física* 13(3):248-273.
- LOVE, A.C. 2003. Evolutionary morphology, innovation, and the synthesis of evolutionary and developmental biology. *Biology and Philosophy* 18:309-345.
- MCLELLAN, D. 1977. *As Ideias de Engels*. São Paulo: Editora Cultrix.
- MARCONDES, D. 2008 (1997). *Iniciação a História da Filosofia: Dos Pré-Socráticos a Wittgenstein*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor.
- MARTINS, L.A.P. 2013. Lamarck e a progressão da escala animal. *Filosofia e História da Biologia* 8(3):569-586.
- MARX, K. 1858. *Grundrisse*. London: Pelican Books.
- MARX, K. 1974. Introdução [À Crítica da Economia Política] e Prefácio Para a Crítica da Economia Política. Pp. 107-138. In: MARX, K. (autor). *Manuscritos Econômico - Filosóficos e Outros Textos Escolhidos*. Coleção Os Pensadores Vol. XXXV. São Paulo: Abril Cultural.
- MARX, K. 1999. *Para a Crítica da Economia Política, Do Capital* (Livro Primeiro, Primeira Parte, Capítulos I & II), *O Rendimento e suas fontes*; Coleção "Os Pensadores". São Paulo: Editora Nova Cultural.
- MAYR, E. 1988. *Toward a New Philosophy of Biology*. Cambridge & London: Harvard University Press.
- MAYR, E. 1992. The ideia of teleology. *Journal of the History of Ideas* 53(1):117-135.
- MAYR, E. 2000. Darwin's influence on modern thought. *Scientific American* 283:78-83.
- MENDEL, G. 1865. Experiments of plant hybrids. Pp. 1-48. In: STERN, C. & SHERWOOD, E.R. (eds). *The origins of genetics: a Mendel source book*. S. Francisco: W.H. Freeman & Company.
- MIRUS, C.V. 2012. Aristotle on beauty and goodness of nature. *International Philosophical Quarterly* 52(1):79-97.

- MÜLLER, G.B. 2008. Evo-devo as a discipline. Pp. 3-29. In: MINELI, A. & FUSCO, G. (eds.). *Evolving Pathways: key themes in evolutionary developmental biology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- NARANIECKI, A. 2010. Neo-positivist or neo-kantian? Karl Popper and the Vienna circle. *Philosophy* 85(4):511-530.
- NEI, M. 2005. Selectionism and neutralism in molecular evolution. *Molecular Biology and Evolution* 22(12): 2318-2334.
- NOLA, R. 2013. Darwin's arguments in favour of natural selection and against special creationism. *Science & Education* 22(2):149-171.
- OLSSON, L., LEVIT, G.S. & HOBFIELD, U. 2010. Evolutionary developmental biology: its concepts and history with a focus on Russian and German contributions. *Naturwissenschaften* 97:951-969.
- PIGLIUCCI, M. 2007. Do we need an extended evolutionary synthesis? *Evolution* 61(12):2743-2749.
- POPPER, K. 1975. *Conhecimento Objetivo*. São Paulo: EDUSP.
- POPPER, K. 1982. *Conjecturas e Refutações*. Editora da Universidade de Brasília, DF.
- POPPER, K. 2000 (1980). *Conjecturas e Refutações*. Almedina, Coimbra.
- RAFF, R.A. 2000. Evo-devo: the evolution of a new discipline. *Nature Reviews Genetics* 1:74-79.
- REGNER, A.C.K.P. 1995. *A natureza teleológica do princípio darwiniano da seleção natural: a articulação do metafísico e do epistemológico na Origem das espécies*. Tese de Doutorado. Campinas: UNICAMP.
- RICHARDSON, M.K. 2003. A naturalist's evo-devo. *Nature Genetics* 34:351.
- RODRIGUES, R.F.C. & SILVA, E.P. 2011. Lamarck: fatos e boatos. *Ciência Hoje* 48(285):68-70.
- RUSE, M. 2000. Teleology: yesterday, today, and tomorrow? *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 31:213-32.
- SANDVIK, H. 2000. A new evolutionary synthesis: Do we need one? *Trends in Ecology and Evolution* 15(5):205.
- SHORT, T.L. 2002. Darwin's concept of final cause: neither new nor trivial. *Biology and Philosophy* 17:323-340.
- SILVA, E.P. 2001. A short history of evolutionary theory. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos* 8(3):671-687.
- SILVEIRA, F.L. 1996. A filosofia da ciência de Karl Popper: o racionalismo crítico. *Caderno Catarinense de Ensino de Física* 13(3): 28-51.

- SOLHA, G.C.F. & SILVA, E.P. 2004. Onde está o lugar do conceito de gene? *Episteme* 19:45-68.
- SOLINAS, M. 2015. *From Aristotle's Teleology to Darwin's Genealogy: The stamp of inutility*. Trad. James Douglas. Basingstoke & New York: Palgrave Macmillan.
- STERN, D.L. 2000. Perspective: Evolutionary Developmental Biology and the problem of variation. *International Journal of Organic Evolution* 54(4):1079-1091.
- TAKACS, P & RUSE, M. 2013. The current status of the Philosophy of Biology. *Science and Education* 22:5-48.
- WILLIAMS, G.G. 1966. *Adaptation and Natural Selection*. Princeton: Princeton University Press.
- ZIRKLE, C. 1946. The early history of the idea of the inheritance of acquired characters and of pangenesis. *Transactions of the American Philosophical Society* 35(2):91-151.