

# HISTÓRIA DA CIÊNCIA, EPISTEMOLOGIA E DIALÉTICA

*Edson Pereira Silva*<sup>1</sup>

*Fernanda Gonçalves Arcanjo*<sup>2</sup>

**Resumo:** Neste trabalho, são discutidas teses sobre a atividade científica, na sua realidade histórica concreta, fundamentando-se no racionalismo aplicado de Bachelard e no materialismo histórico-dialético de Marx e Engels. Para tanto, são definidos e analisados dois aspectos da atividade científica, chamados de aspectos epistemológico e ontológico. Neles são abordadas, respectivamente, as relações de tensionamento e dupla realização entre a ciência e o seu referencial (a realidade) e as relações materiais estabelecidas entre os elementos presentes na produção do conhecimento científico (linguagem, tradição, técnicas, condições socioeconômicas etc.), sempre se lançando mão de episódios ilustrativos da história da biologia. Em consequência, a realidade histórica concreta da ciência é definida como aquela de um movimento de contradições e sínteses, animado pela acumulação quantitativa e episódios de saltos qualitativos.

**Palavras-chave:** Materialismo histórico-dialético. Gaston Bachelard. Filosofia da Ciência. História da Biologia.

## INTRODUÇÃO

O termo “epistemologia” (do grego: *episteme* - conhecimento - e *logos* - estudo) é reconhecido por apresentar utilização diversificada. Originalmente, foi concebido em oposição a *doxa*, que pode ser compreendida como

<sup>1</sup> Professor Associado, Instituto de Biologia, Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, RJ – Brasil. Laboratório de Genética Marinha e Evolução.  <https://orcid.org/0000-0002-3210-1127>. E-mail: edsonpereirasilva@id.uff.br.

<sup>2</sup> Doutoranda, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (USP), Ribeirão Preto, SP – Brail.  <https://orcid.org/0000-0002-1190-9768>. E-mail: fgarcnjo@gmail.com.

<https://doi.org/10.1590/0101-3173.2021.v44n2.11.p149>



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License.

conjunto de opiniões ou crenças (AUDI, 1999, p. 243; 273). Entretanto, nenhum desses termos de origem grega possui uma definição rígida. Vários pensadores modernos, de diferentes tradições filosóficas, lançaram mão do termo “epistemologia”, para indagar sobre a natureza do conhecimento. Por exemplo, sabe-se que a palavra “epistemologia”, em inglês (*epistemology*), é sinônimo de algo semelhante à teoria do conhecimento. Esse significado anglo-saxônico para epistemologia tem origem nos trabalhos de Bertrand Russell (1872-1970) e na filosofia analítica (BRENNER, 2015).

A filosofia analítica, com forte influência do empirismo, nasce de uma insatisfação com a fundamentação metafísica da filosofia idealista que entendia que a ciência não poderia jamais alcançar as suas verdades fundamentais (DONNELLAN; STROLL, 2017). Russel, em oposição, lançou mão da matemática e da lógica, para propor uma fundamentação lógica da linguagem na filosofia, no intuito de que a análise filosófica alcançasse um patamar científico (RUSSELL, 1905). Para Russell, as formas válidas de conhecimento eram aquelas obtidas por um método científico empírico. A epistemologia foi definida, então, como o trabalho de análise da natureza do conhecimento, a partir de métodos formais, discutindo as noções de justificação, evidência, certeza, dúvida etc (KUKLA, 2015).

Por outro lado, no uso francês do termo (*épistémologie*), o significado de epistemologia é sinônimo de história e filosofia da ciência. Tal divergência é representada pela reconhecida oposição entre a tradição da filosofia analítica (que se desenvolveu principalmente na Inglaterra e, posteriormente, nos Estados Unidos) e a tradição da epistemologia histórica (*épistémologie historique*), a qual foi de grande influência na Europa continental (LECOURT, 2008, p. 51). Em contraste com a abordagem formal da filosofia analítica, a epistemologia histórica propôs uma reflexão filosófica sobre a ciência baseada em sua história, ou seja, fundamentada na história da prática dos cientistas (LECOURT, 1969; BRENNER, 2014). As origens da epistemologia histórica serão exploradas a seguir. Contudo, neste ponto, o importante é compreender que, enquanto a tradição da filosofia analítica lançou mão da lógica para a fundamentação do conhecimento científico, a epistemologia histórica propôs colocar a história em primeiro plano, para dali extrair uma compreensão mais factual sobre o desenvolvimento do conhecimento científico.

Porém, independentemente dessa descontinuidade de significado (e de outras variações de uso), o termo “epistemologia” sempre diz respeito a um metaconhecimento. Isso quer dizer que o exercício da epistemologia

produz um conhecimento que é de segunda ordem, pois pretende conhecer/compreender atividades epistêmicas de primeira ordem (como, por exemplo, a ciência). Este será, em suma, o sentido usado neste trabalho.

No século XX, popularizaram-se algumas teorias em epistemologia (no sentido aqui tomado) que tentavam lidar, direta ou indiretamente, com as revoluções relativística e quântica na física, com a geometria não-euclidiana, com a química quântica etc. Um dos filósofos mais notáveis desse período foi Karl Popper (1902-1994). A epistemologia de Popper foi fortemente influenciada pelo Círculo de Viena (1922-1936). Adeptos da doutrina positivista e animados por uma rejeição à interpretação metafísica do conhecimento, os membros do Círculo de Viena assumiram que o conhecimento científico era o único dotado de significado e se empenharam na formulação de um critério de demarcação para o conhecimento científico fundamentado na lógica clássica. No manifesto do Círculo de Viena, Rudolf Carnap (1891-1970) e seus colegas propuseram o critério da verificabilidade, afirmando que enunciados científicos deveriam ter uma comprovação ou verificação baseada na observação ou experimentação (HAHN *et al.*, 1986 [1929]).

Alguns enxergam em Popper um opositor do positivismo lógico do Círculo de Viena, outros veem sua teoria apenas como uma reforma deste (NARANIECKI, 2010). Sua epistemologia<sup>3</sup>, também conhecida como falsificacionismo, apresenta, ainda, um critério racional de demarcação para a ciência. No entanto, Popper (1975, p. 75) rejeitou o critério da verificabilidade, assumindo que “[...] todo o nosso conhecimento é impregnado de teoria, inclusive nossas observações.” De acordo com Silveira (1996), Popper entendia que 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

<sup>3</sup> É comum ver a teoria popperiana descrita como uma “filosofia da ciência” e não tanto como uma “epistemologia”. Isso está, em muito, relacionado com o manifesto do Círculo de Viena, o qual, como pontua Brenner (2002), proclamou a fundação de uma nova disciplina, com um novo modo de reflexão sobre a ciência e, portanto, rompeu com a tradicional teoria do conhecimento. A partir de então, as teorias da linhagem da filosofia analítica voltadas para problemáticas em ciência, como aquela de Popper, passaram a ser especificadas como concernentes a um campo chamado “filosofia da ciência”. Somado a isso, na segunda metade do século XX, as ideias positivistas começaram a entrar em decadência e o termo “epistemologia”, como teoria do conhecimento, passou a dizer respeito à análise dos mais variados modos de conhecimento (não apenas o científico), de maneira que a “filosofia da ciência” se estabelecesse como campo de estudo paralelo àquele da epistemologia anglo-saxônica. Ainda assim, devido ao sentido assumido por epistemologia, neste trabalho, temos a liberdade de falar de uma epistemologia popperiana.

lógicos, como a inspiração “[...] veio a ser reconhecida como conhecimento.” (POPPER, 1985, p. 32).

Para Popper, o caráter científico de uma proposição seria reconhecido na medida em que tal proposição é vulnerável à sua própria refutação pelos dados empíricos e não na medida em que ela é verificável por eles. Ainda assim, a teoria popperiana, de modo semelhante ao manifesto do Círculo de Viena, define um método inteiramente pautado no papel da observação empírica, pelo qual o progresso científico pode estar assegurado. Essa teoria influenciou diretamente os trabalhos de outros importantes filósofos da ciência desse período, como Thomas Kuhn (1922-1996), autor de *A estrutura das revoluções científicas* (1998 [1962]); Imre Lakatos (1922-1974), que propôs uma reforma metodológica do falsificacionismo popperiano, e Paul Feyerabend (1924-1994), autor do polêmico e intransigente *Contra o método* (2007 [1975]).

Se, no início do século XX, a epistemologia, na Inglaterra e nos Estados Unidos, estava dominada pelos pressupostos da filosofia analítica, na Europa continental, o panorama era muito diferente. Nessa época, começava a surgir na França uma perspectiva epistemológica que pretendia assimilar os feitos do empreendimento científico moderno, através dos fatos históricos. A primeira menção a uma *épistémologie historique* ocorreu em 1907, nos trabalhos do filósofo francês Abel Rey (BRAUNSTEIN, 2012, p. 35). Rey (1873-1940) foi professor da disciplina História e Filosofia das Ciências na Universidade de Sorbonne e um dos grandes disseminadores da história da ciência, na França, tendo fundado o *Institut D'histoire des Sciences et des Techniques* (Instituto de História das Ciências e das Técnicas), em 1932 (CHIMISSO, 2008, p. 86).

Depois de sua morte, Gaston Bachelard (1884-1962), aluno de Rey, viria a sucedê-lo como diretor do Instituto. Bachelard, portanto, foi contemporâneo do Círculo de Viena e teve grande contato com o empirismo lógico. Todavia, embora compartilhasse de um descontentamento pela tradição metafísica da teoria do conhecimento, ele foi um grande crítico de concepções positivistas da ciência<sup>4</sup> (BRENNER, 2015). Mais tarde, ele viria a

<sup>4</sup> É importante atentar para o fato de que, embora Bachelard seja descrito como um dos grandes opositores da filosofia do empirismo lógico, a relação entre a epistemologia histórica e a filosofia da ciência anglo-saxônica não é de simples oposição. A epistemologia francesa é composta de muitos outros importantes pensadores anteriores e contemporâneos a Bachelard, tais como Auguste Comte (1798-1857), Henri Poincaré (1854-1912); Pierre Duhem (1861-1916) e Alexandre Koyré (1892-1964). Alguns destes aparecem como fortes influências para os filósofos da corrente da filosofia analítica. O conceito de convencionalismo proposto por Poincaré foi muito explorado por Rudolf Carnap (1891-1970) e outros dos membros do Círculo de Viena (BRENNER, 2002). O problema da dicotomia

ser reconhecido como responsável pela fundação da tradição da epistemologia histórica na França (LECOURT, 1969).

Mais do que uma rejeição ao positivismo, a teoria bachelardiana é inteiramente pautada numa crítica à noção ingênua de que o conhecimento científico é um reflexo do mundo real (LOPES, 1996). Ele entendia que era papel da filosofia da ciência de seu tempo superar a noção estabelecida pelos filósofos do século XIX de que o pensamento científico e crítico é sempre posterior à apreensão do real. Bachelard criticou a própria noção de que o investigador, em sua prática científica, acessa diretamente o mundo real. Segundo Bachelard, o trabalho do cientista com o mundo real é, em todas as suas etapas, mediado pela razão e sua ação sobre o mundo – as técnicas. Afinal, ele só pode agir sobre o mundo, se for, antes de tudo, instruído por teorias e equipado por instrumentos. Assim, os fenômenos descritos não devem ser reconhecidos como a realidade ela mesma, pois eles já são fruto da intervenção do cientista sobre o mundo.

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, diferentemente dos “discípulos” de Popper, estes aplicaram suas ideias a objetos de estudo diversos daquele de Bachelard. Um desses filósofos é Georges Canguilhem (1904-1995), que sucedeu Bachelard como diretor do *Institut D'histoire des Sciences et des Techniques* e foi o principal continuador da epistemologia histórica, na segunda metade do século XX, trabalhando especialmente com a história da biologia, da medicina e da psicologia. Outro é Louis Althusser (1918-1990), que discutiu uma filosofia da ciência marxista e se debruçou sobre a psicanálise (ALTHUSSER, 1985).

Entende-se que todo esse conjunto de modelos e ideias epistemológicas que emergiram no século XX estabeleceu uma nova maneira de entender e produzir história da ciência. No entanto, uma questão que essas teorias epistemológicas careceram de aprofundar foi o papel das determinantes sociais, no empreendimento científico. Popper, por exemplo, ignora a influência da sociedade na ciência, ao lançar mão de uma definição aristotélica

---

entre teoria e sua base empírica, discutido por Duhem, teve importante papel no desenvolvimento das teorias de Popper, Kuhn e Lakatos (CHIAPPIN; LEISTER, 2015). Portanto, a relação entre essas duas vertentes da epistemologia requer uma análise mais profunda, tal como pode ser encontrada nos trabalhos de Anastasio Brenner (2002, 2015). Tal análise, embora muito relevante, não será discutida neste texto, já que, não por acaso, nosso foco está nos muitos pontos em que essas duas tradições epistemológicas estiveram em posição de contradição.

para o problema da escolha de teorias. Kuhn, por outro lado, é 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 preocupa em definir meios para uma investigação racional desses fatores. Bachelard reconhece, igualmente, as faces pouco objetivas do empreendimento científico, mas, deliberadamente, não se dedica a discutir esse problema.

Nesse sentido, nosso objetivo, neste trabalho, é desenvolver teses sobre as, chamadas aqui, condições concretas de produção do conhecimento científico, as quais pretendem incorporar ao estudo da epistemologia e da história da ciência a presença de elementos econômico-político-sociais no desenvolvimento da ciência. Para tanto, nossa discussão está fundamentada no materialismo histórico-dialético de Marx e Engels e, também no racionalismo aplicado de Bachelard. Os episódios que usaremos em apoio a essas teses são originários, principalmente, da história da biologia. Essa opção se deveu à relevância que essa área tem assumido entre as atividades científicas na contemporaneidade.

A primeira tese que propomos, neste texto, é uma definição de ciência a partir de dois aspectos, um de caráter epistemológico e outro de caráter ontológico. O aspecto epistemológico da ciência diz respeito, fundamentalmente, à relação entre o conhecimento científico e o seu referente, a realidade concreta. O aspecto ontológico da ciência concerne às relações entre os elementos concretos do empreendimento científico, tais como a tradição científica, a linguagem, as técnicas e o contexto socioeconômico – ou seja, refere-se aos elementos que constituem a história da ciência.

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, assumimos 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, remetemos o leitor à fita de Moebius (ou Möbius), na qual, tendo sido determinado um momento, os lados podem ser definidos independentemente, todavia, 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.

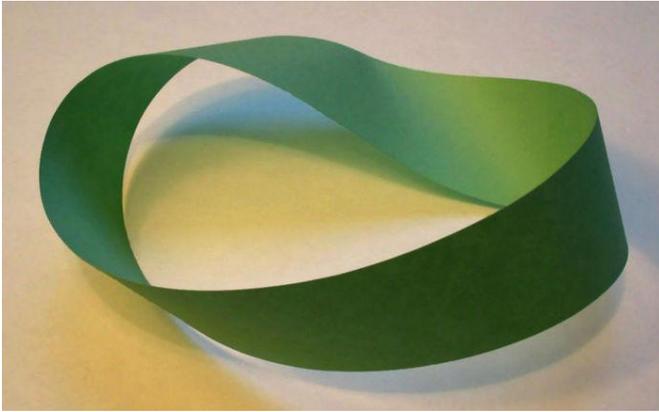


Figura 1 – Fita de Moebius

Fonte: Foto de David Benbennick. GNU Free Documentation License. Disponível em: “[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:M%C3%B6bius\\_strip.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:M%C3%B6bius_strip.jpg)”. Acesso em: 30 abr. 2018.

## 1 UMA VISADA DIALÉTICA

A palavra “dialética” tem origem na Grécia Antiga e é, geralmente, atribuída às ideias 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 Hegel (1770-1831), que apresentava uma concepção idealista da dialética.

Para Hegel, a racionalidade é a própria realidade (a essência do ser) e, ao mesmo tempo, a realidade e, portanto, a razão são sempre historicamente produzidas. Esta é considerada uma das grandes novidades da teoria hegeliana. Entretanto, essa novidade é incompatível com a lógica clássica que assume a razão como estática e, portanto, não admite a identificação da razão com o devir histórico. Definir história como razão é 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 a 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 (1818-1883) e Friedrich Engels (1820-1895) subverteram a dialética de Hegel a uma concepção materialista da história. A dialética marxista, assim como a hegeliana, caracteriza um movimento de produção de realidade. Contudo, para Marx, não é 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 dessa base material que determinam o processo histórico da sociedade são as forças produtivas, os modos de produção e as relações de produção. A contradição primária gerada por esses elementos é a luta de classes, sendo esta o verdadeiro motor da história e, pois, da realidade (MARX, 2013 [1867]). Em suma, a dialética hegeliana e a marxista não concordam quanto à concepção de realidade. Enquanto Hegel defendeu 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 condiciona o pensamento, a razão. Nas palavras de Marx (2013 [1867], p. 129):

Meu método dialético, em seus fundamentos, não é apenas diferente do método hegeliano, mas exatamente seu oposto. Para Hegel, o processo de pensamento, que ele, sob o nome de Ideia, chega mesmo a transformar num sujeito autônomo, é o demiurgo do processo efetivo, o qual constitui apenas a manifestação externa do primeiro. Para mim, ao contrário, o ideal não é mais do que o material, transposto e traduzido na cabeça do homem.

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, 1979, p. 70). Enquanto isso, Marx a tomou mais como uma abordagem teórica para compreender a realidade. Em *O Capital*, Marx (1996 [1867], p.140) afirmou que sua pesquisa era destinada a “[...] captar detalhadamente a matéria, analisar suas várias formas de evolução e rastrear a sua conexão íntima. Só depois de concluído esse trabalho é que se pode expor adequadamente o movimento do real.” Nas palavras de Mcllellan (1979, p. 71):

[...] 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.

Neste trabalho, muito mais em sintonia com o posicionamento de Marx, não tomamos a dialética como um meio para definir a realidade ela própria, mas sim como uma ferramenta epistemológica e historiográfica. Ou seja, utilizamos uma lógica dialética para discutir a natureza de um objeto cuja realidade já é de segunda ordem: o conhecimento científico (Tabela 1). O que segue, portanto, é uma proposta de interpretação do empreendimento científico e, assim, de um *modus operandi* para a história da ciência, a partir de dois aspectos denominados ontológico e epistemológico. A despeito do caráter dialético da relação entre esses dois aspectos (unidade na diversidade, dada a partir da ação recíproca e síntese de múltiplas determinações), eles serão definidos a seguir, separadamente.

Tabela 1 – Acredita-se que a ciência é uma atividade epistêmica de primeira ordem, pois ela produz conhecimento, em função da ação sobre a realidade. A ciência pretende compreender o real. Desse 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, nesse caso, passa a ocupar o lugar de objeto de estudo, o qual se pode dizer, então, ser de segunda ordem. Note-se que a terceira linha foi incluída, apenas, por motivo de ilustração.

	<b>ATIVIDADE EPISTÊMICA</b>	<b>OBJETO DE ESTUDO</b>
<b><i>Primeira Ordem</i></b>	Ciência	Realidade
Segunda Ordem	História da Ciência Epistemologia	Conhecimento científico
Terceira Ordem	História da Epistemologia	Conhecimento epistemológico

Fonte: Elaboração dos autores.

## 2 ASPECTO ONTOLÓGICO

Com relação ao aspecto ontológico da atividade científica, defendemos que ele diz respeito às relações materiais estabelecidas entre elementos presentes na produção do conhecimento, tais como a tradição científica do momento, a linguagem convencional, as técnicas científicas disponíveis, as problemáticas sociais presentes no momento histórico etc. Nesse ponto, é

preciso deixar claro que aquilo que estamos chamando de aspectos ontológicos da atividade científica tem sido, geralmente, reconhecido como elementos de caráter epistemológico pela filosofia da ciência (BACHELARD, 1983; KUHN, 1998 [1962]; HESSEN, 1999). Subvertemos essa terminologia, neste texto, por considerarmos que a realidade concreta do conhecimento científico – objeto de estudo da epistemologia e da história da ciência – já é de segunda ordem. Dessa maneira, elementos de natureza epistemológica podem ser compreendidos como elementos ontológicos de um conhecimento de segunda ordem.

O aspecto ontológico da ciência concerne, portanto, ao desenvolvimento material da ciência. Primeiramente, defendemos que esse 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 (AGASSI, 1973; POPPER, 1982; DUHEM, 1991 [1954]), acreditamos 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 dessas 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 funciona 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 autoproduzir e se autossustentar, enquanto as máquinas dependem do homem). 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 instaurada 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 a 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), as quais mantiveram em movimento a compreensão do fenômeno da vida até a atualidade (ANDRADE; SILVA, 2011).

Para compreendermos a realidade concreta de uma ciência, porém, 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 identificarmos uma série de elementos que definiram a sua história.

Na Grécia antiga, Platão e Aristóteles defendiam que a forma das espécies era fixa, em contraposição a outros pensadores gregos, como o filósofo Empédocles, que defendia a vida como originária da matéria inanimada, sem a pressuposição de que a estrutura dos seres vivos fosse mantida através de muitas gerações (BOWLER, 2010). No entanto, essa questão foi eventualmente suprimida pela visão de mundo cristã. Amplamente defendido pela Igreja Católica, o fixismo foi a perspectiva dominante principalmente entre os séculos XVI e XVIII, período marcado pelas interpretações literais da história bíblica, na qual consta que Deus teria criado a natureza e todos os seus elementos em perfeita harmonia, os quais permaneceriam imutáveis ao longo do tempo.

Contudo, entre os séculos XV e XVII, foram levadas a cabo as grandes navegações, período que ficou conhecido como a Era dos Descobrimentos. O contato com novos continentes foi mostrando, aos poucos, que a quantidade de espécies prevista pelas descrições fixistas da natureza era uma subestimativa em relação à realidade. Juntamente, os estudos de fósseis, que já eram comuns nesse período, forneciam cada vez mais evidências da existência de diversas espécies já extintas, algumas das quais, inclusive, exibiam memorável semelhança com espécies vivas. Essas evidências biológicas começaram a enfraquecer o argumento fixista. Somada a isso, na geologia, uma nova linha de argumentação defendia que os continentes estavam em movimento contínuo. Desse modo, o fixismo, que queria manter a imutabilidade das espécies, enfrentava problemas 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 vivos 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, e 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 desenhar 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).

Este é apenas um pequeno resumo de um longo e muito mais complexo período da história da biologia.<sup>5</sup> Não nos cabe aqui entrar em maiores detalhes, mas, para os fins de nossa discussão, é interessante lembrar, também, que essa contradição entre fixismo e transformismo surgiu no período no qual sucedeu uma importante transição social: a passagem do feudalismo para o capitalismo. A organização social da Idade Média concentrava poder e dinheiro entre determinadas famílias, que se mantinham nessa posição, através do argumento do direito divino legitimado pelo clero.

Na sociedade aristocrata feudal, portanto, não havia possibilidade de mobilidade entre classes sociais. A crise do feudalismo mudou, paulatinamente, esse cenário. Com o surgimento do comércio e da moeda, com o desenvolvimento dos burgos e das cidades e o avanço das cruzadas (isso tudo entre os séculos IX e XIV) e, por fim, com as revoluções inglesa (meados do século XVII) e francesa (final do século XVIII), o feudalismo, o absolutismo e a aristocracia deram lugar ao capitalismo, e o monopólio de poder passou para as mãos da burguesia, a classe revolucionária (ENGELS; MARX, 2014 [1848]; MARX; ENGELS, 2007 [1932]).

A detenção dos meios de produção passava das mãos de uma classe, que defendia o direito divino da sua propriedade, para as mãos de outra, a qual justificava a sua propriedade pela acumulação do capital. A ascensão

---

<sup>5</sup> Para mais informações, ver o artigo “A short history of evolutionary theory” (SILVA, 2001) e o livro *The growth of biological thought* (MAYR, 1982).

e o declínio econômico-social do indivíduo seriam definidos pelo trabalho e pelo mérito. Em suma, houve uma grande mudança de racionalização da sociedade. Antes, no feudalismo, a regra era a estabilidade, garantida por sua determinação divina. Agora, a sociedade era mutável, cambiante. Nesse sentido, é possível pensar que a emergência da possibilidade concreta de mudança dentro da sociedade tenha permitido o surgimento de argumentos científicos pautados na noção de mudança, como o transformismo dentro da história natural, questionando o dogma fixista-criacionista há tanto tempo estabelecido na comunidade científica.

De qualquer modo, a hipótese que defendemos aqui é que, 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.

No entanto, é importante compreender que esses elementos (teoria, técnica, linguagem e demais determinantes sociais objetivas), que repetidamente ressaltamos, constituem

[...] uma abstração, mas uma abstração razoável na medida em que efetivamente destaca e fixa o elemento comum, poupando-nos assim da repetição. Entretanto, esse universal, ou o comum isolado por comparação, é ele próprio algo multiplamente articulado, cindido em diferentes determinações (MARX, 2011 [1857/58], p. 41).

Um bom exemplo de como essa múltipla articulação tem sido trabalhada, na história da biologia, são os trabalhos de Allen (2000, 2014) sobre a história da genética. Allen pontuou diversos aspectos, até então não explorados pela literatura, que influenciaram na redescoberta dos trabalhos de Mendel e no nascimento e estabelecimento da genética clássica, ao longo da primeira metade do século XX. Entre esses aspectos, podem ser destacados o papel da filosofia materialista mecanicista na ciência e, em particular, na biologia, o movimento de profissionalização dessa ciência e, ainda, o impacto que a urbanização e a industrialização da agricultura, nos Estados Unidos e na Inglaterra, tiveram sobre o aporte de recursos para as pesquisas na recém-estabelecida área da genética.

Dessa forma, se no empreendimento da análise epistemológica as abstrações são possíveis e, inclusive, necessárias, é papel fundamental da história da ciência o reconhecimento das forças históricas concretas. Nessa linha, afirmou Marx (2011 [1857/58], p. 44), sobre a produção: “[...] as assim chamadas condições universais [...] nada mais são do que esses momentos abstratos, com os quais nenhum estágio histórico efetivo [...] pode ser compreendido.” Por conseguinte, o aspecto ontológico da atividade científica, enquanto fundado na história da ciência, trata do movimento concreto da atividade científica, que só pode ser compreendido através da análise meticulosa da relação dialética entre seus múltiplos elementos em ação recíproca que provocam, dependendo do ponto de análise, a unidade da diversidade ou a diversidade da unidade.

### **3 ASPECTO EPISTEMOLÓGICO**

O aspecto ontológico definiu a ciência em relação às suas condições concretas de produção. Já o aspecto epistemológico, o qual discutiremos 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, assumimos que a relação do conhecimento científico com o seu referencial é de tensionamento e não de aproximação. Como defendido anteriormente, acreditamos que o conhecimento científico é resultado de um processo de síntese, síntese de determinações teóricas e intelectuais em relação de ação recíproca com as técnicas disponíveis, a linguagem e o contexto político e socioeconômico. Tal síntese pode ser compreendida, sob o aspecto epistemológico, como um processo de ascensão de conceitos mais simples e abstratos rumo a uma totalidade, que é a reprodução da realidade concreta, por meio do pensamento (MARX, 2011 [1857/58]). Dizer que o conhecimento científico é uma reprodução racional da realidade significa dizer que o pensamento produz de novo a realidade. Ou seja, assumimos que o conhecimento científico é o pensamento que, através da síntese de múltiplas determinações, produz uma nova realidade em relação de tensão dialética com a realidade concreta.

Consequentemente, assumimos que o conhecimento científico é, por excelência, não representativo. Isto é, acreditamos que a ciência produz informação na tensão com a realidade concreta sem, obrigatoriamente,

representá-la. Deve estar claro que essa nova realidade, estruturada pela atividade racional do cientista, possui, como contraparte real, uma dada totalidade material existente. Portanto, não se trata de um retorno à dialética hegeliana, segundo a qual a existência dada é pura abstração. A consequência dessa perspectiva, na verdade, é que toda e qualquer forma ingênua de empirismo é descartada, pois entendemos que não é a experiência ou o contato direto com o real que permite a racionalização científica, mas sim que experiência e razão estão inextricavelmente ligadas. Nas palavras de Marx (2011 [1857/58], p. 54): “O concreto é concreto porque é a síntese de múltiplas determinações, portanto, unidade da diversidade. Por essa razão, o concreto aparece no pensamento como processo de síntese, como resultado, não como ponto de partida.”

Se nosso ponto de vista está pautado, por um lado, no conceito de concreto de pensamento de Marx, por outro lado, ele está pautado no conceito de fenomenotécnica proposto por Bachelard, entre as décadas de 1920 e 1930. Segundo Bachelard, na observação da realidade, as dimensões teóricas e técnicas são indissociáveis. Ou seja, nenhum fenômeno em ciência é observado sem o auxílio de uma teoria e a sua contraparte material, a técnica. Bachelard quer dizer que todas as observações em ciência são, na realidade, recriações 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 se pode notar, tanto o concreto de pensamento de Marx quanto a fenomenotécnica de Bachelard radicalizam o problema da relação entre conhecimento científico e realidade, uma vez que supõem que não existem observações em ciência que não sejam construções do pensamento. Nesse sentido, o fenômeno, na ciência, 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.

Há, todavia, uma diferença crucial entre os pontos de vista de Marx e Bachelard. Bachelard define a ciência a partir de duas determinantes apenas: teoria e técnica. Este trabalho, enquanto pautado na teoria de Marx, não relativiza o lugar da teoria e da técnica, mas as põe em relação de ação recíproca com quantas outras determinantes puderem estar influenciando o desenvolvimento de determinado conhecimento, em especial as determinantes de caráter social. Pois, como pontua Marx (2011 [1857/58], p. 55) em sua

definição de concreto de pensamento, “[...] também no método teórico o sujeito, a sociedade, tem de estar continuamente presente como pressuposto da representação.”

Porém, independentemente dessa diferença, a consequência de ambos os postulados de Marx e Bachelard é que o trabalho da ciência se dá em um mundo outro que não aquele da realidade empírica, mas numa construção racional da realidade. Bachelard, trabalhando especificamente com a história da física e da química, deu a essa construção racional do cientista o nome de real científico – um universo no qual, de fato, se origina o conhecimento científico, no qual os fenômenos científicos ganham existência. Marx (2011 [1857/58], p. 54-55), ainda que não tratando diretamente do empreendimento científico, deixou margem para essa conclusão, ao definir o concreto de pensamento como “[...] o modo do pensamento de apropriar-se do concreto, de reproduzi-lo.” Também ao afirmar que “[...] o ideal não é mais do que o material, transposto e traduzido na cabeça do homem” (MARX, 2013 [1867], p. 129), ele parece aludir a um processo no qual é produzido, justamente, aquilo que Bachelard chamou de real científico. Nesse sentido, a nossa proposta é entender a atividade científica como trabalho (categoria central da teoria marxiana) que produz os meios teóricos e técnicos, abstratos e concretos, para o enfrentamento da realidade. O trabalho racional do cientista está, portanto, fundado na concretude e, ao mesmo tempo, produz concretude.

Diferente do fenômeno que carrega em si a história e a contingência do movimento do real, o objeto científico é encarado na epistemologia bachelardiana como uma construção teórica que permite ao cientista alcançar o fenômeno e atuar sobre ele. O objeto, que deixa de ser coisa, se torna, por conseguinte, a expressão mais clara do conceito marxista de concreto de pensamento: “[...] um produto da cabeça pensante que se apropria do mundo do único modo que lhe é possível.” (MARX, 2011 [1857/58], p. 55). 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 que conferia sentido ao movimento, de outro modo incognoscível, do fenômeno da eletricidade.

O ponto a ser defendido, portanto, é que não é possível assumir que o objeto/concreto de pensamento, tal como uma âncora racional – produto da ação do cientista sobre o mundo –, seja qualquer coisa efetivamente parecida com o movimento do real existente. Há, entre eles, um hiato, uma interrupção

de continuidade fundamental que se dá pelas limitações constitutivas da relação entre o sujeito e o mundo. Assim, a existência empírica 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, pois, 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 o próprio sentido do fenômeno. Nas palavras de Bachelard (1983, p.17):

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.

A fenomenotécnica é, portanto, uma 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. É, assim, o *modus operandi* da ciência, destituindo dela sua função de reprodutora da realidade e passando a enxergá-la como produtora de realidade.

É possível, por exemplo, visualizar essa 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 à sua conclusão teórica: a herança de tais caracteres se dava a partir de fatores hereditários, os quais, no indivíduo, se encontravam em dupla dose e, durante a formação dos gametas na reprodução sexuada, se segregavam independentemente (MENDEL, 1966 [1866]).

Temos como primeiro ponto a ser defendido que a “realidade” com a qual Mendel trabalhou era, de fato, uma construção cuidadosa com o objetivo de responder a 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, esses 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 a representação da relação de tensionamento entre conhecimento e realidade e que foi aqui metaforizado pela fita de Moebius da Figura 1.

O segundo ponto que defendemos é que a conclusão teórica de Mendel não estava dada automaticamente pelos seus resultados (enredos fenomênicos), todavia, decorreu de uma interpretação teórica particular (enredo explicativo) desses resultados. O melhor exemplo disso é que, curiosamente, Charles Darwin realizou experimentos similares aos de Mendel, encontrou resultados semelhantes à proporção 3/1 e chegou a conclusões inteiramente diferentes.<sup>6</sup> Ou seja, os fatores hereditários de Mendel foram, em si, uma construção teórica racional.

Segue de tudo que foi dito que, a despeito da sua não representatividade, o conhecimento científico e seu referente estão articulados numa relação dialética (de tensionamento). 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. “Cada um deles não apenas é imediatamente o outro, nem tampouco apenas o medeia, mas cada qual cria o outro à medida que se realiza.” (MARX, 2011 [1857/58], p. 48). 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.

Por fim, é interessante esclarecer que não submetemos o aspecto epistemológico ao aspecto ontológico, pois entendemos que essa relação entre

---

<sup>6</sup> Darwin, autor de *A origem das espécies*, não se debruçou apenas sobre o problema da transformação dos seres vivos, ao longo do tempo, mas também sobre o problema de herança. Menos conhecida do que sua teoria evolutiva, Darwin publicou, em 1868 (três anos depois da publicação dos trabalhos de Mendel com ervilhas de cheiro), sua teoria da pangênese, para explicar a herança, baseada em noções como a herança dos caracteres adquiridos (DARWIN, 1868). Seus pressupostos teóricos, radicalmente diferentes daqueles de Mendel, permitiram que ambos tivessem conclusões inteiramente diferentes a respeito de um mesmo fenômeno (MAYR, 1982, p. 23; BIZZO; EL-HANI, 2009; ARCANJO; SILVA, 2017).

conhecimento científico e realidade também afeta, dialeticamente, as relações materiais definidas pelo aspecto ontológico, movimento por nós representado pela fita de Möbius. Queremos dizer, com isso, que a atividade científica, ainda que materialmente determinada, é dotada de uma liberdade que surge principalmente em momentos de crise (na definição de Kuhn, em *A estrutura das revoluções científicas*), nos quais é possível questionar o sentido “imposto” à realidade e se abrem brechas para um pensamento que não obedece à lógica (teórica, técnica, linguística) vigente.

#### 4 DESENVOLVIMENTO EM ESPIRAL

O empreendimento científico, como o caracterizamos 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, igualmente, está pautado numa relação dialética com seu referente, a realidade. Nessa perspectiva, há mais uma característica do empreendimento científico que emerge sob a ótica de uma epistemologia histórico-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, a qual traz consigo as sementes de uma nova contradição. Acreditamos 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, porque essa passagem produz uma ruptura qualitativa marcada por novos pressupostos teóricos, linguagem diferenciada, novas técnicas etc. Desse modo, a contradição anterior não faz mais sentido, se não quando aproximada pelo panorama histórico-social anterior.

Sob a perspectiva do aspecto epistemológico da ciência, o qual 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, acontece 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 nesse novo contexto.

Entretanto, é fundamental reconhecermos 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 à qual aludimos 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 assumimos 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 em direção da qual a ciência possa caminhar, 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.

Notemos que, sob a presente perspectiva histórico-epistemológica, ainda é possível falar de progresso e melhora, mas isso 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 à questão da contradição entre fixismo x transformismo, se tomarmos, por exemplo, a visão materialista do mundo como referencial, veremos 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 nessa análise e sob o mesmo referencial, a teoria evolutiva darwiniana, há de reconhecermos 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.

Logo, fica claro que, se definirmos 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. Isso não significa incorporar qualquer elemento de irracionalidade sobre o empreendimento científico, pois é claro que o cientista, em sua prática, atinge em alguma medida as relações que definem o fenômeno em sua realidade material.

Porém, essa “alguma medida” é exatamente isso: indefinida. Não há critérios absolutos que reflitam uma aproximação à realidade na prática científica. 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.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho, assumimos certa indissociabilidade entre história da ciência e epistemologia, defendendo uma proposta para a compreensão da ciência e sua história que se estrutura em algumas teses. Em primeiro lugar, aquela da compreensão da atividade científica, a partir de dois aspectos, um que diz respeito às relações materiais que a constituem (o qual, portanto, foi chamado de aspecto ontológico) e o outro, que concerne à relação com seu referente (e, pois, chamado de aspecto epistemológico). Assim, é o papel da história da ciência (re)construir essas relações, que só podem ser assim separadas numa investida didática como a apresentada neste trabalho, pois em seu movimento real formam uma unidade.

Em segundo lugar, a noção de múltiplas determinações do conhecimento científico, o que se relaciona em grande medida ao aspecto ontológico da ciência, uma vez que afirma que os seus elementos concretos estão todos em relação de ação recíproca. Contudo, associa-se também ao aspecto epistemológico, já que é evidente que o real científico é inseparável da técnica, que é inseparável das relações de produção presentes na sociedade em um dado momento. Assim, o movimento se dá sempre na base de contradições que representam determinados contextos históricos e sínteses que representam rupturas. O que se tem, por conseguinte, é a caracterização da atividade científica como uma unidade na diversidade.

Em terceiro lugar está o conceito de dupla-realização entre conhecimento e realidade, que, baseado no pressuposto da não-representatividade do conhecimento científico, assume que há uma relação de tensionamento entre razão e real. O que defendemos aqui é que a realidade produz conhecimento, pois os componentes do fenômeno científico e os componentes da técnica científica estão concretamente no mundo, mas conhecimento também produz realidade, visto que tanto o fenômeno quanto a técnica só se constituem como tais enquanto produtos de um racional agindo sobre o mundo.

Por último, tem-se a noção de desenvolvimento em espiral. A despeito da aparente continuidade de uma linha em espiral – apesar da aparente continuidade daquilo que chamamos de acumulação quantitativa – o desenvolvimento da ciência é marcado, sobretudo, pelo corte, pela ruptura. Seu desenho em espiral é definido nos momentos de salto qualitativo, ou seja, pelos episódios de superação da contradição primária.

Desse modo, a proposta materialista histórico-dialética, defendida neste trabalho como uma nova 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 científico como avanço, abarcando, ao mesmo tempo, continuidade e descontinuidade. Assim, o que nós propusemos aqui foi uma caracterização da história da ciência como o movimento dos elementos concretos da ciência, através de contradições e sínteses, um movimento em espiral construído em rupturas.

SILVA, E. P.; ARCANJO, F. G. History of science, epistemology and dialects. *Transformação*, Marília, v. 44, n. 2, p. 149-174, Abr./Jun, 2021.

**Abstract:** This work discusses theses on scientific activity in their concrete historical reality based on the applied rationalism of Bachelard and the historical-dialectical materialism of Marx and Engels. For that, two aspects of scientific activity, called epistemological and ontological aspects, are defined and analyzed. They discuss, on the one hand, the tension and double realization relations between science and its referential (reality) and, on the other, the material relations established between the elements present in the production of scientific knowledge (language, tradition, techniques, socioeconomic conditions etc.), always using illustrative examples of the history of biology. Consequently, the concrete historical reality of science is defined as that of a movement of contradictions and syntheses, animated by quantitative accumulation and episodes of qualitative leaps.

**Keywords:** Historical-dialectical materialism. Gaston Bachelard. Philosophy of Science. History of Biology.

## REFERÊNCIAS

- AGASSI, J. Continuity and discontinuity in the history of science. **Journal of the History of Ideas**, Philadelphia, v. 34, n. 4, out./dez. 1973, p. 609-626.
- ALLEN, G. E. The reception of mendelism in the United States, 1900-1930. **Comptes Rendus de l'Academie des Sciences: sciences de la vie**, Paris, v. 323, n. 12, dez. 2000, p. 1081-1088.
- ALLEN, G. E. Origins of the classical gene concept, 1900–1950: genetics, mechanistic, philosophy and the capitalization of agriculture. **Perspectives in Biology and Medicine**, Cambridge, v. 57, n. 1, jan./mar. 2014, p. 8-39.
- ALTHUSSER, L. **Freud e Lacan. Marx e Freud**. 2. ed. Rio de Janeiro: Graal, 1985.
- ANDRADE, L. A. B.; SILVA, E. P. **Por que as galinhas cruzam as estradas?** A história das ideias sobre a vida e sua origem. Rio de Janeiro: Vieira & Lent, 2011.
- ARCANJO, F. G.; SILVA, E. P. Pangênese, genes, epigênese. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 3, jul./set. 2017, p. 707-726.
- AUDI, R. **The Cambridge dictionary of philosophy**. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.
- BACHELARD, G. **A filosofia do não**. Seleção de José Américo M. Pessanha. Tradução de Joaquim José Moura Ramos. São Paulo: Abril Cultural, 1978, p. 1-87 (Coleção Os Pensadores).
- BACHELARD, G. **A epistemologia**. Rio de Janeiro: Zahar, 1983.

BIZZO, N.; EL-HANI, C. N. Darwin and Mendel: evolution and genetics. **Journal of Biological Education**, London, v. 43, n. 3, dez. 2009, p. 108-114.

BOWLER, P. J. **Evolutionary ideas**: pre-darwinian. Encyclopedia of Life Sciences, 2001. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1038/npg.els.0001691>. Acesso em: 13 ago. 2020.

BOWLER, P. J. **Evolution**: history. Encyclopedia of Life Sciences, 2010. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780470015902.a0001517.pub2>. Acesso em: 13 ago. 2020.

BRAUNSTEIN, J. Historical epistemology, old and new. *In*: SCHMIDGEN, H. **Epistemology and History**: from Bachelard and Canguilhem to today's History of Science. Berlin: MPIGW Preprint 434, 2012, p. 33-40.

BRENNER, A. The French connection: conventionalism and the Vienna circle. *In*: HEIDELBERGER, M.; STADLER, F. (ed.). **History of Philosophy and Science**: new trends and perspectives. Dordrecht: Kluwer Academic, 2002, p. 277-286.

BRENNER, A. Epistemology historicized: the French tradition. *In*: GALAVOTTI, M.; DIEKS, D.; GONZALEZ, W.; HARTMANN, S.; UEBEL, T.; WEBER, M. (ed.). **New directions in the Philosophy of Science**. The Philosophy of Science in a European perspective. V. 5. New York: Springer, 2014, p. 727-736.

BRENNER, A. Is there a cultural barrier between historical epistemology and analytic philosophy of science? **International Studies in the Philosophy of Science**, London, v. 29, n. 2, 2015, p. 201-214.

CHIAPPIN, J. R. N.; LEISTER, C. Duhem como precursor de Popper, Kuhn e Lakatos sobre a metodologia da escolha racional de teorias: da dualidade à triadidade metodológica. **Veritas**, Porto Alegre, v. 60, n. 2, nov. 2015, p. 313-343.

CHIMISSO, C. **Writing the history of the mind**: philosophy and science in France, 1900 to 1960s. Aldershot: Ashgate, 2008.

DARWIN, C. R. **On the origin of species**. London: John Murray, 1859.

DARWIN, C. R. **The variation of animals and plants under domestication**. London: John Murray, 1868.

DONNELLAN, K. S.; STROLL, A. Analytic Philosophy. **Enciclopedia Britannica**, 2017. Disponível em: <https://www.britannica.com/topic/analytic-philosophy>. Acesso em: 09 set. 2018.

DUHEM, P. **The aim and structure of physical theory**. Princeton: Princeton University Press, 1991 [1954].

ENGELS, F.; MARX, K. **Manifesto do Partido Comunista**. 2. ed. Petrópolis: Vozes de Bolso, 2014 [1848].

FEYERABEND, P. **Contra o método**. São Paulo: Editora UNESP, 2007 [1975].

HAHN, H.; NEURATH, O.; CARNAP, R. A concepção científica do mundo: o Círculo de Viena. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, Campinas, v. 10, 1986 [1929], p. 5-20.

HESSEN, J. **Teoria do conhecimento**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 5. ed. São Paulo: Perspectiva, 1998 [1962].

KUKLA, R. Delimiting the proper scope of epistemology. **Philosophical Perspectives**, v. 29, n. 1, dez. 2015, p. 202-216.

LECOURT, D. **L'Épistémologie historique de Gaston Bachelard**. Paris: Vrin, 1969.

LECOURT, D. **Georges Canguilhem**. Paris: Presses Universitaires de France, 2008.

LOPES, A. R. C. Bachelard: o filósofo da desilusão. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 13, n. 3, dez. 1996, p. 248-273.

MARCONDES, D. **Iniciação à história da filosofia: dos pré-socráticos a Wittgenstein**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2008.

MARX, K. Introdução [À Crítica da Economia Política] e Prefácio para a crítica da economia política. In: MARX, K. **Manuscritos econômico-filosóficos e outros textos escolhidos**. São Paulo: Abril Cultural, 1974, p. 107-138. (Coleção Os Pensadores - v. 35).

MARX, K. **O capital: crítica da economia política (Livro Primeiro)**. São Paulo: Nova Cultural, 1996 [1867].

MARX, K. **Grundrisse: manuscritos econômicos de 1857-1858 e Esboços da crítica da economia política**. São Paulo: Boitempo, 2011 [1857/58].

MARX, K. **O capital: crítica da economia política. Livro 1**. São Paulo: Boitempo, 2013 [1867].

MARX, K.; ENGELS, F. **A ideologia alemã**. São Paulo: Boitempo, 2007 [1932].

MAYR, E. **The growth of biological thought: diversity evolution and inheritance**. Cambridge; London: Belknap Harvard, 1982.

MCLELLAN, D. **As ideias de Engels**. São Paulo: Cultrix, 1979.

MENDEL, G. Experiments of plant hybrids. In: STERN, C.; SHERWOOD, E.R. (ed.). **The origins of genetics: a Mendel source book**. San Francisco: W.H. Freeman & Company, 1966 [1866], p. 1-48.

NARANIECKI, A. Neo-positivist or neo-kantian? Karl Popper and the Vienna circle. **Philosophy**, Cambridge, v. 85, n. 4, out. 2010, p. 511-530.

NOLA, R. Darwin's arguments in favour of natural selection and against special creationism. **Science & Education**, v. 22, n. 2, Fev, 2013, p. 149-171.

POPPER, K. R. **Conhecimento objetivo**. São Paulo: EDUSP, 1975.

POPPER, K. R. **Conjecturas e refutações**. Brasília, DF: Editora da Universidade de Brasília, 1982.

POPPER, K. R. **Lógica da pesquisa científica**. São Paulo: EDUSP, 1985.

RUSSEL, B. On denoting. **Mind**, Oxford, v. 14, n. 4, jan. 1905, p. 479-493.

SILVA, E. P. A short history of evolutionary theory. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, set./dez. 2001, p. 671-687.

SILVEIRA, F. L. A filosofia da ciência de Karl Popper: o racionalismo crítico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 13, n. 3, dez. 1996, p. 197-218.

---

Recebido: 04/4/2019

Accito: 09/7/2020