



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FILOSOFIA

Estrada de São Lázaro, 197 – Federação – Salvador – Ba – CEP 40210-730
Tel.: (71) 32836439 //Fax: 32836449 – site: www.ppgf.ufba.br/ e-mail: ppgf@ufba.br

**ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE DAVID
VELANES DE ARAÚJO, REALIZADA NO DIA 01 DE
FEVEREIRO DE 2017.**

No dia 1 do mês de fevereiro, do ano de dois mil e dezessete, às quatorze horas, na sala de Videoconferência da FFCH, foi instalada a sessão pública para julgamento da Dissertação Final elaborada pelo mestrando **David Velanes de Araújo**, intitulada: “**A Noção de Ruptura Epistemológica no Pensamento de Gaston Bachelard**”. Em seguida, a professora Elyana Barbosa deu continuidade aos trabalhos. A Banca julgadora foi constituída pelos seguintes professores: Pr^{fa} Dr^a Elyana Barbosa(Orientadora/UFBA), Prof. Dr. Olival Freire Junior(UFBA) e Prof^a. Dr^a. Marly Bulcão (UERJ). Passou-se à exposição do mestrando David Velanes, seguida da arguição dos professores integrantes da banca. A Banca reuniu-se então, em separado, tendo resolvido, por unanimidade, pela aprovação com a nota **10,0 (DEZ)**. Nada mais havendo a tratar, foi encerrada a sessão e lavrada a presente ata. Salvador, 01 de fevereiro de 2017.

Elyana Barbosa

Olival Freire Jr

David Velanes de Araújo

Rodrigo Souza Lima

Dilma Velanes de Araújo

David Velanes de Araújo

Marly Bulcão



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA - UFBA
FACULDADE DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FILOSOFIA - PPGF

DAVID VELANES DE ARAUJO

A NOÇÃO DE RUPTURA EPISTEMOLÓGICA NO PENSAMENTO DE GASTON
BACHELARD

LA NOTION DE RUPTURE ÉPISTÉMOLOGIQUE DANS LA PENSÉE DE GASTON
BACHELARD

(redação revisada)

Salvador
2017

DAVID VELANES DE ARAÚJO

**A NOÇÃO DE *RUPTURA EPISTEMOLÓGICA* NO PENSAMENTO DE GASTON
BACHELARD**

**LA NOTION DE *RUPTURE ÉPISTÉMOLOGIQUE* DANS LA PENSÉE DE GASTON
BACHELARD**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em
Filosofia PPGF - Faculdade de Filosofia e Ciências
Humanas - da Universidade Federal da Bahia, como
requisito para título de Mestre em Filosofia.

Orientadora: Profa. Dra. Elyana Barbosa

Salvador, Bahia

2017

Araújo, David Velanes de
A663 A noção de ruptura epistemológica no pensamento de Gaston Bachelard /
David Velanes de Araújo. – 2017.
141 f.

Orientadora: Prof^a Dr^a Elyana Barbosa
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Bahia. Faculdade de
Filosofia e Ciências Humanas, Salvador, 2017.

1. Epistemologia. 2. Ruptura. 3. Bachelard, Gaston, 1884-1962. 4. Filosofia.
5. Teoria do conhecimento. I. Barbosa, Elyana. II. Universidade
Federal da Bahia. Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas. III. Título.

CDD: 100

Banca Avaliadora

Profª. Dra. Elyana Barbosa – UFBA
(Orientadora)

Prof. Dr. Olival Freire Junior – UFBA

Profª. Dra. Marly Bulcão – UERJ

Agradecimentos

A dissertação que se segue é um produto de um longo desenvolvimento de estudos que se iniciou no ano de 2008. Meu contato com Bachelard começou no curso de graduação em Filosofia, na Faculdade do Mosteiro de São Bento da Bahia, onde desenvolvi uma monografia sobre o tema dos “Obstáculos Epistemológicos” sendo orientado pela Profa. Mariza Muguruza, à qual faço aqui um primeiro agradecimento. Não obstante, agradeço igualmente ao meu primo Paulo de Tarso Velanes, que me apresentou pela primeira vez algumas ideias deste filósofo, mostrando-me o livro *A Formação do Espírito Científico*.

Sou grato ao Prof. Sergio Augusto Franco Fernandez, que me ensinou muito sobre a pesquisa filosófica durante um ano através de um projeto de Iniciação Científica, onde investigamos algumas questões sobre a “Palavra” e a “Verdade” na Sofística. Também agradeço à Profa. Alícia Duhá Lose que sempre acreditou em mim.

Agradeço à CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, que através da bolsa de estudos foi possível grande dedicação nos estudos empreendidos nesta pesquisa, onde participei de vários congressos de natureza filosófica e também pude ter acesso a vários livros.

Agradeço a todos os meus amigos que acreditaram e acreditam em mim, especialmente à Leopoldo Neto, que sempre me apoiou incrivelmente em meus estudos. Também à minha amiga Christiane Fernandes por compartilhar todos os momentos de dúvida, aflição e de conquistas e à Alexandre Sora, o primeiro a ler este trabalho.

Sou muito grato à Profa. Elyana Barbosa, minha orientadora, que hoje considero também minha amiga. Agradeço a toda confiança depositada em mim e a tudo que pude aprender através de seus ensinamentos, não somente sobre filosofia, mas também ensinamentos sobre a vida.

Por fim, não poderia deixar de agradecer à minha família, que é a base de toda minha vida. Às minhas irmãs, aos meus irmãos, e, principalmente, ao meu pai José e à minha mãe Hildeth.

Reinvenção

A vida só é possível
reinventada.

Anda o sol pelas campinas
e passeia a mão dourada
pelas águas, pelas folhas...
Ah! tudo bolhas
que vem de fundas piscinas
de ilusionismo... - mais nada.

Mas a vida, a vida, a vida,
a vida só é possível
reinventada.

Vem a lua, vem, retira
as algemas dos meus braços.
Projeto-me por espaços
cheios da tua Figura.
Tudo mentira! Mentira
da lua, na noite escura.

Não te encontro, não te alcanço...
Só - no tempo equilibrada,
desprendo-me do balanço
que além do tempo me leva.
Só - na treva,
fico: recebida e dada.

Porque a vida, a vida, a vida,
a vida só é possível
reinventada.

Cecília Meireles

“Um mundo se forma no nosso devaneio, um mundo que é o nosso mundo. E esse mundo sonhado nos ensina possibilidades de engrandecimento de nosso Ser nesse universo que é o nosso. Existe um futurismo em todo universo sonhado.”

Gaston Bachelard. In: *A Poética do Devaneio*.

RESUMO

Este trabalho buscou analisar a noção de *ruptura epistemológica* no pensamento bachelardiano. A partir deste estudo, é possível reafirmar que a tese da ruptura é umas das principais características do pensamento epistemológico de Gaston Bachelard, uma vez que foi possível constatar que tal noção se encontra em todas as suas obras de epistemologia. Bachelard apresenta o conhecimento científico como algo inacabado e em constantes reformas, em contínuas reorganizações. Isso se deve ao fato de que o conhecimento científico não é imóvel e nem imutável. Levando em conta esta ótica, primeiramente esclarecemos a visão acerca do movimento do conhecimento como pano de fundo da noção de ruptura. Mostramos, junto ao autor, que o progresso do conhecimento ocorre pela superação dos *obstáculos epistemológicos* e através do processo de retificação dos erros. Posteriormente, analisamos a partir do que chamamos de “bases de pensamento”, como as ciências Física e Química estiveram ligadas ao conhecimento comum e como romperam com esta forma de conhecimento estabelecendo uma renovação epistêmica no período contemporâneo. Na epistemologia de Bachelard estas ciências nos mostram provas de “mutações” ou rupturas bruscas que demarcam a descontinuidade do saber. Por fim, esta dissertação destaca que na evolução do pensamento científico as ciências estabeleceram grandes *sínteses*, que reorganizam e alargam os quadros do conhecimento.

PALAVRAS-CHAVE: Epistemologia; Ruptura; Bachelard; Conhecimento; Progresso científico.

RÉSUMÉ

Ce travail vise à analyser la notion de *rupture épistémologique* dans la pensée bachelardienne. À partir de cette étude, nous pouvons affirmer que la thèse de la rupture est l'une des principales caractéristiques de la pensée épistémologique de Gaston Bachelard, car il a été possible de constater que cette notion est dans toutes ses œuvres de l'épistémologie. Bachelard présente la connaissance scientifique comme inachevé qui fait constamment des réformes ou bien des réorganisations. Cela est dû au fait que les connaissances scientifiques ne sont ni immobile, ni immuable. Tout d'abord, nous clarifions cette vision du mouvement de la connaissance comme l'arrière-plan de la notion de rupture. Nous montrons que, d'après l'auteur, les progrès du savoir se produit tout en surmontant les *obstacles épistémologiques* et à travers le processus de rectification des erreurs. Ensuite, nous analysons, à partir de ce que nous appelons les « bases de la pensée », comment la physique et la chimie étaient liées aux connaissances communes et comment ont rompu cette forme de connaissance créant un renouvellement épistémologique dans la période contemporaine. Dans l'épistémologie de Bachelard, ces sciences nous montrent des signes des « mutations » ou des ruptures soudaines qui marquent la discontinuité du savoir. Au final, cette thèse souligne que l'évolution de la pensée scientifique a établi de grandes *synthèses* qui réorganisent et élargissent les cadres de la connaissance.

MOTS-CLÉS: Epistémologie; Rupture; Bachelard; Connaissance; Progrès scientifique.

Sumário

Introdução	11
Capítulo I - O Dinamismo do Saber Científico	20
1. Sobre o Progresso do Conhecimento Científico.....	20
2. Os <i>Obstáculos Epistemológicos</i>	36
3. O Erro como “Motor do Conhecimento”	46
Capítulo II - A <i>Ruptura</i> entre Conhecimento Comum e Conhecimento Científico	57
1. A Ruptura da Física com o Conhecimento Comum.....	57
1.1 <i>Realismo Ingênuo</i>	58
1.2 <i>Realismo Esclarecido</i>	63
2. A Ruptura da Química com o Conhecimento Comum	71
1.1 <i>Materialismo Imediato</i>	72
1.2 <i>Materialismo Instruído</i>	77
3. O <i>Novo Espírito Científico</i> : Uma Nova Realidade Científica	86
Capítulo III - As <i>Sínteses Históricas</i> de Pensamento	99
1. O Pensamento Não Euclidiano	100
2. O <i>Não Newtonianismo</i>	105
3. O Pensamento Não Substancialista.....	110
4. Sobre o Pensamento Lógico Não Aristotélico	114
5. A Epistemologia Não Cartesiana	118
Conclusão	128
Referências :	138

Introdução

É incontestável que as grandes mudanças históricas que ocorreram nas ciências no final do século XIX e início do século XX tenham marcado a filosofia científica contemporânea. Fatos que instituíram novas reflexões sobre a questão do desenvolvimento, da racionalidade e da objetividade do saber científico. É de conhecimento geral que filósofos da ciência como Pierre Duhem (1861-1916), Alexandre Koyré (1892-1964), Thomas Kuhn (1922-1996), Karl Popper (1902-1994), George Canguilhem (1904-1995), entre outros, trazem em suas filosofias, direta ou indiretamente, a noção de *inacabamento do conhecimento*. Uma das questões denunciadas pelas teorias contemporâneas que versam sobre as ciências é a quebra de uma concepção acerca de uma razão que era considerada como imutável e absoluta.

O contexto científico contemporâneo é inovador. A Teoria da Relatividade, em 1905, aparece como um dos fatos revolucionários que abriu perspectivas epistemológicas até então não pensadas. Os impactos epistemológicos causados pela Relatividade permitiu surgir novas formas de olhar a natureza das ciências.

Bachelard, em 1929, publica sua obra *La valeur inductive de la relativité* (1929), na qual informa que a mecânica relativista aparece como uma doutrina sem antecedentes históricos, ela só se relaciona com a história dentro de uma *dialética específica*. Nesta obra, Bachelard se opõe a Émile Meyerson (1898-1956), que pretendeu deduzir a doutrina relativista da física newtoniana. Segundo a epistemologia bachelardiana, a doutrina relativista possui um valor indutivo e se apresenta como uma *síntese de pensamento* de caráter inédito. O termo indução no vocabulário de Bachelard possui o sentido de construção, como invenção do real científico. A indução é a construção de fenômenos novos, ela é um verdadeiro método de descoberta a partir do cálculo tensorial (Carvalho Filho, 2016). Nesse sentido, Bulcão (1999, p. 75), esclarece que “[...] o racionalismo aplicado de Bachelard é um racionalismo indutor”.

A ideia de *síntese de pensamento* corresponde a novos sistemas de ideias, que possuem poder de complementaridade em relação aos sistemas antigos. Iremos mostrar, no terceiro capítulo desta dissertação, que a ideia de complementaridade em Bachelard não possui o sentido de acúmulo de conhecimento.

É no contexto dessa reforma epistêmica no período contemporâneo, por meio da doutrina relativista, da teoria quântica, das novas lógicas e das novas geometrias que está inserido o pensamento epistemológico bachelardiano. Esses novos sistemas de pensamento ofereceram a Bachelard a consciência de que o desenvolvimento do conhecimento científico ocorre por *rupturas epistemológicas*. Segundo (Dagognet, 2010), Bachelard testemunhou um

período efervescente das ciências do século XX e as acompanhou em seu próprio movimento dialético.

O artigo de Anne-Marie Denis, intitulado *Psychanalyse de la raison chez Gaston Bachelard*, completa tal esclarecimento quando afirma que:

Longe de ser uma teoria forjada no abstrato, a epistemologia de Bachelard é baseada nos ensinamentos da microfísica. É a partir de uma experiência real, historicamente localizada, que ele deduz suas consequências epistemológicas. A influência que o contexto histórico exerce sobre o pensamento de Bachelard é inegável: seu primeiro trabalho: *Ensaio sobre o conhecimento aproximado* data de 1928. No entanto, entre 1900 e 1930 - teoria quântica, teoria da relatividade, mecânica ondulatória, o princípio do quantum indeterminação - as descobertas se sucedem a um passo extraordinário abrindo o reino da descontinuidade, do infinitamente pequeno. (Denis, 1963, p. 647).

Bachelard considera a Teoria da Relatividade como um grande marco que caracteriza a surgimento de um *novo espírito científico*. Em *La formation de l'esprit scientifique* (1938), destaca que é no ano de 1905 que se começa uma nova ciência Física, na qual se deformaram conceitos que se apresentavam como inquestionáveis (Bachelard, 1993).

A partir dessa data, a razão multiplica suas objeções, ela dissocia e religa as noções fundamentais, propõe as abstrações mais audaciosas. Ideias das quais uma única bastaria para ilustrar um século, aparecem em apenas vinte e cinco anos, sinal de uma maturidade espiritual incrível. (Bachelard, 1993, p. 9).

Entretanto, Bachelard não deixou de caracterizar em seguida que as mecânicas ondulatória e quântica fazem parte dessa mesma “maturidade espiritual” de que participa a teoria relativista. Em seu trabalho, também especificou os impactos que a mecânica quântica exerceu na nova Física e analisou a natureza da mecânica ondulatória de Louis de Broglie, incluindo-as, assim como a Relatividade, como *sínteses históricas*. Ou seja, como teorias que estabeleceram uma *descontinuidade* com os conhecimentos da Física clássica.

Segundo Bachelard (1972a), a Física e a Química contemporâneas se tratam de ciências que romperam notoriamente com o senso comum e se distinguiram absolutamente das ciências clássicas. Entretanto, o sentido dessa ruptura não demarca que a mecânica de I. Newton e a química analítica de A. Lavoisier, por exemplo, tornaram-se desnecessárias à cultura científica contemporânea. Para Bachelard, a mecânica clássica continuou a ser indispensável para se compreender as novas mecânicas do século XX (relativista, quântica, ondulatória), “mas os rudimentos já não são suficientes para determinar as características fundamentais da ciência” (Bachelard, 1966, p. 101).

Esta característica simultânea de pensamentos foi observada antes de Bachelard pelo físico Max Planck (1858-1947). Trata-se da ideia de que racionalidades diferentes podem

coexistir e operar juntamente nas investigações científicas no período contemporâneo. Planck (2012), destaca que sua teoria dos *quanta* se apresentava por vezes como insuficiente para abordar certos fenômenos, mas que a teoria clássica podia abordar e demonstrar detalhadamente determinados problemas. E afirma que:

[...] há domínios da física, como o vasto domínio dos fenômenos de interferência, em que a teoria clássica está verificada pelas medidas mais exatas até nos mínimos detalhes e em que a hipótese dos *quanta*, pelo menos em sua forma atual, fracassa completamente, isso não no sentido de ela não ser aplicável, mas no sentido de que os resultados que ela permite prever não concordam com o que se constata experimentalmente. [...] duas grandes novas ideias contribuem muito para dar o tom à física nova: de um lado, a teoria da relatividade e, de outro, a teoria dos *quanta*. Cada uma contribuiu para uma fecunda revolução das ideias, embora tenham permanecido estranhas uma à outra e, até certo ponto, opostas. (Planck, 2012, p. 208-209).

A mecânica quântica se estabelece historicamente como um dos marcos do *novo espírito científico*. Planck anunciou em 1900 a sua descoberta do *quantum elementar de ação*. Por sua vez, Einstein publicou em 1905 a *teoria da relatividade restrita*. Embora a mecânica quântica, diferentemente da Relatividade, não tenha surgido como um sistema fechado e com ideias bem coerentes modificando abruptamente os princípios da Física clássica, ela contribuiu efetivamente para instituir novas bases na Física¹.

A Física clássica se tratava de uma ciência antropomórfica, isto é, como uma ciência que tinha como referência os sentidos humanos do qual se pretendia representar o mundo através das investigações. Tanto para Planck quanto Bachelard, a evolução da ciência física se deu na desvinculação do caráter antropomórfico e sensualista. Isto quer dizer que a Física rompeu com conceitos e intuições dos quais se tomava como ponto de partida o mundo comum. Essas considerações podem também ser encontradas nos escritos dos físicos Niels Bohr (1885-1962) e Werner Heisenberg (1901-1976).

Gaston Bachelard demonstrou em seu pensamento epistemológico que o conhecimento científico da época contemporânea se encontra depurado dos imediatismos do senso comum, das experiências primeiras e do *sensualismo*. Os conceitos que eram tomados como simples e

¹ O físico Max Planck afirma ter se convencido de que o *quantum elementar de ação* devia exercer um papel muito mais grandioso do que ele mesmo havia pensado afirmando em sua *Autobiografia* (1948) que o *quantum elementar de ação* abriu uma nova época nas ciências, trouxe algo inesperado e “destinado a revolucionar as bases do pensamento físico” (Planck, 2012, p. 36). A descoberta do *quantum elementar de ação* mudou a representação de mundo da qual fornecia a física clássica (Planck, 2012).

evidentes são complicados pelo pensamento científico contemporâneo. Em Bachelard, esses conceitos tomados em sua complexidade contrariam todo ideal da epistemologia tradicional e, ao mesmo tempo, caracterizam uma *epistemologia não cartesiana*, que explicitaremos no terceiro capítulo deste trabalho.

A época contemporânea das ciências, ao se afastar do conhecimento sensível e imediato, apoia-se no modelo teórico-matemático como fundamento *de base para a experiência*. A direção do *vetor epistemológico* se inverte, vai do racional para o real (Bachelard, 1999). Com isso, Bachelard apresenta as ciências contemporâneas como distintas da ciência clássica. Isso quer dizer que a experiência científica na nova Física e na nova Química já não se trata mais de uma observação primeira e imediata dos dados fenomênicos da realidade comum. Doravante, a experiência científica tem seu ponto de partida numa racionalidade de ordem matemática. Estar-se-á, portanto, diante de uma grande *ruptura epistemológica*.

A tese bachelardiana da *ruptura epistemológica* transpassa seu conjunto de obras que versam sobre a natureza, a racionalidade e o desenvolvimento das ciências, a saber, *Essai sur la connaissance approchée* (1928), *Étude sur l'évolution d'un problème de physique: la propagation thermique dans les solides* (1928), *La valeur inductive de la relativité* (1929), *Le pluralisme cohérent de la chimie moderne* (1932), *Les intuitions atomistiques* (1933), *Le nouvel esprit scientifique* (1934), *L'expérience de l'espace dans la physique contemporaine* (1937), *La formation de l'esprit scientifique* (1938), *La philosophie du non* (1940), *Le rationalisme appliqué* (1949), *L'activité rationaliste de la physique contemporaine* (1951), *Le matérialisme rationnel* (1953), e mais duas obras póstumas organizadas por G. Canguilhem, a saber, *Études* (1970), *L'engagement rationaliste* (1972).

É possível afirmar sem exagero que as obras epistemológicas de Gaston Bachelard podem ser consideradas como uma verdadeira revolução na filosofia das ciências físicas. Elas representam, pela primeira vez na história da filosofia, uma tentativa sistemática de compreender a modernidade em ciência através da procura de modelos explicativos e descritivos que lhe façam justiça. Assim, o positivismo, o empiricismo, o racionalismo, etc., nos seus estádios mais radicalizados, apenas dizem respeito a vistas parciais, incompletas, e as mais das vezes errôneas, daquilo que aconteceu às ciências do início do século 20. (Castelão-Lawless, 2012, p. 21).

Efetivamente, quem se empenhar no estudo dos temas contidos neste conjunto de obras notará que o tema da *ruptura epistemológica* percorre todo o pensamento epistemológico do autor. Ao debruçarmos sobre a complexidade do pensamento bachelardiano é possível o compreender sua riqueza de modo gradual.

A noção bachelardiana de *ruptura epistemológica* vem contrariar a homogeneidade entre conhecimento comum e conhecimento científico estabelecido pelo continuísmo científico

tradicionalmente difundido. A tese da *ruptura* corresponde a uma das correntes centrais contida nas obras epistemológicas bachelardianas.

A proposta de Bachelard em apresentar a configuração de uma “nova epistemologia” que se concretiza no século XX, em *ruptura* com a epistemologia tradicional, tornou-se um dos problemas centrais de seu pensamento epistemológico. Em *Le rationalisme appliqué* (1949), destaca-se que as revoluções da ciência no século XX deram ao “[...] espírito científico tal complexidade, características e aptidões tão novas que todos os debates devem recomeçar, se quisermos verdadeiramente conhecer os valores filosóficos da ciência” (Bachelard, 1966, p. 239).

A filosofia parece não acompanhar a velocidade das descobertas científicas, tornando-se, de certo modo, atrasada em seus conceitos para interpretar os novos fenômenos científicos. Daí, uma das propostas de Bachelard (1972a) em buscar oferecer às ciências contemporâneas a filosofia que elas merecem.

Demonstraremos nesta dissertação que a tese da *ruptura epistemológica* possui um desdobramento duplo no sentido de que além da desvinculação do senso comum com o conhecimento científico, como marca do *novo espírito científico* (época contemporânea), incorpora também o movimento de *síntese histórica* de pensamentos em seu caráter de negação do passado, que alarga os quadros do conhecimento e dá sentido ao progresso do saber. Portanto, pontuamos que na epistemologia bachelardiana a tese da *ruptura* não corresponde somente a uma “cisão” do conhecimento científico em relação ao saber comum. Aqui, corresponde a uma espécie de “primeiro momento de ruptura”. Além disso, Bachelard apresenta um “segundo momento de ruptura” na qual se analisa o caráter de negação e complementaridade do pensamento científico contemporâneo. Nossa interpretação é a de que os dois momentos de ruptura apresentados pelo pensamento de Bachelard se encontram em superposição, e que ambos não podem ser pensados em sentido cronológico e linear.

Neste trabalho foi sobre as obras epistemológicas que delimitamos o nosso objeto de estudo ao elaborar uma análise sistemática acerca da noção de *ruptura epistemológica*, que acreditamos importante para evidenciar o sentido do progresso das ciências na filosofia bachelardiana. O pensamento de Bachelard é plural e assistemático, por isso, em nossa investigação estabelecemos como fio condutor duas obras específicas, a saber, *Le nouvel esprit scientifique* (1934) e *La philosophie du non* (1940). Acreditamos que são obras que servem como grandes pontos de partida para a análise do tema da *ruptura* na epistemologia bachelardiana e, conseqüentemente, acerca do progresso do saber científico.

O conjunto das obras epistemológicas bachelardianas que datam de 1928 com a publicação de *Essai sur la connaissance approchée* e culmina em 1953 com a publicação de *Le matérialisme rationnel*, parece colocar Bachelard como precursor dessa nova forma de pensamento acerca da natureza das ciências ao estabelecer a noção de *ruptura epistemológica* como oposição à ideia de continuidade do saber.

Na filosofia de Bachelard, o conceito de *ruptura* mostra como a evolução histórica do pensamento científico sofre descontinuidades. Reclama também a necessidade de repensar os conhecimentos adquiridos pela cultura científica a partir da atualidade dos problemas que exigem novas reformulações conceituais. A obra de Bachelard se trata de um

[...] momento de síntese e de superação da dinâmica histórico-conceitual que se articula na França de 1930 a 1980 e cujos abalos teóricos devem, por consequência, criar as premissas para o renascimento de outras configurações do saber. (Castellana, 1985, p. 35).

Wunenburger (2003) destaca que Bachelard desenvolve uma obra original que incrementa no saber científico grandes relações epistemológicas e históricas, éticas e pedagógicas. Para o autor, é incontestável que tais pontos possuem valor reconhecido nas grandes discussões acerca da natureza das ciências e que marcam o pensamento de diversos teóricos das ciências como, por exemplo, Alexandre Koyré (1892-1964), George Canguilhem (1904-1995), Michel Foucault (1926-1984) e Pierre Bourdieu (1930-2002).

Alexandre Koyré explica em seu livro *Études galiléennes* que a revolução científica no século XVII instaura uma ruptura histórica ocorrendo uma espécie de “mutação” do pensamento humano. Koyré (1986) ressalta que viu no pensamento bachelardiano a noção de “mutação” como uma forma de mudança e reformulação do pensamento científico na idade moderna.

George Canguilhem dedicou um capítulo de sua obra *Études d’histoire et de philosophie des sciences* ao pensamento de Bachelard, no qual aborda pontos importantes da epistemologia bachelardiana, como, por exemplo, o papel da história das ciências, a noção de dialética bachelardiana, os *obstáculos epistemológicos*, a questão dos *atos epistemológicos* e também da ruptura. Segundo Canguilhem (1979), Bachelard renovou o sentido da história das ciências ao introduzir a ideia de recorrência histórica, na qual foi possível instituir uma “história epistemológica”.

Michel Foucault enfatiza na introdução de *L’archéologie du savoir* (1969) como a visão bachelardiana inaugura uma nova leitura da história do saber que, diferentemente de uma história narrada por meio de continuidades, busca-se identificar as incidências de interregnos

na malha histórica do pensamento. Para Foucault (2008), com a noção de *atos epistemológicos* Bachelard abriu a possibilidade de tratar o conhecimento não mais por acúmulos e nem pela busca de suas origens. Um determinado pensamento já não segue uma lenta maturação histórica, já não se deve ir em direção aos seus primeiros percussos.

No primeiro capítulo desta dissertação abordamos a questão do movimento do conhecimento científico em sua perspectiva evolutiva e dinâmica. Bachelard atribui à análise histórica das ciências uma função positiva, uma vez que essa história deve abordar os valores sucessivos por onde caminha o desenvolvimento científico. Nessa perspectiva, pode-se afirmar que a história das ciências é uma história dos progressos do pensamento científico. Refere-se a uma narrativa dos relatos do crescimento de saberes bem compreendidos em determinadas épocas. O que Bachelard põe em jogo é a perda de fecundidade desses conhecimentos que foram considerados verdadeiros, mas que são superados por outros mais amplos em valores de compreensão.

As novidades científicas ajudam a mostrar uma espécie de ingenuidade de um determinado conhecimento passado que foi superado por um mais recente. Conforme Bachelard, uma teoria que perdeu fecundidade primeira não significa que se tornou falsa. A física de I. Newton rompeu com a física de Ptolomeu e a física de A. Einstein rompeu com a física newtoniana. O progresso das ciências se refere à evolução dos valores de aproximação de uma teoria científica e não de um falseamento das teorias antigas pelas novas.

Na conferência *L'actualité de l'histoire des sciences* (1951),² Bachelard destaca que uma mudança epistemológica se trata de uma retificação de um erro histórico de um conhecimento passado que reelabora novos conhecimentos mais sólidos.³ O que se encontra na história das ciências é uma narrativa desses momentos de mudanças, de “mutações” nas ciências que demarcam a marcha do progresso do conhecimento científico.

Trata-se de um relato crítico que julga o passado histórico a partir da situação atual em que se encontram as ciências. Ou seja, de um julgamento sobre o passado que frente à atualidade do saber científico é possível esclarecer os valores da ciência de hoje e mostrar as obscuridades

² Em *L'engagement rationaliste* (1972), parte II, quarto capítulo.

³ Esta ideia aparece também de modo explícito em *Le nouvel esprit scientifique* (1934), capítulo VI.

dos conhecimentos de outrora. Nesse sentido, a situação atual das ciências deve iluminar o seu passado histórico e ajudar a superar as resistências possíveis (Bachelard, 1972b).

É na perspectiva supracitada que se encontra a dialética entre *obstáculos* e *atos epistemológicos*. Um *ato epistemológico* significa um avanço súbito, um avanço brusco causado por uma grande descoberta científica no curso do desenvolvimento do conhecimento científico. Desta forma, um *ato epistemológico* é um polo positivo que aparece do decurso da história das ciências como superação do polo negativo, que são os *obstáculos epistemológicos* (Bachelard, 1965). Em Bachelard, esta é uma relação elementar que põe o conhecimento em movimento e que vai incorporar a questão do erro como “propulsor do saber”.

No segundo capítulo analisamos a questão da *ruptura* entre conhecimento comum e conhecimento científico. Na Física, propomos fazer uma separação entre as noções de *realismo ingênuo* e o *realismo esclarecido*. Pela perspectiva bachelardiana este último pode ser também compreendido como uma espécie de *realismo trabalhado*, isto é, a ação científica exerce um trabalho experimental por meio de uma razão que se aplica e orienta a técnica por meio de aparelhos peculiares de medição.

O *realismo esclarecido*, como base de pensamento, é a marca do *novo espírito científico* que caracteriza uma nova época da Física. Doravante, a atividade científica na Física se encontra depurada do conhecimento comum, do conhecimento sensível, das intuições imediatas e pode se prevenir contra os fatores subjetivos que obstruem os caminhos para conhecimentos objetivos.

A nova Física estabelece uma ordem de objetos ocultos à experiência sensível. Em períodos históricos diferentes, a Física instituiu modos distintos de estudos sobre os fenômenos, onde é possível pensar em uma verdadeira *ruptura epistemológica* ao exigir novas formas de racionalidades e novas técnicas e métodos de investigações.

Para entender o sentido da ruptura entre o senso comum e o conhecimento científico na epistemologia da química bachelardiana, sustentamos que é necessário compreender a diferença entre suas bases de pensamento, a saber, o *materialismo imediato* e o *materialismo instruído*. O primeiro se apoia nas convicções imediatas da vida comum, das imagens, das metáforas, do poder dos valores inconscientes e dos dados sensíveis, enquanto o segundo, na experiência racionalizada, ordenada matematicamente e construtiva. Em *Le matérialisme rationnel* (1953), Bachelard convida a pensar numa história epistemológica da química a partir dessas duas formas de materialismo em um processo de ruptura.

A ruptura com o *materialismo imediato* instituiu a Química contemporânea. Com efeito, esse momento de descontinuidade com o senso comum se deu pela inserção dos novos métodos

diferentes em relação aos métodos de investigações da Química clássica. O mundo mineral e natural perde seu caráter de investigação primeira e se torna instrumento da ação humana. Doravante, é a intervenção racional que comanda a ordem da natureza por uma atividade de construção.

No terceiro capítulo demonstramos que a nova configuração do espírito científico contemporâneo não é absoluta, uma vez que ela está fadada a novas reformas. As *rupturas epistemológicas* são marcas que caracterizam a evolução das ciências. O conhecimento científico se desenvolve elaborando *sínteses de pensamentos*, *sínteses transformantes*.

Essas sínteses se tratam de grandes rupturas epistemológicas evidentes no período contemporâneo. A epistemologia de Bachelard esclarece que o movimento de síntese e ampliação do conhecimento tem um sentido dialético. O *novo espírito científico* é caracterizado por negações de grandes sistemas e teorias que marcaram a modernidade, como é o caso da geometria euclidiana, da lógica aristotélica, do substancialismo, do cartesianismo, do racionalismo kantiano e da mecânica newtoniana, por exemplo.

O trabalho de Bachelard caracteriza com originalidade a renovação epistêmica do século XX. Mostra com riqueza de detalhes uma grande ruptura com o paradigma da modernidade que cede espaço para novos discursos, teorias e sistemas mais complexos. Mediante a caracterização das generalizações de pensamentos, demonstramos ainda no terceiro capítulo, que o valor dialético da *filosofia do não* de Bachelard nada tem a ver com oposição ou exclusão de ideias. As novas geometrias, as novas mecânicas e as novas lógicas, são exemplos de discursos *diferentes*, são formas *complementares* de pensamentos passados, mas que configuram grandes rupturas históricas.

No espírito das ciências contemporâneas surge um novo racionalismo, um *racionalismo aberto*, que multiplica os diversos tipos de funções, interações e relações entre os mais variados sistemas de pensamento. Seguindo o vocabulário de Bachelard, podemos dizer que as ciências contemporâneas são marcadas por um *racionalismo polêmico*, por um *surracionalismo*.

Capítulo I - O Dinamismo do Saber Científico

“O espírito científico só se pode construir destruindo o espírito não científico. Muitas vezes o cientista entrega-se a uma pedagogia fracionada enquanto o espírito científico deveria ter em vista uma reforma subjetiva total. Todo o progresso real no pensamento científico necessita de uma conversão. Os progressos do pensamento científico contemporâneo determinaram transformações nos próprios princípios do conhecimento”.

Gaston Bachelard. In: *La philosophie du non* (1940)

Neste capítulo demonstraremos como o pensamento epistemológico bachelardiano explica a natureza do conhecimento científico. Podemos dizer que Bachelard apresenta de forma inovadora na Filosofia das Ciências uma leitura acerca do progresso do pensamento científico ao inaugurar a noção de *ruptura epistemológica*. O conhecimento científico se encontra em movimento. Caracterizado por uma dialética especial, o saber apresenta constantes reformas.

A ideia de *ruptura epistemológica* dá fundamento à marcha do conhecimento científico, que é progressivo e ao mesmo tempo descontínuo. Se para Bachelard o conhecimento científico possui uma marcha progressiva, como esta questão é apresentada em seu pensamento? Como é caracterizada a dialética específica do pensamento científico, que move o conhecimento por meio de rupturas? Quais são os elementos fundamentais apresentados por Bachelard que agem como propulsores do conhecimento? São estas questões que pretendemos responder no presente capítulo.

Na primeira seção iremos caracterizar a noção bachelardiana de progresso científico abordando os seus principais aspectos. Na seção seguinte, trataremos sobre a noção de *obstáculos epistemológicos* como parte elementar do processo no qual se põe a cultura científica em movimento. Por fim, apresentaremos a função do erro e suas relações com o processo de retificação como elementos necessários para o progresso das ciências.

1. Sobre o Progresso do Conhecimento Científico

No trabalho de Bachelard, a cultura científica é apresentada em estado permanente de mobilização. Questiona-se a ideia de uma razão imutável e absoluta, de um saber fechado e fixo ou de verdades absolutas. O conhecimento é entendido por Bachelard no sentido inverso, isto

é, possui uma abertura que o torna dinâmico, ou seja, que contraria as explicações acerca dos fenômenos que pretendem ser definitivas.

As ciências devem vigiar seus antepassados históricos e se atentar para a atualidade dos problemas abordados. É preciso estar atento para as novidades, para o ineditismo do saber, que mostra o inacabamento do conhecimento como caráter próprio da natureza das ciências. Segundo Bachelard (1993), é contemporânea a mentalidade de que o pensamento aguarda reorganizações, que se reconfigura e se amplia. Para o autor, é a partir do pensamento contemporâneo que se compreende que o saber é *inacabado*.

A epistemologia bachelardiana trabalha com a noção de “movimento do conhecimento”⁴, que deve ser visto como contido no devir temporal. O conhecimento em seu dinamismo representa uma realidade precisamente caracterizada por períodos históricos. Segundo Bachelard, o espírito científico não é estático. A partir disso, a época das ciências de A. Lavoisier e de I. Newton não pode ser considerada como semelhante ao espírito científico das ciências contemporâneas, uma vez que se tratam de épocas bem distintas. Com efeito, não existe imobilidade do saber, na medida em que o espírito científico é determinado por um movimento dialético específico.

Conforme Bachelard (1965; 1996; 1999), o conhecimento atual das ciências possui o poder de esclarecer o pensamento científico do passado. Com o auxílio da história das ciências, o conhecimento científico mostra seus erros, retifica conceitos e se alarga em nível de complexidade. É a necessidade de recorrência histórica, na qual o presente deve iluminar o passado, dando-lhe maior compreensão e apontando seus limites. No entanto, a ampliação do saber em nível de complexidade não se trata de uma atividade cumulativa do saber. O pensamento atua ampliando os quadros do conhecimento sem excluir as teorias científicas de outrora.

Segundo a epistemologia bachelardiana, as ciências também não comportam regressão. Suas mudanças de construção são incontestáveis progressos provados (Bachelard, 1966). Se a cultura científica muda de acordo com cada época, isso significa que os métodos e objetos das ciências são mutáveis. Desse modo, o espírito científico ordinariamente se reforma, uma vez que as novas experiências exigem novos meios de abordagem. Trata-se de *atos da razão*, que, em si mesmo, abrangem novas reorganizações racionais, isto é, novas organizações teóricas e novas técnicas experimentais.

⁴ Cf. G. Bachelard (1986, p. 15).

São mudanças epistemológicas que podem ser entendidas como verdadeiras revoluções. “A Relatividade, a Mecânica dos Quanta e a Mecânica Ondulatória, cada uma delas representa fatos consideráveis da razão, verdadeiras revoluções da razão” (Bachelard, 1966, p. 57). Igualmente, podem-se incluir como reorganizações revolucionárias do pensamento as novas geometrias e as novas lógicas, que rompem com suas formas tradicionais hegemônicas na modernidade.

Bachelard (1993) acentua que cada época tem seus problemas, métodos e formas de trabalho. Por isso, existe uma forte pluralidade de conceitos sobre determinados fenômenos. “Assim, pela evolução histórica de um problema particular, não podemos esconder verdadeiras rupturas, mutações bruscas, que derrubam a tese da continuidade epistemológica” (Bachelard, 1986, p. 259).

Bachelard demonstra que o progresso do saber científico, em sua *démarche* histórica, abandona as formas simples do conhecimento comum, de uma visão ingênua acerca da realidade e alcança um pensamento depurado dos imediatismos da experiência sensível, um saber complexo e discursivo. A descoberta e o estudo de novos fenômenos, como os objetos quânticos, acompanhado de novas técnicas pela Física e Química contemporâneas rompem com a observação imediata. Dessa maneira, essas ciências, na época contemporânea, podem ser caracterizadas como saberes que romperam de forma indiscutível com a experiência sensível e com o saber vulgar (Bachelard, 1972a; 1966).

O conhecimento comum⁵ até a época contemporânea esteve ligado ao conhecimento científico. Trata-se de uma forma de conhecimento que está impregnado de valores subjetivos, inconscientes e sensíveis, que podem se tornar obstáculos ao conhecimento objetivo. Segundo Bachelard, em *La formation de l'esprit scientifique* (1938), o senso comum é uma forma de pensamento na qual subjaz saberes e ideias que advém da vida ordinária. Nesse sentido, o senso comum é a condição para a manifestação de *obstáculos epistemológicos*. Bachelard diz que diante das inúmeras revoluções que ocorreram no saber científico no século passado, “abandonar os conhecimentos do senso comum é um sacrifício difícil. Não é de espantar a ingenuidade que se acumula nas primeiras descrições de um mundo desconhecido” (Bachelard, 1993, p. 277), isto é, do mundo microfísico apresentado pelas ciências contemporâneas.

No senso comum se encontram agregadas as experiências utilitárias e estéticas no campo da subjetividade. O conhecimento vulgar faz surtir “ecos de subjetividade” (Bachelard, 1972a), que reforçam as filosofias que se baseiam em intuições ingênuas e, com efeito, não

⁵ As expressões *conhecimento vulgar*, *conhecimento comum*, *conhecimento elementar* e *conhecimento imediato* são usadas como sinônimos por Bachelard em suas obras epistemológicas.

podem ser centros de saberes objetivo. É preciso buscar um campo de estudo discursivo acerca das experiências, na medida em que nenhum saber comum pode evoluir com valores tão elementares (Bachelard, 1993). O senso comum parte de racionalizações imediatas nas quais respondem os problemas de forma apressada e sem crítica (Bachelard, 1966; 1993). No conhecimento vulgar “[...] a resposta é muito mais nítida que a pergunta, ou melhor, a resposta é dada antes que se esclareça a pergunta” (Bachelard, 1993, p. 55).

Bachelard destaca que no espírito positivista também ocorre uma continuidade ente senso comum e conhecimento científico, uma vez que o conhecimento da ciência positivista se orientava pelo imediatismo, pelas ideias gerais e pelas crenças nos dados sensíveis.

[...] o pensamento objetivo se desenvolvia assim mesmo em contato com o mundo das sensações. Ora, parece que, com o século XX, começa um pensamento científico *contra* as sensações, e que se deva construir uma teoria do objetivo *contra* o objeto. Outrora, a reflexão resistia ao primeiro reflexo. O pensamento científico moderno exige que se resista à primeira reflexão. (Bachelard, 1993, p. 307).

As impressões acerca dos fenômenos eram suficientes para conceituar os fatos sem que houvesse uma interpretação discursiva. Entretanto, segundo Bachelard (1966), o século XX revolucionou o espírito científico e estabeleceu características novas, que, para se obter o entendimento acerca dos reais valores filosóficos das ciências, existe a necessidade de recomeçar as discussões.

A epistemologia bachelardiana apresenta o conhecimento científico como provisório porque os conceitos que constitui uma teoria científica se tornam simples para representar a realidade. Os conceitos e métodos perdem fecundidade de explicação diante das novas experiências. A relação entre conhecimento e objeto não possuem relações precisas e constantes, mas somente provisórias.

Mas o que é um conceito para Bachelard? Primeiramente é preciso destacar que, segundo Bachelard, não existe conceito isolado. “Apresentar um conceito isolado não é pensar” (Bachelard, 1986, p. 28). Em *Essai sur la connaissance approchée* (1928)⁶, o autor acentua que um “conceito é um elemento de uma construção, só tem sentido pleno dentro de uma construção “[...] explicita-se numa proposição” (Bachelard, 1986, p. 23). Desta forma, todo conceito se

⁶ Cf. Cap. II: “La rectification des concepts”.

relaciona com outros conceitos. As noções fazem interconexões estabelecendo uma solidariedade entre si. Portanto, uma teoria é formada por um *corpo de conceitos*, conjuntos de conceitos, ou ainda, *composições conceituais*, que se articulam e formam uma construção explicativa (Bachelard, 1966; 1986).

Em *Le rationalisme appliqué* (1949), Bachelard faz a distinção entre conceito científico e conceito vulgar. “O conceito empírico é conceito de classificação, o conceito racional é conceito de interconexões, de relações absolutamente recíprocas” (Bachelard, 1966, p. 169). Enquanto os conceitos científicos são operatórios e se expressam na linguagem da matemática, especificamente por meio da álgebra, os conceitos empíricos (conceito vulgar) se expressam por meio da linguagem cotidiana e, por isso, encontram-se ligados ao senso comum. Se as ciências romperam com o conhecimento vulgar, como demonstraremos no próximo capítulo, então os *conceitos empíricos* podem ser considerados como obstáculos para expressarem o saber científico contemporâneo.

Segundo Bachelard (1966), apenas os conceitos operatórios, que se expressam por meio da linguagem matemática, podem ser fecundos nas explicações científicas do *novo espírito científico*. Não obstante, Bachelard reconhece que toda forma conceitual, seja ela empírica ou científica, são passíveis de se cristalizar no pensamento, tornando-se obstáculos ao conhecimento. No entanto, é o caráter dinâmico dos *conceitos científicos* que possibilita as retificações discursivas que dão movimento ao pensamento.

O dinamismo dos conceitos científicos traz consigo o caráter múltiplo, heterogêneo e pluralista do conhecimento. Desse modo, o conhecimento deve acompanhar as circunstâncias que englobam as novas experiências. Canguilhem (1979) explica que o conhecimento científico é inacabado e reforma constantemente seu passado conceitual em uma revolução contínua. Em conformidade com essa ideia, Bachelard (1972a) diz que por meio de uma interpretação continuísta do saber, as ciências não tem nada a agregar de positivo.

Bachelard, em *Essai sur la connaissance approchée* (1928), afirma que o conhecimento possui diferentes estágios de elaboração nos quais se torna possível compreender o seu dinamismo. Assim, seu movimento tem a ver com a reconstrução do objeto sempre em vista da objetividade dentro do plano das retificações discursivas. Segundo Bachelard (1986), todo conhecimento no instante de sua constituição sempre será polêmico, na medida em que ele deve destruir para ceder espaço para novas construções teóricas e experimentais. Assim, destruição e construção são dois fatores contínuos e interligados como parte da busca da objetividade científica. Conforme o autor de *Le nouvel esprit scientifique*, a objetividade do conhecimento aparece como consciência perante as retificações precisas quando se estabelece uma nova ideia.

Nas revoluções do conhecimento científico é possível constatar rupturas conceituais, na medida em que as noções são postas em análise discursiva em relação à sua aplicabilidade atual. Segundo Bachelard (1986), os conceitos são fontes que reforçam a tese da *ruptura epistemológica*, uma vez que a atualização de um conceito implica em uma inauguração de um novo sistema conceitual que possa representar uma nova experiência. A conceptualização é um esforço de objetividade que revela a força de criação como uma necessidade espiritual. Uma depuração de um conceito não se dá pela via do objeto, mas pela via do espírito, que cria esquemas de construção e até mesmo um método de retificação (Bachelard, 1986).

Os conceitos são redes de relações que possuem a capacidade de renovação sobre as experiências atuais. A renovação conceitual é necessária diante de novas experiências para cooperar na construção de novos conhecimentos.

[...] Empregar o conceito é precisamente fazê-lo intervir em uma experiência nova. Equivale a dizer que a conceptualização não pode prosseguir senão por composição. A análise não é possível senão pela cooperação dos conceitos. Afinal, a conceptualização sempre nos aparece como essencialmente inacabada. (Bachelard, 1986, p. 31).

Segundo Bachelard (1986; 1999), as revoluções conceituais são partes de revoluções mais gerais do pensamento. As mudanças que ocorrem no objeto do conhecimento exigem renovação conceitual. Mas os conceitos não são simplesmente palavras que mudam de sentido para acompanhar as mudanças do objeto. Uma atualização conceitual não está separada do processo de conceptualização. Isso quer dizer que a mobilidade dos fenômenos é uma renovação conceitual, uma criação de noções.

[...] para Bachelard as revoluções científicas também são revoluções conceptuais. Se os cientistas não compreendem ou não aceitam por inteiro os novos sentidos de termos familiares, ou o sentido verdadeiro dos novos termos, então até os próprios conceitos em ciência acabam por originar resistências à mudança na razão dos cientistas. (Castelão-Lawless, 2012, p. 24).

Barbosa (1996) esclarece que a linguagem conceitual do uso comum atrapalha o entendimento dos conceitos, pois sua sintaxe não acompanha o movimento das noções. Nesse sentido, a linguagem aparece como um problema. A linguagem científica deve ser dinâmica e em contínua transformação, porque necessita de uma constante retificação, a fim de não se tornar obstáculo ao conhecimento. A linguagem comum deve deixar de se referir às *coisas* e ser retificada às luzes de uma linguagem simbólica para que possa se adequar aos novos conceitos que designam os novos objetos do conhecimento.

Por exemplo, a noção de átomo não pode ser vista ou definida como *coisa*, isto é, como um objeto do mundo sensível e que pode ser descrito pelas percepções sensíveis como fazia o espírito pré-científico e científico⁷. O conceito de átomo precisou ser atualizado à luz das novas experiências que o enquadraram. Canguilhem (1979), ao comentar sobre a epistemologia de Bachelard, esclarece que uma mesma palavra não pode designar sempre o mesmo conceito. Os conceitos se encontram em um estado momentâneo dentro de um pensamento. Daí, o caráter mesmo do dinamismo do conhecimento.

Bachelard reafirma em sua obra *L'activité rationaliste de la physique contemporaine* (1951), que apenas a linguagem simbólica da matemática, e não a linguagem usual, tem o poder de representar os conceitos científicos, uma vez que o simbolismo da álgebra pode seguir o movimento constante dos fenômenos. Segundo o autor, a linguagem simbólica e inventiva da matemática torna as noções científicas *dinamológicas*. E Barbosa explica que:

O conceito de *dinamologia*, na filosofia bachelardiana, substitui a nova ontologia. Esta *dinamologia* está em período de constituição, uma vez que “o aparelho matemático necessário à compreensão de novas doutrinas das entidades formais é muito complicado.” Para que a ciência trabalhe com *conceitos dinamológicos* é preciso usar linguagem simbólica. (Barbosa, 1996, p. 67).

A atualização conceitual, que decorre no próprio movimento do conhecimento, serve para demonstrar os aspectos inéditos do conhecimento. O caráter inédito das teorias que se apresentaram nos séculos XIX e XX, revelou que o conhecimento se move por rupturas conceituais. Bachelard deu grande atenção à teoria da relatividade, à mecânica ondulatória e à mecânica quântica pela forma inédita com que essas teorias apresentaram seus conceitos e objetos. Na doutrina relativista, por exemplo, Bachelard destaca, em *Le nouvel esprit scientifique* (1934), que é primeiramente o conceito de *simultaneidade* que se “deforma” com Einstein, uma vez que tal noção, na Física clássica, apresentava-se de maneira extremamente simples. Também as noções de *força*, *calor*, *massa* e *matéria*, são exemplos de conceitos que

⁷ Bachelard diz que seria possível rotular três fases do desenvolvimento científico, a saber, o *estado pré-científico* compreendendo da Antiguidade até o século XVIII, o *estado científico* que seria do final do século XVIII até o início do século XX e o *novo espírito científico* que começaria com a Relatividade. É preciso pontuar que no pensamento bachelardiano esta separação deve servir de uso regulativo ou didático para compreender as diferentes etapas históricas do pensamento científico. Conforme o próprio autor afirma em *La formation de l'esprit scientifique*, “[...] para obter uma clareza, se fossemos forçados a rotular de modo grosseiro as diferentes etapas históricas do pensamento científico seríamos levados a distinguir três grandes períodos” (Bachelard, 1993, p. 10 – itálico grifo nosso). Bachelard não pretende definir os estágios do pensamento científico como faz A. Comte. É possível inferir que suas divisões, mesmo que de forma didática, acerca dos períodos históricos das ciências, aponta para uma crítica ao positivismo comteano. Indica-nos uma superação do estágio positivo das ciências que seria, segundo Comte, o último grau do desenvolvimento do pensamento científico.

adquiriram atualização nas ciências contemporâneas, que se tornaram mais complexos e se distanciaram do senso comum.

O ineditismo da Física e da Química contemporâneas introduziu uma nova forma de se olhar o mundo, na qual apresentou uma nova representação da realidade por meio dos novos conhecimentos. As novidades dessas ciências puseram em cheque a visão de mundo clássica e repercutiram epistemologicamente na noção de que o conhecimento científico se move contrariando os conhecimentos de outrora.

Bachelard critica uma leitura do desenvolvimento do saber científico baseada na continuidade epistemológica. A ideia de continuísmo epistemológico é um traço do pensamento ocidental que se encontra difundido historicamente em várias doutrinas filosóficas. Na época de Bachelard, é especialmente o positivismo que difunde esse tipo de leitura acerca da história.

No continuísmo se toma como axioma a ideia de que a história evolui de forma linear, na qual conhecimentos são adicionados uns aos outros. Assim sendo, a continuidade pode ser conceitual, em que as noções vão se integrando historicamente até formarem uma teoria em um determinado estágio de desenvolvimento. Mas a continuidade também pode ser entre formas mais gerais de pensamento, como geralmente difundida pelo positivismo, por exemplo, a ideia de que o conhecimento científico é uma espécie de depuração da sabedoria vulgar.

A perspectiva positivista acerca do progresso do conhecimento considera que uma teoria emergente e mais complexa se trata de uma forma adicional e complementar de uma teoria antiga, considerada mais elementar. Em *Discours sur l'esprit positif* (1942), Comte acentua que o saber positivo ou científico sempre provém do conhecimento vulgar. Nessa forma de conhecimento se encontraria os primeiros esboços que progridem de forma gradual e lentamente para um conhecimento sistemático. Os “*primeiros princípios* que, devendo sempre surgir da sabedoria vulgar, nunca pertencem ao domínio verdadeiro da ciência, de que constituem, ao contrário, os fundamentos espontâneos e, por conseguinte, indiscutíveis” (Comte, 1978, p. 64).⁸

Podemos citar, a título de exemplificação, como a ideia de continuidade epistemológica se apresenta no pensamento positivista de Pierre Duhem (1861-1916), um grande filósofo e

⁸ Ver A. Comte, *Discours sur l'esprit positif*, primeira parte.

historiador das ciências francês. Em sua obra *La théorie physique: son objet et sa structure* (1906), afirma que o progresso da Física se dá pelo fato mesmo da provisoriedade de suas leis que em determinados tempos a realidade tende a se opor.

Pode-se notar que Duhem, assim como Bachelard, parte da visão de que o conhecimento é *inacabado* e que precisa ser retificado na medida em que os novos fatos científicos contrariam os pensamentos então estabelecidos. Contudo, a concepção de Duhem acerca do desenvolvimento do conhecimento se mostra pelo aspecto cumulativo das ideias. Isso fica evidente a partir das seguintes passagens da obra supracitada:

[...] a Física retocará, modificará, complicará a lei desmentida, para substituí-la por uma lei mais abrangente, em que a exceção apresentada pela experiência terá, por sua vez, encontrada sua regra. *É por meio dessa luta incessante, é através desse trabalho que continuamente completa as leis a fim de fazê-las absorver as exceções, que a Física progride.* [...] A Física não progride como a Geometria, que adiciona novas proposições definitivas e indiscutíveis às proposições definitivas e indiscutíveis que já possuía. Ela progride porque, incessantemente, a experiência faz aparecer novas divergências entre as leis e os fatos, e, incessantemente, os físicos retocam e modificam as leis para representarem mais precisamente os fatos. [...] As leis da Física não podem, pois, ser mantidas a não ser por um contínuo *trabalho de retoques e modificações*. A formação de qualquer teoria física sempre se deu mediante uma série de retoques que, gradualmente, desde os primeiros e quase informes esboços, conduziram o sistema até estados mais perfeitos [...] aqueles que têm da natureza e da história da teoria física uma visão profunda sabem que, para encontrar o germe dessa doutrina da gravitação universal, é necessário pesquisar entre os sistemas da ciência helênica. Eles conhecem as lentas metamorfoses desse germe durante sua evolução milenar, enumeram as contribuições de cada século à obra que receberá de Newton a sua forma viável. (Duhem, 2014, p. 218; 219; 266; 299 - grifo nosso).

Segundo Duhem (2012), a formação de uma teoria se dá mediante uma infinidade de retoques que gradualmente vai aperfeiçoando uma ideia a partir do seu estado inicial, isto é, a ideia aparece como um primeiro esboço em um determinado período da história e seu desenvolvimento segue, por meio da evolução histórica, uma série de complementos, reparos e acréscimos mediante diversos personagens geniosos até atingir um estado sistemático mais perfeito.

Para o autor, uma hipótese é sempre resultado de uma evolução gradativa. Com isso, Duhem pretende demonstrar sua tese, a saber, de que uma teoria é formada por uma série de aperfeiçoamentos que se dão progressivamente. Duhem utiliza, como exemplo, uma leitura contínua sobre a história da *teoria da gravitação universal*. Recorre ao helenismo até à sua formulação sistemática e aperfeiçoada por I. Newton. Destarte, a visão sobre a questão do progresso das ciências no pensamento de Duhem é contado mediante uma visão cumulativa do conhecimento. Segundo Duhem (2014), para se encontrar o germe da *doutrina da gravitação universal* seria necessário pesquisar entre os sistemas da ciência helênica. Para o autor, se

quisermos realmente compreender a doutrina da gravitação, devemos fazer um retorno ao passado histórico, no qual, pouco a pouco, a teoria foi preparada.

Segundo Duhem (1992), o desenvolvimento da mecânica decorre de uma evolução em que cada uma das etapas desse processo é o resultado das etapas anteriores que antecederam. Em uma determinada etapa do desenvolvimento da mecânica, ou de qualquer outra parte da física, estão contidos os princípios da teoria que surgirá posteriormente. À vista disso, podemos dizer que na temporalidade histórica e evolutiva de uma ideia atual se manteve todos os princípios da ideia inicial. Poderíamos inferir então que, sob essa ótica, na teoria da relatividade estariam contidos todos os princípios da *mecânica celeste* de Ptolomeu (90 d.C-168 d.C).

Em outras palavras, seria a mecânica de Ptolomeu o ponto de partida com o qual, em 1905, Einstein fez emergir seu sistema. Na perspectiva de Duhem, na análise histórica da *teoria da gravitação universal* é possível também enumerar as contribuições de cada século à obra e que receberá de Newton a sua forma mais aperfeiçoada. “[...] Através dessa longa e laboriosa gestação, podemos seguir as transformações lentas e graduais por meio das quais o sistema teórico evoluiu. Mas em nenhum momento encontramos uma criação súbita e arbitrária de hipóteses novas” (Duhem, 2014, p. 299).

Duhem parece não admitir que nas ciências possa existir em um determinado campo científico uma teoria totalmente inédita e sem correlato histórico. Quando surge uma ideia que parece ser nova, ela nunca é súbita.

Duhem elabora a seguinte analogia:

Quando algumas bicadas quebram a casca do ovo e o pintinho escapa da prisão, a criança pode imaginar que essa massa rígida e imóvel, que ela recolhe às margens do riacho, de repente tomou vida e produziu a ave que corre e pia. Mas lá onde a imaginação infantil vê uma criação súbita, o naturalista reconhece a fase final de um longo desenvolvimento. Ele remonta em pensamento à primeira fusão de dois núcleos microscópicos, em seguida desce à série das divisões, das diferenciações e das reabsorções que, célula por célula, construiu o corpo do jovem frango. O leigo julga o nascimento das teorias físicas como a criança julga o nascimento do pintinho. Acredita que essa fada a que dá o nome de ciência tocou com sua varinha mágica a testa de um homem de gênio e a teoria se manifestou imediatamente, viva e completa, tal qual Palas Atenas saindo toda armada da testa de Zeus. Ele acha que foi suficiente a Newton ver uma maçã cair em um pomar para que, de repente, os efeitos da queda dos corpos graves, os movimentos da Terra, da Lua, dos planetas e seus satélites, as viagens dos cometas, o fluxo e refluxo do oceano, viessem se resumir e se classificar nesta única proposição: *quaisquer dois corpos se atraem proporcionalmente ao produto de suas massas e em razão inversamente proporcional ao quadrado*. (Duhem, 2014, p. 266).

As considerações supracitadas apontam para características de uma leitura continuísta acerca do progresso das ciências. Essa ideia de lenta gradação no desenvolvimento do

conhecimento parece ser um dos núcleos do pensamento duhemeano. Na obra *L'évolution de la mécanique* (1903), o autor insiste em suas analogias comparando a ciência a uma árvore que cresce lentamente e que somente depois de alguns séculos é possível colher o fruto em seu estado maduro, como é o caso das doutrinas do século XVII que apresentaram seu ápice no final do século XIX. Na vasta obra de Duhem podemos encontrar diversas analogias dos tipos supracitados.

Oliveira (2012), esclarece que o trabalho de Duhem introduz na análise histórica das ciências outro aspecto que é aquele que prepara as revoluções científicas. Segundo o autor, Duhem não negaria a existência de revoluções intelectuais do desenvolvimento científico. De fato, o termo revolução aparece em seus escritos se referindo às revoluções de A. Lavoisier e I. Newton. Todavia, na visão de Duhem, trata-se de ápices de um determinado desenvolvimento teórico que alcançou uma sistemática notória, isto é, quando uma teoria alcança um estado sistêmico, quando encontra fundamentos matemáticos e se distancia da metafísica. Então, pode-se dizer que é no sentido de uma demarcação entre ciência e metafísica que consiste o sentido da aplicação do termo revolução no pensamento de Duhem.⁹

Parece que o sentido de revolução científica no pensamento de Duhem deve ser interpretado da forma supracitada. Oliveira (2012) também aponta a possibilidade de que há, no pensamento do autor, um reconhecimento de dois tipos de movimentos no progresso do conhecimento científico e que pode ser verificado no artigo *Physique du croyant* (1905). Destaca o autor que neste artigo surge um novo aspecto, a saber, de um elemento “não continuísta” no pensamento duhemiano. As considerações de Oliveira (2012) se refere a esta seguinte passagem do artigo de Duhem:

O movimento pelo qual a Física evoluiu pode, com efeito, decompor-se em outros dois movimentos que, sem cessar, entre si se sobrepõem. Um deles é uma série de perpétuas alternativas; uma teoria eleva-se, domina por instantes a Ciência, depois extenua-se, e outra teoria a substitui. O outro movimento é um progresso contínuo; graças a este progresso, assistimos à criação, ao longo dos séculos, de uma representação matemática sempre mais ampla e sempre mais precisa do mundo inanimado, que a experiência nos revela. (Duhem, 2008, p. 51).¹⁰

Também em *La théorie physique: son objet et sa structure* há algumas passagens interessantes que nos permite explicitar tal aspecto “não continuísta” na epistemologia duhemiana. Uma delas é a seguinte:

⁹ Cf. Oliveira (2012).

¹⁰ Usamos o trecho retirado da tradução portuguesa por Artur Morão. Ver: DUHEM, Pierre. *Física de Crente*. Covilhã: Textos Clássicos de Filosofia, 2008, pp. 51.

A revolução copernicana, arruinando o sistema geocêntrico, inverte os alicerces sobre os quais repousava essa sua teoria da gravidade. [...] Embora proclamando repetidas vezes sua admiração por Gilbert, declarando-se a favor da Filosofia Magnética, Kepler vai mudar-lhe todos os princípios. Vai substituir as tendências das partes de um astro ao centro desse astro por atrações mútuas de parte a parte. Proclamará que essa atração deriva de uma única e mesma virtude, quer se trate das partes da Lua ou das partes da Terra. Deixará de lado qualquer consideração sobre as causas finais que vinculam essa virtude à conservação da forma de cada astro. Vai, em suma, abrir todas as vias que a doutrina da gravitação universal irá seguir. (Duhem, 2014, p. 276; 279).

Embora seja possível constatar o reconhecimento do próprio filósofo francês em relação aos dois tipos de movimentos que marcam o desenvolvimento do conhecimento científico e, por uma análise mais aprofundada em suas obras, colocar em evidência o ponto de vista “não continuísta”, é possível dizer que é o próprio sentido de *continuidade epistemológica* que funda a noção de progresso científico no pensamento de Duhem. Por isso, a afirmação de Oliveira (2012, p.54), nos parece bastante esclarecedora quando diz que em Duhem, “[...] o progresso contínuo é, por excelência, o modo de crescimento do conhecimento nesse campo”.

Como apontamos, Bachelard critica uma leitura continuísta acerca do desenvolvimento do conhecimento científico. Para o autor, é preciso se habituar a pensar de forma descontínua para poder se colocar no caminho espiritual do progresso das ciências. Bachelard (1972a) diz que os filósofos não abordam o campo das descontinuidades e continuam interpretando o curso do conhecimento de modo continuísta em uma época na qual os progressos científicos se tornaram visíveis por toda parte e romperam com a epistemologia tradicional.

O epistemólogo continuísta se engana quando pensa a continuidade do conhecimento mediante termos usados em outras épocas. Explica Bachelard que esses termos não podem ser tomados em seu sentido direto, pois como dissemos acima, a linguagem tende a perder seu valor comum ao ser traduzida em uma linguagem mais elaborada. É dessa forma que por entre aspas determinadas palavras põe em relevo a descontinuidade do conhecimento.

Depois que uma palavra da antiga linguagem é bem colocada pelo pensamento científico entre aspas, é o sinal de uma mudança de método de conhecimento relativamente a um novo domínio da experiência. Pode dizer-se que, do ponto de vista do epistemólogo, é o sinal de uma ruptura, de uma descontinuidade de sentido, de uma reforma do saber. (Bachelard, 1972a, p. 253).

Segundo Bachelard (1972a), se a história das ciências relata as descobertas e os problemas científicos investigados de forma contínua, isso se deve ao fato de que os epistemólogos continuístas acreditam que a evolução do saber científico decorre em sintonia com a continuidade do tempo, e, nesse sentido, eles dão à história das ciências uma unidade e uma linearidade como se fosse um livro.

Uma das objeções mais naturais dos *continuístas da cultura* consiste em evocar a continuidade da história. Porque, ao elaborar um *relato contínuo* dos acontecimentos, acreditam facilmente reviver os eventos na continuidade do tempo, e dão, insensivelmente, a toda história a unidade e a continuidade de um livro. As dialéticas, assim são ocultadas sob uma sobrecarga de eventos menores. E, no que diz respeito aos problemas epistemológicos que nos ocupam, não nos beneficiamos da extrema sensibilidade dialética que caracteriza a história das ciências. (Bachelard, 1972a, p. 214-215).

A concepção da atualidade da ciência deve se dar pelo aspecto descontinuísta, sempre em ruptura com o passado e não por acumulação de conhecimentos. Essa descontinuidade pode ser percebida na evolução do conhecimento científico, onde seu passado histórico deve ser iluminado pelo presente, onde adquire sentido e pode reviver (Barbosa, 1996).

O conhecimento deve ser avaliado não em termos cumulativos, mas em termos de rupturas e retificações no plano do movimento dialético do conhecimento científico. Diz Bachelard, em *Le nouvel esprit scientifique* (1934), que o espírito científico será sempre uma retificação do saber anterior que alargará os quadros do conhecimento, julgando e condenando o seu passado. Dessa maneira, sua estrutura é a consciência dos seus erros históricos. Assim, a verdade é sempre o produto de uma retificação.

Bachelard (1972a) aponta que os pensadores continuístas apenas visam a Física e a Química “mortas”, embora tais ciências se encontrem contemporaneamente em outras bases de pensamento. Conforme Bachelard (1972a), os continuístas primeiro objetam refletindo sobre as origens, detendo-se no campo elementar científico. As explicações dos filósofos continuístas partem da ideia de que a ciência evolui por lentidão, isto é, de que a prova da continuidade do conhecimento se deve ao fato de que a ciência se depura aos poucos do conhecimento comum.

Outro argumento dos pensadores continuístas se refere à noção de *influência*, que pensam que o progresso das ciências se deve às coisas que já estão ditas, mas não ainda captadas pelo gênio que as racionaliza.

A nosso ver, P. Duhem seria um desses pensadores, quando diz que, na escolha de uma hipótese, analisar um conjunto de leis não é o bastante para que o físico possa criar uma teoria. É necessário o compartilhamento e a *influência* das mesmas ideias que os outros pensadores

refletem ou refletiram em diversos lugares. As *influências* podem ser trazidas dos mais distantes lugares e tempos.

Quantas partes da Física guardam até hoje a forma puramente empírica, esperando que as circunstâncias preparem o gênio de um físico para conceber as hipóteses que organizam em teoria! [...] quando o progresso da ciência universal prepara suficientemente os espíritos para recebê-la, a teoria surge de uma forma quase compulsória e, bem frequentemente, físicos que não se conhecem, que levam adiante suas meditações longe uns dos outros, dão-na luz à quase ao mesmo tempo. Dir-se-ia que a ideia flutua no ar, transportada de um país a outro pelo vento, pronta para fecundar qualquer gênio que se encontre em estado de acolhê-la e desenvolvê-la. (Duhem, 2014, p. 302).

Contra este tipo de argumento Bachelard diz que:

[...] essa noção de influência, cara ao espírito filosófico, tem pouco sentido na transmissão das verdades e das descobertas na ciência contemporânea. Sem dúvida os trabalhadores se agrupam, sem dúvida eles colaboram na pesquisa. Eles formam agora as equipes, as escolas. Mas o gênio de serviço de laboratórios é feito às vezes de crítica e de inovação. A autocritica dos trabalhadores de laboratório contradiz em muitos aspectos, tudo o que depende de uma “influência”. Pouco a pouco, tudo o que existe de inconsciente e de passivo no saber é dominado. As dialéticas proliferam. O campo das contradições possíveis se alarga. Desde que se aborde a região dos problemas, vive-se realmente em uma época marcada por instantes privilegiados, por descontinuidades manifestas. (Bachelard, 1972a, p. 248).

Não existe uma crítica direta nas obras de Bachelard ao pensamento de Duhem. Aachamos interessante por em relevo os dois argumentos no sentido de evidenciar as características de duas leituras distintas acerca do desenvolvimento do conhecimento. Não obstante, é possível dizer que a crítica bachelardiana ao continuísmo epistemológico se aplica ao pensamento duhemiano.

Bachelard ainda enfatiza outra objeção colocada pelos pensadores continuístas que se referem à ideia de que o ensino dos conhecimentos da ciência clássica seria atualmente fácil. Em outras palavras, o argumento seria de que a ciência passada foi algum dia difícil, mas que os alunos aprendem hoje com facilidade devido ao progresso contínuo do saber.

Para Bachelard (1972a), deve-se considerar uma espécie de relativismo acerca da questão da dificuldade do ensino de ciência, pois os pensadores continuístas se posicionam na crença segundo a qual a pedagogia das ciências contemporâneas pode partir do senso comum. Ora, uma vez que ocorreu, segundo Bachelard, uma ruptura entre conhecimento vulgar e conhecimento científico, na época contemporânea, na qual se estabeleceu um maior nível de complexidade no saber científico, a pedagogia das novas ciências também deve ser considerada como um ensino difícil em relação às suas bases problemáticas.

Segundo Bachelard (1972a), o relativismo *fácil-difícil* apenas reforça que as ciências contemporâneas saíram do domínio da elementaridade, que romperam com o senso comum. No reino das dificuldades existe uma *descontinuidade*, porque o que se considerava difícil na época passada se tornou elementar em relação à época contemporânea, que apresenta problemas diferentes e mais complexos.

Ao apresentar uma leitura descontinuísta e não cumulativa, Bachelard não põe em questão o que é verdade e o que falsidade, nem o certo e o errado. Ele aponta para o pluralismo que se encontra na história das ciências em vários tipos de abordagens (Barbosa, 2001).

O trabalho de Bachelard aponta que o movimento do conhecimento científico deve ser interpretado dentro de uma dialética específica. Como podemos interpretar essa dialética da qual fala Bachelard? O sentido da noção de dialética que utilizamos nestas considerações tem um sentido peculiar que possui um importante papel para a compreensão da epistemologia histórica de Bachelard e deve ser pensada dentro de sua *filosofia do não*.¹¹

Precisamos esclarecer este ponto. O *não* no pensamento bachelardiano é usado para caracterizar um novo pensamento científico em *diferença* com o pensamento tradicional. Por isso, na renovação da episteme no século XX, o pensamento tradicional é levado junto às *sínteses* instituídas pelo novo espírito científico.

Canguilhem (1979, p. 207), ao comentar a ideia de negação na epistemologia bachelardiana, explica que “[...] na progressão do saber, o *não* não tem sentido de *anti*”. A *negação dialética* serve para mostrar como certas mudanças íntimas trouxeram reformulações em todos os *a priori* do conhecimento. Portanto, indica um movimento dialético singular, próprio do espírito científico e que possui a força de modificar os conceitos e suas ligações (Bachelard, 1996).

Em *La philosophie du non* (1940), Bachelard mostra que a *síntese* dessa dialética não se trata de uma fusão superior na oposição entre tese e antítese como na dialética hegeliana. Nela não há contradição entre as noções unidas, porque a tese e a antítese são complementares.

¹¹ Para estender a compreensão acerca dos vários sentidos de dialética no pensamento de Bachelard: Cf. Michel Vadée (1975), em *Bachelard ou le nouvel idéalisme épistémologique*, cap. III, “Les versions bachelardiennes de la dialectique”. Pode-se conferir também Georges Canguilhem (1979), em *Études d’histoire et de philosophie des sciences*. Cap: “Dialectique et philosophie du non chez Gaston Bachelard”.

Trata-se de manter dialetizados e sempre em discussão os resultados adquiridos. Este é o caráter construtivo do movimento do conhecimento.

Conforme Bachelard (1996), a *negação dialética* não se trata de uma vontade de negar ou de contradizer sem provas. “Não nega seja o que for, seja quando for, seja como for. São articulações bem definidas que ela faz nascer o movimento indutivo que caracteriza e que determina uma reorganização do saber sobre uma base alargada” (Bachelard, 1996, p.84). Não se trata de uma recusa, mas de uma conciliação entre formas diferentes de conhecimento. Permite incluir simultaneamente matizes de pensamentos diferentes, segundo Bachelard.

Em suma, a *negação dialética* bachelardiana não se refere à dialética hegeliana. O que ambas possuem em comum é apenas o movimento. A ideia de *negação dialética* na epistemologia de Bachelard não é *a priori* e, por isso mesmo, se distingue das dialéticas filosóficas. Trata-se de uma dialética da ciência contemporânea que traduz o curso do conhecimento. A antítese não se trata de uma negação da tese, uma vez que é possível combinar dentro de uma síntese noções opostas e não contraditórias.

Então, podemos esclarecer que, em Bachelard, a dialética não possui um sentido ontológico e nem trata do aspecto da unidade da totalidade do real. É na verdade uma espécie de jogo do espírito com a experiência, na história dos conceitos científicos, que em Hegel, equivaleria a uma dialética do entendimento (Vázquez, 1998). Em outras palavras, a *negação dialética* não suprime *ipsis litteris* o que se nega e é assim que essa dialética tem a capacidade de incorporar novas determinações, de novos saberes. Dessa maneira, nada se abandona no pensamento desde que se coloque uma alternativa. É a partir de uma atmosfera de pensamento mais ampla que se pode extrair o valor dialético de um determinado conceito (Bachelard, 1996).

A dialética da *filosofia do não* serve para compreender como uma organização racionalista é substituída por espécie de sistematização *surracionalista* bastante precisa. O conceito de *surracionalismo*¹² de Bachelard ajuda a caracterizar a essência do espírito científico contemporâneo como um tipo de imagem caleidoscópica lógica constituída por sistemas racionais justapostos. Sob essa ótica, pode-se dizer que a *filosofia do não* coloca sistemas em relação de complementaridade que não nega os pensamentos simultaneamente. No *surracionalismo* não há incomensurabilidade de saberes, mas justaposição. No terceiro capítulo deste trabalho iremos demonstrar como as *sínteses históricas* de pensamento dão sentido à noção da dialética bachelardiana.

¹² *Surrationalisme*. Cf .G. Bacheard. "Le surrationalisme" (1936). In: *L'engagement rationaliste* (1972).

A dialética bachelardiana explica a inovação de um saber com uma lógica diferente que se rompeu com um conhecimento anterior. As *generalizações dialéticas* do espírito científico contemporâneo envolvem os conhecimentos do período clássico dialetizando suas noções. É desse modo que “[...] a geometria não euclidiana envolve a geometria euclidiana; a mecânica não newtoniana envolve a mecânica newtoniana; a mecânica ondulatória envolve a mecânica relativista” (Bachelard, 1996, p.84), sem que exista transição de um sistema a outro.

2. Os Obstáculos Epistemológicos

Conforme Bachelard, o problema do progresso do conhecimento científico está vinculado a obstáculos. “Quando procuramos as condições psicológicas dos progressos das ciências, chegamos à convicção de que é *em termos de obstáculos que se precisa colocar o problema do conhecimento científico*” (Bachelard, 1993, p. 17). Esses obstáculos surgem no ato de conhecer e podem ser estudados e detectados a partir da análise histórica das ciências. Os obstáculos são responsáveis pela inércia e até estagnação do pensamento, sendo inerentes ao trabalho do cientista. De acordo com Bachelard, existem muitos obstáculos e é preciso superá-los, pois remetem a conhecimentos mal elaborados.

Os *obstáculos epistemológicos* destacados por Bachelard estão caracterizados precisamente em *La formation de l'esprit scientifique* (1938). Trata-se da obra bachelardiana que assinala tais armadilhas e dificuldades que rodeiam a descoberta de conceitos fundamentais. Essa obra “[...] rompe com a segurança tranquila do racionalismo dos resultados, que oblitera a consciência das dificuldades de que esses resultados foram desfechos” (Fichant, 1995, p. 140).

Os obstáculos destacados na obra supracitada são: a *experiência primeira*, o *conhecimento geral*, o *obstáculo verbal*, o *substancialismo*, o *conhecimento unitário e pragmático*, o *obstáculo animista* e o *obstáculo ao conhecimento quantitativo*.

É preciso enfatizar que a *teoria dos obstáculos epistemológicos* não se refere a obstáculos externos, como por exemplo, a complexidade dos fenômenos ou dos sentidos que às vezes enganam, mas se refere às *convicções racionais* do pesquisador. Assim, a ciência contemporânea deve se servir da filosofia científica para poder romper com o imediatismo do senso comum e lutar contra as convicções subjetivas.

Antes de Bachelard, o filósofo P. Duhem, em *La théorie physique: son objet et sa structure* (1906), percebeu que certos aspectos subjetivos do pesquisador podem contribuir para atravancar o progresso do saber científico. Destacou que quando uma experiência nova se opõe a um sistema teórico, abrem-se dois caminhos para o cientista, a saber, manter as hipóteses

fundamentais e buscar a correção e reparos das partes do sistema, ou por abaixo todo sistema e construir um novo sistema sobre novas hipóteses. O que Duhem põe em jogo é que é geralmente o bom senso e não a lógica que toma a tarefa de escolha de um dos caminhos, ambos possíveis para o físico. Entretanto, enfatiza que o bom senso não possui o mesmo rigor que a lógica, sendo mais vago e menos preciso, portanto, passível de confusão. Duhem assevera que:

Mas nada ajuda mais a atravancar o bom senso e a perturbar sua clarividência do que as paixões e os interesses. Por conseguinte, nada retardará mais a decisão que deve, em uma teoria física, determinar uma reforma bem-sucedida do que a vaidade que torna o físico muito indulgente para com o próprio sistema e muito severo para com o sistema dos outros. Somos, assim, conduzidos a esta conclusão, tão claramente formulada por Claude Bernard: a crítica experimental saudável de uma hipótese está subordinada a certas condições morais. Para avaliar com precisão o acordo de uma teoria física com os fatos, não é suficiente ser bom geômetra e experimentador habilidoso, é necessário ainda ser juiz justo e imparcial. (Duhem, 2014, p. 261).

Duhem e Bachelard apresentam perspectivas muito diferentes. Pretendemos somente apontar que o problema dos fatores subjetivos que perturbam o progresso das ciências tem sido um problema importante na filosofia científica e destacado por outros autores. Além disso, a análise bachelardiana a este respeito, acreditamos, é muito mais específica e problematizadora do que a simples colocação de Duhem. Se formos buscar essa questão a fundo na história da filosofia, poderemos perceber algo próximo no pensamento de Francis Bacon (1561-1626), com a *teoria dos ídolos* em sua obra *Novum organum*.¹³

Segundo Bachelard, o primeiro obstáculo a ser superado na formação do espírito científico é a *experiência primeira*¹⁴, que é a experiência feita sem a crítica. Com efeito, a crítica é necessária para o campo científico e, sem ela, não é possível constituir bases seguras na busca da objetividade do conhecimento. A *experiência primeira* se apoia nas sensações empíricas e no *sensualismo*, por isso o espírito científico deve ir contra o dado corriqueiro e natural (Bachelard, 1993).

Assim, a *experiência primeira* do fenômeno possui a capacidade de trazer contentamento à curiosidade humana, pois ela consegue trocar toda forma de conhecimento pela simples admiração, de trocar as ideias por imagens pitorescas.

¹³ Tentamos fazer esta análise no artigo *Francis Bacon e Gaston Bachelard: Um Diálogo sobre os Obstáculos Epistemológicos*. No artigo, fizemos uma tentativa de demonstrar algumas semelhanças no pensamento dos dois filósofos sobre a questão dos entraves ao conhecimento. Porém, não acreditamos ter esgotado análise que pode, portanto, ser mais bem aprofundada. Cf. (Velanes, 2016, p. 45-74).

¹⁴ G. Bachelard também usa os termos para este obstáculo de “intuição primeira”, “experiência imediata” e “primeira observação”. Em *Essai sur la connaissance approchée* (1928), também aparece a expressão “intuição feliz”.

A *experiência primeira* não possibilita uma ordem discursiva dos fenômenos e nem se quer seu desenho exato. Segundo Bachelard, a *primeira observação* traz imagens contraditórias que as fantasias humanas conseguem misturar com muita facilidade. Trata-se de convergências inconscientes¹⁵ e apressadas, nas quais o observador cria possibilidades equivocadas. Destacamos de acordo com Barbosa (1996, p. 96), que “[...] é preciso trabalhar contra experiência adquirida sem crítica, através das observações pessoais, que são lições de um *dado*, claro, limpo, seguro, constante, sempre se oferecendo a um espírito aberto”.

A imagem pitoresca abre espaço para hipóteses não verificadas quando não se realiza uma *psicanálise do conhecimento objetivo*. De acordo com Bachelard (1993), a ciência não pode aceitar imagens, porque estas se relacionam com metáforas e analogias. Toda experiência que utiliza imagem e toda argumentação que se serve de metáforas e analogias podem ser consideradas como falsos centros de interesse. Para Bachelard, é “fácil mostrar que a matematização da experiência é impedida, e não ajudada, por imagens usuais. Essas imagens vagas e grosseiras fornecem um esboço sobre o qual a geometria não tem vez” (Bachelard, 1993, p. 278).

Em *La poétique de la rêverie* (1960), Bachelard enfatiza o antagonismo entre *conceitos* e *imagens*. Os conceitos devem pertencer ao domínio da epistemologia enquanto as imagens ao domínio da poética. Bachelard diz que:

Entre o conceito e a imagem, nenhuma síntese. E nenhuma filiação, sobretudo essa filiação, sempre dita, nunca vivida, pela qual os psicólogos fazem o conceito sair da pluralidade das imagens. Quem se entrega com todo o seu espírito ao conceito, com toda a sua alma à imagem, sabe muito bem que os conceitos e as imagens se desenvolvem sobre duas linhas divergentes da vida espiritual. [...] A imagem só pode ser estudada pela imagem, sonhando-se as imagens tal como elas se acumulam no devaneio. É um contrassenso pretender estudar objetivamente a imaginação, porque só recebemos verdadeiramente a imagem quando a admiramos. Comparando-se uma imagem a outra, arriscamo-nos a perder a participação em sua individualidade. Assim, pois, imagens e conceitos se formam nesses dois polos opostos da atividade física que são a imaginação e a razão. Há entre ambas uma polaridade de exclusão. Nada de comum com os polos do magnetismo. Aqui os polos opostos não se atraem — repelem-se. (Bachelard, 2009b, p. 61-62).

No imediatismo da *experiência primeira* o observador deposita seus valores e desejos inconscientes. Isso quer dizer que a subjetividade interfere também na forma com que o cientista interpreta simbolicamente os fenômenos. “Assim entendido, a dedução dos símbolos

¹⁵ Concordamos com o esclarecimento de Bulcão quando diz que a noção de “inconsciente em Bachelard tem um sentido muito peculiar. Podemos considerar como inconsciente tudo aquilo que no homem não é razão” (Bulcão, 1999, p. 65).

já não ocorre mais em plano lógico ou experimental, mas sim sobre o plano da intimidade totalmente pessoal” (Bachelard, 1993, p. 65). Portanto, a *experiência primeira* como um *obstáculo epistemológico*, sugere que o homem de ciência deve ir contra sua afetividade na interpretação simbólica dos fenômenos, uma vez que os desejos humanos podem condicionar o primeiro conhecimento acerca do fenômeno formando conhecimentos errôneos. A *experiência primeira* sempre é errônea (Bachelard, 1993). Demonstraremos na próxima seção deste capítulo como Bachelard atribui ao erro uma função positiva para o conhecimento objetivo.

O segundo obstáculo destacado por Bachelard é o *conhecimento generalizado*, que se trata de uma ocultação da experiência. Quando se busca generalizações apressadamente ocorre a produção de conhecimentos mal colocados. Alguns exemplos citados por Bachelard são as leis tidas como verdadeiras e cristalizadas. Por exemplo: “todos os corpos caem”; “todos os raios luminosos se propagam em linha reta”; “os seres vivos são mortais”. Essas leis bloqueiam as ideias e se antecipam oferecendo respostas globais (Bachelard, 1993).

Por meio do *conhecimento generalizado* as coisas não são definidas, mas sim as palavras. A lei geral da queda dos *graves* apenas define a palavra *grave* (Bachelard, 1993). Outra questão colocada por Bachelard é que essas leis se refinam no processo histórico. Segundo Bachelard, Newton especificou a lei que diz que “todos os corpos caem” de tal modo que essa mesma lei ficou tão clara e fechada: *no vácuo, todos os corpos caem na mesma velocidade*. Com efeito, afirma o filósofo da ruptura que a necessidade de estudar mais precisamente certos fenômenos pode ser suprimida mediante a aplicação desta lei, porque o pensamento e a curiosidade se satisfazem facilmente com o *conhecimento geral*. Por meio das generalizações a experiência perde o seu estímulo.

Conforme Bachelard (1993), antes de concluir uma experiência, o espírito busca a generalização do conhecimento que foi mal colocado. Neste sentido, é praticamente vazio todo conhecimento que se apresenta de forma generalizada. Podem ocorrer conhecimentos que são derivados de pensamentos de outros pensamentos (como foi citada a teoria de Newton) e visto que alguns pensamentos estão baseados em leis, estes bloqueiam o progresso do conhecimento científico. Portanto, é preciso analisar como essas leis são aplicadas.

O terceiro obstáculo referido por Bachelard é tipo de *conhecimento unitário e pragmático*, pois implica em uma concepção homogênea dos fenômenos que nada possuem de parecidos. Essa homogeneidade leva a diversos problemas de caráter falsos. Por isso, a necessidade de um espírito científico prudente se revela para a objetivação de conhecimentos.

O *conhecimento unitário* é um tipo de generalização ampla do pensamento filosófico que busca explicar os fenômenos sobre uma única ótica. Por exemplo: a tentativa de explicar todos os fenômenos do universo mediante a ação da eletricidade (Bachelard, 1993).

Os problemas tendem a ser resolvidos na perspectiva de uma visão de mundo baseada acerca de uma Natureza homogênea e harmônica. Harmonia que, segundo Bachelard, às vezes se liga a uma eloquência presente nos livros pré-científicos. Mas a eloquência traz analogias que atrapalham as pesquisas e “[...] leva à fuga de ideias; impedem a *curiosidade homogênea* que faz com que a paciência siga uma sequência de fatos bem definidos” (Bachelard, 1993, p. 109).

Na perspectiva supracitada, aparece um *obstáculo epistemológico* que se relaciona com a unidade e a força que se atribui à Natureza, que é o *coeficiente de realidade*. Isto ocorre quando se atribui a tudo que é natural um valor da vida cotidiana interferindo no pensamento científico. Bachelard (1993), afirma que o pragmatismo sempre busca o exagero e a utilidade. Procurava-se a utilidade humana nos fenômenos.

Atribuir uma utilidade aos fenômenos era dar uma razão aos mesmos. Se uma determinada utilidade não fosse encontrada, então o fenômeno era tido como não explicado. O fenômeno podia ser concebido como irracional, uma vez que apenas o útil era o que podia se explicar. Logo, a verdade estava ligada à utilidade (Bachelard, 1993).

O *obstáculo verbal* consiste em hábitos verbais e que se constituem em sólidos empecilhos ao desenvolvimento das ciências. Considerando que o saber científico não avança de forma linear e que há uma descontinuidade entre o conhecimento passado e o presente, nem sempre a linguagem acompanha a mudança conceitual com a mesma velocidade. Cristalizam-se termos que se apresentam como inadequados para exprimir os novos conceitos, ou nela inexistindo termos apropriados.

[...] o *obstáculo verbal*, isto é, a falsa explicação obtida com a ajuda de uma palavra explicativa, por essa estranha inversão que pretende desenvolver o pensamento ao analisar um conceito, em vez de inserir um conceito particular em uma síntese racional. (Bachelard, 1993, p.86).

Hábitos verbais e o uso de imagens de modo abusivo refletem que o pensamento ainda se encontra em estágio primitivo que necessita recorrer às metáforas para conseguir significar e comunicar as observações. O *obstáculo verbal* impede a visão abstrata e anula uma leitura racional dos problemas.

Outro obstáculo assinalado por Bachelard é o *substancialismo*, isto é, a explicação monótona das propriedades pela ideia de substância. O obstáculo substancialista se fundamenta na capacidade que o espírito tem de

[...] unir diretamente à substância qualidades diversas, bem como uma qualidade superficial como uma qualidade profunda, bem como uma qualidade manifesta como uma qualidade oculta. Poderíamos distinguir um substancialismo do oculto, um substancialismo do íntimo, um substancialismo da qualidade evidente. (Bachelard, 1993, p. 121).

Para Bachelard (1993), explicar as coisas por meio das qualidades ameaça a cultura científica, pois o que é oculto sempre é fechado. O espírito pré-científico buscava conhecer os fenômenos pelo seu interior, na medida em que concebia que a substância se tratava do espírito interior dos objetos, da intimidade dos objetos. Atitude típica de uma visão que se tinha da realidade comum, que via na substância virtudes e poderes e assim pretendia interpretar essas qualidades. Toda explicação baseada na ideia de substância, cuja afirmação de valores ocultos pode entravar o progresso da ciência. Porque quando,

[...] o espírito aceita o caráter substancial de um fenômeno particular, ele não tem mais qualquer escrúpulo para se defender contra as metáforas. Ele leva a experiência particular frequentemente exata por uma série de imagens extraídas dos mais diversos fenômenos. (Bachelard, 1993, p. 139).

Bachelard (1993) aponta que o acúmulo de adjetivos para um mesmo substantivo é um sintoma claro do obstáculo substancialista, uma vez que as qualidades possuem uma ligação com a substância de modo que podem ser relacionadas. Isso leva a um conjunto de palavras para designar uma mesma ideia. Por exemplo, o enxofre pode apresentar várias conotações.

Em outras palavras, o *substancialismo* deposita nos objetos qualidades distintas, superficiais, manifestas e ocultas. Trata-se da tendência humana em reunir em um único objeto elementos variados e até mesmo contraditórios. O *substancialismo* é um obstáculo para a comunidade científica na medida em que causa entrave à produção de matérias de pesquisas. Por isso, é preciso superar a necessidade de pensar os fenômenos na perspectiva de uma substância, pois a ideia de substância sempre surge como algo claro, simples e indiscutível e que leva a tipos de experiências muito íntimas e subjetivas (Bachelard, 1993).

O *obstáculo animista* se baseia nas analogias entre os reinos vegetal, mineral e animal, mas também na própria intuição de vida. Para Bachelard, essas analogias nunca apresentam conhecimentos solidificados e nem uma experiência que sirva para estabelecer conhecimentos objetivos.

Bachelard ressalta que não se trata apenas de comparações entre os três reinos da Natureza, mas também na interpretação dos fenômenos sob uma única ótica que ele chama de *plano natural*. O *animismo* é capaz de criar tanta confusão que “qualquer pó branco pode se considerado como farinha” (Bachelard, 1993). Um exemplo citado é a analogia da *doença* que foi muito comum no espírito pré-científico, no qual qualquer fenômeno podia ser interpretado à luz da ideia de doença. Exemplo:

A ferrugem é uma doença à qual o ferro está sujeito... O imã perde sua virtude magnética quando é corroído pela ferrugem. Vemos que mostram uma parte de sua força quando lhe retiramos a superfície atacada por essa doença. (De Bruno, apud, Bachelard, 1993, p. 194).

Segundo Bachelard (1993), o *animismo* consiste em introduzir conceitos relativos à vida em campos que não se relacionam em nada com a biologia. Ao invés de tentar entender os fenômenos biológicos por meio das leis físicas, era comum à mentalidade pré-científica atribuir qualidades biológicas aos fenômenos físicos. As expressões mais comuns do *animismo* tinham como analogia os fenômenos digestivos ou referentes ao campo da sexualidade. Por exemplo, as expressões: “o ácido devora”, “o mercúrio é estéril”, etc.

Bachelard ainda ressalta que a libido tem o poder de se manifestar de maneira profunda. E explica que:

O apetite é mais brutal, mas a libido é mais poderosa. O apetite é imediato; a libido, ao contrário, corresponde os longos pensamentos, os projetos em longo prazo, à paciência. Um amante pode ser paciente como um sábio. O apetite se extingue no estômago saciado. A libido, mal acabou de ser satisfeita, reaparece. (Bachelard, 1993, p. 225).

Embora a libido possa aparecer no campo científico obscuramente, certos tipos de analogias denotam uma forma clara de sua influência. O poder dos desejos é tão intenso que numa explicação de um fenômeno o cientista diz mais sobre ele mesmo do que sobre o próprio fenômeno, isto é, o cientista explica o fato na perspectiva daquilo que ele mesmo deseja (Bachelard, 1993).

Acerca do *obstáculo do conhecimento quantitativo* Bachelard explica que toda grandeza nunca é objetiva e todas as determinações geométricas se relacionam com determinações qualitativas. Estas já são errôneas, uma vez que levam consigo impressões puramente subjetivas. Assim, para Bachelard, o *matematismo*, seja ele *vago* ou *preciso*, também é uma forma de obstáculo ao conhecimento científico. A ação de medir precisamente os objetos traz uma confusão numérica que torna inútil a operação científica.

A busca de mensuração na explicação de um fenômeno leva o cientista a recorrer a aparelhos específicos de medição que se revelam mal adaptados às condições do conhecimento objetivo da ciência, pois o fenômeno nunca oferece uma mensuração exata (Bachelard, 1993). Contudo, Bachelard ressalta que uma *filosofia da aproximação* “[...] prudentemente calcada sobre a prática das determinações *efetivas*, conduzirá a estabelecer níveis fenomenológicos que escapem *absolutamente* às perturbações menores” (Bachelard, 1993, p. 270).

A *ordem de grandeza* é quase sempre imposta nas observações dos fenômenos. Trata-se de parâmetros que se estabelece para medir um determinado fenômeno. Todavia, esses parâmetros sofrem influências do psiquismo. As imagens se relacionam com a matematização das experiências e favorecem a ideia de uma geometria mal elaborada. É preciso vigiar-se para evitar quantificações prematuras, refletindo para medir e não medindo para refletir, segundo Bachelard.

[...] o exame das formas inferiores do psiquismo não deve ser esquecido se pretendemos caracterizar todos os elementos da energia espiritual e preparar uma regulação cognitivo-afetiva indispensável ao progresso do espírito científico. De uma maneira mais precisa, detectar os obstáculos epistemológicos é um passo para fundamentar os rudimentos da psicanálise da razão. (Bachelard, 1993, p. 24).

Pode-se dizer que a noção de *obstáculos epistemológicos* caracteriza modos de pensamentos construídos historicamente que norteiam a pesquisa científica. Esses padrões são objetivados e aceitos como verdadeiros em determinadas épocas e, por isso mesmo, permanecem sedimentados no pensamento como modelos de explicação que se tornam *hábitos racionais*. No caminho da objetividade científica o conhecimento objetivo é sempre uma retificação de um erro subjetivo (Bachelard, 1993).¹⁶ Para analisar os obstáculos que se opõem ao conhecimento objetivo é preciso tomar o homem em seu sentido total com sua pesada carga de tradição e de inconsciência (Bachelard, 1993).

¹⁶ A noção de objetividade científica no pensamento bachelardiano é complexa, pois ela é “substituída” pela noção de objetivação. Esta é alcançada mediante o rigor e aplicação do método que orienta a pesquisa científica. A superação dos obstáculos ao conhecimento objetivo começa no aprendizado da aplicação correta do método. É neste sentido que o método traz a preocupação de como se chegará à produção de conhecimentos objetivos. Por sua vez, o método está unido à teoria e à técnica onde se elabora a construção do objeto científico. Para essa tripla união, Bachelard inaugura o conceito de atividade *fenomenotécnica*. Nesta ação, o objeto científico é construído integralmente começando pela ação racional (modelo teórico-matemático) e encontra sua realização por intermédio da experimentação.

Quando Bachelard fala em *condições psicológicas* que entravam o conhecimento objetivo é o pensamento comum que está posto em jogo como fundamento de todo obstáculo. Em Bachelard, essas *condições psicológicas* não se tratam somente do psiquismo (como parte constitutiva do sujeito) que interfere no ato do conhecimento, mas também dos conhecimentos objetivos que se tornaram habituais, daquelas racionalidades que se tornaram comuns e se fixaram como padrões de pensamento na formação do cientista.

O conhecimento comum está impregnado de valores subjetivos, inconscientes e sensíveis. É um tipo de pensamento onde subjazem ideias que advém da própria vida comum com suas influências histórico-culturais. O senso comum não exige crítica. Por este ângulo, ele é inconsciente de si. Por isso, torna-se um verdadeiro obstáculo ao conhecimento objetivo.¹⁷

O conhecimento comum é inconsciência de si. Mas essa inconsciência pode atingir também pensamentos científicos. É preciso então reavivar a crítica e pôr o conhecimento em contato com as condições que lhe deram origem. (Bachelard, 1993, p. 51).

A noção de *obstáculos epistemológicos* é apresentada por Bachelard como uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos que causam inércia ao conhecimento científico. Na evolução do saber científico é preciso compreender que na ciência existem mudanças, “bruscas rupturas”, que contrariam o pensamento passado. Por isso, é preciso estar atento aos conhecimentos adquiridos pela atividade científica que se tornaram habituais.

O conhecimento adquirido pelo esforço científico pode declinar. A pergunta abstrata e franca se desgasta: a resposta concreta fica. A partir daí, a atividade espiritual se inverte e se bloqueia. Um obstáculo epistemológico se incrusta sobre o conhecimento não questionado. Os hábitos intelectuais que foram úteis e sadios podem, com o tempo, entrar a pesquisa. (Bachelard, 1993, p. 17).

Nas ciências, é indispensável romper com os *hábitos racionais* de pensamentos que se tornaram desatualizados, na medida em que produzem conhecimentos mal elaborados. Estes conhecimentos, ao se tornarem habituais, configuram-se como pontos de partida para as investigações científicas. Um pensamento possui a tendência de se valorizar e por isso passa a ser mais frequentemente utilizado, mas isso pode ser um fator de inércia ao processo de conhecimento científico quando um pensamento dominante passa a orientar toda a atividade

¹⁷ A ruptura com o conhecimento comum pode ser considerada uma das principais teses da epistemologia bachelardiana que se encontra diretamente explicitada no capítulo VI de *Le rationalisme appliqué* (1949) e na conclusão de *Le matérialisme rationnel* (1953). Abordaremos esta tese bachelardiana no segundo capítulo deste livro.

científica. Conforme Bachelard, não pode haver nas ciências uma tendência de conservação, uma vez que tal atitude pode cessar o desenvolvimento do pensamento.

Um dos problemas apontados por Bachelard é que o conhecimento possui um movimento que exige a atualização dos conceitos, teorias e métodos. Isso quer dizer que a marcha do conhecimento científico não pode se fixar em padrões de explicação. As bases de pensamento mudam mediante as revoluções que ocorrem no interior das ciências. A epistemologia de bachelardiana enfatiza que não há nada de definitivo no pensamento científico, porque ele se encontra em constantes reformas.

Acerca das considerações supracitadas, afirma Bachelard que cada época tem seus problemas, métodos e formas de trabalho que se acumulam historicamente. Por isso, existe na cultura científica uma forte pluralidade de conceitos sobre os mais variados fenômenos.

Para o autor, uma *ruptura epistemológica* leva a uma mudança de bases que exige a reformulação dos meios de pesquisa. Pensar os problemas científicos atuais pela perspectiva do passado é obstaculizar o pensamento, uma vez que deste modo se busca interpretar as novidades científicas, por vezes sem correlação histórica, por meio de conhecimentos que perderam fecundidade explicativa. É assim que podemos afirmar de acordo com Castelhão-Lawles (2012, p. 25) que “os livros, as teorias, as experiências, os professores, e até a dinâmica entre os alunos e os professores podem contribuir para a regressão do conhecimento objectivo”.

Bachelard ao analisar os *obstáculos epistemológicos* em *La formation de l'esprit scientifique* (1938), destaca que existe um mundo de pensamentos no qual os conhecimentos permanecem em uma existência oculta. É dessa forma que é possível falar em uma espécie de *inconsciente do espírito científico*, em que conhecimentos objetivados historicamente se tornam sedimentados no espírito científico e podem se manter como meios de instrução na pesquisa científica. Aponta Bachelard que estes conhecimentos por vezes se apresentam como infecundos na abordagem das novas experiências e exigem a criação de novos meios de abordagem. Interessantemente, K. Popper em *Conhecimento objetivo: uma abordagem evolucionista*, destaca a existência de um universo que é constituído de conhecimentos objetivos que ele chama de Mundo 3. Trata-se de um mundo criado pela atividade humana, mas que, uma vez existente, torna-se autônomo. Neste mundo destacado por Popper, permanecem teorias, argumentos críticos, proposições, e problemas, tal como os conteúdos de livros e periódicos. O Mundo 3 ou “mundo do conhecimento objetivo”, se relaciona com o nosso mundo subjetivo e se retroalimenta pelo processo do debate crítico, que cria novos conhecimentos por meio do método de eliminação de erros, mediante a refutação de teorias. Dentro desse processo, o “mundo do conhecimento objetivo” tende ao crescimento e alargamento, uma vez que para o

autor não há conhecimento acabado e absoluto, mas somente conjectural. Parece que, seguindo a ideia de Castelhão-Lawles, a visão de Popper acerca do Mundo 3 pode esclarecer a noção *inconsciente do espírito científico* bachelardiana. Noção que não é diretamente explicitada pelo autor dentro de suas obras epistemológicas.¹⁸ Contudo, De modo geral, interpretamos tal expressão como o conjunto de conhecimentos construídos historicamente e objetivados que se sedimentam no pensamento e podem permanecer operantes, tacitamente ou não, mesmos quando ultrapassados.

A busca da verdade objetiva se dá quando o homem passa a conhecer todos os obstáculos e fatores que entravam o conhecimento científico. Destarte, é necessário conhecer esses obstáculos se a proposta é a construção de conhecimentos objetivos sobre a realidade. Como ressalta Barbosa (1996), a objetividade científica é uma conquista que começa na formação do homem racionalista, que passa a conhecer os obstáculos que impedem o progresso do conhecimento em vista de superá-los por meio da correta aplicação do método.

3. O Erro como “Motor do Conhecimento”

A epistemologia bachelardiana apresenta uma concepção acerca do erro contra toda uma tradição de pensamento que praticamente sempre trabalhou com a oposição erro-verdade. Bachelard nos traz outro olhar acerca da noção de erro, colocando-o como propulsor do conhecimento. Para Bachelard, a capacidade de errar já não pode ser considerada como um mal - *erreur, tu n'es pas un mal*. Uma de suas propostas é buscar os elementos gerais que possa constituir uma doutrina do conhecimento objetivo.

Como apontamos na seção anterior, um dos pontos de vista colocado pela epistemologia bachelardiana é o de olhar as *condições psicológicas* que entravam o conhecimento científico e suas consequências em relação ao progresso das ciências. É com relação aos *obstáculos epistemológicos* que aparece a questão do erro, pois, no caminho do conhecimento, o saber objetivo se deriva de um erro retificado. Pode-se dizer que uma retificação discursiva é a indicação de uma superação de um determinado obstáculo.

Em *La formation de l'esprit scientifique* (1938), Bachelard enfatiza que o erro não deve ser visto como um mal em si, mas se deve incorporar à noção do erro uma *positividade*, uma *normalidade* e uma *utilidade* no âmbito do conhecimento. Segundo Bachelard, a questão do

¹⁸ Cf. T. Castelhão-Lawless, (2012, p.25-26); K. Popper, (1972, p. 151-157).

erro não tem sido tratada como algo importante no espírito científico e as discussões relativas a este conceito só apareceram tardiamente mediante a pesquisa experimental.

A noção de erro na epistemologia bachelardiana não é tomada no sentido puramente negativo. Em *Essai sur la connaissance approchée* (1928), Bachelard nos diz que o *fracasso* exige sempre um novo esforço, uma vez que mostra as limitações teóricas frente a um fato novo. O *fracasso* é a possibilidade para que o indivíduo reconheça suas limitações (Barbosa, 1996). O *fracasso* pode ser um mero acidente e ao mesmo tempo apresenta a possibilidade de retificar uma ideia.

O erro é apresentado pelo pensamento bachelardiano como um elemento necessário para o campo científico que faz mover o conhecimento retificando conceitos. Por meio do erro, os *obstáculos epistemológicos*, que causam conhecimentos mal elaborados podem ser superados. Um conhecimento objetivo se trata de um produto inacabado de erros retificados.

Em *Essai sur la connaissance approchée* (1928),¹⁹ Bachelard afirma que o problema do erro surge como mais importante que a questão da verdade. Isso quer dizer que na epistemologia bachelardiana, a preocupação científica contemporânea deixa de ser com as verdades absolutas reveladas na pesquisa sobre a Natureza e tomadas para sempre como inabaláveis. A verdade já não pode ser conquistada de modo definitivo, uma vez que ela é o produto de uma retificação de um pensamento anterior. Assim sendo, a verdade faz parte do processo de *objetivação* do conhecimento, que é sempre dinâmico.

Em vez de verdade, de objectividade, de conhecimento absoluto, etc., os termos nos quais a nova filosofia das ciências de Bachelard é escrita incluem a fenomenotécnica, o conhecimento aproximado, a socialização da verdade, a dialéctica entre a razão e a experimentação, a incerteza, a probabilidade, e a abertura as possibilidades explicativas fornecida pela razão em “estado de mutação” constante. (Castelão-Lawless, 2012, p. 26).

O trabalho de Bachelard atribui à consciência do erro uma condição importante para o progresso do saber. A consciência do erro se dá na atitude discursiva da prática científica e ela cria a possibilidade para que o sujeito retifique seus equívocos racionais, suas convicções. Ao tratar os *obstáculos epistemológicos* como convicções racionais do sujeito, que são uma das causas de conhecimentos mal elaborados que entravam o progresso do saber científico, Bachelard (1993) considera que a busca de conhecimentos objetivos se trata de retificações de erros subjetivos, uma vez que os conhecimentos instituídos na história do saber são subjetivados pelo pesquisador.

¹⁹ Livro IV, cap. XIV: “Objectivité et Rectification. Rôle du Détail dans L’objectif”.

Um exemplo citado por Bachelard que pode ilustrar sua noção de erro positivo se refere ao experimento de A. Michelson (1852-1931). Bachelard acredita que este fato histórico revela o aspecto positivo e útil do erro, porque seria a “experiência fracassada” de Michelson que fez nascer a teoria da relatividade de A. Einstein.²⁰

A experiência daquele físico buscou a medição da velocidade do movimento da Terra em relação ao *éter*, na qual apresentou resultados negativos. Um instrumento de medida foi criado (interferômetro) para detectar essa velocidade. A hipótese era de que se o *éter* se encontraria em repouso, então a Terra se movimentaria deixando o *vento de éter*. Entretanto, o resultado foi negativado pelo experimento e não se conseguiu perceber o movimento terrestre em relação ao *éter*. Esse resultado foi considerado como uma grande evidência que falseia a teoria do *éter*, mas surge nesse contexto um novo campo de pesquisa que possibilitou a descoberta da *teoria da relatividade restrita*.

O físico Werner Heisenberg em sua obra *Physics and philosophy: the revolution in modern science* (1958), descreve as condições desse experimento:

A terra se move ao redor do sol com uma velocidade calculada a cerca de 30 quilômetros por segundo. Se o éter estiver em repouso em relação ao sol e não se mover com a Terra, então este movimento rápido do éter em relação à Terra teria que ser revelado em uma mudança na velocidade da luz. Essa velocidade seria diferente dependendo se a luz se propaga numa direção paralela ou perpendicular à direção do movimento do éter. Mesmo se o éter se mover parcialmente com a Terra, teria que haver algum efeito devido ao que podemos chamar o vento do éter, e depois desse efeito, provavelmente dependeria da altitude acima do nível do mar na qual se realizara o experimento. Um cálculo do efeito esperado mostrou que seria muito pequeno, uma vez que é proporcionalmente ao quadrado da relação entre a velocidade da Terra e a da luz, e que, portanto, seria necessário realizar experimentos muito mais delicados na interferência de dois raios de luz em movimento paralelo ou perpendicular ao movimento da Terra. O primeiro experimento dessa natureza, realizado por Michelson em 1881, não resultou suficientemente exato. Mas as posteriores repetições do experimento tampouco acusaram os mais mínimos sinais do

²⁰ Atualmente ainda se discute na Física se foi realmente o experimento de Michelson-Morley que deu origem à Teoria da Relatividade Restrita com Einstein. Bachelard acreditava nessa perspectiva, além de mostrar que a experiência fracassada de Michelson agiu como motor do conhecimento permitindo a abertura de uma nova teoria e, por conseguinte, avançando o saber da ciência Física. Entretanto, parece que no contexto histórico do século XX, a ideia de que a Relatividade surgiu do erro do experimento de Michelson e Morley se tratava de uma crença geral entre físicos e filósofos das ciências. Achamos interessante citar o próprio Einstein, já que esta discussão não é o objetivo deste trabalho. Einstein diz que: “[...] Michelson e Morley introduziram uma experiência de interferência na qual a diferença deveria ser claramente evidenciada. Mas a experiência deu um resultado negativo, deixando os físicos em situação de grande embaraço. Lorentz e Fitzgerald tiraram a teoria deste embaraço, admitindo que o movimento do corpo em relação ao éter provocaria uma contração do mesmo na direção do movimento, o que ocasionaria exatamente o desaparecimento da citada diferença de tempo. Uma comparação com as reflexões do item 12 [o livro é dividido em itens] mostra que esta era a saída correta também do ponto de vista da Teoria da Relatividade é incomparavelmente mais satisfatória. De acordo com ela, não existe nenhum sistema de coordenadas privilegiando que crie as condições para a introdução da ideia de éter, e, portanto, também não existe nenhum vento de éter, e nenhum experimento para evidenciá-lo” (Einstein, 1999, p.48).

efeito esperado. Acima de tudo, os experimentos de Morley e Miller, em 1904, poderiam ser considerados como uma prova definitiva de que um efeito da esperada ordem de magnitude não existe. (Heisenberg, 2007, p. 100-111).

A negatividade da experiência de Michelson foi uma situação que permitiu uma construção positiva. Bachelard tenta demonstrar que pensar o *fracasso* do experimento de Michelson na perspectiva de um erro positivo não significa por um argumento a favor do irracionalismo e nem uma prova acerca dos embaraços do racionalismo, uma vez que aquela experiência se tratou de um problema inteligente, e em toda experiência bem elaborada, tudo é positivo (Bachelard, 1972b).

A partir dessas considerações, pode-se dizer que a experiência malograda de Michelson foi o ponto de partida para revolucionar a mecânica no século XX.

Foi depois dessa dúvida explícita que ocorreu a reversão do dogmatismo mecânico para a Relatividade. Usando o estilo kantiano, podemos dizer que a experiência de Michelson tirou a mecânica clássica de seu sono dogmático. Com efeito, a negatividade da experiência de Michelson não enganou Einstein. Para ele, o fracasso experimental de uma técnica tão cientificamente elaborada mostrou a necessidade de uma nova informação teórica. (Bachelard, 1972b, p. 132).

O que Bachelard condena em *La formation de l'esprit scientifique* (1938) sobre a experiência de Michelson é a persistência nas *convicções racionais*. Com efeito, Michelson continuou a repetir sua experiência malograda ao acreditar que o erro estava nos procedimentos técnicos elaborados. Ele não entendeu que seu fracasso material decorria de um fracasso intelectual (Bachelard, 1992). Michelson,

[...] repetiu tantas vezes a experiência que a seu ver, devia mostrar a imobilidade do éter. Mas, enfim, quando o fracasso de Michelson tornou-se inegável, a ciência teve de modificar seus princípios fundamentais. Assim, nasceu a ciência relativista. (Bachelard, 1993, p. 52).

Em suma, o pensamento epistemológico de Bachelard toma o exemplo do experimento de Michelson como uma prova de que o erro é o motor do conhecimento, na medida em que faz nascer a física einsteiniana.

Poderíamos acrescentar que o mesmo equivale para o nascimento da mecânica quântica. Sabe-se que a mecânica dos quanta surge a partir de um problema que os físicos do século XIX tentavam responder, a saber, o problema da radiação do corpo negro. As tentativas para solucionar este problema partiam da teoria ondulatória tradicional, na qual se interpretava a radiação como ondas, isto é, de modo contínuo, mas fracassava para explicar a radiação emitida por um corpo que ultrapassasse o espectro ultravioleta. Problema este que ficou conhecido

como “catástrofe ultravioleta”. A solução para o problema da radiação do corpo negro veio em 1900 com o físico Max Planck ao propor que a radiação era emitida por meio do *quantum* (pacotes de energia). A proposta de Planck levou a considerar que a radiação era emitida em um fluxo não contínuo, isto é, em formas discretas. Com efeito, o problema da radiação do corpo negro passou a ser explicado por uma teoria corpuscular. É possível dizer que os erros causados na busca da explicação da radiação do corpo negro se davam pelo lado teórico, isto é, pela teoria ondulatória tradicional, que se apresentou, então, como um erro histórico a ser retificado e superado.

É possível inferir que foi mediante os fracassos das explicações a partir da visão tradicional sobre a radiação que surge um *ato epistemológico* por meio das investigações de Planck. Seguindo a epistemologia bachelardiana, pode-se dizer que a problemática causada pela série de fracassos intelectuais para explicar o problema da radiação do corpo negro deu origem à teoria quântica, assim como, para Bachelard, os fracassos de Michelson deu origem à teoria da relatividade.

De acordo com Barbosa (1996), a filosofia bachelardiana não pretende uma busca da verdade, mas assumir a relevância do erro e saber como evitá-lo, porque o sujeito tende quase sempre ao engano. O erro se torna o propulsor do conhecimento na medida em que leva o conhecimento às retificações. Dessa maneira, o erro pode ser considerado como integrante do movimento do conhecimento científico, uma vez que, por meio do fracasso, exigem-se investigações mais precisas. Assim, a segurança imediata que vários conhecimentos podem oferecer precisa ser contrariada pela necessidade de uma certeza mais clara, que surge de novas observações e põe a reflexão em trabalho na busca de novos entendimentos.

O erro é uma fase da dialética que precisa ser transposta. Ele suscita uma investigação mais precisa, ele é o elemento motor do conhecimento. Só quando a segurança imediata é rompida pela contradição ou pela necessidade de uma certeza mais precisa, produzida por novas observações, é que a reflexão começa seu trabalho de despertar novas concepções de totalidade, isto é, uma verdadeira integração ao espírito. (Bachelard, 1986, p. 251).

Assim, a objetividade científica se encontra constantemente em perigo, visto que tem a necessidade de ser sempre reconquistada e acompanhada por novas objetivações. Na medida em que tem necessidade de ser reconquistada, com efeito, ela precisa ser perdida em um

processo inacabado de construção e desconstrução. A objetividade científica de um conceito se deve às insurgências de erros retificados. Diz Bachelard (1986), que um conceito tem sua importância na linha da objetividade quando as causas dos erros forem postas como ilusões imediatas. Portanto, é importante errar para se chegar às conclusões. Para Bachelard, só existem erros primeiros e não verdades primeiras.

Toda objetivação procede de uma eliminação dos erros subjetivos e, psicologicamente, equivale a uma consciência dessa eliminação. Não é tanto uma questão de fato, mas uma questão de direito. Uma verdade só tem seu sentido depois de uma polêmica. Não pode haver nenhuma verdade *primeira*. Apenas existem erros *primeiros*. Portanto, é vantagem para o sujeito a sua experiência essencialmente malograda. A primeira e mais essencial função da atividade do sujeito é se enganar. Quanto mais complexo for seu erro, mais rica será sua experiência. A experiência é precisamente a lembrança dos erros retificados. (Bachelard, 1970a, p. 72).

As retificações estão intrinsecamente relacionadas com o erro. Assim, o desenvolvimento do conhecimento científico ocorre elementarmente por intermédio dessa relação. Conforme Bachelard, uma retificação não se trata de um retorno a uma experiência mal feita e possível de se fazer correções mediante um olhar mais atento e competente. As retificações são princípios fundamentais que lidera o conhecimento e o desafia incessantemente a novos triunfos (Bachelard, 1986).

As retificações vão em direção aos conceitos sedimentados no pensamento como verdades inquestionáveis, uma vez que essas noções se apresentam como infecundas em relação às novas experiências. Alguns conceitos que perderam fecundidade primeira podem se configurar como *obstáculos epistemológicos* causando erros de pensamento, uma vez que certas noções já não conseguem ter a força de explicação para determinadas experiências que outrora as sustentavam. Segundo Bachelard (1986), as retificações são sempre contínuas e fazem parte do dinamismo do conhecimento. As retificações consistem em fazer substituir as primeiras interpretações por novas interpretações mais objetivas.

É por meio das retificações que se analisa detalhadamente a dinâmica do conhecimento em busca da objetividade que está sempre em aproximação do real. “A aproximação é objetivação inacabada, mas é a objetivação prudente, fecunda, verdadeiramente racional, pois é ao mesmo tempo consciente de sua insuficiência e de seu progresso” (Bachelard, 1986, p. 300). Isso quer dizer que para Bachelard o real não se apresenta com todas as suas características. A verdadeira realidade do conhecimento científico são as retificações que dão objetividade aos novos conceitos, que fazem emergir novas noções.

Bachelard explica que na busca da objetividade científica existem fatores subjetivos que se apresentam no ato do conhecimento como *convicções racionais* e que resistem às

retificações. Entretanto, o erro apresenta a possibilidade de reconhecer os estímulos subjetivos. É a existência do fracasso experimental que pode fazer cessar certas resistências internas. Sem os erros o sujeito não conseguiria superar suas próprias *convicções racionais*. O cientista que estivesse tão convicto de suas impressões, que acreditasse que nunca poderia se enganar, estaria para sempre enganado (Bachelard, 1993).

É então que se apresenta uma visão da positividade, da normalidade e da utilidade do erro, que pode ser encarada como uma doutrina dos erros normais e ajudará a distinguir erros comuns de meras afirmações gratuitas (Bachelard, 1993). Ou seja, não se trata de erros decorridos da falta de atenção de um cientista distraído ou desinformado, mas de erros que possuem sua origem em reflexões inteligentes. O erro faz o conhecimento científico progredir. As retificações dos erros reforçam a ideia de *rupturas epistemológicas* no movimento do conhecimento.

Bachelard apresenta outro ponto que se pode dizer inovador na filosofia da ciência, que é a necessidade de “psicanalisar o conhecimento objetivo”. A questão da *psicanálise do conhecimento científico* não está dissociada da discussão sobre as retificações dos erros. Segundo Bachelard, embora os fracassos experimentais e teóricos sejam evidentes no meio científico, ainda seria preciso de uma “psicanálise das convicções racionais”, uma vez que as convicções do sujeito são constituídas por meio de sua formação científica e se tornam *hábitos racionais* de pensamento subjetivo constituindo entraves ao conhecimento objetivo.

O sentido da *psicanálise do conhecimento*, na epistemologia de Bachelard, é algo complexo. Interpretamos no sentido de que o conhecimento ao ser “psicanalisado” é posto em análise discursiva pela comunidade de cientistas, ou melhor, é submetido ao crivo da crítica coletiva. Isso se deve ao fato de que na *cidade científica* o conhecimento se torna socializado. Conforme Bachelard, é preciso ter certeza de que os estímulos subjetivos não sejam as bases da objetivação do conhecimento e, para isso, torna-se necessário o controle social, intersubjetivo.

[...] para ter certeza de que o controle objetivo é uma *reforma* em vez de um eco, é preciso chegar ao controle social. De então, mesmo que nos acusem de círculo vicioso, propomos fundamentar a objetividade no comportamento do outro, ou ainda, para logo revelar o aspecto paradoxal de nosso pensamento, pretendemos escolher o olho do outro — sempre o olho do outro — para ver a forma — a forma felizmente abstrata — do fenômeno objetivo: Dize-me o que vês e eu te direi o que é. Só esse circuito, na

aparência insensata, pode nos dar alguma garantia de que fizemos completa abstração de nossas visões primeiras. (Bachelard, 1993, p. 295).

Bachelard (1993), diz que é preciso que se tenha razão contra alguém, não sendo suficiente que se tenha razão contra a si próprio, pois o homem tende a se enganar em suas próprias convicções, uma vez que estas estão ligadas aos seus próprios interesses. As *convicções racionais* devem passar ao controle social, ao exercício social. É dessa forma que uma *psicanálise do conhecimento objetivo* se mostra exequível. Diz Bachelard (1993), que não se pode efetuar solitariamente esse tipo de *catarse* que possui tanta dificuldade de ser empreendida como psicanalisar a si mesmo. Segundo Bachelard, a *psicanálise do conhecimento objetivo* consegue por o espírito na linha de abstrações cada vez mais apuradas e é capaz de suprimir erros cada vez mais sedutores.

O termo “psicanálise” utilizado por Bachelard não se refere ao sentido propriamente freudiano, mas apenas numa inspiração do método psicanalítico elaborado por S. Freud na análise do conhecimento. A ideia bachelardiana é tornar o sujeito livre dos seus instintos naturais e inibir os impulsos subjetivos trazendo uma liberdade racional do cientista, colocando-o em direção ao caminho puro da ciência e do espírito (Carvalho, 2010).

Acerca da noção de psicanálise utilizada por Bachelard se deve também a uma referência à psicanálise freudiana, haja vista que Freud não pensou a psicanálise apenas como tratamento clínico, mas também como método de investigação. Por isso, na epistemologia bachelardiana conhecer as resistências internas e superá-las durante o processo de conhecimento é ponto fundamental para a conquista da objetividade científica. A expressão *psicanálise do conhecimento objetivo* em Bachelard é *sui generis*, situa-se num momento histórico (décadas 30 e 40) onde a psicanálise de Freud era ainda pouco difundida.

A psicanálise clássica se preocupava com as reações psicológicas individuais determinadas pela vida em sociedade e por isso não se voltou para o conhecimento objetivo. Bachelard pretende, com a psicanálise, eliminar as projeções inconscientes que interferem no conhecimento científico. A psicanálise será o método adequado ao “novo espírito científico”, que evolui através de retificações e da vitória sobre os valores inconscientes. (Bulcão, 2009, p. 84-85).

Em *L'engagement rationaliste*²¹, Bachelard evidencia como os padrões racionalistas se tornam valores psicológicos e empíricos exigindo a *psicanálise do conhecimento*. Ele diz que:

²¹ Obra organizada por George Canguilhem em 1972 com três partes e constituída por doze escritos e conferências de Gaston Bachelard. A parte que aqui nos referimos é a conferência intitulada de “Le nouvel esprit scientifique et la création des valeurs rationnelles”.

Cessando de ser ativo e consciente da criação de seus valores, o racionalismo se recusa a se tornar uma espécie de empirismo psicológico, um corpo de hábitos. É, portanto necessário que o homem de ciência reaja contra o passado de sua própria cultura. Uma espécie de psicanálise, de uma auto psicanálise, deve ser praticada para prevenir o espírito de ser impedido por suas próprias ideias claras. Uma ideia clara sobre um domínio de pesquisas pode deixar de ser esclarecedora em outro domínio. (Bachelard, 1972, p. 102).

Na mesma obra, na conferência intitulada *L'actualité de l'histoire des sciences*, em 1951, Bachelard ainda assinala o embaraço causado pela novidade do termo por ele usado – psicanálise – como elemento constitutivo da doutrina do conhecimento, explicando que:

A palavra “psicanálise” tem chocado a certos críticos. No entanto, me parece muito natural se consideramos também que entre as dificuldades especificamente científicas da aquisição do saber científico, existem dificuldades mais gerais, mais íntimas, mais profundamente inscritas na alma humana. A psicologia não tem muitas doutrinas que esclareçam esse fundo obscuro que impede o trabalho da ciência. (Bachelard, 1972, p. 163).

Podemos concluir que a primeira atitude de um cientista para alcançar a objetividade do conhecimento é se conscientizar de suas próprias convicções que podem entrar e condicionar a pesquisa científica. O conhecimento pode ser condicionado não só pelo que compõe o psiquismo humano, “[...] mas também é preciso considerar os fatores histórico-sociais que nele interferem, pois o conhecimento sofre interferências dos fatores psíquicos e culturais” (Barbosa, 1996, p. 91).

É importante enfatizar o papel da formação científica do sujeito. Se um conhecimento objetivo é sempre a retificação de um erro subjetivo, isso quer dizer que Bachelard parece atribuir à formação científica os aspectos que levam o sujeito ao erro. Com efeito, a formação científica do sujeito não pode ser dissociada de sua formação cultural, uma vez que a cultura condiciona o conhecimento. Na cultura, pensamentos objetivos permanecem com funções pedagógicas, segundo Bachelard. É dessa maneira que o sujeito constrói uma visão de mundo que está atrelada à sua subjetividade. Estilos de pensamentos objetivos orientam pensamentos subjetivos. Podemos dizer que o euclidismo, o cartesianismo, o kantismo, o aristotelismo e o newtonianismo são exemplos de pensamentos objetivos que formam visões de mundo subjetivas na instrução científica do sujeito.

Bachelard aponta que é pela aceitação e pelo uso habitual desses pensamentos que se institui uma persistência subjetiva como *convicções racionais* do sujeito. É assim que, na prática científica, podem surgir conhecimentos mal elaborados, isto é, quando o cientista aplica no ato do conhecimento sua visão de mundo, fundada em saberes sedimentados, sobre problemas de natureza científica que exigem atualizações das ideias.

A noção de *psicanálise do conhecimento objetivo* na epistemologia bachelardiana está ligada com a noção de *cidade científica*, que se mostra como uma espécie de atitude de expressão coletiva e discursiva entre cientistas. O conceito de “comunidade científica” é importante para se compreender o novo racionalismo que se instituiu no pensamento científico contemporâneo como uma espécie de filosofia do trabalho. Com a finalidade de não desviarmos do tema aqui em questão, explicaremos melhor a noção de *cidade científica* no final do próximo capítulo, no qual iremos expor, a nosso ver, as principais características do *novo espírito científico* segundo o pensamento bachelardiano.

A partir das considerações acima, podemos afirmar que é por meio do ato de expor as próprias convicções, que se abre a possibilidade para que o cientista tome consciência de suas ideias primeiras. É dessa forma que se possibilitam as retificações. O ato de explicitar socialmente o conhecimento gera uma espécie de *catarse intelectual*.

Podemos inferir também que a noção de *psicanálise do conhecimento objetivo* se trata de uma atitude crítica feita socialmente e intersubjetivamente na comunidade científica. Tornamo-nos atentos para as falhas dos outros enquanto os outros se tornam atentos para as nossas falhas, uma vez que o homem, pelo fato mesmo de possuir conhecimentos, que por vezes não estão em domínio de sua razão, tende a não enxergar seus próprios equívocos.

É interessante uma das ideias no pensamento de Karl Popper, que apresenta a ideia do *método intersubjetivo*. Se não colocamos nossos pensamentos no crivo da crítica ou em discursividade, outros poderão fazer tal tarefa. O papel da comunidade científica é importante porque estabelece o processo intersubjetivo de julgamento. Os obstáculos e as resistências internas do sujeito pesquisador podem ser superados mediante o processo intersubjetivo da análise crítica e discussão (Popper, 2010). É por esta via que a comunidade científica pode garantir a objetividade ao conhecimento. Peluso, (1995), comentando sobre as ideias de Popper diz:

[...] nenhum método científico consegue invalidar o caráter subjetivo dos enunciados da ciência; toda proposição científica traz consigo as deformações nela colocadas pelos cientistas. Somente a atitude crítica da comunidade científica é capaz de depurar os enunciados. É nisso que consiste a objetividade científica. (p. 47).

Parece que a visão de Popper acerca de seu *método intersubjetivo* possui semelhanças com a nossa interpretação sobre o sentido de *psicanálise do conhecimento objetivo* em Bachelard. Esta seria uma relação conceitual entre os dois autores que ainda estaria por se fazer. A nosso ver, embora sejam possíveis correlações, as considerações de Popper acerca do *método intersubjetivo* são mais claras e mais diretas em relação à *psicanálise do conhecimento objetivo*

de Bachelard, e parecem explicar melhor o papel da comunidade científica em sua função de depuração do conhecimento acerca dos fatores subjetivos.

Pela perspectiva bachelardiana, em uma comunidade de cientistas ocorre uma dinâmica que se dá pelos relatos. O que se encontra em uma comunidade de cientistas é a originalidade dos erros relatados que podem possuir papel criador de conhecimentos objetivos e que depura o conhecimento dos imediatismos e das ideias primeiras.

Conforme Bachelard, sem uma renúncia explícita das ideias primeiras, uma pesquisa que visa à objetividade perde força e seu sentido de descoberta. A objetividade é algo vivido e revivido. No processo de objetivação do conhecimento se exige constantemente um processo de dessubjetivação (Bachelard, 1993). O processo de dessubjetivação é a essência mesma da reforma do conhecimento que desconstrói ideias mal formuladas e retificam ideias ultrapassadas. “De fato, conhecemos contra um conhecimento anterior, destruindo os conhecimentos mal estabelecidos, superando o que no próprio espírito, era obstáculo à espiritualização” (Bachelard, 1993, p.17). Para o filósofo da ruptura, toda ideia nova surge como um despertar intelectual. Uma ideia nova é sempre polêmica, na medida em que surge de uma retificação do que era uma certeza estabelecida.

Para Bachelard o esforço de objetivação deve ser uma constante no conhecimento, pois não importa o grau de evolução do homem; a primitividade, a subjetividade e o inconsciente humanos estarão sempre ameaçando a objetividade da ciência. A psicanálise deve aplicar-se em cada nível do conhecimento e em todos os momentos de sua evolução, pois como diz Bachelard, "os valores inconscientes são imutáveis" e "os fatores adquiridos não são hereditários". A psicanálise deve ser recomeçada a cada nova abordagem do real, embora jamais possa ser completa e definitiva. (Bulcão, 2009, p. 70).

O erro, portanto, é que conduz o sujeito ao conhecimento, enquanto toda certeza deve ser tomada sob a suspeita de um *obstáculo epistemológico*. Em outras palavras, o erro é entendido como necessário para o conhecimento e é justamente o conceito de *obstáculo epistemológico* que funda positivamente a obrigação de errar (Barbosa, 1996).

É possível dizer que as *rupturas epistemológicas* possuem como fundamento o processo de retificações dos erros, na medida em que as retificações instituem mudanças no pensamento. A *psicanálise do conhecimento objetivo* se apresenta nas ciências contemporâneas como um fator que deve contribuir para o progresso do saber científico, uma vez que possibilita, mediante o reconhecimento das certezas mais sedimentadas na subjetividade humana, “dessubjetivar” o conhecimento e superar os obstáculos que induzem ao erro. Psicanalisar o conhecimento é depurar as ideias de fatores subjetivos para alcançar conhecimentos objetivos.

Capítulo II - A Ruptura entre Conhecimento Comum e Conhecimento Científico

“Em minha vida nos estudos oscilantes, quando releio os velhos livros – de que gosto, não sei por que, um pouco ainda – tenho a impressão de um mundo de fatos e de um mundo de pensamentos que não existem mais. Vivemos em outro universo. Pensamos em outro pensamento”.

Gaston Bachelard. In: *Le rationalisme appliqué* (1949)

No trabalho de Bachelard, o “primeiro momento de ruptura” corresponde a uma descontinuidade entre conhecimento comum e conhecimento científico, que é analisado por meio de uma história epistemológica das ciências Física e da Química.

Esse momento de ruptura caracteriza o surgimento de uma “nova epistemologia” no século XX, que Bachelard descreveu em suas obras e intitulou de *o novo espírito científico*. Pode-se dizer que o novo espírito das ciências contemporâneas possui características singulares e configura uma nova atividade científica totalmente depurada do conhecimento comum.

O objetivo deste capítulo é demonstrar como no trabalho de Bachelard surge uma nova episteme através do “primeiro momento de ruptura”, isto é, pela descontinuidade entre conhecimento comum e conhecimento científico. Para tanto, o capítulo foi dividido em três partes: na primeira será feita uma análise de como essa espécie de ruptura acontece na Física e posteriormente na Química, que consistirá a segunda parte. Concluimos este capítulo com a terceira seção mediante uma análise acerca da ideia de um *novo espírito científico* no pensamento epistemológico bachelardiano, demonstrando suas principais características.

1. A Ruptura da Física com o Conhecimento Comum

A tese da *ruptura epistemológica* no trabalho de Bachelard parece possui mais vigor em sua análise histórica sobre a ciência Física. De fato, a análise desta ciência ocupa no pensamento epistemológico bachelardiano um papel importante para se entender a noção de *ruptura*. Bachelard pode ser considerado como um autêntico filósofo da física ao convidar seu leitor a pensar sobre diferentes bases de pensamento que fundamentaram as teorias em épocas distintas desta ciência.

Bachelard mostra que a Física esteve situada historicamente sobre um *realismo ingênuo*, que é uma base de pensamento, no qual se tinha uma continuidade entre o conhecimento comum e o conhecimento científico. O período contemporâneo rompeu com o *realismo ingênuo* ao

instituir uma nova base de pensamento, a saber, o *realismo esclarecido*.²² Essa nova base epistemológica da Física estabeleceu uma depuração total do conhecimento científico em relação aos imediatismos, à experiência primeira e ao *sensualismo* do conhecimento comum.

1.1 *Realismo Ingênuo*

Uma característica geral assinalada por Bachelard sobre o *realismo ingênuo* da Física se refere ao olhar que se tinha sobre os objetos. A atitude científica designava uma *localização espacial* aos fenômenos. É importante a noção de *localização espacial*, uma vez que leva diretamente a mais dois aspectos do *realismo ingênuo*, que é a geometrização e substancialização dos objetos. O *realismo ingênuo* é a base epistemológica da ciência moderna. Em *L'expérience de l'espace dans la physique contemporaine* (1937), Bachelard diz que pelo de compreensão dos objetos, obtém-se um conhecimento ingênuo, uma vez que se trata de um saber atrelado à vida cotidiana sobre a ideia de espaço. Nesse sentido, os objetos eram interpretados como “coisas” do mundo natural, como *dados*.

É do espaço que o Realista haure suas intuições primeiras [...] para a metafísica realista, um objeto particular é, antes de tudo, um *ponto singular* do espaço. Em torno desse ponto podem se manifestar fenômenos muito diversos [...] o que mais chama atenção é a rapidez com que o Realista recorre às experiências propriamente geométricas. Pressione-o um pouco. Argumente que conhecemos um pouco desse real que ele pretende tomar como um dado. O Realista concordará, mas com a pronta resposta: “Pouco importa que não saibamos o que é o objeto; mesmo assim sabemos que o objeto existe, pois ele está ali; você e eu sempre podemos encontrá-lo em uma dada região do espaço.” (Bachelard, 2010, p. 7; 9; 10).

Conforme Bachelard, a noção comum de lugar era uma qualidade na qual os fenômenos estariam situados existencialmente e por onde se iniciavam as investigações para se adquirir uma experiência positiva. Como o conhecimento científico era uma espécie de continuação do conhecimento comum, as intuições da vida cotidiana se impregnavam com as experiências científicas e se instituía uma espécie de hábito, pelo qual conhecimentos eram elaborados e objetivados (Bachelard, 2010). Por isso, as intuições da vida comum levavam a interpretar os fenômenos de forma imediatista ao situá-los existencialmente como *dados empíricos*. Com efeito, tinha-se uma visão *topológica* dos objetos ao serem vistos como substancializados e retidos em uma existência geométrica que marca os objetos sensíveis.

²² Bachelard usa como sinônimos os termos *realismo imediato*, *realismo ingênuo* e *realismo elementar*. Já os termos *realismo técnico*, *realismo esclarecido*, *realismo instruído*, *realismo indireto* e *realismo científico* e *realismo trabalhado* possuem o mesmo sentido no vocabulário de Bachelard.

Bachelard (2010), destaca que as concepções realistas buscavam fundamentos em um espaço bem determinado, que se caracteriza como um realismo que situa as coisas, cujo suporte é ideia de *extensão dos objetos*. A vida cotidiana e comum nos ensina a “[...] formar nosso conhecimento a partir de um objeto designado. Ou seja, um objeto que conserva em toda a nossa pesquisa um tipo e uma unidade de existência bem definidos” (Bachelard, 2010, p. 21).

O *realismo ingênuo* tinha como referência o *espaço* para provar sua experiência. “É no espaço também que ele [o realista] prova sua objetividade [...] ele mostra o ponto específico no espaço onde indica a presença de uma coisa” (Bachelard, 2010, p. 7). A substancialização dos fenômenos se dava por meio da própria localização do objeto, que era imóvel e fixo. Destarte, o objeto de estudo na base *realista ingênuo* era essencialmente topológico. Trata-se de uma visão sobre o objeto fundado em experiências de *localização espacial* que partia da visão comum por meio da experiência cotidiana.

Foram em tais condições que as doutrinas positivistas buscaram, pela própria essência do espírito positivo, passar do *realismo ingênuo* ao *realismo esclarecido* na busca de verdades científicas, segundo Bachelard. Não obstante, a ciência positivista buscou seus fundamentos na realidade comum independente de qualquer teoria construída (Bachelard, 2010). Isso quer dizer que a ciência positivista provocou apenas um distanciamento do pensamento ingênuo ao inserir uma atividade experimental mais elaborada, sem estabelecer uma *ruptura* completa com o pensamento imediato e sensível.

Bachelard ressalta como certos modelos de pensamento apresentam certas resistências e possivelmente se configuram como *obstáculos epistemológicos*. A tendência *realista ingênuo* se manteve como padrão de pensamento mesmo após as revoluções que as mecânicas relativista e quântica causaram no século XX. Pela noção de *localização espacial e pontual* o pensamento ingênuo aceitou primeiramente a doutrina da Relatividade que modificou as relações geométricas dos objetos, mas não o número, deixando sua existência absoluta (Bachelard, 2010). A interpretação realista comum era de que tal existência absoluta dos objetos era exatamente onde se encontrava sua existência pontual e local.

Conforme Bachelard (2010), também com a doutrina quântica, a noção de centros de localização se manteve resistente para as interpretações dos objetos. O objeto quântico apresentou incertezas em relação aos aspectos de forma e localização, mas o pensamento ingênuo pretendeu analisar esses elementos pela experiência comum, atribuindo localização específica a esses elementos ao subentender que se tratava de pontos materiais.

Bachelard enfatiza que ao analisar a noção de *localização espacial* dos objetos, pode-se perceber a simplicidade desses conhecimentos, isto é, para se explicar o real se partia da

localidade do objeto. Este tipo de explicação, embora se acreditasse em sua objetividade, não oferecia “[...] certeza a respeito de um conhecimento apurado e preciso” (Bachelard, 2010, p. 19). A base realista ingênua pôde fornecer informações da realidade, mas tais informações não eram postas no nível das probabilidades. Por isso, a intuição realista se configura como um entrave para se compreender os objetos da Física contemporânea.

Ainda em *L'expérience de l'espace dans la physique contemporaine*, Bachelard insiste que:

O que dificulta a compreensão da complexidade primordial da localização apurada é precisamente a intuição realista. Essa intuição faz com que se conceda ao elemento uma realidade absoluta tranquila demais. Ela propõe sempre, de modo mais ou menos tácito, qualidades interessantes que trazem ao organismo sensações diversas sem perturbar os objetos. (Bachelard, 2010, p. 53).

O *realismo ingênuo* não trabalhava com um pensamento discursivo que poderia possibilitar o conhecimento das estruturas mais complexas dos objetos. Os fenômenos de referências estavam vinculados diretamente com realidade do mundo natural. “A inclinação realista é por vezes tão pouco discutida que a ideia fundamental permanece ambígua e não se sabe como interpretar certas “conservações”” (Bachelard, 1970a, p. 53). A intuição realista se apoiava em imagens extraídas da observação direta de fenômenos da vida corrente para depois chegar a uma teorização.

Em *Le rationalisme appliqué*²³, Bachelard demonstra como o conhecimento comum acerca da concepção de eletricidade no século XVIII estava impregnado de concepções substancialistas. Foi assim que a eletricidade foi compreendida como fogo-luz, isto é, como fogo modificado ou uma espécie de fluido semelhante ao fogo e com a luz, pelo fato de que a experiência imediata se associava com características dos dados por meio de uma intuição ingênua.

A centelha elétrica, a luz e o fogo eram associados por suas qualidades sensíveis e pitorescas como o brilho, a iluminação e a inflamação. Esse tipo de opinião, diz Bachelard (1966), estava difundida em numerosos livros do século XVIII²⁴. São concepções

²³ Cf. Cap VI: “Connaissance commune et connaissance scientifique”.

²⁴ “Bachelard faz uma comparação entre os livros científicos do século XVIII e os livros de hoje. No século XVIII, a ciência era apoiada na vida diária e os livros de então falavam ao senso comum, podendo ser compreendidos por qualquer um. Hoje isso não ocorre, pois os livros de ciência são complexos e exigem uma base científica aprofundada para que se possa entendê-los. Além disso, costumava-se, no século XVIII, ilustrar com imagens o conhecimento científico, a fim de mostrar que a ciência é fácil, que a ciência parte do conhecimento comum” (Bulcão, 1999, p. 37).

substancialistas sobre o fenômeno da eletricidade que operavam com a ideia de que a eletricidade possuía os mesmos princípios materiais do fogo e da luz.

Todas essas observações, no estilo empírico do século XVIII, provam a *continuidade* da experiência vulgar e da experiência científica. O fenômeno que nos surpreendia a princípio não passava dentro em pouco de exemplo da circulação do fogo em toda natureza, na própria vida. Como diz Pott, empregando o termo científico *flogístico*, mas pensando na palavra popular fogo. (Bachelard, 1966, p. 127).

Em *La formation de l'esprit scientifique* (1938), Bachelard mostra como o fenômeno da eletricidade era estudado a partir das sensações pitorescas e dos aspectos imediatos que satisfaziam a curiosidade através da visão. “Para os fenômenos elétricos, o livro do Mundo é um livro de imagens” (Bachelard, 1993, p. 37). As imagens pitorescas oriundas da nossa relação imediata com os fenômenos eram transformadas em hipóteses praticamente impossíveis de verificação (Bachelard, 1993).

Pelo exemplo da eletricidade é possível pensar como o conhecimento comum esteve inexoravelmente ligado ao *conhecimento sensível*. Aqui, realismo e empirismo são solidários quando se põe as bases da análise do conhecimento na sensibilidade. O conhecimento comum apresenta, então, um objeto cuja profundidade não é alcançada, pois seu estudo se restringe à apenas ao plano da percepção (Bachelard, 1966). “Esclarecer o percebido é simplesmente multiplicar as associações da percepção. Pelo contrário, esclarecer o objeto científico é começar um relato de nomenclatura progressiva.” (Bachelard, 1966, p. 130). Podemos inferir que o progresso do conhecimento científico na Física é marcado pelo seu objeto, uma vez que o novo objeto desta ciência exigiu novas formas de compreensões.

Uma ideia interessante compartilhada por Bachelard é colocada pelo físico M. Planck em sua conferência *A unidade da concepção do universo*²⁵, quando diz que o comportamento da Física clássica, em todos os problemas que se encontravam em qualquer área da Física, existia uma ligação de ordem prática ou estava ligada aos fenômenos naturais visíveis, isto é, fenômenos percebidos imediatamente pelos sentidos.²⁶

A partir desses dois pontos de vista a física se dividiu em diferentes áreas. A geometria, por exemplo, cujo nome tem origem na medida das superfícies terrestres e das áreas; a mecânica, da construção das máquinas; a acústica, a óptica e a teoria do calor, das sensações específicas correspondentes; a eletricidade, dos fenômenos notáveis que se observam quando se esfrega o âmbar; o magnetismo, das propriedades singulares de um mineral de ferro que se extraía nas proximidades da cidade de Magnésia. Aliás, de acordo com o axioma que diz que toda a nossa experiência resulta de percepções dos sentidos, a parte fisiológica preponderou em todas as definições da

²⁵ Proferida no ano de 1908 em Leiden.

²⁶ Cf. M. Planck (2012, p. 60-62).

física; em certo sentido, tudo na física - as definições e estruturas - passou a ter um caráter antropomórfico. (Planck, 2012, p. 61).

De acordo com Bachelard (1993), os conhecimentos da Física clássica se concentravam em objetos priorizados, que eram estudados por instrumentos simples da vida comum como, por exemplo, o espelho, a peneira, a balança, a bomba etc. A *garrafa de Leyde* se tratava de um objeto da vida comum que dava origem a significações simplistas. O conhecimento comum tendia a afirmar que a *garrafa de Leyde* não se tratava de uma simples garrafa por não possuir suas características básicas.

Para Bachelard, a intuição realista na Física clássica se apresentava como uma convicção primeira, como uma certeza inabalável. A intuição de uma realidade na qual os objetos estariam localizados ou situados se tratava de um postulado sem discussão. Dessa forma, o realismo era praticamente uma espécie de filosofia inata. O “realista ingênuo” acreditava de todos os modos que o real se apresentava ali em seu lado (Bachelard, 1993).

Ainda em *La formation de l'esprit scientifique*²⁷, Bachelard tenta mostrar a gênese da intuição realista ao demonstrar como o espírito científico deve ser psicanalisado para alcançar conhecimentos objetivos. A atitude de pensar os objetos como situados existencialmente em uma realidade extremamente configurada e concreta, como ocorreu na época clássica da Física, trata-se de uma forma ingênua e afetiva. Tal ingenuidade desse estilo de pensamento pode ser encontrada em bases inconscientes. Os fatores subjetivos tendem a valorizar os objetos e concebê-los de forma substancializada.

Se esse valor viesse a ser desvalorizado por uma psicanálise adequada, toda uma nuvem de falsos problemas propostos ao conhecimento objetivo seria dissipada [...] nada segura o realista que acumula perfeições sobre uma realidade. O valor é a qualidade oculta mais insidiosa. É a última a ser exorcizada porque é nela que o inconsciente fica ligado por mais tempo e mais energicamente. (Bachelard, 1993, p. 179; 180).

Essas valorizações tornam o conhecimento imediato um erro que deve ser retificado, uma vez que está fundamentado no valor subjetivo que se atribui às qualidades dos fenômenos. Trata-se de saberes onde estão impressas as preferências íntimas do pesquisador. Um fator subjetivo marca um conhecimento imediato.

O realista ingênuo extrai suas certezas primeiras da realidade que ele considera como um bem (Bachelard, 1993). Portanto, a partir dessas considerações, é possível dizer que o

²⁷ Cf. Cap. VII: “Psicanálise do Realista”.

conhecimento científico da Física clássica estava ligado ao conhecimento comum sobre a realidade e tinha como base intuições que se derivavam de uma visão simples e valorizada.

Conforme sinaliza Bachelard, a experiência imediata é sempre superficial e não fornece conhecimento profundo sobre os objetos. Com efeito, toda experiência imediata tem como fundamento o real imediato em seu ato de conhecer, mesmo quando se buscava fundamentos matemáticos. É porque as análises matemáticas eram relacionadas posteriormente, isto é, depois da observação sensível dos fenômenos da vida comum. Aqui, não existe um objeto construído pelo pensamento como faz o realismo do *novo espírito científico* (Bachelard, 1986). Não se tem um afastamento da Natureza.

A noção bachelardiana de *realismo ingênuo* é apresentada como um erro histórico diante da realidade científica contemporânea que trabalha com uma nova ordem de objetos, a saber, com os microfenômenos, que são objetos de *segunda aproximação* da realidade ao serem estudados por aparelhos muito peculiares. Para Bachelard, as comprovações topológicas eram apenas ineficientes para explicar os fenômenos da experiência. Entretanto, diante dos novos fenômenos que a Física contemporânea apresentou, especialmente com a mecânica quântica, tais comprovações se tornaram absolutamente infecundas (Bachelard, 1986).

Em resumo, o *realismo ingênuo* buscava o conhecimento a partir das propriedades espaciais e substanciais dos objetos do senso comum, onde também se buscava uma representação geométrica destes fenômenos. Tais representações eram decorridas a partir de uma visão que se fundamentava na percepção sensorial e imediata sobre a Natureza. Isso significa que os fenômenos eram explicados por meio de uma base sensualista, fundamentada em um empirismo imediato, em uma espécie de *empirismo evidente* (Bachelard, 1993).

1.2 Realismo Esclarecido

Para Bachelard, a base epistemológica da nova Física está instituída em um novo tipo de realismo, um *realismo esclarecido*. Trata-se de uma base de pensamento em ruptura com o espírito científico da época clássica, que era marcado pelo agnosticismo e pelo positivismo. Em *La formation de l'esprit scientifique* (1938), Bachelard afirma que é possível considerar o ano de 1905 como o marco de um *novo espírito científico*, uma vez que a mecânica relativista rompeu com conceitos sedimentados e tomados como inquestionáveis. Na epistemologia da física bachelardiana, a Teoria da Relatividade introduz esta ciência em uma nova base de pensamento. A partir desse período,

[...] a razão multiplica suas objeções, dissocia e religa as noções fundamentais, propõe as abstrações mais audaciosas. Ideias, das quais uma única bastaria para tornar célebre um século, aparecem em apenas vinte e cinco anos, sinal de uma maturidade espiritual espantosa. Tal é o caso da mecânica quântica, a mecânica ondulatória de Louis de Broglie, a física das matrizes de Heisenberg, a mecânica de Dirac, as mecânicas abstratas e, em breve, as físicas abstratas que ordenarão todas as possibilidades de experiência. (Bachelard, 1993, p. 9).

Em *La valeur inductive de la relativité* (1929), Bachelard analisou a natureza epistemológica da física einsteiniana e a apresenta como uma novidade, isto é, como uma teoria inovadora que não pode ser explicada por meio do passado, ela é uma ciência sem antecedentes históricos. Isso quer dizer que a teoria de Einstein não pode ser pensada como o produto de um acúmulo de conhecimento a partir das teorias antigas. Ao se apresentar como surpreendente na história, a Relatividade se desenvolve dentro de uma “matemática aperfeiçoada” que se distancia dos aspectos imediatos do mundo comum (Bachelard, 2014).

É interessante a colocação de do físico Niels Bohr quando diz que “Einstein lançou novas bases para ciência Física, ele explorou com espírito intrépido os aspectos inéditos da atomicidade que apontavam para além do arcabouço da Física clássica” (Bohr, 1995, p. 43).

Conforme Bachelard, a Física do *realismo esclarecido* se fundamenta no modelo teórico-matemático. Com a Relatividade, o *espaço-tempo* se encontra em relação total e fundidos algebricamente. Bachelard (2014) aponta que a Relatividade não somente modificou a forma de se pensar os fenômenos físicos, mas também instituiu como inovação um método progressivo de investigação. Então, rompe-se com o *realismo comum* ao não exigir o real imediato para sua aplicação. Na perspectiva bachelardiana, essa é uma prova de uma nova base de pensamento que é esclarecida, de uma “maturidade espiritual” desenvolvida pela Física contemporânea. Ao se assentar no *realismo esclarecido*, a doutrina relativista possui seu valor lógico independente do real comum, isto é, surge como um sistema matematicamente coerente e verdadeiro antes de se apresentar como real.

Bachelard confere a esse novo realismo um grau de *segunda posição*, que vai contra a realidade usual e contra o imediatismo da experiência comum. É a própria atividade científica que reorganiza as bases de toda experiência. Os valores realistas só podem ser atribuídos posteriormente. É neste sentido que a Física do *novo espírito científico* traz como novidade uma relação *indireta* com o real a partir da aparelhagem técnica (Bachelard, 1965).

A mecânica quântica rompe com o natural para constituir uma técnica racional aplicada e criativa. Em outras palavras, a atividade técnica se aproxima *indiretamente* da Natureza. A nova Física se trata de uma ciência inventiva, que não tem como objeto de estudo os fenômenos da realidade natural. Portanto, a Física contemporânea é uma *ciência artificial*, uma *ciência dos*

efeitos (Bachelard, 2016). Os fenômenos físicos construídos são efeitos de uma técnica peculiar.²⁸

A base do *realismo esclarecido* fica mais evidente quando Bachelard analisa a mecânica quântica. Nesse novo realismo se trabalha com a noção de probabilidade. Isso quer dizer que a localização do real se apresenta como possível, isto é, a topologia realista passa a ser entendida como uma *estrutura de probabilidade* (Bachelard, 2010).

A base do *realismo esclarecido* não é mais a certeza, mas o provável. É assim que, para Bachelard, se introduz na Física contemporânea uma filosofia probabilística, na qual as investigações se desenvolvem no plano do provável. Então, pelas experiências realizadas por intermédio das técnicas contemporâneas, já não existe fato explicado de maneira absoluta e exata. A probabilidade é uma característica do *realismo esclarecido* que colocará o real em um jogo de chances ao estabelecer o cálculo como fundamento de toda experiência (Bachelard, 2010).

Diferente do pensamento ingênuo sobre a realidade, o fenômeno agora se apresenta como algo mais complexo. A mecânica quântica rompe com a noção de *localização espacial* exata dos objetos ao exigir uma forma mais complexa de enxergar a realidade. A epistemologia bachelardiana enfatiza categoricamente uma *ruptura* entre dois tipos de bases realistas diferentes, a saber, a comum e a científica. No *realismo instruído* se tem explicações bem diferentes do conhecimento comum (Bachelard, 1965). É a instituição de uma *nova ordem de objetos* que deve destacar o rompimento que a Física contemporânea empreende em relação ao saber comum.

Assim qualquer que seja a duração dos repousos no realismo, o que deve surpreender é o fato de que todas as revoluções frutuosas do pensamento científico são crises que obrigam a uma reclassificação profunda do realismo. Ademais, não é o pensamento realista que provoca por si mesmo suas próprias crises. O impulso revolucionário vem

²⁸ Ian Hacking em *Representar e Intervir* (1983) destaca que em um determinado período contemporâneo os “fenômenos instruídos” das ciências passaram a ser chamados de *efeitos*. Diz Hacking (2012), que se trata de uma época de muitos efeitos como o *efeito Faraday*, o *efeito Compton*, o *efeito fotoelétrico*, o *efeito Josephon* entre outros citados pelo autor. A ideia é que o termo “efeito” pode ser usado como sinônimo de “fenômeno”. Contudo, enfatiza Hacking que o termo fenômeno possui uma carga de significado que lembra a ideia de “fatos” ou “dados” que podem ser constatados pela observação imediata ou com instrumentos que apenas aumentam a precisão de nossa percepção sensorial. Os efeitos, diferentemente, se referem a experimentos que cientistas elaboraram e podem intervir no curso da natureza. Desconsiderando a carga de significados que carregam os termos “efeito” e “fenômeno”, o que está em jogo para o autor é que a ciência contemporânea atua na “criação de fenômenos” em laboratórios. Hacking em *Representar e Intervir* expõe a ideia de que as ciências contemporâneas atuam por “criação de fenômenos” que, como será enfatizado neste trabalho, trata-se de uma tese bachelardiana. Contudo, na obra *Representar e intervir*, não se faz nenhuma referência a Bachelard, talvez por omissão do próprio autor. A nosso ver, o livro supracitado de Ian Hacking parece contribuir com a noção bachelardiana de *fenomenotécnica*. Noção esta que funda a tese de que as ciências contemporâneas constroem seus fenômenos. *Representar e Intervir* também parece atualizar os exemplos que na época de Bachelard não eram possíveis, tal como a questão dos *mesons*, dos *muons*, dos *campos de forças* e dos *lasers*. Outra questão interessante no livro de Hacking que não pode ser vista em Bachelard é a ênfase dada à Biotecnologia. Cf. I. Hacking (2012, p. 235-386).

de outra parte; nasce no reino do abstrato. É no domínio matemático que estão às fontes do pensamento experimental contemporâneo. (Bachelard, 1999, p. 138).

O *realismo esclarecido* é uma base que atua essencialmente com o pensamento racional e matematizado estabelecendo leis *a priori* e expressas por meio de *fórmulas algébricas* (Bachelard, 1965; 1966).

Em *Le rationalisme appliqué* (1949), Bachelard dá o exemplo da invenção histórica da lâmpada de T. Edison para demonstrar como o conhecimento comum do *realismo ingênuo* se rompe por uma nova atividade racionalista. “Sabe-se bem que a lei racional que governa os fenômenos da lâmpada elétrica incandescente é a lei de Joule que obedece à fórmula algébrica: $W=R^2t$ ” (Bachelard, 1966, p. 128). Tal fórmula põe os conceitos em relação bem definida e precisa. Efetivamente, obtém-se toda uma organização racional pela técnica que contraria as concepções substancialistas, que poderia ingenuamente relacionar a lâmpada elétrica com a ideia de “fogo elétrico”, uma vez que o elemento fogo, a luz e o calor eram estreitamente ligados por uma intuição sensível através de um falso princípio oculto (Bachelard, 1966).

O exemplo da lâmpada incandescente ilustra o refinamento da técnica como um grande marco de *descontinuidade* entre o *conhecimento comum* e o *conhecimento científico*. A técnica usada se trata de uma novidade que não tem proximidade com as técnicas antigas de iluminação, pois “[...] na lâmpada de Edison, a arte técnica consiste em impedir que certo material queime” (Bachelard, 1966, p. 125). Com efeito, as técnicas de iluminação antigas estavam baseadas em valores empíricos. A ampola elétrica é um produto do conhecimento científico e é um exemplo típico de um objeto *abstrato-concreto*, isto é, um objeto cuja inspiração está situada em uma técnica racionalmente elaborada por leis da álgebra (Bachelard, 1966).

Em resumo, o exemplo da lâmpada elétrica de T. Edison serve para demonstrar que existe a instituição de uma nova técnica racional na ciência da eletricidade, a saber, uma técnica “não natural” fundamentada na matemática e que pode ser estendida a toda ciência contemporânea ao demarcar uma ruptura com o *realismo ingênuo*, o realismo do conhecimento comum, que estava ligado ao conhecimento científico da época clássica. Entretanto, em relação às experiências corpusculares da mecânica quântica, o exemplo da lâmpada elétrica ainda pode ser considerado como um fato primário.

A Física contemporânea apresentou um mundo oculto e desconhecido pela percepção sensorial. O mundo dos fenômenos quânticos demarca uma reviravolta nos princípios realistas

comuns ao apresentar os objetos como *coisas não-coisas* (Bachelard, 1965). Um corpúsculo quântico não é um mundo a ser explorado analiticamente, ele é uma espécie de pretexto de pensamento (Bachelard, 1970b). A microfísica surgiu como campo que possibilitou a instituição de uma *natureza segunda*.

Os objetos quânticos não podem ser explorados pelo *sensualismo*, na medida em que não possuem propriedades substanciais. “Só apenas os objetos do conhecimento comum podem existir *placidamente*, tranquilos e inertes no espaço” (Bachelard, 1965, p. 81). A substância do “[...] infinitamente pequeno é contemporânea da relação. Diríamos agora, se quiséssemos traduzir a verdadeira tarefa da microfísica: deve ser reduzido, o que não pode ser visto para o que não pode se ver, na passagem para a experiência” (Bachelard, 1970b, p. 15).

O real microfísico se apresenta como energia química, movimento, matéria e radiação e só é possível estudá-lo de maneira probabilística. A microfísica afastou a ciência contemporânea do *realismo ingênuo*. *O mundo oculto revelado pela mecânica quântica em nada se aproxima com o mundo da vida comum estudado pela mecânica clássica*. Segundo Bachelard, é preciso de uma epistemologia não “coisista”, uma “micro epistemologia²⁹”, para pensar os fenômenos quânticos, pois se estabeleceu uma *ruptura* com as noções simples do realismo e empirismo ingênuos ao se distanciar dos objetos notáveis do mundo natural.

Uma teoria do conhecimento usual manipula os objetos dotados de unidade e permanência pode-se confiar plenamente na necessidade. Ela reencontra a cada passo o mesmo, o igual, o equivalente, o substituível. Ela vive com equações e lógica. Os objetos do micro conhecimento não têm essas qualidades. (Bachelard, 1986, p. 282).

Com o advento da mecânica quântica, já não é mais possível pensar o átomo por uma ótica realista. Não existe nada em comum entre as noções de átomos dos filósofos e as noções atomistas da ciência contemporânea. Não existe semelhança alguma entre noção de átomo no pensamento de Demócrito e o átomo da Física contemporânea (Bachelard, 1965; 1999).

É possível afirmar que a atomística contemporânea rompe com todas as noções de outrora acerca do átomo. N. Bohr³⁰ também ressaltou que o modo contemporâneo de se explorar o mundo dos átomos não tem praticamente nenhuma correlação na história. A atomística contemporânea é uma teoria totalmente sem precedentes e os princípios da Física clássica são insuficientes para servir de base para as explicações contemporâneas acerca das propriedades

²⁹ Cf. G. Bachelard, em *Essai sur la connaissance approchée*. Cap: “Rectification et réalité”.

³⁰ Na conferência “Os átomos e o conhecimento humano” de 1955, contida na obra *Física atômica e conhecimento humano*.

químicas e físicas dos átomos (Bohr, 1995).³¹ Nesta mesma linha de raciocínio é interessante a colocação do físico alemão W. Heisenberg, em sua obra *Physics and philosophy: the revolution in modern Science* (1958), quando afirma que:

O conceito de átomo se remonta para muito além do começo da ciência moderna, no século XVII; tem sua origem na filosofia da antiga Grécia, e foi naquele período inicial, o núcleo do materialismo ensinado por Leucipo e Demócrito. Por outro lado, a moderna interpretação dos acontecimentos atômicos se parece muito pouco com a genuína filosofia materialista. De fato, se pode dizer que a física atômica desviou a ciência da tendência materialista que existia no século XIX. (Heisenberg, 2007, p. 58).

O caráter geral do novo objeto científico destacado por Bachelard sobre a Física contemporânea se aplica à nova atomística elucidada por Bohr e Heisenberg. No pensamento bachelardiano, o átomo e suas partes mais diminutas, a saber, os corpúsculos quânticos ou partículas elementares, são objetos *abstrato-concretos*. Partem do racional-abstrato e alcançam concretude-realização por meio da aplicação técnica dos instrumentos.

O átomo, pelo fato mesmo de ser definido numa organização racional da experiência química, recebe um *novo estatuto ontológico*. Ainda talvez mais nitidamente, os corpúsculos da física moderna que se referem a um tipo de organização experimental bem definida. (Bachelard, 1965, p. 76).

Por intermédio da experiência organizada os fenômenos são construídos integralmente. Os fenômenos são preparados por uma aparelhagem técnica peculiar que está relacionada intrinsecamente a uma teoria. Os instrumentos são como teorias materializadas, por isso surgem fenômenos que trazem uma marca teórica (Bachelard, 1999)

Em *L'activité rationaliste de la physique contemporaine* (1951), Bachelard assinala que os corpúsculos são objetos totalmente distintos em relação ao objeto do mundo comum. Os objetos quânticos não possuem dimensões e formas assinaláveis e não são fixos ou retidos em uma existência situada. Os corpúsculos não são objetos substancializados e nem possuem uma *localidade espacial* determinada. Esses elementos também não possuem geometria e podem se extinguir.

Essas considerações demonstram que *elétrons, nêutrons, prótons, pósitrons, neutrinos, spins* etc, não podem ser entendidos como *coisas* (objetos) do mundo natural. Não se tratam de

³¹ As noções acerca dos átomos, “[...] foram consideradas uma hipótese até o início deste século. Na verdade, presumia-se que nossos órgãos sensoriais, eles mesmos compostos de inúmeros átomos, eram toscos demais para observar as partes mais diminutas da matéria. Essa situação, entretanto, iria modificar-se substancialmente com as grandes descobertas na virada do século. Como se sabe, o progresso da técnica experimental tornou possível registrar os efeitos de átomos isolados e obter informações sobre partículas mais elementares, que, como se constatou, formam os próprios átomos” (Bohr, 1995, p.106).

pequenos sólidos da realidade comum. Os corpúsculos da Física contemporânea provocam uma desmaterialização na concepção de fenômeno. Portanto, a mecânica quântica estabelece uma ruptura absoluta em relação aos conceitos da mecânica clássica.

A revolução epistemológica, que a microfísica traz, leva de resto a substituir a fenomenologia por uma nomenologia, isto é, por uma organização de *objetos do pensamento*. Os *objetos do pensamento* tornam-se, por consequência, *objetos de experiências técnicas*, num puro artificialismo da experiência. (Bachelard, 1965, p. 80).

As considerações supracitadas mostram a atividade construtiva de fenômenos da nova Física, que tem como base o pensamento matematizado. É possível afirmar que a ruptura que se estabelece com o *novo espírito científico* trata de uma primazia da reflexão sobre a percepção.

O novo caráter da Física é parte da revolução científica que ligou a matemática à experiência. Trata-se de um pensamento que une teoria e fato em uma experiência refinada. Isso significa que em vez de antagonizar, fundamenta uma ponte entre razão e experimentação. “Numa palavra: nada de racionalismo no vazio; nada de empirismo desconexo; eis a estreita e rigorosa síntese da teoria com a experiência na Física contemporânea” (Bachelard, 1966, p. 10).

Os mundos que a física matemática conseguiu juntar são estranhos um ao outro que uma coincidência aproximativa é irresistivelmente considerada como uma realidade. Que se trate essa realidade sobre os seres da razão, que se reconheça a inscrição, na matéria, no plano de um espírito criador. Isso equivale a dizer que as coisas são números ou que as leis dos números possuem uma realidade independente de nossas construções. (Bachelard, 1986, p. 181).

A nova Física matemática tem o poder de diversificar, multiplicar os problemas e organizar as várias funções sobre um fenômeno, além de conseguir enumerar suas relações e preparar as descobertas científicas (Bachelard, 1970a; 1972). Dito de outra forma, essa é a nova fundamentação da Física contemporânea fortemente ligada no modelo matemático que reconstrói a experiência. Portanto, a “[...] experiência não serve como ponto de partida da investigação científica – ela se torna sua finalidade.” (Barbosa, 1996, p. 65). Pode-se ver a complexidade do *novo espírito científico* se comparado em relação ao *espírito científico* e ao *espírito pré-científico*, que se expressavam em grandes linhas e hipóteses úteis tomadas como representações gerais do mundo.

Em *Le nouvel esprit scientifique*, Bachelard enfatiza que na linha da nova Física Matemática a ciência não olha a experiência em suas características superficiais ao levar em consideração todas as possibilidades que a experiência pode oferecer. Isso significa que é em termos de possibilidades experimentais que a nova Física se expressa. Ela aproximou a hipótese do real ao estabelecer o pensamento racional como organizador da experiência (Bachelard,

1999). Doravante, o hipotético para a nova Física é o fenômeno e toda apreensão imediata se apresenta como duvidosa e precisará ser organizada racionalmente. De acordo com Bachelard, no mundo da microfísica os objetos possuem mais propriedades *noumenais* que fenomenais. As primeiras constituições teóricas são mais claras que as aglomerações dos fenômenos (Bachelard, 1970a).

A esse respeito, no espírito da Física contemporânea, o fenômeno só estará bem demonstrado se for pensado matematicamente. A experiência só possuirá valor analítico se orientada pelos esquemas matemáticos. “As elaborações da nova física são da base matemática até o ápice. Constituem domínios matemáticos bem definidos, corpos de explicação bem determinados” (Bachelard, 2010, p. 80).

É assim que o físico contemporâneo primeiro prevê para em seguida ver o fenômeno (Bachelard, 1972a). Trata-se de um pensamento axiomático e ao mesmo tempo experimental que permite constituir os objetos *abstrato-concretos* (Bachelard, 2010). Doravante, é uma atividade *noumenal* que orienta o estudo dos fenômenos tendo a matemática como abertura para novos caminhos experimentais (Bachelard, 1999).

Pensar matematicamente os fenômenos significa exercer uma atividade *noumenal*. Uma atividade que elabora a teoria antes da experimentação, que conhece o objeto antes de sua concretude objetiva. Pelo fato de conhecê-lo *a priori* é que se torna possível a ação construtiva. Uma fórmula matemática permite a criação de um dado, porque são bem especificadas como modelos de construção. Consequentemente, a realidade já não exige simples descrição em razão de se apoiar em leis algébricas de construção (Bachelard, 1986).

As relações com o real são de caráter estatístico ao se configurarem por meio de fórmulas algébricas. Essas fórmulas configuram uma racionalidade teórica (Bachelard, 1966). A experiência científica ao se fundamentar nos esquemas matemáticos faz o real perder seu caráter individual e imediato das primeiras aparências. A realidade passa a ser representada por símbolos que organizam os objetos. Dessa forma, o modelo matemático não permite que se interprete de modo pitoresco os fenômenos, pois exige uma descrição detalhada das propriedades físicas de fenômenos extremamente peculiares, que se obtém por uma quantidade grande de dados experimentais.

A Física contemporânea apresentada na epistemologia bachelardiana é, sobretudo, uma nova Física altamente matematizada que elabora uma espécie de metafísica positiva ao trabalhar com noções *noumenais*. Como diz Bachelard, de uma “nova natureza” que é artificialmente criada pela técnica nos laboratórios (Bachelard, 1965). Nos laboratórios, uma *natureza segunda*

é preparada por meio de modelos matemáticos. Essa “nova natureza” possui elementos mais especificados e é menos caótica que a Natureza da realidade comum (Bachelard, 1999).

Em resumo, no *realismo esclarecido* a realidade já não está ligada nas primeiras observações que se faz de um objeto apreendido pelos sentidos, mas por uma intuição racionalmente elaborada. As primeiras observações perderam seu valor na compreensão e definição dos fenômenos de base. Já não é possível que as ciências se fundamentem em um *sensualismo* (Bachelard, 1970b). Então, se institui um realismo matemático formador afastando-se do realismo matemático descritivo do período moderno.

Na Física contemporânea as matemáticas exercem um papel que supera a mera descrição geométrica. A Física clássica ao geometrizar o fenômeno permanecia nos dados empíricos do objeto. A nova Física inverte a situação, valoriza primeiro as abstrações para se chegar posteriormente ao objeto por intermédio da experimentação. O pensamento matematizado contemporâneo transcende a base científica das medidas espaciais modernas do *realismo ingênuo* ao possibilitar vias mais numerosas para a conquista de conhecimentos objetivos (Bachelard, 1999).

2. A Ruptura da Química com o Conhecimento Comum

Para demonstrar a questão da ruptura entre conhecimento comum e conhecimento científico na ciência Química por meio da epistemologia de Bachelard, propomos que seja necessário compreender os dois grandes momentos históricos, que, segundo o autor, se apoiaram as investigações acerca dos fenômenos materiais. Estes dois momentos a que nos referimos, são aqueles que Bachelard chamou em sua obra *Le matérialisme rationnel* (1953), de *materialismo imediato* e *materialismo instruído*.³²

Estas noções são apresentadas no trabalho de Bachelard como duas bases que organizam o conhecimento, opiniões e práticas em épocas diferentes na história da Química. Sendo assim,

³² As expressões *materialismo imediato*, *materialismo inato*, *materialismo inconsciente*, *materialismo ingênuo* e *materialismo prematuro* são usadas por Bachelard para designar o mesmo conceito. De forma oposta, as expressões *materialismo racional*, *materialismo instruído*, *materialismo discursivo*, *materialismo progressivo*, *materialismo fáctico*, *materialismo científico*, *materialismo ativo*, *materialismo trabalhado* e *materialismo ordenado* são termos que entre si designam a mesma noção.

o objetivo nesta parte do trabalho é apontar a ruptura entre conhecimento comum e conhecimento científico na Química como uma questão intrínseca entre as duas bases materialistas supracitadas.

1.1 *Materialismo Imediato*

O *materialismo imediato* é descrito por Bachelard como uma base de pensamento que se contenta com as experiências imediatas. Nas considerações do autor, tal base de pensamento não possuiu grande atividade técnico-experimental pelo fato de estar ligada à vida comum. Baseou suas ideias em metáforas, analogias e imagens.³³ Trata-se também de uma mentalidade que não se desfaz das características sensíveis da matéria.

Bachelard fala que a imagem dos quatro elementos (terra, ar, água e fogo) foi forte nas explicações dos fenômenos da matéria sobre a base do *materialismo imediato*, por causa do valor que se atribuía aos dados sensíveis. É assim que a Alquimia e a pré-química são apresentadas como as duas formas prematuras de investigação da matéria, pelo fato mesmo de se apoiarem nas explicações elementares, valorizadas e sensíveis, que são características do conhecimento comum. Nesse tipo de conhecimento se tinha um uso abusivo de imagens e analogias de origem inconsciente. Também não se apresentava uma exigência racional compromissada com a objetividade. Ou melhor, a experiência era interpretada sem uma análise discursiva (Bachelard, 1972a).

Bachelard em *La formation de l'esprit scientifique*³⁴, afirma que o que existe de mais imediato na *experiência primeira* somos nós mesmo. Nesta obra, o autor traz o tema histórico da Alquimia para demonstrar o quanto as fantasias, os valores inconscientes e as bases afetivas e subjetivas podem perturbar o conhecimento objetivo como *obstáculos*. A Alquimia se tratava de uma cultura íntima criada pelo sujeito por meio de suas experiências psicológicas nas quais transportava para o conhecimento da Natureza seus desejos mais íntimos (Bachelard, 1993).

A experiência alquímica é analisada pela epistemologia bachelardiana como composta de um caráter objetivo e por uma perspectiva subjetiva. Observemos que é na experiência subjetiva que devem ser verificados os imediatismos do senso comum e as intuições ingênuas. Em *La formation de l'esprit scientifique* (1938), Bachelard já apresenta a ideia contida em seu principal livro sobre filosofia da química, a saber, *Le matérialisme rationnel* (1953). A ideia é

³³ Como mostramos no primeiro capítulo, Bachelard, em *La formation de l'esprit scientifique* (1938), critica tais aspectos como causas de perturbação a todo conhecimento que busque a objetividade.

³⁴ Cap. II: "O primeiro obstáculo: A experiência primeira", seção VII.

de que a Alquimia não prefigura a química científica e o que existe é uma grande ruptura de pensamento. Para Bachelard, os químicos do século XIX erraram ao avaliarem a cultura alquímica sob um valor objetivo, uma vez que em suas análises não consideraram os aspectos psicológicos contidos na Alquimia (Bachelard, 1993).

Conforme Bachelard, nenhuma explicação levou em consideração a oposição entre a Alquimia e a Química, mas pelo contrário, a leitura que se apresentou na história da Química revela uma visão *continuista* e cumulativa do conhecimento, na qual os historiadores tentaram mostrar que a química moderna teve como ponto de partida as investigações dos alquimistas.

A Alquimia, na perspectiva bachelardiana, é apresentada como uma atividade que estava fundamentada no inconsciente humano, isto é, possuindo fontes muito profundas do psiquismo humano. O simbolismo da Alquimia retratava condições psicológicas incontestáveis, pelo fato de não existir um método confiável de verificação. Na cultura alquímica, partia-se de “[...] conhecimentos subjetivos que não podiam ser submetidos a uma verificação e, caso o fossem, essa experimentação era muito mais uma comprovação interna do que externa” (Bulcão, 1999, p. 129).

O simbolismo alquímico apresentou condições psicológicas fortes de resistências ao espírito científico experimental. “É contra essa estereotipia de origem afetiva e não perceptiva que o espírito científico deve agir” (Bachelard, 1993, p. 60). É nesse sentido que Bachelard entende que a Alquimia não se trata de uma preparação para ciência química propriamente científica. O pensamento alquímico é colocado em termos de *obstáculo*. “A alquimia, repetimos, de modo algum prepara Química: ela a entrava” (Bachelard, 1972a, p. 72).

Na experiência alquímica, perdia-se a capacidade de desenvolver conceitos objetivos que ajudariam no progresso referente à experiência real. Essas considerações, segundo Bachelard, mostram que a Alquimia se desviava de uma base materialista positiva e ativa, ao se vincular em intuições oriundas da vida íntima.

Bachelard, em sua análise acerca do *materialismo imediato*, ressalta que o modo de explicação pela intuição dos quatro elementos – terra, ar, água e fogo - possuía origem na subjetividade humana. A aplicação da doutrina dos quatro elementos, tanto no passado como no presente, denunciam sua ingenuidade como formas de aplicações delirantes (Bachelard, 1972a).

As intuições a partir dos quatros elementos eram modelos de explicações ingênuas sobre a matéria, que se expandiam em cosmologias, cujas raízes de tais pensamentos fundavam-se no psiquismo humano. Por isso, Bachelard evocará em *Le matérialisme rationnel* (1953), algumas

noções de C. G. Jung³⁵ para demonstrar como a ideia de arquétipos inconscientes podem se exteriorizar no conhecimento e podem ser racionalizados se tornando *obstáculos epistemológicos*. Isso significa que a doutrina dos quatro elementos não podia se configurar como um racionalismo científico, segundo Bachelard.

Conforme Bachelard, a pré-química dos quatro elementos se configurou como um falso racionalismo ao estabelecer como base explicativa o número quatro, que possuía origens em manifestações inconscientes. A pré-química valorizou as qualidades imediatas da matéria que considerava os quatro elementos como bases de estudos para explicar os fenômenos. A química dos quatro elementos abrangia três tipos diferentes de fenomenologia, a saber, uma fenomenologia do objeto, uma fenomenologia da matéria e uma fenomenologia cosmológica, porque os elementos eram considerados ao mesmo tempo matéria, objeto e princípio das coisas (Bulcão, 1999).

No decurso de *Le matérialisme rationnel* (1953) é mostrado que a doutrina quaternária e seus símbolos se apresentam na história da Química como bem distinta em relação ao simbolismo da Química contemporânea. Bachelard (1972a), fala que a doutrina dos quatro elementos se caracterizou como um erro histórico e que foi eliminado sob a luz das retificações progressivas. A técnica experimental rompe com a doutrina quaternária e reforma a experiência imediata.

Ainda na base materialista imediata, a pré-química instituiu um racionalismo dos três elementos, no qual se estabeleceram como princípios ativos a água, o fogo e o ar e aplicou-se na experiência como meios de transformação da matéria. Conforme o autor de *Le matérialisme rationnel* (1953), essa doutrina dos três princípios, na pré-química, tentou explicar toda a dinâmica dos fenômenos materiais durante o século XVIII.

Em sua contextura histórica o *materialismo imediato* passa por várias rupturas que desvincula o conhecimento comum e imediato do saber científico. À guisa de exemplificação, Bachelard cita a descoberta por meio dos estudos de H. Cavendish de que a *água* não era um elemento e, paralelamente as descobertas acerca da natureza do *ar* com A. Lavoisier. A consequência de tais descobertas é que a água deixou de ser compreendida como um elemento fundamental de explicação e passou-se à noção positiva de que ela é uma síntese dos gases.

³⁵ Cf. em *Le Matérialisme Rationnel*, capítulo “Phénoménologie et matérialité” seção IX e também no capítulo “Le rationalisme arithmétique de la matière sous des formes prématurées”, seção III.

Enfatiza-se ainda que a própria noção de gás trata-se de um rompimento com o saber pré-científico, onde o gás era associado à noção generalizada, valorizada e confusa de *fluido*, que era entendido como magnético, vital e podia dirigir tanto a vida como a morte (Bachelard, 1972a).

Ainda a título de exemplificação, Bachelard mostra que a descoberta do oxigênio foi também uma revolução nas bases do *materialismo imediato*. Tal conquista trouxe para o conhecimento científico e filosófico muitas novidades que serviram como bases de preparação para o espírito científico. Este necessita estar preparado para assumir novos pensamentos, acompanhar as revoluções que são marcas do progresso da cultura humana (Bachelard, 1972a).

Os exemplos supracitados na filosofia da química bachelardiana servem para apontar provas de reorganizações do pensamento, de rupturas na base do pensamento materialista imediato com a inserção do caráter experimental nas práticas científicas através da química positivista de J. Priestley e de A. Lavoisier.

A química positivista de A. Lavoisier pode ser colocada como um avanço ao se distanciar do conhecimento comum nos estudos científicos acerca dos gases. Entra-se na ciência moderna da matéria quando se demonstra que a respiração é uma combustão (Bachelard, 1972a). Contudo, tais fatos não foram o bastante para estabelecer uma ruptura completa entre o conhecimento comum e o conhecimento científico na Química.

Na química positivista as investigações ainda se apoiavam em linhas substancialistas por meio de convicções imediatas e ingênuas da vida comum. O *materialismo imediato* ainda apresenta-se como fecundo, pois mesmo com a inserção da atividade experimental na ciência na época positivista, o conhecimento científico ainda estava ligado com senso comum.

Bachelard destaca em *Le rationalisme appliqué* (1949) que as diferentes espécies de ar nos estudos de J. Priestley – o ar bom e o ar viciado –, não configuravam sequer um tipo de classificação racional na Química, haja vista que esta classificação apresentava falsos problemas. Segundo Bachelard, Priestley atribuiu juízos de valor, *bom* e *mau*, valores subjetivos que não poderiam alcançar conhecimentos objetivos. Os valores de *bem* e *mal* estiveram ligados como designações fundamentais do saber que desenvolveram ideias cosmológicas nas quais se distanciavam do nível experimental (Bachelard, 1966).

No *Le matérialisme rationnel*³⁶ também são apresentadas características desse *materialismo imediato*, que resistiram como verdadeiros obstáculos a uma ciência que buscava

³⁶ Cf. Bachelard. *Le matérialisme rationnel*. Cap II, “Le paradoxe du matérialisme des philosophes. De la généralité à la spécificité. De l’homogénéité à la pureté”, Seção III.

ordenar os elementos químicos racionalmente. Os aspectos subjetivos e os valores inconscientes são muito enfatizados por Bachelard. Exemplo,

De fato, quando se olhava para *sete* o número de metais em correlação com os *sete* planetas, fortaleceu-se valores simbólicos inconscientes, *adquiriu-se* com muita facilidade o sistema das substâncias metálicas. Assim, ao longo tempo onde se professou a relação recíproca do sistema dos metais e do sistema planetário, não se pode conhecer a verdadeira síntese do espírito científico. (Bachelard, 1972a, p. 106).

Bachelard refere-se a essa característica como uma inadequação de caráter imaginário sobre os números que não atribui ordem racional sobre as substâncias. A ordenação racional dos elementos se dará em um momento posterior da história da Química com os estudos de D. Mendeleiev.

Só na segunda metade do século XIX apresentou-se uma sistemática de elementos químicos numa perspectiva realmente instruída. A tabela de Mendeleev superou a era analítica de Lavoisier, fundando a química sincrética, isto é, aquela que não se fixa em uma determinada posição filosófica, mas, ao contrário, é aberta a todas elas. Essa sistemática dos elementos, que os mostrava como uma totalidade orgânica, fez desaparecer a contingência dos corpos simples, antes acumulados empiricamente. (Bulcão, 1999. p. 140-141).

Outra característica referida por Bachelard é a adesão ao método da história natural no século XVIII. Foi assim que se tentou classificar os elementos em classes de famílias. Tais classificações operavam com um número muito pequeno de substâncias, pois estavam reduzidos por uma visão superficial sobre a Natureza.

A inserção de entes físicos na base da “química imediata” também se caracterizou como um obstáculo. Bachelard dá o exemplo da substancialização de alguns princípios como a luz, o calor e a eletricidade. Aqui, aparece de modo total o caráter do *obstáculo substancialista*. Com efeito, a ciência positivista ainda se encontrava mesclada com esse tipo de saber. Foi nesse sentido que Lavoisier acreditou que a luz se tratava de uma substância que atuava sobre a matéria.

De acordo com Bachelard, tal visão se deve ao caráter sensível do conhecimento comum que via como prova as diferenças das qualidades que os corpos manifestavam, como, por exemplo, a cor da matéria. Em outras palavras, a ideia era de que a luz atuava quimicamente na matéria. Isto correspondia a uma realidade que podia ser verificada pela experiência imediata e, tal pensamento, no decurso da Química, apresentou-se por via da fotoquímica primitiva.

De acordo com Bachelard, em *Lumière et substance* (1934), a experiência fotoquímica primitiva não oferecia uma sistemática das observações qualitativas. Ela não oferecia nenhum modo de medição dos fenômenos. Era o percurso da química extensiva, da química nos moldes

da epistemologia cartesiana, que se limitava a afirmar que as substâncias absorviam a luz (Bachelard, 1970c). Conforme Bachelard, somente com a química positivista do século XIX foi que se incorporou na ciência da luz uma intuição materialista, que pode tratar os fenômenos luminosos de maneira mais experimental.

Por fim, outro aspecto do *materialismo imediato* que se apresentou na história da Química como um entrave a toda sistematicidade racional, refere-se às desigualdades entre os elementos encontrados na natureza. É possível perceber que essa característica está relacionada ao próprio método da história natural. Com efeito, alguns elementos são abundantes na natureza, como o ferro e o cálcio, enquanto outros são mais escassos, por isso a dificuldade de uma ordenação racional para se chegar a uma sistemática dos elementos (Bachelard, 1972a).

As concepções marcadas pelo *materialismo imediato* são denunciadas por Bachelard como “química imediata” ou “química das aparências” e ainda podemos dizer “química ingênua”, apresentadas como distantes do que em sua epistemologia ele chamou de *Química científica* ou *Química matemática*. Foi preciso que esta ciência rompesse com o reino da *experiência primeira*, com o vínculo com a vida natural e comum e com todo imediatismo, para que alcançasse o *materialismo instruído*. Pode-se afirmar que é por meio desta noção que poderemos, por contraste, compreender de forma mais nítida a *ruptura* entre conhecimento comum e conhecimento científico na ciência Química na epistemologia bachelardiana.

1.2 *Materialismo Instruído*

A ruptura com as teorias quaternárias põe o materialismo da Química no campo da diversidade dos objetos materiais. O primeiro passo para ordenar o pluralismo da matéria foi verificar a noção de *homogeneidade material* (Bachelard 1972a). A ideia de homogeneidade das substâncias se apresentou nos estudos da matéria como um entrave ao progresso acerca do conhecimento dos fenômenos materiais. Porque a noção de homogeneidade estava ligada à ideia de substancialização material.

Conforme Bachelard, cada época possui sua doutrina acerca das substâncias homogêneas. É a partir de tal noção que é possível fazer investigações sobre os fenômenos da matéria. Contudo, na base *materialista imediata* a noção de homogeneidade se encontrava altamente sensibilizada. Tratava-se de uma *homogeneidade sensível*. O novo materialismo da química rompeu com essa compreensão, pelo fato de não trabalhar com a noção de *dado*, estabelecendo uma relação indireta com a realidade empírica.

Na Química contemporânea a noção de homogeneidade é dirigida pela técnica. Trata-se, portanto de uma *homogeneidade instruída* e, sem tais métodos, é possível por em questão a validade objetiva da homogeneidade de uma substância. “Entramos, com a química, no reino das substâncias precisas, no reino das substâncias que a técnica marca precisamente, dando-lhes uma total homogeneidade” (Bachelard, 1972a, p. 80).

Talvez, o fato mais importante apresentado por Bachelard como ruptura é a busca de uma sistemática química, uma vez que ao instituir uma sistemática dos elementos, a Química contemporânea rompe com as organizações prematuras que partia dos dados sensíveis da matéria.

A tabela de D. Mendeleiev foi organizada racionalmente e distanciada dos aspectos imediatos, dos objetos empíricos do conhecimento comum. Com Mendeleiev se deu a formulação das primeiras leis acerca da periodicidade dos elementos químicos. Ressalta Bachelard, em *Le pluralisme cohérent de la chimie Moderne* (1932), que com a tabela de Mendeleiev, uma nova era começa para a Química geral. “Mendeleev entreveis uma doutrina geral das qualidades particulares e preparou a harmonia das substâncias” (Bachelard, 2009a, p. 10).

Conforme Bachelard, o quadro de Mendeleiev deu uma totalidade na organização dos corpos simples que antes eram indeterminados e classificou os elementos linearmente em grandes famílias. O que está posto no quadro mendeleeviano é a ordenação dos corpos simples em famílias de elementos a partir do *peso atômico* em uma linha horizontal e das *valências químicas* ordenadas por uma linha vertical. O *peso atômico* pode ser considerado de forma geral como o *peso absoluto de um átomo*. Para Bachelard, tal conceito sofreu grandes mudanças históricas.

A epistemologia da química bachelardiana destaca que com Mendeleiev surge uma revolução de ideias. A Química entra em sua era sincrética e se afasta da era analítica lavoisieriana. Aqui, é possível apontar outro ponto de ruptura entre conhecimento comum e conhecimento científico, uma vez que a matéria era antes ordenada por meio de suas qualidades sensíveis, da realidade imediata e cercada por uma filosofia da natureza. Esta espécie de realismo se rompeu quando se buscou entender as *formas íntimas* da matéria. Tal fato reorganizou o pensamento ao afastar a realidade natural como meio para alcançar a sistemática dos elementos.

No trabalho de Bachelard, é com a noção de *número atômico* que parece haver um desprendimento total entre conhecimento científico e conhecimento comum. A noção de *número atômico* ultrapassa a ideia de *peso atômico* ao configurar um campo de estudo totalmente novo sobre a matéria. Tal conceito é, de acordo com Bachelard, uma ideia nova que pode ser considerada como uma das grandes conquistas técnicas da ciência contemporânea. Isso quer dizer que não existe uma continuidade com a noção de *peso absoluto* do átomo.

O *número atômico* pode ser descrito como o número de ordem de um elemento químico no quadro de Mendeleiev. Tal número se tornou um valor teórico e explicativo sobre uma base matematizada (Bachelard, 2009a). É assim que, de modo revolucionário, o *número atômico* designa como princípio ordenador a quantidade de *elétrons* que existem em um determinado átomo na tabela mendeleeviana (Bachelard, 1972a).

Uma nova sistemática então se institui na Química por meio da noção de *número atômico*. Um corpúsculo como o *elétron* exige novas determinações por não ser um *dado* natural e notável. De acordo com Bachelard, este caráter da sistemática eletrônica na Química se tratou de um campo novo de racionalidade que informa profundamente a realidade empírica de modo *indireto* por meio de técnicas específicas.

Foi possível falar de um racionalismo aritmético da matéria quando o quadro de Mendeleiev foi atualizado por novos conceitos. Estabeleceu-se uma ruptura acerca do conceito de matéria, que passou a ser pensada pela quantidade de *elétrons* de um átomo. A matéria se tornou eletrônica aritmeticamente e perdeu seu caráter substancial (Bachelard, 1972a). E Bachelard explica que:

[...] podemos mostrar uma diferença filosófica fundamental entre os períodos da tabela de Mendeleiev primitiva, fundada sobre as qualidades químicas e o período da tabela moderna fundada sobre as estruturas eletrônicas. Os períodos primitivos, tal como aparecem nas investigações empíricas são dos fatos sem explicações. [...] Mas quando a valência química é explicada por organizações eletrônicas, o empirismo aparece como um *conhecimento de primeira posição*, conhecimento que constata mais não explica. A teoria eletrônica tem então a função de uma ordem de razões que explicam os fatos. (Bachelard, 1972a, p. 117).

A sistemática eletrônica se tornou a base da ordenação da tábua de Mendeleiev. Em consequência, novos tipos de estudos acerca dos fenômenos da matéria são introduzidos na Química, por exemplo, a influência da mecânica quântica, tendo como principal aspecto as pesquisas de Bohr.

No pensamento bachelardiano, a Química quântica demarcou definitivamente uma *ruptura* com o *materialismo imediato*, porque fez aparecer um novo corpo de racionalidade, um novo campo de aplicação nos estudos químicos. Tratou-se de um momento revolucionário

na história da Química que impôs uma verdadeira *descontinuidade* com o imediatismo da pré-química e da química positivista.

A Química quântica se desfez da doutrina materialista imediata e reforçou os fundamentos de uma ciência construtiva fundamentada na matemática (Bachelard, 1972a). Uma inovação que reforça a tese da ruptura entre conhecimento comum e conhecimento científico é a potência do cálculo na atividade racionalista científica contemporânea. “Para estabelecer os diagramas que fixam nossos conhecimentos sobre as densidades eletrônicas ao redor dos núcleos [...] nos vemos levados a calcular os termos de uma larga série tripla de Fourier” (Bachelard, 1972a, p. 272).

Aponta Bachelard, que o cálculo dos diagramas se trata de atividades científicas que transcende a toda capacidade humana e são efetuadas por instrumentações científicas muito sofisticadas. Isto quer dizer que a inserção do cálculo revolucionou formas de racionalidades e determinou reorganizações no pensamento.

Bachelard nos chama à atenção para o refinamento e modificações da técnica na ciência contemporânea, que não podem ser compreendidas como as técnicas mecânicas do conhecimento comum. Elas não possuem continuidades entre si. As técnicas da atividade científica contemporânea mesclam representação e experimentação.

Com a Química quântica a energia é quantificada por meio do *princípio de exclusão de Pauli*, no qual se atribui números quânticos aos elétrons para deduzir sua localização no interior átomo. Nesse sentido, pode-se dizer que a Química se matematiza e se institui como uma ciência dessubstancializada e desmaterializada. Com efeito, se perde o sentido realista do elemento, afirma (Bulcão, 1999). Ainda segundo a autora, a dessubstancialização da Química se tornou mais forte quando a quantificação adquiriu apenas relações de probabilidade.

Bachelard dá o exemplo da *quadrivalência do átomo de carbono*³⁷, no sentido de mostrar que a Química quântica modificou a visão das valências tetraédricas por uma mudança na concepção de *estrutura*. Bulcão (1999), esclarece que com a ciência química quantificada, a noção de *estrutura* de uma substância perdeu seu sentido realista e substancial. Estabeleceu-se uma nova visão, a saber, de que a substância possui uma multiestrutura. Em outras palavras, a nova Química trabalha com uma diversidade de estruturas que designam uma mesma substância. A substância é possuidora de vários estados estruturais, nos quais é possível inferir que a noção de *estrutura* exigiu uma atualização conceitual.

³⁷ Cf. *Le Materialisme Rationnel*, Capítulo IV: “Le Matérialisme Composé”.

Para Bachelard, uma estrutura não pode ser pensada e nem explicada de maneira comum, uma vez que, no *materialismo instruído*, tal noção se apresenta em sentido abstrato. É assim que a estrutura tetraédrica do átomo de carbono não pode ser pensada geometricamente situada na realidade comum. Essa estrutura tem a função de instruir as associações deste átomo com outros elementos.

[...] a atividade estruturante da matéria, uma atividade que consiste em preencher bem o espaço de acordo com condições suplementares cada vez mais numerosas e mais delicadas. [...] é doravante demasiado brutal dizer que o átomo de carbono é tetraédrico. Só tem grandes possibilidades de tetraedrização. No átomo, tudo é função, tudo é possibilidade. Quando o átomo é solicitado por outros átomos para formar moléculas, ele se exhibe de algum modo, tetraédricamente. (Bachelard, 1972a, p. 229).

De acordo com Bachelard, na Química clássica de A. Kekulé³⁸, as valências se apresentavam apenas como postulados, isto é, emitiam-se hipóteses que se mostravam como simples realizações do *princípio de razão suficiente* para tornar possíveis as explicações das valências. “Pelo contrário, estamos de acordo com o exemplo da mecânica quântica na Química ante uma promoção filosófica no sentido de necessidade” (Bachelard, 1972a, p. 226).

O que Bachelard apresenta aqui em jogo é a necessidade do cálculo, a sujeição dos cálculos sobre um método geral do conhecimento racional, que faz o saber entrar no âmbito de valores de necessidade não mais guiado pelo *princípio de razão suficiente*, mas pelo princípio de *razão necessária* na organização racional dos elementos. Então, a ideia de necessidade ultrapassa com a matemática todo aspecto hipotético. A Química contemporânea passa a utilizar o cálculo para fundamentar os estudos científicos.

O *materialismo instruído* é apresentado como uma base de pensamento complexa que caracteriza especificamente a Química contemporânea. Trata-se de um materialismo complexo por trabalhar com uma diversidade e pluralidade de objetos materiais. É um materialismo que experimenta, progride, trabalha, cria e instrui os fenômenos humanamente (Bachelard, 1972a). Tal tipo de atividade de pensamento surge após o fracasso das formas racionalistas prematuras e da química positivista sobre os estudos da matéria. É assim que, por exemplo, uma “[...]”

³⁸ Friedrich August Kekulé foi um químico alemão que estudou o emprego de fórmulas desenvolvidas na Química orgânica e criou em 1857 a *teoria da tetravalência do carbono*. Interessante é notar que Bachelard chama de Química clássica os estudos de Kekulé que se deu em pleno século XIX.

combinação intra-atômica apresenta em relação à combinação química comum uma verdadeira ruptura de escala. Pode haver ruptura de método e até de princípio” (Bachelard, 1986, p. 60).

Bachelard apresenta o *materialismo instruído* como o verdadeiro materialismo da Química contemporânea ao exigir o modelo matemático como princípio da experiência. Isso quer dizer que o materialismo assume um racionalismo ativo como doutrina científica, na qual é possível agora falar de uma *Química matemática* no mesmo sentido de uma *Física matemática* (Bachelard, 1972a). Na Química matemática, o modelo matemático fundamenta e ordena uma sistemática dos elementos químicos. “A matemática moderna é, de fato, tanto a ciência da ordem quanto a ciência do número” (Bachelard, 2009a, p. 11).

A Química matemática tem sua base fundamentada na ordenação racional das qualidades dos elementos. Isso quer dizer que a matematização da Química instituiu uma desmaterialização na noção de matéria, uma vez que a Química ao se afastar do realismo imediato pôde modificar o conceito de substância. A matéria passa a ser pensada como energia.

No *novo espírito científico*, a matéria adquire uma nova noção. A Química contemporânea apresenta o conceito de matéria como energia e que possui uma objetividade científica complexa ao romper com a própria noção de energia do conhecimento comum. Ou seja, não se trata mais de um materialismo que considera a matéria como algo inerte e desprovida de energia interna. Isso quer dizer que a energia se tornou base dos estudos científicos.

O fenômeno químico é manifestado por energia e deixa de ser simples aparência e descrição. Torna-se necessário conhecer as relações energéticas dos fenômenos químicos quando se busca a elaboração de novas substâncias. Portanto, os fenômenos da matéria pelos estudos químicos contemporâneos devem ser explicados pelas leis da energia, onde se pode falar que se tratam de investigações extremamente profundas.³⁹ Essas considerações mostram que o *materialismo instruído* não é de acordo com Bachelard uma filosofia especulativa. Trata-se de um pensamento que age na matéria como marca do novo racionalismo científico.

³⁹ Nas palavras de Bulcão (1999), “o pensamento contemporâneo inaugura uma nova perspectiva de abordagem da matéria. Até então a matéria era tida como algo inerte, limitado e estável, pois a ciência, continuando o conhecimento comum, partia de pressupostos fundamentados na observação imediata. Bachelard, procura em suas obras ressaltar a ruptura entre ciência e conhecimento comum, que vai ser umas das características de nossa época. Na Química, essa ruptura implica um abandono das idéias realistas que dominavam o estudo da matéria até o século XX e que impediram o desenvolvimento de conhecimentos objetivos e a proliferação de novas técnicas. Entrando no domínio da Química contemporânea, onde prevalece o novo espírito científico, vamos verificar que não se trabalha aí com intuições comuns, provenientes do conhecimento imediato, e que a noção de matéria fundamental nesta ciência, sofreu uma dessubstancialização. A Química de hoje abandonou o realismo, passando ao plano da matemática probabilística. Para se compreender como a Química deixou de ser realista, modificando o sentido do conceito de substância, Bachelard explica a organização energética da matéria” (Bulcão, 1999, p. 131-132).

Bachelard fala de um pensamento atuante e criador, que não mais se envolve com as noções da subjetividade humana, mas um pensamento que se aplica e organiza novos corpos. A química contemporânea administra forças reais na linha da verificação objetiva (Bachelard, 1972a).

Desta forma, o materialismo da nova Química surge como uma mentalidade criativa que exerce poder sobre a matéria na qual os fenômenos materiais são eles mesmos construídos humanamente. Em *La philosophie du non* (1940)⁴⁰, Bachelard explica que a química contemporânea desenvolve fórmulas que agem como substitutos teórico-rationais. Nesse sentido, a fórmula é anterior à experiência, que adquire possibilidades claras de realização pela técnica. Isso quer dizer que as experiências químicas contemporâneas são pensadas antes da experimentação por meio de uma teoria elaborada (Bachelard, 1996).

O pensamento teórico-matemático é anterior ao fenômeno. Bachelard oferece o exemplo do corpo colorido que é antes construído pela elaboração teórica instruída matematicamente. Isso significa que não se trata de descobertas sobre fenômenos do mundo natural, mas de construção de fenômenos por aparelhos peculiares. A atividade da química contemporânea é criar uma lei que possa constituir uma nova substância. Segundo Bachelard, estar-se-á doravante diante da substituição da observação de objetos notáveis por uma elaboração racional que constrói o objeto artificial. A “substância realizada pela síntese química moderna é totalmente racional” (Bachelard, 1993, p. 306).

A atividade experimental está ligada a uma técnica que elimina a irracionalidade da substância. Assim, pelo ordenamento racional das substâncias é possível alcançar a pureza das mesmas. Estabelecem-se critérios que garantem, junto à técnica, a pureza das substâncias. Conforme Bachelard, só é possível falar de uma Química bem fundada quando se conhece suficientemente os elementos químicos em relação à pureza. Para tanto, é preciso de critérios racionais bem elaborados que estabeleçam uma ordenação segura acerca dos elementos da matéria.

As novas técnicas de purificação são apresentadas por Bachelard como um marco do *materialismo racionalista*, que tem estatuto objetivo garantido pela *cidade científica*. Trata-se de técnicas inovadoras diferentes das técnicas positivistas nas quais se bastava a balança para determinar os *pesos atômicos*. O uso sistemático da balança configura apenas o começo da ciência química (Bachelard, 2016). Por sua vez, no *novo espírito científico*, pesam-se isótopos por uma técnica *indireta* e nova. A balança é então substituída pelo *espectroscópio de massa* que se baseia na ação dos campos magnéticos e elétricos. Diferentemente da balança de

⁴⁰ Cf. Cap III: “Le Non-Substantialisme. Les Prodrômes D’une Chimie Non-Lavoisienne”, seção III.

Lavoisier, o *espectroscópio de massa* deve ser entendido como um *instrumento indireto*, uma vez que se afasta da experiência imediata e usual (Bachelard, 1966).

O elevado grau de refinamento técnico possibilita estabelecer graus de pureza que é ordenada racionalmente por meio de reativos específicos. Com efeito, tem-se uma pureza construída pela atividade humana e não pela Natureza. “A pureza de uma substância é, pois, uma obra humana. Não pode ser tomada por um dado natural” (Bachelard, 1972a, p. 139). A nova Química trabalha com uma artificialidade que se afasta dos dados empíricos da realidade natural. Destarte, os procedimentos de purificação contemporâneos rompem com a ideia de uma pureza absoluta e estabelece uma relatividade da substância purificada, na qual é possível falar de diferentes graus de pureza.

Diz Bachelard (1972a), que a substância é dada pela Natureza, porém não está purificada. Ela será pura após o trabalho técnico de purificação que exige uma racionalidade específica. Em consequência, o valor de pureza não se encontra pelo natural, mas na aplicação da técnica que apresentará outro tipo de *substancialismo*, no qual é possível falar de uma *substância sem acidente*⁴¹.

O papel da técnica é importante para a compreensão da ruptura entre o *materialismo instruído* e o *materialismo imediato*. As técnicas da Química contemporânea afastam as convicções imediatas do conhecimento comum, elaboram experiências bem precisas e bem estabelecidas capazes de transformar as propriedades da matéria. Então, as relações da Química científica não se apresentam na Natureza, uma vez que se trata de uma ciência caracterizada pelo espírito de construção, isto é, como uma ciência que cria uma *natureza segunda* ao se afastar da realidade imediata.

O objeto químico da nova Química é *abstrato-concreto*. Não é um objeto do conhecimento comum, mas uma espécie de “objeto segundo” criado pela atividade humana. Para Bachelard, o *materialismo instruído* fundamenta uma “ciência do futuro”, na medida em que sua racionalidade é produtora das descobertas.

A Química contemporânea ao trabalhar com a atividade da transmutação do núcleo dos elementos instituiu outra ruptura em sua história. O problema do núcleo das substâncias se apresenta como uma atividade de criação, isto é, de criar núcleos não existentes na natureza.

⁴¹ Uma *substância sem acidente* é o produto de um trabalho técnico-racional, construída na *cidade científica - cité scientifique*. São substâncias altamente controladas que suprimem qualquer flutuação de qualidades. É uma substância ordenada racionalmente que possui identidade absoluta. “[...] o materialismo ativo tem precisamente por função submeter tudo o que possa ser qualificado de irracional em suas matérias, em seus objetos. A Química, confiante em seus *a priori* racionais, entrega-nos *substâncias sem acidentes*; depura todas as matérias da irracionalidade das origens” (Bachelard, 1966, p. 13-14).

Por exemplo, o elemento *neptúnio* (Np) não é um elemento existente na Natureza. Ele é um elemento artificial, sintético, isto é, criado racionalmente por uma técnica bem específica seguindo a atividade da transmutação nuclear (Bachelard, 1972a).

A Química contemporânea é uma ciência da transformação e criação material. A atividade criadora é, por sua vez, o caráter fundamental do *materialismo instruído*, que não pode ser pensado dissociado dos instrumentos técnicos – do *materialismo técnico*. A nova Química contemporânea quando vai à Natureza é sempre depois dos estudos técnicos que ocorre nos laboratórios (Bachelard, 1972a).

Para Bachelard, é na linha da ciência construtiva que se deve pensar o começo do *materialismo instruído* significativamente distanciado do conhecimento sensível. Aqui, o materialismo se encontra no estado avançado da cultura científica e, ao incorporar o conhecimento discursivo sobre a matéria, rompe com os conhecimentos das aparências e distancia-se definitivamente das ideias prematuras dos quatro elementos. Ele rompe com o conhecimento comum. Trata-se de um racionalismo da química que trabalha contra os imediatismos e busca a existência de novas experiências ao rechaçar as experiências primeiras, as intuições imediatas.

O *materialismo racionalista* ao se estabelecer por completo rompe de maneira brusca com o *materialismo imediato*. Mediante sua atividade racionalista, o *materialismo racional* retifica constantemente o real. Cria-se um real retificado e trabalhado como próprio da ação humana.⁴²

Ao olhar o passado das ciências, podem-se perceber as inúmeras reorganizações do pensamento. É assim que, diante das novas teorias e técnicas de extrema precisão, a Química contemporânea tem o poder de julgar seu passado histórico a partir da consciência de seus erros. A partir da questão da *ruptura epistemológica* no pensamento de Bachelard, deve-se dizer que entre as doutrinas alquimistas e as teorias nucleares não existe nenhuma ligação. Segundo Bachelard, não se vai da Alquimia até a Química positivista e nem desta para a Química matemática.

⁴² Uma análise interessante acerca da noção de matéria no pensamento de Bachelard é oferecida por Bulcão em seu livro *O racionalismo da ciência contemporânea: introdução ao pensamento de Gaston Bachelard* que teve sua publicação revisada e ampliada em 2009. Nesta obra, a autora oferece um capítulo intitulado “O materialismo bachelardiano”. Cf. M. Bulcão (2009, p. 183-193).

3. O Novo Espírito Científico: Uma Nova Realidade Científica

As ciências contemporâneas inseriram o homem em um mundo totalmente novo. O homem se renova como ser pensante na medida em que pensa sobre o fazer científico (Bachelard, 1972a). Esta colocação de Bachelard quer mostrar que a renovação epistêmica que se instaura no século XX possui características singulares que demarcam uma ruptura histórica no pensamento científico. A Física e a Química contemporâneas, como demonstramos nas seções anteriores deste capítulo, desprenderam-se do conhecimento comum e imediato.

Como se caracteriza o *novo espírito científico*? Nesta seção serão assinaladas algumas características, que acreditamos, ser as principais dessa nova realidade científica, que no pensamento de Bachelard aparece como totalmente depurada do conhecimento comum. O que apresentaremos nesta parte da dissertação se trata de uma espécie de corolário das seções anteriores.

Na análise de Bachelard, a ruptura entre senso comum e conhecimento científico representa, como consequência, uma nova configuração da mentalidade científica, isto é, a instituição de um *novo espírito científico*. Principalmente em *Le nouvel esprit scientifique* (1934), Bachelard destaca esse novo momento das ciências e o apresenta como um conjunto de métodos racionais constituídos com um alto grau de refinamento. Um fato científico tem doravante sua constituição baseada em uma técnica coerente. A atividade científica vai do racional para o real (Bachelard, 1999).

Segundo Bachelard, as ciências no século XX passaram pelo que Nietzsche chamou em *Segunda considerações intempestivas*, de “tremor de conceitos”. Apresentaram a descoberta de um novo mundo, de uma nova realidade, como se o mundo e as coisas assumissem outra estrutura, desde que postas as explicações a partir de novas bases (Bachelard, 1972a)⁴³.

O pensamento científico então se reorganiza, razão e experimentação associam-se em uma técnica extremamente refinada, as ciências adquirem estatuto social, abandonam o caráter imediatista das intuições primeiras e opiniões e institui seus fundamentos no modelo teórico-matemático.

O conhecimento *imediato* cede espaço ao conhecimento *construído* (Bachelard, 1996). O ponto de partida das novas ciências deixa de ser a experiência imediata e vem a ser o projeto que possibilita a construção do real. *Há uma ruptura entre conhecimento comum e*

⁴³ Cf. G. Bachelard, em *L'engagement Rationaliste*. II Parte, Seção 3, intitulada de “La Dialectique Philosophique des Notions de La Relativité”.

conhecimento científico nas ciências contemporâneas cujo desfecho é um novo espírito científico.

“A Química e a Física contemporâneas provaram que não é possível levar em consideração a experiência primeira como um dado inquestionável, na medida em que “[...] ambas atingiram o estágio do racionalismo complexo” (Barbosa, 1996, p. 57). O dado imediato não exige problema, pois ele está baseado na experiência primeira. No *novo espírito científico* a experiência é reconstruída no plano da discursividade (Bachelard, 1999).

O *racionalismo aplicado* e o *materialismo técnico* são, com efeito, a mescla do pensamento científico contemporâneo, no qual a técnica se ligou intrinsecamente ao objeto. O objeto do conhecimento é antes um projeto construído pelo pensamento. Os fenômenos de que trata as ciências contemporâneas não são *dados* do mundo sensível e comum, como já demonstramos anteriormente.

Existe uma ruptura sobre o objeto de investigação científica, pois o *objeto designado* pelo senso comum se difere radicalmente do *objeto instrutor* das novas ciências. O objeto instrutor tem uma posição mais complexa e mais comprometida (Bachelard, 1966).

Afirma Bachelard, em *Le rationalisme appliqué*, que se fossemos considerar no estilo positivista de A. Comte, poder-se-ia chamar o *novo espírito científico* de uma quarta idade do desenvolvimento das ciências⁴⁴. “A quarta idade, Época Contemporânea, realiza precisamente a ruptura entre conhecimento vulgar e conhecimento científico” (Bachelard, 1966, p. 121).

O *novo espírito científico*, como uma nova etapa do desenvolvimento das ciências, destaca-se na epistemologia bachelardiana como uma crítica ao positivismo e se trata de um novo intelectualismo bem delineado que se distingue do pensamento comum.

Ao apresentar o *novo espírito científico* como uma espécie de quarta idade das ciências (se pensada no estilo positivista de Comte), Bachelard problematiza a dificuldade de se compreender essa nova epistemologia.

Bachelard reconhece a importância do período histórico demarcado pelo positivismo nas ciências. “[...] É preciso cumprir as obrigações do positivismo. É preciso passar pelo

⁴⁴ Aqui, G. Bachelard faz uma alusão a A. Comte em sua obra *Curso de Filosofia Positiva*, onde o autor apresenta à lei dos três estados históricos e progressivos do conhecimento humano. Comte, afirma que: “Essa lei consiste em que cada uma de nossas concepções principais, cada ramo de nossos conhecimentos, passa sucessivamente por três estados históricos diferentes: estado teológico ou fictício, estado metafísico ou abstrato, estado científico ou positivo. Em outros termos, o espírito humano, por sua natureza, emprega sucessivamente, em cada uma de suas investigações, três métodos de filosofar, cujo caráter é essencialmente diferente e mesmo radicalmente oposto: primeiro, o método teológico, em seguida, o método metafísico, finalmente, o método positivo. Daí três sortes de filosofia, ou de sistemas gerais de concepções sobre o conjunto de fenômenos, que se excluem mutuamente: a primeira é o ponto de partida necessário da inteligência humana; a terceira, seu estado fixo e definitivo; a segunda, unicamente destinada a servir de transição” (Comte, 1978, p. 35).

positivismo para superá-lo” (Bachelard, 1966, p. 123). Entretanto, a pouca compreensão acerca dos valores positivistas, tal como a sedimentação de seus conceitos, trazem embaraços para delinear os novos valores das ciências do *novo espírito científico*.

Em *Le rationalisme appliqué*, Bachelard afirma que para que seja necessário compreender as condições epistemológicas do progresso do saber, deve-se levar em conta a *positividade* do espírito positivista comtiano. Espírito científico que se opõe às filosofias do conhecimento misturadas com ideias metafísicas. Segundo Bachelard, o estágio positivista contraria esses modos de pensamentos mesclados com cosmologias ligados às filosofias da natureza.

Pode-se dizer que o positivismo estabeleceu uma ruptura com as formas de pensamentos pré-científicas, mas ainda se manteve ligado com o conhecimento comum. Contudo, a Física e a Química do *novo espírito científico* tem sua atividade a partir do modelo racional, isto é, de um pensamento matematizado intrinsecamente unido à técnica, na qual se constrói o objeto científico e se afasta do conhecimento comum. As ciências do século XX rompem, portanto, com espírito positivo.

O modelo teórico-matemático coordena a experiência e fundamenta a ação racionalista das ciências no *novo espírito científico*. Tanto nas ciências Física e Química a nova realidade científica está caracterizada pelo pensamento matematizado no qual se substitui ideias resumidas por ideias inventivas (Bachelard, 2009a). Na nova Química “é pela matemática que se pode explorar o real até o fundo de suas substâncias e em toda extensão de sua diversidade” (Bachelard, 2009a, p. 206). Então, a matéria é estudada por meio do modelo teórico-matemático.

É a força da matemática que atua como verificação das descobertas enquanto a linguagem dos números possui a função que possibilita pensar os fenômenos (Bachelard, 1999). É assim que o cálculo vem a ser “[...] um instrumento matemático que cria a ciência Física contemporânea como o microscópio cria a microbiologia. Não há conhecimentos novos sem o domínio deste instrumento matemático novo” (Bachelard, 1999, p. 52).

A matemática significa uma realidade oculta e complexa que torna as experiências como parte de um projeto da razão ainda a ser realizado. O real deixa de ser imediato. “É o modelo matemático que conduzirá à realidade” (Barbosa, 1996, p. 57). É matematicamente e experimentalmente que as ciências contemporâneas estudam os fenômenos em sua

complexidade. Pela matemática, atua-se com fórmulas nas quais se calculam os termos, e pela experiência se obtém a clareza da estrutura dos microfenômenos. O vetor epistemológico parte sempre do racional (Bachelard, 1999). No *novo espírito científico* é a matemática que se antecipa como teoria ao apresentar o *númeno científico*.

O real comum perdeu sua referência como investigação imediata. Foi necessário então adquirir seu valor dentro das convenções. Tais convenções são desenvolvidas em um sistema teórico através de uma objetivação correta. Isso quer dizer que os novos problemas de objetivação que se apresentam ao *novo espírito científico* estão distanciados das bases da epistemologia tradicional (Bachelard, 1970b).

A objetivação ocorre mediante o processo de construção do objeto científico na medida em que “mostrar o caráter objetivo é provar a aplicação correta de uma construção” (Barbosa, 1996, p. 84). Pode-se dizer que o sentido de objetividade no pensamento bachelardiano não se refere a uma objetivação do real comum, mas da objetivação de um real criado pela atividade racional das ciências.

Encontra-se aí o caráter inventivo e não mais descritivo que contraria, pela influência da matemática, nos estudos dos novos fenômenos abordados pela microfísica, as teorias do conhecimento tradicionais. Com efeito, a ação espiritual das ciências contemporâneas constrói a realidade segundo a racionalidade humana, que se torna evidente no conceito bachelardiano de *fenomenotécnica*.

O *novo espírito científico* é marcado por técnicas experimentais que revelam um caráter *indireto* da realidade científica. A realidade vem a ser aquilo que é pensado pela *intuição intelectual* e elaborado por meio da técnica. A *fenomenotécnica* se trata de uma instância nova nas ciências que substitui o real em vista de realizá-lo (Bachelard, 1972a). Em tal atividade o que está em jogo é a *produção* do fenômeno e não mais a simples *observação* do mesmo.

Tal fato é, de acordo com Bachelard (1966), o suficiente para se colocar em outro campo epistemológico completamente recente e diferente. Os estudos dos novos fenômenos, por meio de uma teoria unida a uma técnica peculiar, são caracterizados como um fator importante no processo de rupturas entre o conhecimento comum e o conhecimento científico.

Diferentemente do período clássico, as técnicas das ciências contemporâneas realizam uma síntese entre o *a priori* e o *a posteriori* (Bachelard, 2010). Pode-se afirmar que existe, contemporaneamente, uma ruptura nas técnicas da atividade científica, porque as técnicas

contemporâneas se tratam de inovações. Elas são incorporadas por instrumentos científicos que não possuem antecedentes históricos, pois se apresentam como inéditos nas ciências.

O *espectroscópio de massa* não pode ser concebido como um aprimoramento da *balança* da ciência clássica. Da mesma forma, a *garrafa de Leyde* não possui nada em comum com um *condensador de energia*. Isso significa que não há continuidade entre um instrumento clássico e um aparelho sofisticado contemporâneo⁴⁵, uma vez que os instrumentos usados pela ciência clássica, além de serem “adaptações” dos objetos da vida cotidiana, debruçavam-se sobre os fenômenos do mundo comum. Os instrumentos das ciências contemporâneas se debruçam sobre o campo microfísico.

O trabalho de Bachelard demonstra que as novas ciências institui um diálogo entre racionalismo e empirismo que são sintetizados na técnica. Razão e experimentação não podem ser mais dissociáveis dentro de uma atividade científica que é criativa. Bachelard destaca que a prática científica contemporânea já não pode ser dividida entre ser empirista ou racionalista. É necessário um novo racionalismo, o *racionalismo aplicado* que dialetiza razão e experiência.

No período contemporâneo, o movimento entre razão e experiência se impõe e exige do cientista uma atitude de síntese entre ambas as posições (Bachelard, 1999). É assim que, em *Le rationalisme appliqué* (1949), Bachelard descreve uma “filosofia dialogada”, isto é, um diálogo recíproco entre teoria e experiência – entre espírito e coisas, e coisas e espírito -, como base de toda atividade científica. A Física e a Química são exemplos claros de ciências que trabalham com estes dois polos. Elas instituem uma mentalidade *abstrato-concreta* ao estabelecerem uma verdadeira síntese entre a matemática e a experiência.

O contato experiência e Matemática revelam-se numa solidariedade que se propaga. Quando é a experimentação que contribui com a primeira mensagem de um fenômeno novo, o teórico não pode eximir-se de modificar a teoria em vigor para que ela assimile o fato novo. [...] Quando é o teórico que anuncia a possibilidade de novo fenômeno, o experimentador debruça-se sobre essa perspectiva, caso a perceba na linha da ciência moderna. (Bachelard, 1966, p. 9).

É acerca deste sentido que a noção de *fenomenotécnica* ganha importância na epistemologia de Bachelard. As ciências contemporâneas não podem ser desarticuladas dos seus instrumentos de medidas, uma vez que a instrumentalização da atividade científica tem a função de contribuir com a busca da objetividade do conhecimento. Afirmar Bachelard, que essa doutrina “[...] da sensibilidade experimental é uma concepção totalmente moderna. Antes de

⁴⁵ N. Bohr em “O Debate com Einstein sobre problemas Epistemológicos na Física Atômica” de 1949, chama esses instrumentos de *pseudorealistas*. Cf. N. Bohr (1995, p. 60).

todo trabalho experimental, um físico deve determinar a sensibilidade de seus aparelhos” (Bachelard, 1993, p. 246).

Portanto, a *fenomenotécnica* se trata de uma atividade construtiva de fenômenos (por leis *a priori* que marcam inclusive a elaboração dos aparelhos) que se distancia da natureza comum ao instituir uma “natureza artificial”. Segundo Bachelard (1966), nenhum cientista gastaria sua credibilidade em construir um instrumento sem destinação teórica. É assim que um instrumento específico permite estudar um fenômeno peculiar que ganha objetivação por meio da experimentação. Os instrumentos técnicos possuem o poder de realizar os objetos do pensamento.

A experiência assim associada às perspectivas teóricas nada tem de comum com a pesquisa ocasional, com as experiências – para ver – que não tem qualquer lugar em ciências solidamente constituídas como são a física e a química, em ciências nas quais o instrumento é intermediário necessário para estudar o fenômeno verdadeiramente instrumentado. (Bachelard, 1966, p. 9).

Bachelard ressalta que os aparelhos de medidas fazem parte da própria teoria em vez de ser uma mera ampliação dos sentidos humanos. “[...] É necessário compreender que o microscópio é um prolongamento mais do espírito que do olho.” (Bachelard, 1993, p. 272). É de modo apressado que se entende que o olho seja um instrumento sensível capaz de ajustar às condições objetivas mais mutáveis (Bachelard, 1970). Os instrumentos de medidas contemporâneos definem as condições em que os fenômenos devem ocorrer (Bohr, 1995).

Os instrumentos de medidas possuem função essencial na interpretação do micro objeto e perdem a sua função de coadjuvante nas ciências contemporâneas. Pierre Quillet (1977) esclarece que basta ter uma ideia acerca da aparelhagem técnica de que se serve a Física contemporânea, para se entender que está ultrapassada a visão de que os objetos tratados pelas ciências, contemporaneamente, são os objetos dos sentidos e que os instrumentos pelos quais estudam estes fenômenos são meros auxiliares.

A Física e a Química contemporâneas preparam os fenômenos em uma atividade *noumenal* por meio de instrumentos técnicos de medição bem constituídos. Com efeito, a fenomenologia científica contemporânea se trata de uma *fenomenotécnica*, na medida em que se instrui para construir (Bachelard, 1999). Em *Le rationalisme appliqué* (1949), Bachelard, no

sentido de esclarecer a relação entre as técnicas das ciências contemporâneas e o objeto científico, afirma que:

Uma corrente alternada mantida não é um fenômeno, mas técnica de organização de fenômenos. Adquire sua realidade em decorrência da própria organização. Deve-se conferir bem a equação que comanda os dois cantões da fenomenotécnica o valor de um nômene. No caso, pensa-se antes de realizar, para realizar. O numeno é um *objeto* de pensamento como o fenômeno é um *objeto* de percepção [...] em fenomenotécnica eis-nos diante de uma prova a mais - tudo se dá no sentido do racionalismo aplicado. (Bachelard, 1966, p. 195).

A técnica científica não se baseia mais na sequência natural da ordem dos fenômenos. Tem-se, com efeito, uma ciência instrumentalizada que constrói o real por intermédio do trabalho humano.⁴⁶

As condições chamadas naturais não podem ter nenhum privilégio de explicação, desde que abordemos a filosofia da *técnica criadora*. De fato, os *a priori* da experiência científica são condicionamentos bem definidos que deixam de lado, por princípio, a flutuação e a imprecisão das condições naturais. (Bachelard, 1972a, p. 308).

A mecânica quântica trouxe a mensagem de um mundo desconhecido que é o mundo dos microfenômenos. Ela é um novo campo de estudo que se apresenta essencialmente mediante uma atividade *noumenal* (Bachelard, 1965). A *intuição intelectual* se apresenta de agora em diante sobre a *intuição sensível*, uma vez que o pensamento racional trabalha sobre provas numéricas na verificação material. Esta coerência racional, por meio do pensamento matematizado, transcende a experiência comum. Os fenômenos quânticos são experiências situadas entre teoremas que se iniciam pelo pensamento e encontram seu fim em um problema (Bachelard, 1970b).⁴⁷

Existe um grande problema na filosofia quando se pergunta se os fenômenos estudados pela mecânica quântica designam *coisas* da realidade comum (Bachelard, 1970b). Para

⁴⁶ Barbosa (1996) esclarece que de acordo com pensamento epistemológico bachelardiano, a ciência trabalha com três tipos diferentes de real, a saber, o *real macro* (dos objetos grandes perceptíveis aos sentidos, os objetos da Natureza), o *real construído* (dos objetos construídos pela manipulação dos elementos químicos para a elaboração de novas substâncias que não existem na Natureza), e o *real micro* (dos objetos microfísicos, do micro objeto que é estudado por instrumentos específicos). A racionalidade do conhecimento científico contemporâneo ao se depurar do conhecimento comum é produtora das descobertas. O conhecimento do *novo espírito científico* se afasta da Natureza ao debruçar-se em uma “natureza segunda” produzida pela atividade fenomenotécnica.

⁴⁷ “Com o advento da microfísica, é que se pode perceber uma mudança do espírito científico. Foram os princípios da microfísica que revolucionaram a filosofia do espírito científico. O infinitamente pequeno provocou uma comoção total dos princípios realistas. [...] No novo espírito científico é preciso pensar uma *não-coisa*, o real da ciência contemporânea não aparece como fenômeno e sim como *noumeno*. (Barbosa; Bulcão. 2004, p. 36; 37).

Bachelard a resposta a essa questão é, de certo modo, simples: o objeto quântico não pode ser instruído pelo empirismo simples. A Química do átomo e a Física dos corpúsculos⁴⁸ apresentam um novo tipo de objeto que contraria as leis da ciência tradicional e os princípios das filosofias tradicionais. Bulcão (2009) esclarece que:

As filosofias das ciências tradicionais, ao contrário, defendiam uma Razão substancialista, isto é, que conservasse uma estrutura invariável e se desenvolvesse baseada sempre nos mesmos princípios. Essas filosofias mostravam-se, então como sistemas fechados e acabados, impossibilitados de compreender as transformações que ocorrem no racionalismo. A nova epistemologia vai romper com a noção de uma Razão imóvel, pois as ciências contemporâneas são o testemunho de que o espírito científico está em constante evolução. Com o aparecimento das novas teorias como a relatividade de Einstein, a mecânica quântica, a teoria ondulatória, as geometrias não euclidianas etc., ficou demonstrado que a estrutura da Razão é variável, pois seus princípios se modificaram. Em *La valeur inductive de la relativité*, vai ficar bem claro o aspecto de novidade das teorias contemporâneas. (p.31).

Os objetos quando são pensados pelo modelo teórico-matemático são *númenos científicos* e, quando experimentados e descritos, apresentam-se como *fenômenos*. “O nômene é um *objeto* de pensamento como o fenômeno um *objeto* de percepção” (Bachelard, 1966, p. 195). O objeto deixa de ser somente percebido e descrito, mas agora é antes pensado e criado como *nova substância* (na Química) ou como *efeito* (na Física). Isso quer dizer que o *novo espírito científico* vai do *abstrato* ao *concreto* (Bachelard, 2010). Os fenômenos das ciências contemporâneas podem ser entendidos como objetos *abstrato-concretos*.

O objeto somente percebido e descritivo esteve ligado ao conhecimento comum porquanto se valia dos sentidos humanos, das sensações e dados empíricos. Podia ser estudado diretamente por que se tratava de uma “coisa” da realidade comum. A “coisa” pode ser entendida como um objeto em repouso, localizado e geometrizado (Bachelard, 2010). De modo inverso, o objeto pensado por uma axiomática é numênico, que ganha realização.

O progresso da ciência instituiu no conhecimento científico uma inversão acerca do objeto da atividade científica, pois em comparação com o objeto da percepção, cujo material é apreendido pelas sensações imediatas, o *númeno científico* não pode ser concebido como fenômenos da natureza comum. Pode-se dizer que o *númeno* é produto de uma *intuição intelectual* possuidor de uma estrutura matemática.

Este novo aspecto filosófico da ciência prepara uma volta do normativo na experiência: a necessidade da experiência sendo apreendida pela teoria antes de ser descoberta pela observação. (Bachelard, 1999, p. 14).

⁴⁸ Elétrons, prótons, pósitron, nêutrons, neutrinos, fótons e *spins*, em Bachelard, *L'activité rationnaliste de la physique contemporaine* (1965), cap. IV.

Bachelard demonstra com essas considerações que a atividade racionalista das ciências contemporâneas cria um mundo à sua imagem. O mundo teórico, do pensamento matematizado, apresenta o *númeno científico* que cria a realidade como uma “natureza segunda”. Por um impulso racional ao espírito, um mundo novo é criado pela ciência (Bachelard, 1999).

As ciências contemporâneas são constituídas por meio de “[...] razão realizada, de razão experimentada. O real que lhe corresponde não é rejeitado ao domínio da *coisa em si* incognoscível. Tem ele uma riqueza noumenal bem outra” (Bachelard, 1999, p. 14). Em outras palavras, o *númeno científico* é cognoscível, ele passa a ser conhecido perante uma inversão entre reflexão e experiência. A noção de *númeno* bachelardiana se distancia da noção de *númeno* do racionalismo kantiano.

Bachelard enfatiza que uma doutrina da objetividade direciona todo conhecimento acerca do objeto ao controle de outros cientistas. Pois a situação de um cientista solitário que busca conhecimento, que sozinho está entregue ao seu próprio trabalho e sem controle da coesão e da coerência de seus projetos, tornou-se um costume ultrapassado que já não ocorre dentro do espírito das ciências contemporâneas (Bachelard, 1993). Doravante, o conhecimento se constrói dentro da *cidade científica* (*cité scientifique*).

Bachelard diz que nas ciências contemporâneas não há mais o pensamento egoísta. A história do pensamento caminhou no sentido de uma socialização progressiva. Decerto, as ciências, na contemporaneidade, encontram-se totalmente socializada, não permitindo mais um sujeito do conhecimento. Bachelard (1972) diz que todo individualismo será um anacronismo. A história das ciências caminhou para a história de uma *cidade científica*, que é uma característica do *novo espírito científico*. A *cidade científica* é possuidora de uma coerência racional e técnica, entre um conjunto de cientistas, onde se descarta todo retrocesso (Bachelard, 1972b).

Se se toma o conhecimento científico em seu aspecto moderno, percebendo-se da melhor forma toda a sua atualidade, não se pode deixar de destacar seu caráter social bem definido. Juntos, os cientistas se unem em uma célula da cidade científica, não apenas para entender, mas também para diversificar, ativar todas as dialéticas que vão desde problemas específicos até soluções originais. (Bachelard, 1972b, p. 8).

A *cidade científica* tem o poder de fornecer as regras da ação racionalista que faz constituir uma nova atividade dentro do *novo espírito científico* e consolida as bases da nova

ciência. Assim, o homem racionalista faz parte da *cit  *, aprende suas regras e opera de acordo com elas. Isso significa que todo saber científico tem seu valor na socializa  o do conhecimento nítido e bem elaborado. Toda constru  o do saber objetivo tem sua constru  o na *cidade científica* (Barbosa; Bulcão, 2004).

A *cidade científica* tem seu papel na aquisi  o de conhecimentos objetivos. É na atitude discursiva entre cientistas que ocorre o processo de dessubjetiva  o (processo de psicanálise) do conhecimento para se alcançar a objetividade científica, como já destacamos. A *cidade científica* estabelece o consenso intersubjetivo de ideias e julgamentos que fundamenta um “racionalismo regional”, isto é, Segundo Bachelard, os conhecimentos aplicados por esquemas lógicos bem definidos se tratam de produ  o  es que possuem garantia social por meio da *cit  *. Na cultura científica contemporânea, um conhecimento só pode ser julgado pela comunidade científica, que atua em um determinado campo de aplica  o.

Bachelard diz que a cultura científica sempre pressupõe emergências de conhecimentos que são construídos e validados intersubjetivamente e socialmente pela comunidade de cientistas. Um exemplo de conhecimento emergente é a doutrina relativista que vai constituir seu próprio território dentro dos estudos sobre a mecânica. É assim que as opiniões de uma determinada comunidade de cientistas, que não se ocupa com o estudo da Relatividade, “[...] demonstram uma competência semelhante    de um cego que discursa sobre as cores” (Bachelard, 1966, p. 134). Ou seja, tais tipos de opinião se apresentam sem valor discursivo para quem pertence ao território relativista.

Em *Le rationalisme appliqué* (1949), Bachelard demonstra que o racionalismo que se apresenta nas ciências contemporâneas se trata de racionalismo que se aplica    experiência, ele tem poder de aplica  o e apresenta setores particulares da experiência científica. Neste sentido, a ideia de um racionalismo universal, fixo e *a priori* se torna infecunda. Existe, para o autor, uma fragmenta  o do racionalismo em diversas áreas do conhecimento na qual a razão instrui a experiência e produz conhecimentos objetivos bem específicos.

Bachelard fala de “racionalismo regional” onde se exerce a atividade *fenomenotécnica*. O *racionalismo aplicado* se d   na coerência entre o pensamento e a técnica em uma experiência bem constituída. Isto quer dizer que cada região em que a razão se aplica possui técnicas e teorias bem especializadas.

O fenômeno é um produto específico de um conhecimento aplicado, de uma razão aplicada, isto é, “da aplicação de esquemas lógicos” (Bachelard, 1966, p. 131). O *racionalismo aplicado* é uma filosofia comprometida. “Realiza-se como desligamento dos interesses imediatos, situa-se no reino dos valores refletidos o que se pode exprimir também como o reino da reflexão sobre os valores do conhecimento” (Bachelard, 1966, p. 146).

Segundo Bachelard (1999), os esquemas lógicos, como produtos da reflexão, coordenam as experiências de forma específica. Esses esquemas são os modelos matemáticos que atuam como construtores da realidade científica junto à técnica. Com essas considerações, é possível falar em um diálogo solidário entre matemática e experimentação. Se experimenta, então será preciso raciocinar, e do contrário, se raciocina, então será preciso experimentar (Bachelard, 1999).

Para Bachelard não é possível, contemporaneamente, existir uma atividade científica sem essa dialética entre o modelo matemático (modelo racional, teórico) e a sua aplicação por meio de uma técnica experimental. O racionalismo científico contemporâneo se funda em setores específicos de aplicação.

O *racionalismo aplicado* é solidário da técnica (Bachelard, 1972a). A razão aplicada exclui as dúvidas gerais por meio do tecnicismo. Na atividade técnica as medidas são definidas e determinadas pelos aparelhos nos quais se eliminam as contingências e estabelece uma espécie de identidade absoluta determinada pela organização racional. No *racionalismo aplicado* de Bachelard, as experiências se encontram fundamentadas e classificadas seguindo princípios de ordenamento. Esse ordenamento depura os caracteres subjetivos que podem afetar a objetividade científica.

Para autor de *Le rationalisme appliqué*, as matemáticas das ciências contemporâneas são comprometidas com uma experiência precisa. Já não é possível falar de experiência geral, uma vez que as experiências nas ciências contemporâneas são sempre particulares e bem coordenadas por um *racionalismo regional*. “A experiência vulgar pode, no máximo, designar as regiões, mas essa designação, mesmo que a pesquisa científica se aprofunde, aparece como provisória” (Bachelard, 1966, p. 146). As ciências contemporâneas especificam o seu objeto. Doravante, procura-se o fermento específico e objetivo em vez de se buscar a fermentação universal (Bachelard, 1993). Pode-se dizer que é a especialidade da razão que surge como marca do *novo racionalismo* científico apontado por Bachelard.

Conforme Bachelard, a história do pensamento científico segue uma história das especializações. O pensamento científico possui culturas especializadas nas quais a razão instrui a experiência particular na busca do conhecimento objetivo dentro de uma determinada

região do saber. Esses racionalismos regionais se integram. Isto quer dizer que a diversidade de especialidades de uma determinada ciência não contradiz o seu campo axiomático.

O “racionalismo da cor”, analisado por Bachelard, em *Le matérialisme rationnel* (1953)⁴⁹ e o “racionalismo da eletricidade” em *Le rationalisme appliqué*⁵⁰, são dois exemplos que podem ilustrar a noção de *racionalismo aplicado* na Química e na Física respectivamente.

O *racionalismo da cor* é uma das regiões racionais nas quais a experiência sobre a cor é instruída racionalmente. Os estudos das cores por meio da nova Química faz o gênero no século XX. É a atividade *fenomenotécnica* que rege a criação de novas cores em uma ruptura total com o empirismo comum. As cores produzidas nos laboratórios, por intermédio de instrumentos técnicos, trazem a marca teórica que orienta a experiência e se realiza a construção de cores que não se apresentam na natureza comum. Então, a atividade da Química contemporânea segue a perspectiva do *racionalismo aplicado*.

O *racionalismo da cor* é uma ciência que prevê racionalmente os fenômenos da cor. A cor, como fenômeno construído, é antes um fato de estrutura. O fenômeno da cor é construído parte por parte pela ação racional que se exerce em um laboratório. Na ordenação racional de sua produção, a cor traz consigo a prova da criação do sujeito racionalista que aplica o conhecimento na construção do objeto. A cor vem a ser o produto da construção teórica realizada em um determinado setor da Química. Os fenômenos da cor na nova Química não podem ser considerados como simples *dados*, mas como produtos de uma organização racional aplicada. É mediante um esquema teórico que os diagramas das cores se ligam uns em relação aos outros (Bachelard, 1972a).

Bachelard demonstra que os estudos sobre a eletricidade, no período contemporâneo, são organizados racionalmente. Tal organização possui um caráter *numenal*, isto é, parte primeiramente do modelo teórico-matemático para se aplicar na experiência. Não se trata de um *racionalismo da eletricidade* puramente formal, porque a razão instrui a experiência em seu poder de aplicação. No *racionalismo da eletricidade* a experiência também é organizada racionalmente.

O *racionalismo da eletricidade* vai contra o *sensualismo da eletricidade* de outrora, uma vez que os fenômenos da eletricidade estavam ligados ao empirismo comum e se apresentavam como conhecimentos generalizados. A experiência comum não permite a junção entre razão e experiência como corre no *racionalismo aplicado*. Ela não leva às regiões racionais do conhecimento, tampouco parte da instrução teórica determinada por fórmulas matemáticas e

⁴⁹ Cf. Capítulo VII: “Le rationalisme de la couleur”.

⁵⁰ Cf. Capítulo VIII: “Le rationalisme de la electricité”.

realizadas pela técnica na qual se produz objetos *abstrato-concretos*. “Uma corrente alternada mantida não é um fenômeno, mas uma técnica de organização de fenômenos. Adquire sua *realidade* em decorrência da própria organização” (Bachelard, 1966, p. 195). Para Bachelard, o *racionalismo da eletricidade* é constituído por valores racionais e reais postos em intrínseca relação com a atividade técnica.

Capítulo III - As Sínteses Históricas de Pensamento

“Também na ciência, é impossível abrir novos campos se não se estiver disposto a deixar o ancoradouro seguro da doutrina aceita e enfrentar o perigo de um arriscado salto à frente em direção ao vazio. [...] Em geral, o progresso na ciência não exige mais do que a absorção de ideias e a elaboração de novas ideias – e esse é um chamado que a maioria dos cientistas se compraz em atender. Entretanto, quando se trata de enveredar por novos territórios, a própria estrutura do pensamento científico (e não apenas seu conteúdo) pode ter que se alterar, para que seja possível compreender o novo”.

Werner Heisenberg. In: *A parte e o todo* (1971).

Nesta parte da dissertação iremos abordar as grandes *sínteses históricas* de pensamento. Não podemos descartar, com efeito, a noção de dialética já explicitada no capítulo primeiro, uma vez que aqui, a dialética bachelardiana se torna mais clara em seu sentido de ruptura e ao mesmo tempo de alargamento dos quadros do conhecimento.

Reafirmamos, o *não* da dialética bachelardiana possui o sentido de inclusão e, por isso mesmo, incrementa o conhecimento em seu desenvolvimento histórico. Aponta Bachelard, que ocorre uma inovação de saberes com lógicas diferentes que rompe com um conhecimento anterior sem excluí-lo.

No *novo espírito científico* as diversas racionalidades irão se encontrar simultaneidade. Em uma coexistência que mescla os pensamentos ao mesmo tempo em que mantém suas particularidades. Deste modo, é possível falar de *sínteses de pensamentos*, que podem ser vistas na análise histórico-epistemológica das ciências e que apresentam a retificação de um erro histórico de um pensamento anterior.

É por esta perspectiva que em *Le nouvel esprit scientifique* (1934), Bachelard afirma que os pensamentos *não-euclidianos*, *não-newtonianos* e *não-cartesianos* são *sínteses históricas*, partes da dialética do pensamento científico, que retificam erros, expandem um sistema e complementam um pensamento (Bachelard, 1999).

Junto a essas *sínteses de pensamento* colocamos também em análise as considerações acerca das *lógicas não-aristotélicas* e de um *não-substancialismo* apresentados em *La philosophie du non* (1940). O objetivo nesta parte do trabalho é demonstrar o caráter de um “segundo momento de ruptura”, que consideramos como um desdobramento da noção de *ruptura epistemológica* entre o senso comum e conhecimento científico.

1. O Pensamento Não Euclidiano

Em *Le nouvel esprit scientifique* (1943), Bachelard destaca que a filosofia da geometria constitui um bom exemplo para demonstrar o caráter sintético do pensamento científico, uma vez que no percurso histórico da geometria, a dialética e a síntese são mais sistemáticas e mais claras. Nesse sentido, podem melhor esclarecer a divisão e o alargamento do conhecimento em seu movimento descontínuo (Bachelard, 1999). O *não euclidismo* apontado por Bachelard serve para demonstrar o caráter dialético do movimento do pensamento. Neste caso, é o pensamento geométrico que está posto em jogo ao pôr em relevo no espírito da geometria a divisão do pensamento por meio da inovação de novos sistemas geométricos.

O *não euclidismo* destacado no capítulo “Les dilemmes de la philosophie géométrique”, da obra supracitada, constitui um movimento de *ruptura epistemológica* no pensamento geométrico em relação à geometria euclidiana que, em si mesma, possuía fundamentos em uma razão fechada e axiomas tomados como imutáveis. Conforme Bachelard (1999), as geometrias não euclidianas possuem um *racionalismo aberto* e empregam problemas de natureza epistemológica diferentes daqueles problemas abordados pela geometria de Euclides.

Pode-se dizer que a geometria euclidiana permaneceu hegemônica até o século XIX. Constituiu o fundo do pensamento humano durante séculos, mas encontrou, no século XVIII, questionamentos profundos acerca do seu quinto postulado – o postulado das paralelas –, que foi o ponto de partida para ampliar seus princípios fundamentais. Entretanto, foi a situação das ciências do século XIX que propiciou a invenção das geometrias não euclidianas, nas quais fizeram ocorrer um desdobramento na cultura matemática.

A visão hegemônica até o século XVIII era de que a geometria euclidiana fornecia uma descrição bastante rigorosa sobre o mundo sensível. Mol (2013) destaca que a geometria de Euclides era tratada como uma espécie de dogma, como um sistema perfeito e inquestionável. Essa visão foi contrariada por C. Gauss que problematizou e pôs em relevo a ideia de repensar o espaço físico.

O postulado das paralelas da geometria de Euclides era tomado de maneira simples e se encontrava relacionado a uma espécie de realismo comum. As novas geometrias problematizaram o postulado das paralelas. Na linguagem de Bachelard, o postulado das paralelas foi complicado, tornando-se um postulado complexo.

O ponto de partida das geometrias contemporâneas é a complicação de conceitos outrora demasiados simples destacados pelo pensamento euclidiano. “[...] O ponto de partida do não euclidismo reside na depuração de uma noção pura, na simplificação de uma noção simples”

(Bachelard, 1999, p. 28). As geometrias contemporâneas caracterizam um realismo matemático indireto e mais oculto. As geometrias não euclidianas irão trabalhar com a noção de *linhas geodésicas*, que são mais complexas que as paralelas de Euclides. As *linhas geodésicas* possuem o poder de se adaptar melhor às superfícies, por isso elas possuem mais realidade (Bachelard, 1999).

Godoi (2015) esclarece que a complexidade das noções geodésicas em relação às paralelas euclidianas depura o realismo matemático das ideias comuns ao se aplicar a uma realidade que é vista como complexa. Com efeito, a linha geodésica estende a noção de paralela da geometria euclidiana e é por este motivo que se pode pensar em um alargamento do pensamento geométrico com a instituição das novas geometrias.⁵¹

A análise bachelardiana vai de encontro aos estudos de N. Lobatchewsky (1772-1856) e de J. Bolyai (1802-1865) que apresentaram inovações no pensamento geométrico ao por em questionamento o quinto postulado de Euclides. Entretanto, tais questionamentos acerca do quinto postulado euclidiano já haviam sido colocados por C. Gauss (1777-1855), que chegou à conclusão de que não era possível demonstrar o postulado das paralelas (Mol, 2013). Gauss parece ter sido o ponto de partida para uma ruptura epistemológica com o euclidismo.

O início do século XIX assistiu a criação das geometrias não euclidianas. Ao longo dos séculos, muitos matemáticos fizeram tentativas de demonstrar o quinto postulado de Euclides — o chamado postulado das paralelas — ou, ao menos, de substituí-lo por outro com formulação mais simples e intuitiva. No entanto, todas as tentativas de demonstração recaíam no uso de resultados equivalentes ao axioma de Euclides. (Mol, 2013, p. 128).

Embora os estudos de Gauss tenham trazidos reformulações importantes acerca das paralelas de sistema euclidiano, parece ser um acordo entre os historiadores da matemática que é com Lobatchewsky e Bolyai que surge de modo efetivo o *não euclidismo*. Segundo Boyer (1974), na segunda metade do século XIX existe uma efervescência de correntes em desenvolvimentos na geometria. Um desses movimentos se refere à aquele iniciado por Gauss, ao estudar a questão do quinto postulado. Lobatchewsky continuou as investigações e questionamentos acerca do quinto postulado de Euclides e instituiu uma nova direção ao pensamento geométrico.

Lobatchewsky é chamado o "Copérnico da geometria", o homem que revolucionou o assunto pela criação de todo um ramo novo, a geometria de Lobatchewsky, mostrando

⁵¹ Como apontamos, não temos o objetivo neste capítulo em adentrar em questões específicas de natureza científica, uma vez que se trata de uma análise filosófica. Para aprofundamento dessa questão se pode conferir inicialmente G. Bachelard (1999, p. 26-28). Para aprofundamento de demonstrações específicas de natureza matemática, ver R. Mol (2013, p. 125-129); V. Katz (2009, p. 830-251) e C. Boyer (1974, p. 387-403).

com isso que a geometria euclidiana não era a verdade absoluta que se supunha ser [...] através da obra de Lobatchewsky tornou-se necessário rever as concepções fundamentais sobre a natureza da matemática. (Boyer, 1974, p. 396).

Bachelard destaca que essas inovações não incidiram em contradições em relação ao pensamento euclidiano, mas em uma generalização, na qual é possível falar de uma Pangeometria. Isso quer dizer que, de acordo com Bachelard, não ocorre uma exclusão da geometria de Euclides que se torna apenas um caso particular dos novos pensamentos geométricos. Entre as geometrias de Euclides e a de Lobatchewsky (que surge de forma mais generalizada), não existe contradição lógica, mas uma relação de complementaridade, que estabelece uma coerência entre tais sistemas. Segundo Bachelard, não se negou a geometria de Euclides, mas a generalizou podendo Lobatchewsky e Euclides se encontrar em acordo. A geometria generalizada:

[...] um método análogo ao que seguiria um analista que, acabando de encontrar a integral geral da equação diferencial de um problema, discutiria esta integral *antes* de particularizar a constante segundo os dados do problema, o que não seria de maneira alguma negar que a constante arbitrária devesse receber finalmente tal ou tal e tal valor particular. [...] uma equação diferencial se obtém eliminando as constantes arbitrárias; sua integral geral condensa todas as possibilidades; a pangeometria elimina as suposições arbitrárias, ou antes, ela as neutraliza pelo único fato de que tenta dar um quadro sistemático de todas as suposições. Ela procede de um pensamento complementar. Encontraremos a geometria euclidiana, em seu lugar, em um conjunto, como um caso particular. (Bachelard, 1999, p. 30; 31).

Conforme Bachelard, o *não euclidismo* estabelece uma coerência entre as diversas geometrias por meio das correspondências. Essas correspondências entre as geometrias se dá na forma algébrica que, deste modo, não se permite criar contradições entre os sistemas geométricos instituindo um aspecto de *síntese de pensamento*. Dessa forma, entre as diversas geometrias que formam a base do realismo matemático contemporâneo existe um fator comum algébrico que as interligam e faz corresponder uma a outra, permitindo uma harmonia no pensamento matemático.

Bachelard destaca que a geometria euclidiana continua servindo de base para a criação de novos sistemas geométricos mais generalizados. Embora como pensamento ingênuo, atrelado à vida comum, do euclidismo sempre pode surgir novas geometrias. Seguindo por esta perspectiva de generalizações o pensamento matemático busca o completo e encontra a sua objetivação (Bachelard, 1999).

Um dos pontos tocados por Bachelard acerca da ruptura com o euclidismo vai em direção à noção de *grupo de deslocamentos*, que é uma característica central da geometria euclidiana. A ideia é que duas figuras obtêm, pela geometria euclidiana, a definição e a

igualdade por meio do *grupo dos deslocamentos*. Sobre a “[...] base da geometria métrica: duas figuras são definidas como iguais quando podem ser exatamente superpostas após o deslocamento de uma delas” (Bachelard, 1999, p. 34).

O caráter de *síntese* e alargamento do pensamento geométrico apontado por Bachelard também se encontra na questão supracitada. É que cada geometria possui em si mesma sua ideia de grupo, mas que dentro do pensamento teórico das novas geometrias se busca a relação entre si, pois que um sistema geométrico faz prevalecer a relação de um grupo de deslocamento de um sistema geométrico com o grupo de outro sistema geométrico. É no caráter de relação que se encontra a *síntese* entre as diversas geometrias coexistentes.

Primeiramente a Física matemática introduziu pela geometria euclidiana a noção de grupo em sua base. Contudo, a geometria euclidiana se trata de um sistema rudimentar, uma vez que se direciona aos objetos do mundo empírico e comum, isto é, toma como ponto de partida os objetos do mundo natural para deles pensar as formas geométricas. É na experiência sensível com o objeto sólido e natural que se debruça toda a estrutura euclidiana (Bachelard, 1999). Por outro lado, as geometrias não euclidianas permitem que a Física construa seu objeto de estudo a partir de novas bases. E Bachelard pergunta:

Mas esta estrutura geométrica que acreditamos sempre como característica da inteligência humana é realmente definitiva? É o que se pode negar doravante uma vez que a física contemporânea está efetivamente em via de se constituir sobre esquemas não euclidianos. Foi o suficiente para que o físico viesse a tratar um novo terreno com toda independência de espírito, após uma psicanálise dos exercícios euclidianos. Este novo campo de instrução é a microfísica. (Bachelard, 1999, p. 36).

Como demonstramos, as ciências do *novo espírito científico* não é *coisista*, uma vez que se debruça na abordagem dos microfenômenos, que não são pequenos sólidos do mundo natural. Bachelard fala da partícula elétrica que não pode ser considerada como um sólido, porque ela se deforma no movimento. Não se está mais no reino ou domínio dos objetos absolutos e indeformáveis (Bachelard, 1999). O surgimento das geometrias não euclidianas “[...] marcou a própria essência da matemática, proporcionando a ela uma libertação do mundo físico a partir da aceitação de objetos coerentemente concebidos pela mente humana” (Mol, 2013, p. 129). Doravante, se pensa a partícula elétrica por meio de uma transformação matemática que vai contrariar toda a noção euclidiana de *grupo de deslocamentos* (Bachelard, 1999). Neste caso, não pode haver persistência desse tipo de pensamento, uma vez que as novas experiências contradizem as ideias euclidianas. Podemos dizer que, neste caso, uma crença cega nos pensamentos euclidianos constitui entraves ao conhecimento objetivo.

A geometria de Lobatchewsky é bastante contrária ao senso comum, chegando o próprio autor a chamá-la de “geometria imaginária” (Boyer, 1974). Com essas considerações podemos ressaltar o caráter de ruptura entre saber comum e saber científico destacado pela epistemologia de Bachelard. A geometria de Lobatchewsky, que é uma racionalidade diferente em relação à geometria euclidiana (que se derivava e podia se aplicar perfeitamente aos objetos do mundo comum), vem instruir um tipo de realidade espacial totalmente nova.

Efetivamente, Bachelard chama atenção para a novidade da microfísica em sua complexidade experimental e inovadora.

Assim, em lugar de pensar logo o sólido indeformável entrevisto pela experiência ociosa e grosseira e estudado na simples experiência dos deslocamentos euclidianos, a microfísica se exerce em pensar o comportamento do objeto elementar em acordo direto com a lei das transformações de Lorentz. Em seguida, é somente como uma imagem simplificada — e não mais simples — que a microfísica aceita, nos casos particulares, a tradução euclidiana dos fenômenos. Dessa imagem simplificada, vê claramente a mutilação, a diminuição e as pobrezaas funcionais. Psicologicamente, o físico contemporâneo se dá conta de que os hábitos racionais nascidos no conhecimento imediato e na ação utilitária são outras tantas anciloses de que é preciso triunfar para reencontrar o movimento espiritual da descoberta. (Bachelard, 1999, p. 39).

As geometrias não euclidianas constituem um alargamento dos quadros da geometria euclidiana como formas mais generalizadas, como formas mais ampliadas. Devem ser pensadas como *sínteses históricas* do pensamento em seu movimento dialético. O *não euclidismo* constitui o bojo de racionalidades geométricas diferentes cada uma mais geral que a outra. É assim que podemos afirmar que a geometria de Riemann engloba a geometria de Lobatchewsky e esta engloba a geometria de Euclides.

B. Riemann (1826-1866) trouxe um alargamento mais profundo no pensamento geométrico. Porém, a análise de Bachelard não nos mostra explicitamente o poder de *síntese* da geometria riemanniana. Não obstante, podemos inferir que o trabalho de Riemann se configura como mais uma generalização da geometria, no sentido mesmo bachelardiano de generalização como próprio do movimento dialético da razão. Segundo Boyer (1974), a geometria não euclidiana de Riemann se apresentou muito mais geral que as conclusões da geometria de Lobatchewski. Enquanto esta colocava a questão na quantidade de paralelas que podia ser possíveis em um ponto.

Riemann viu que a “geometria nem sequer deveria necessariamente tratar de pontos ou retas ou do espaço no sentido ordinário, mas de coleções de *n-uplas* que são combinadas segundo certas regras” (Boyer, 1974, p. 398). Para se ter uma ideia acerca do aspecto de generalidade das geometrias não euclidianas, basta olhar o *espaço* configurado pela geometria

riemaniana, que torna o *espaço* da geometria de Euclides e da geometria de Lobatchewski casos particulares dentro de seu sistema.

Riemann explorou a noção de curvatura, mostrando que a geometria euclidiana correspondia à curvatura nula, enquanto a geometria de Bolyai e Lobatchewski estava associada à curvatura negativa. Riemann mostrou ainda que, em dimensão dois, as superfícies de curvatura positiva podiam ser aplicadas sobre uma esfera, onde poderia ser desenvolvida uma geometria desprovida de retas paralelas. (Mol, 2013, p. 129).

No espírito não euclidiano se estabelece sistemas diferentes com métodos de pesquisas peculiares, que podem abordar os novos problemas científicos como é o caso das questões suscitadas pelos objetos quânticos, nos quais a geometria clássica se mostra ineficaz.⁵² Porém, a coexistência simultânea entre a geometria euclidiana e as novas geometrias (Lobatchewsky, Riemann e Klein) possui repercussão na experiência, uma vez que a questão do real tratado pelas ciências exige sempre a escolha de uma matemática inicial (Bachelard, 1999).

A Física é precedida pela Geometria, uma vez que suas leis só podem ser expressas por meio das noções geométricas que, em si mesmas, precede logicamente a experiência e, conseqüentemente, a toda ciência experimental (Einstein, 2005). A partir da realidade que a microfísica apresentou no século XX, as ciências devem determinar qual das geometrias então existentes são mais aptas para abordar a realidade de que trata os seus problemas.

As geometrias não euclidianas provocaram um abalo nas concepções sobre o espaço da realidade comum ao desconsiderar as relações imediatas com o mundo físico. É possível dizer, de acordo com Mol (2013), que o pensamento geométrico reformulou sua identidade na época contemporânea. Na perspectiva de Bachelard, essa reformulação é característica de uma descontinuidade epistemológica, de rupturas históricas do pensamento, que estabeleceram novos pontos de partidas para se olhar o mundo a partir da matemática.

2. O Não Newtonianismo

As mecânicas contemporâneas são destacadas por Bachelard como sistemas que romperam absolutamente com a mecânica clássica de Isaac Newton. O sistema relativista de Einstein não é considerado por Bachelard como um aperfeiçoamento dos princípios do sistema newtoniano. Na mesma linha, pode-se dizer da mecânica ondulatória e da mecânica quântica,

⁵² Destacaremos na seção quarta deste capítulo como o objeto quântico exige novas lógicas de pensamento pelo fato de contrariar os princípios da geometria euclidiana.

que, ao trabalharem em um real oculto, afastaram-se das noções simples e evidentes do mundo comum de que se debruçava a mecânica de Newton.

Bachelard destaca que o sistema newtoniano se tratava de um sistema acabado e fechado. “O pensamento newtoniano era de saída um tipo maravilhosamente transparente de pensamento fechado; não podíamos sair a não ser por arrombamento” (Bachelard, 1999, p. 46). Bachelard destaca que o sistema de Einstein não é prefigurado pelo sistema de Newton. A Relatividade se trata de um sistema inédito e sem antecedentes históricos (Bachelard, 2014). Portanto, isso equivale a dizer que não existe transição da astronomia newtoniana para a astronomia einsteiniana. O sistema de Newton só pode aparecer depois de muitos desmontes do sistema relativista (Bachelard, 1999).

Segundo Bachelard, enquanto oposta em relação à síntese einsteiniana, a construção de Newton não representa mais que um estado de evolução numérica. A síntese de Einstein não possui os mesmo valores realistas por ter se separada dos valores pragmáticos. Com Einstein, já não existe correspondência do real para o matemático, mas do matemático para o real. Portanto, não podem existir aproximações entre o sistema newtoniano e o sistema einsteiniano (Bachelard, 1999; 2014).

Mesmo sob a relação simplesmente numérica, estamos errados, acreditando, quando vemos no sistema newtoniano uma primeira aproximação do sistema einsteiniano, porque as sutilezas relativistas não decorrem de aplicação refinada dos princípios newtonianos. Não podemos, portanto, dizer corretamente que o mundo newtoniano prefigura em suas grandes linhas o mundo einsteiniano. É depois, quando se está instalado no pensamento relativista, que reencontramos os cálculos astronômicos da Relatividade — por mutilações e abandonos — os resultados numéricos fornecidos pela astronomia newtoniana. Não há, pois, uma transição entre o sistema de Newton e o sistema de Einstein. Não se vai do primeiro ao segundo acumulando conhecimentos, redobrando de cuidado nas medidas, retificando ligeiramente os princípios. (Bachelard, 1999, p. 46).

Essas considerações querem mostrar que a astronomia de Einstein, em seu caráter total de novidade, engloba a astronomia de Newton, tornando-a um caso particular (Bachelard, 1999). A mecânica relativista não nasce de uma reflexão direta sobre o mundo comum, mas de uma reflexão sobre os conceitos que eram tomados como simples e evidentes.

A noção de *simultaneidade* foi complicada por meio da Teoria da Relatividade. Tal noção se apresentava demasiada simples e ligada a uma intuição direta com a realidade comum. Afirma o físico Heisenberg, na mesma linha de Bachelard que “com a Teoria da Relatividade, Einstein havia abandonado o conceito de simultaneidade, que pertencia ao terreno sólido da física tradicional” (Heseinberg, 1996, p. 97).

Na Física contemporânea, a *simultaneidade* de dois eventos só aparece dentro de uma experiência realizada e a partir de seu sistema de referências. Ou seja, o conceito é pensando dentro de sua aplicação experimental. A medida do tempo deixa de ser absoluta, uma vez que se encontra em relação a uma experiência precisa (Bachelard, 1999). Esse tipo de aplicação do conceito dentro de um campo experimental traz a marca da complexidade nas ciências contemporâneas.

Segundo Bachelard (1999), da mesma forma ocorre em relação à noção de *massa*, que na ciência moderna se apresentava ligada a uma simplicidade oriunda de uma intuição comum sobre a matéria. A noção de *massa*, assim como a noção de *simultaneidade* na Física clássica, possuía um caráter imediato e evidente. A ideia simples de *massa* escapava a toda análise e podia corresponder a uma natureza simples.

A Relatividade, neste ponto particular, vai ser ao mesmo tempo menos realista e mais rica que a ciência precedente. Vai desdobrar uma noção simples, dar estrutura matemática a uma noção concreta. Com efeito, a Relatividade fornece a prova de que a massa de um móvel é função de sua velocidade. Mas esta função não é a mesma no caso da massa maupertuisiana e no caso da massa newtoniana. Estas duas massas não podem ser assimiladas senão em primeira aproximação. Essas duas noções somente são semelhantes se se fizer abstração de sua estrutura nocional fina. (Bachelard, 1999, p. 51).

A Teoria da Relatividade complica a noção de *massa* que, em seu aspecto agora complexo, é possível distinguir a *massa longitudinal* da *massa transversal*. Tal conceito, da mesma maneira que o conceito de *simultaneidade*, ao ser tomado como elemento complexo, afasta a Física contemporânea da Física clássica.

A ciência relativista surge como uma espécie de alargamento dos quadros do conhecimento, que engloba e transforma o sistema newtoniano em um simples caso particular. Com efeito, as noções de *massa* e de *simultaneidade* podem ser reencontradas como noções simples no sistema relativista, desde que sejam reprimidas as matemáticas internas e eliminadas certas finezas teóricas que são próprias do racionalismo contemporâneo, que é, em si mesmo, um racionalismo complexo. Isso quer dizer que é possível reencontrar a realidade simplificada e as ideias simples da mecânica clássica por uma redução em todo conjunto relativista (Bachelard, 1999).

Planck (2012) destacou que os conceitos de *força* e de *calor* eram tratados como noções simples que tinha o senso comum como fundamento. A noção clássica de *força* teve como referência a força muscular. Ou seja, à força dinâmica do trabalho manual que homens e animais exerciam sobre as máquinas. Bachelard acrescenta que na ciência contemporânea a força

eletromotriz não é uma força no sentido vulgar do termo, assim como a força mecânica também não tem sentido comum (Bachelard, 1966).

É possível dizer que a Física clássica se referia ao mundo imediato, ao mundo dos sentidos e é nessa perspectiva que Planck se refere ao falar de traços antropomórficos na ciência. Em sua conferência *A unidade da concepção do universo na física* (1908)⁵³, o autor afirma que o comportamento da Física clássica, em todos os problemas que se encontravam em qualquer área da Física, existia uma ligação de ordem prática ou estava ligada aos fenômenos naturais visíveis. Na representação de mundo de que trata a Física contemporânea em geral, “[...] os eventos não se referem ao mundo sensorial que rebemos diretamente, mas a uma representação do mundo criada artificialmente” (Planck, 2012, p. 55). Como diz Bachelard (1965), de uma *natureza segunda* que é artificialmente criada pela técnica. A partir dessas considerações, é possível afirmar que a mecânica quântica junto à mecânica relativista e ondulatória trouxe um afastamento total dos conceitos simples de origem comum, tal como de suas significações ordinárias, ao estabelecer nos conceitos científicos significações de ordem matemática, especialmente de ordem algébrica.

Demonstramos no segundo capítulo que a noção de *localização espacial* dos objetos físicos se sustentava por noções comuns oriundas de intuições simples acerca do espaço. Com a mecânica quântica, com os métodos de Heisenberg se exige igualmente a mesma complicação dos conceitos na experiência. Não é possível falar de um lugar de um determinado corpúsculo como o *elétron* sem oferecer uma experiência peculiar que possa encontrar o elemento. Aqui, a intuição realista comum fracassa, pois o objeto quântico é deslocado pela própria experiência, desde que seja, ela mesma, uma experiência precisa.

[...] Se trata para Heisenberg como para Einstein, de uma espécie de duplicação experimental das noções racionais. Estas noções cessam, portanto, de ser absolutas, porque que estão em correlação com uma experiência mais ou menos precisa. (Bachelard, 1999, p. 49).

A ruptura entre a mecânica de Einstein e mecânica de Newton esclarece mais uma vez o sentido da dialética bachelardiana, tal como as novas geometrias em relação à geometria euclidiana, em um processo de complementaridade que nega sem excluir, isto é, que nega os

⁵³ Cf. M. Planck (2012, p. 59-88).

sistemas de pensamentos passados sem os antagonizar. Institui-se nas mecânicas contemporâneas um alargamento conceitual e uma complicação dos conceitos.

Em resumo, se lançamos uma vista geral sobre as relações epistemológicas da ciência física contemporânea e da ciência newtoniana, veremos que não há *desenvolvimento* das antigas doutrinas para as novas, mas muito antes *envolvimento* dos antigos pensamentos pelos novos. As gerações espirituais procedem por encaixes sucessivos. Do pensamento não-newtoniano ao pensamento newtoniano, não existe contradição, há somente contração. É essa contração que nos permite encontrar o fenômeno restrito ao interior do númeno que o envolve, o caso particular no caso geral, sem que nunca o particular possa evocar o geral. Doravante, o estudo do fenômeno depende duma atividade puramente numenal; é a matemática que abre os novos caminhos para a experiência. (Bachelard, 1999, p. 62).

Os pensamentos não newtonianos absorvem o sistema newtoniano ao mesmo tempo em que se diferencia em seus princípios e conceitos. Assim, as mecânicas contemporâneas, instruídas pelo novo espírito científico da Física, julga seu passado espiritual retificando conceitos, tomando-os em aspectos mais complexos.

É possível pensar a diferença entre os mundos representados pela mecânica enisteniana e a mecânica newtoniana a partir do valor matemático das geometrias em que se fundamentam. A mecânica clássica se encontra totalmente solidária em relação à geometria euclidiana, enquanto a mecânica relativista é solidária com a geometria riemanniana. Ambas se apoiam em geometrias que atuam em realidades diferentes.⁵⁴

A mecânica newtoniana exige um espaço absoluto euclidiano. Entretanto, a partir do sistema de Einstein, se nos colocamos em um espaço-tempo euclidiano, não temos mais o campo da gravitação e, por consequência, temos mais a atração newtoniana. (Bachelard, 2014, p. 47).

A geometria de Euclides se tratava de uma ciência semi-empírica, uma vez que seus conceitos se estabeleciam em relação direta com os fatos reais. As propriedades dos elementos geométricos não eram nada mais que propriedades dos fenômenos observados acerca dos objetos naturais. Os conceitos das geometrias não euclidianas, como a de Riemann, têm sido mais adequados para pensar as questões trazidas pela Teoria da Relatividade e a Teoria Quântica (Einstein, 2005).

Bachelard afirma que é dentro do realismo matemático (realismo instruído) que o pensamento não newtoniano encontra o seu valor e não mais no realismo comum, em estado de análise sobre o mundo empírico, como se colocava a mecânica de Newton. Já não é mais o real que designa o físico. O pensamento deixa de ser um resumo teórico das experiências sobre a

⁵⁴ Cf. Seção anterior: O Pensamento Não Euclidiano.

realidade comum e passar a ser um projeto a ser realizado para instruir a realidade por intermédio da matemática.

Conforme Bachelard, as mecânicas ondulatória e quântica também acentuaram o valor sintético da Física contemporânea. Essas mecânicas se apresentaram matematicamente como métodos de generalização sistemática, como *sínteses históricas* de pensamentos, *sínteses transformantes* (Bachelard, 1965; 1999), tal como a teoria da relatividade.

Em *L'activité rationaliste de la physique contemporaine* (1951), Bachelard acentua que a mecânica ondulatória de Louis de Broglie (1892-1987) se configura como uma *síntese histórica* de pensamentos, isto é, de uma *síntese transformadora*, que se enquadra no movimento dialético do saber como um tipo de pensamento não newtoniano, no mesmo sentido da mecânica quântica e relativista. Em relação à mecânica ondulatória, Bachelard afirma que:

A mecânica ondulatória parece-nos como umas maiores sínteses científicas de todos os tempos. E é realmente uma *síntese histórica*. É de fato uma síntese da cultura que envolve o encontro de vários séculos de cultura. Como faz notar Louis de Broglie: "Muitas das ideias científicas de hoje seriam diferentes do que são, se os caminhos seguidos pelo espírito humano para alcançá-las tivessem sido outros" [...] estaríamos seriamente errados se acreditássemos que esta síntese histórica foi historicamente preparada, se disséssemos, seguindo a habitual expressão de historiadores que querem dar corpo para a história, que esta descoberta "estava no ar". De fato, a óptica física de Fresnel tinha suplantado completamente a óptica física de Newton quando Louis de Broglie propôs uma nova ciência associando certas hipóteses newtonianas com certas hipóteses fresnelianas para estudar o comportamento de partículas que não provinham nem da ciência de Fresnel e nem da ciência de Newton. Nada prova melhor do que a síntese científica é uma *síntese transformante*. (Bachelard, 1965, p. 22-23).

Apesar de nesta parte deste trabalho não realizarmos uma análise mais detalhada acerca da mecânica ondulatória⁵⁵ e da mecânica quântica como provas de sínteses no movimento do pensamento, tal como realizamos com a Relatividade em relação à mecânica de Newton, acreditamos, com efeito, que já alcançamos o nosso objetivo, cuja proposta era esclarecer o que são os pensamentos não newtonianos como *sínteses transformantes* do saber, que se estabeleceram no *novo espírito científico* como sistemas sem antecedentes históricos.

3. O Pensamento Não Substancialista

⁵⁵ Ver G. Bachelard, *L'activité rationaliste de la physique contemporaine*, capítulo I: "Les récurrences historiques. Épistémologie et histoire des sciences. La dialectique onde-corpuscule dans son développement historique", seção I, e capítulo IX: "Les intuitions de la mécanique ondulatoire".

A ruptura entre conhecimento comum e conhecimento científico na Física e na Química instaura, contemporaneamente, o pensamento não substancialista, no sentido de que estas ciências abandonam o método analítico acerca dos objetos concretos e matematizam os fenômenos. Como apontamos, a Física e a Química ao se romperem com suas formas clássicas passaram a se fundamentar em novas bases de pensamento, a saber, respectivamente o *realismo esclarecido* e o *materialismo instruído*, atuando na construção de seus objetos de estudo por meio do pensamento matemático em uma atividade *fenomenotécnica*. Tal característica destas ciências aponta para uma “dessubstancialização” acerca dos estudos dos fenômenos.

Em *La philosophie du non*, Bachelard dedica todo um capítulo - Le non-substantialisme. Les prodromes d'une chimie non-lavoisienne –, para destacar o surgimento de um pensamento não substancialista em ruptura com o substancialismo clássico. Nesta parte da obra a maior ênfase é dada à Química.

De acordo com Bachelard, uma Química não substancialista, isto é, uma química não lavoiseiriana, ocorre a partir da configuração do pensamento matemático como estruturante da experiência química que institui nesta ciência características totalmente novas.

Pontuamos que essa ruptura epistemológica acerca da questão da substância, que configura a Química não lavoiseiriana, deve ser entendida no sentido mesmo da dialética bachelardiana. Isso significa que a química não lavoiseiriana se apresenta como mais geral, em seu sentido de complementaridade e alargamento do conhecimento, em relação à Química analítica de Lavoisier. A Química não lavoiseiriana, como um pensamento diferente, nega os princípios da Química clássica sem, no entanto, excluí-la. O não substancialismo deve ser interpretado como uma *síntese histórica* de pensamento que amplia os quadros do conhecimento.

Bachelard enfatiza que os conceitos relacionados ao estudo das substâncias como *presença*, *coexistência* e *contato*, caros ao materialismo comum da ciência clássica, já não podem ser bem definidos na nova Química, que vai trabalhar a substância em suas fases intermediárias a partir das reações. As reações das substâncias passam a ser estudadas em seus diversos estados substanciais, nos quais se abre um maior campo de investigação.

A substância química perde seu caráter de matéria estável. É a reação de uma substância em *relação* à outra que passa a ser o fator de maior importância. As ciências contemporâneas atuam sobre um pensamento não substancialista porque trabalha os objetos como *relação*.

Como a substância química passa a ser caracterizada por matéria e energia, as reações entre as diversas substâncias são realizadas a partir das trocas energéticas. A energia é trabalhada em aspecto probabilístico. Bulcão (1999) esclarece que a nova Química na

epistemologia de Bachelard trabalha a substância como chance de reação. O que interessa ao químico não são os detalhes de cada estado energético, mas conhecer suas probabilidades de reação.

Conforme Bachelard, em *La philosophie du non* (1940), uma química não lavoiseiriana deve ir em direção aos conceitos de *sub-estância*, *sobre-estância* e *ex-estância* que, eles mesmos, devem caracterizar uma “metaquímica”, enquanto a categoria de substância deve ficar retida à química lavoisieriana. “A substância constitui o objeto da química lavoisieriana. A sobre-estância e a ex-estância corresponderiam então às duas direções da química não-lavoisieriana” (Bachelard, 1996, p. 72).

A ideia de *ex-estância* é usada por Bachelard para esclarecer que a substância é determinada por grupos racionais, isto é, grupos que coordenam racionalmente a própria substância que é assim definida por princípios matemáticos. Toda substância química é pensada por um bojo de regras racionais coerentes que precedem as técnicas de purificação (Bachelard, 1996).

Com esta teoria da ex-estância, o determinismo absoluto da evolução das qualidades substanciais vai afrouxar; vai passar da fase *pontual* à fase *ondulatória*. Uma substância que pensávamos poder representar, em todas as suas propriedades, por um ponto, vê a sua representação fina dispersar. Recusa as traduções pontuais a partir do momento em que se multiplicam os esforços de determinação precisa. Em suma, o conhecimento de uma substância não pode ser simultaneamente claro e distinto. Se este conhecimento é *claro*, é porque não se pretende *distinguir* a substância examinada das substâncias realmente vizinhas, é porque não se teve o cuidado de estudar a sensibilidade das variações das suas características. (Bachelard, 1996, p.73).

O conceito de *ex-estância* de Bachelard pretende demonstrar que a substância química não possui mais uma estrutura determinada por uma intuição realista ingênua, mas que é enquadrada e determinada em uma diversidade estrutural que é exterior ao próprio elemento. Com isso, é possível dizer que a Química contemporânea desmaterializa o objeto ao determinar a substância em seus aspectos estruturais e plurais pela ordem racional. É o método que vai coordenar racionalmente a experiência e definir o objeto químico. Com isso, uma química não substancialista trabalha com substâncias que não são mais do que produtos de uma técnica peculiar, segundo Bachelard.

Bachelard dá o exemplo das combinações de adição de celulose na química de G. Champetier. A celulose possui comportamentos variados e relativos a certos reagentes químicos. Utiliza-se não mais o método analítico, mas o sintético diante da diversidade de aspectos que a celulose apresenta. O elemento é então identificado não de maneira substancial, mas de maneira operatória por meio dos produtos de adição de celulose. Com efeito, o estado

substancial da celulose só aparece como um momento da operação exigindo investigações mais sistemáticas.

O comportamento da substância impura designa já, e como que a distância, características da substância pura; mas esta designação necessita de experiências múltiplas, diversas, verdadeiramente *externas*. A celulose conhecida aqui como uma ex-estância mais do que como uma substância. Estamos, pois, muito longe do ideal analítico que só está seguro do seu conhecimento depois de uma análise exaustiva, íntima, estática, única. A definição da substância é obtida por uma espécie de indução que agrupa sínteses múltiplas. (Bachelard, 1996, p. 78).

Com essas considerações acerca do exemplo da celulose Bachelard quer mostrar que o real na Química não é mais que uma realização e uma metaquímica deve se nutrir a partir do conhecimento acerca das diversas atividades substanciais do elemento. A metaquímica deve fazer dissipar todo o substancialismo, que é apresentado por Bachelard em *La formation de l'esprit scientifique* (1938), como um grande *obstáculo epistemológico* a ser superado. Esclarecemos sobre este conceito bachelardiano no primeiro capítulo deste trabalho.⁵⁶

Bachelard pretende demonstrar que a Química não lavoisieriana é, ela mesma, uma química não substancialista, que se afasta da fenomenologia imediata do materialismo comum. O real a partir da Química deve ser doravante considerado como uma realização (Bachelard, 1996). Como é possível notar, a partir do que demonstramos acerca da ruptura entre conhecimento comum e conhecimento científico na Química, o pensamento não substancialista é uma das marcas da ciência do *novo espírito científico*.

O pensamento não substancialista, como característica do *novo espírito científico*, também se constata na Física contemporânea. Por exemplo, os princípios da Física Quântica servem para mostrar que os corpúsculos não se constituem por qualidades substanciais. O objeto quântico não pode ser pensado por meio de uma intuição realista, uma vez que não se pode atribuir propriedades que são próprias dos objetos concretos do mundo comum aos objetos da mecânica quântica. O elemento físico não se encerra em uma heterogeneidade condensada. Ele não se trata de um conjunto de diversas propriedades diferentes. Na mecânica quântica, o objeto não possui mais individualidade objetiva (Bachelard, 1996). Isso significa que não pode ser encerrado em uma noção substancialista, dado o seu caráter infinitesimal.

A Química contemporânea tomada no sentido não substancialista pode ser entendida como uma não-química, na medida em que ocorre uma “dessubstancialização” do elemento na experiência química. Uma espécie de nova ruptura epistemológica se instaura nas ciências

⁵⁶ Cf. nesta dissertação cap. I, seção II: Considerações acerca dos *Obstáculos Epistemológicos*. Cf. também *La formation de l'esprit scientifique* (1938), capítulo VI.

contemporâneas quando se passa a explicar o elemento químico a partir de corpúsculos elétricos. É assim que uma não-Química surge no sentido de poder dar os fundamentos para a Química (Bachelard, 1996).

As considerações supracitadas são uma espécie de consequência implícita ao que já abordamos no segundo capítulo desta dissertação acerca da ruptura entre senso comum e conhecimento científico na Física e na Química, especialmente quando nos referimos à essência destas ciências no período contemporâneo.

4. Sobre o Pensamento Lógico Não Aristotélico

A Física clássica para pensar os fenômenos tinha como base a lógica aristotélica. Conforme Bachelard, tratava-se de uma ciência que, a tomar os objetos da realidade comum, tendia a conservar duas especificidades, a saber, uma especificidade relacionada à localização espacial centrada na geometria euclidiana e a especificidade substancialista. Contudo, as ciências contemporâneas fizeram emergir um novo tipo de objeto de estudo, a saber, o objeto microfísico, que contraria os princípios do sistema euclidiano e as intuições substancialistas.

Em *La philosophie du non* (1940), Bachelard explica que a organização do pensamento lógico clássico tem perfeita harmonia em relação ao objeto do senso comum e do conhecimento científico clássico. Todavia, as perturbações causadas pelos objetos microfísicos das novas ciências exigiram uma reorganização no pensamento lógico. A lógica aristotélica e a lógica kantiana são solidárias entre si, no sentido de que suas regras podem ser ilustradas diretamente pela base da geometria euclidiana.⁵⁷ Isso significa que existe uma coerência entre a lógica aristotélica, a lógica transcendental e a geometria euclidiana. Bachelard assinala que:

[...] o espaço simbolizava a substância. A substância *continha* suas qualidades como um volume ou uma superfície *contém* seu interior. Desse fato, o kantismo se beneficiou assim de um acordo quase miraculoso entre os princípios da intuição e os princípios do entendimento; uma homogeneidade inicial facilitou a intervenção dos esquemas intermediários entre conceitos puros e intuições puras. [...] uma vez mais, sentimos a força de *fecho* do criticismo e, em particular, a importância da solidariedade que já assinalamos entre a geometria euclidiana, a lógica aristotélica e a metafísica kantiana. (Bachelard, 1996, p.101).

⁵⁷ Para esta afirmação de Bachelard, parece-nos necessária uma análise mais aprofundada. Investigação que se afastaria da proposta desta parte desta dissertação. Em relação à questão da *localização espacial* do novo objeto das ciências, acreditamos ter demonstrado no segundo capítulo deste trabalho. Pode-se também conferir G. Bachelard (2010, p. 7-44).

O novo objeto das ciências contemporâneas contraria a coerência estabelecida entre a lógica aristotélica e a geometria euclidiana por abandonar especialmente o princípio de localização. O objeto microfísico se apresenta como um objeto mais geral em relação ao objeto do senso comum. O objeto quântico é mais especificado do que o objeto imóvel e fere os princípios de localização espacial da geometria euclidiana e, como consequência, do pensamento lógico-aristotélico que acompanha essa geometria. A lógica tradicional de Aristóteles, que descrevia estaticamente o objeto do senso comum já não pode realizar uma descrição acerca do objeto quântico.

O objeto estabilizável, o objeto imóvel, a coisa em repouso formavam o domínio de verificação da lógica aristotélica. Perante o pensamento humano se apresentam agora outros objetos que não são estabilizáveis, que não teriam, em repouso, nenhuma propriedade e, consequentemente, nenhuma definição conceitual. (Bachelard, 1996, p. 104).

A lógica já não pôde se referir somente ao dado. Precisou se atualizar permitindo a emergência de outros pensamentos lógicos diferentes. Precisou se adequar a uma ciência que não é mais *coisista* (Bachelard, 1996). O pensamento lógico precisou se alargar para poder enquadrar o objeto em seu movimento. Assim, “[...] a lógica é levada a se ligar com todas as teorias novas que estudam os novos objetos dinamizados. É obrigada a cristalizar em tantos sistemas quantos são os tipos de objetos dinamizados” (Bachelard, 1996, p.103). O pensamento lógico das ciências contemporâneas se destaca como plural em meio à diversidade de lógicas emergentes.

O *princípio de identidade* da lógica aristotélica se revela inapto quando colocado perante os objetos quânticos cuja identidade não se mantém em experiências diferentes. Bachelard (1996) dá o exemplo da antinomia usada por O. L. Reiser, “o elétron é um corpúsculo” e “o elétron é um fenômeno ondulatório”. Com isso se pretende demonstrar que nos domínios das ciências contemporâneas essas afirmações acerca do elétron são excludentes, sendo o objeto, ele mesmo, o sujeito nas duas diferentes situações.

Excluem-se porque têm o *mesmo* sujeito e os predicados que se contradizem claramente quanto osso e carne, quanto vertebrados e invertebrados. Mas precisamente é a forma demasiado fortemente substantiva, demasiado sumariamente realista que produz a contradição. O pensamento realista coloca o sujeito antes dos predicados ao passo que a experiência em microfísica parte de predicados de predicados, de predicados longínquos, e se esforça simplesmente por coordenar as manifestações diversas de um predicado. *Convertendo* as proposições, dando-lhes a forma um tanto amortecida própria à lógica não-aristotélica que nunca coloca um sujeito no absoluto. (Bachelard, 1996, p. 105).

As lógicas não aristotélicas seguem o mesmo movimento dialético das geometrias não euclidianas e das mecânicas não newtonianas, isto é, se apresentam como mais geral que a lógica anterior. As lógicas não aristotélicas englobam os princípios aristotélicos, nos quais é possível falar de uma pan-lógica. Dessa lógica mais geral é possível deduzir os princípios da lógica clássica, que se torna apenas um caso particular, conforme Bachelard.

Bachelard também mostra que existe uma solidariedade entre a lógica aristotélica e a física newtoniana e, correlativamente, entre as novas lógicas e as novas mecânicas, para demonstrar que certos postulados da lógica clássica são dialetizados pela Física contemporânea. Descreveremos esta argumentação que se encontra em *La philosophie du non* (1940):

A proposição *o que é, é*, se dialetiza no sentido de que nas experiências na Física contemporânea o objeto se modifica energeticamente perdendo sua identidade. Nos domínios da física não newtoniana esta proposição lógica poderia ser substituída pela proposição *o que é, torna-se*.

A proposição *um objeto é aquilo que é, o que quer dizer que é idêntico a si mesmo em todos os aspectos*, faz permanecer todas as qualidades do objeto. Contudo, a Física contemporânea particulariza esta proposição aplicando-a em cada qualidade específica estudada. Portanto, esta afirmação se dialetiza e deixa de ser absoluta.

A afirmação *o objeto é onde ele está* é dialetizada na própria experiência de localização espacial sobre os objetos quânticos. O objeto já não pode ser ele mesmo onde se encontra, uma vez que não subjaz em repouso e sua velocidade é aproximadamente determinada.

Os fótons na experiência alteram a possibilidade de uma localização exata como estabelece o *princípio de incerteza* de Heisenberg⁵⁸. Princípio que é considerado por vários autores como um dos principais conceitos da Física Quântica, na qual não se pode determinar simultaneamente a posição e o movimento de uma partícula específica (Pessoa, 2003). Segundo Bachelard,

[...] o princípio de incerteza de Heisenberg, se trata de uma correção objetiva dos erros. Para encontrar o lugar de um elétron, é preciso o iluminar mediante um fóton. O encontro do fóton e do elétron modifica o lugar do elétron; modifica, além disso, a frequência do fóton. Em microfísica, não há, portanto, método de observação sem

⁵⁸ Heisenberg explica em *Physics and philosophy: the revolution in modern science* (1958): “o elétron pode estar praticamente em repouso antes da observação. Mas no ato da observação, pelo menos um *quantum* de luz de raios gama pode ter passado, tendo sido desviado antes para o elétron. Portanto, o elétron foi empurrado pelo *quantum* de luz e mudado a sua quantidade de movimento. Pode-se demonstrar que a indeterminação dessa mudança é exatamente o necessário para garantir a validade das relações de incerteza” (Heisenberg, 2007, p. 49).

ação dos procedimentos do método sobre o objeto observado. Há, pois, uma interferência essencial do método e do objeto. (Bachelard, 1999, p. 126).

As afirmações: *o mesmo objeto não pode estar em dois lugares diferentes ao mesmo tempo* e *dois objetos diferentes não podem ocupar o mesmo lugar ao mesmo tempo*, só se aplicam aos objetos individuais, sólidos do mundo comum e que são objetos bem localizados. Entretanto, a mecânica quântica admite a *superposição* de seus.

A proposição lógica que diz que *para passar de um lugar a outro, todo objeto deve atravessar o espaço interposto, o que não pode fazer se não a um certo tempo* é solidária com a geometria euclidiana e pôde ser dialetizada com a Teoria da Relatividade, na qual se considera o intervalo de separação entre a observação e objeto bastante sutil.

Por fim, Bachelard destaca que os postulados, *o mesmo objeto, o mesmo acontecimento pode ser observado desde dois diferentes pontos de vista ao mesmo tempo* e *dois acontecimentos diferentes podem se produzir simultaneamente e podem ser considerados como simultâneos desde o mesmo ponto de vista*, não podem ser considerados como evidentes, uma vez que a Relatividade contrariou estas duas afirmações lógicas ao por a noção de *simultaneidade* não como uma noção clara e simples, mas que deve ser definida por uma experiência científica determinada.

Com as considerações supracitadas, Bachelard quer demonstrar que estas afirmações lógicas que estão unidas com Física clássica já não podem ser tomadas como evidentes. As novas construções das ciências contemporâneas, como é o caso das novas mecânicas, por não continuarem com o senso comum, fazem uma reforma em suas proposições lógicas, dialetizando as noções simples e reduzindo aquelas afirmações a uma posição particular.

Portanto, a lógica aristotélica ao se deparar com a nova realidade nas ciências perde seu caráter absoluto. É possível dizer que os valores lógicos precisaram ser reorganizados em meio a uma *ruptura epistemológica*. Foi preciso tantas outras lógicas mais afastadas da gramática, lógicas mais algébricas, para que fosse possível pensar o objeto de essência matemática, por exemplo, a *Lógica Quântica* e a *Lógica Paraconsistente*. Pode-se afirmar que a ideia kantiana (em B VIII e B IX) que põe a lógica de Aristóteles como um sistema acabado e perfeito se mostrou inconsistente.⁵⁹

⁵⁹ Kant diz que: “Pode reconhecer-se que a lógica, desde remotos tempos, seguiu a via segura, pelo fato de, desde Aristóteles, não ter dado um passo atrás, a não ser que se leve à conta de aperfeiçoamento a abolição da algumas sutilezas desnecessárias ou a determinação mais nítida do seu conteúdo, coisa que mais diz respeito à elegância que à certeza da ciência. Também é digno de nota que não tenha até hoje progredido, parecendo, por conseguinte, acabada e perfeita, tanto quanto se nos pode afigurar. [...] os limites da lógica estão rigorosamente determinados por se tratar de uma ciência que apenas expõe minuciosamente e demonstra rigorosamente as regras formais de

5. A Epistemologia Não Cartesiana

Como demonstramos neste trabalho, as ciências contemporâneas precisaram criar novos métodos de abordagem para compreender os recentes problemas científicos, por isso assumiram um novo racionalismo, um racionalismo complexo.

Em *Le nouvel esprit scientifique* (1934), Bachelard apresenta a concepção de uma *epistemologia não cartesiana* como um conjunto de métodos e conceitos instituídos pela Física e pela Química contemporâneas que inovaram a cultura científica e que, por consequência, romperam com as metodologias tradicionais.

No capítulo intitulado de “L'épistémologie non-cartésienne”, Bachelard procura expor a infecundidade da epistemologia de Descartes diante das descobertas que provocaram uma comoção nas bases e princípios do pensamento científico. Pode-se afirmar, com outras palavras, que o *não cartesianismo* é instituído por meio da insurgência de uma nova metodologia científica, como consequência da revolução quântica, que apresentou inovações na experiência. Trata-se de fatos históricos que estabeleceram uma *ruptura epistemológica* e impôs a necessidade de uma reflexão sobre o método instaurado historicamente nas ciências pelo cartesianismo.

Bachelard (1999), afirma que métodos e conceitos pertencem ao domínio da experiência, e se a experiência tende a se renovar, torna-se necessária uma atualização ou criação de novos meios de investigações. Portanto, um método científico nunca possui um caráter definitivo. Diante de uma nova experiência o pensamento científico deve se modificar, por isso, segundo o autor, um discurso sobre o método é sempre circunstancial e não poderá obter um status definitivo na estrutura do espírito científico.

Todo método de pesquisa perde sua fecundidade primeira. Sempre surge o momento em que a pesquisa científica deixa de pesquisar o atual pela ótica do antigo. Através dessa ótica, é possível dizer que o progresso do saber científico está correlacionado com a criação de novos métodos. Até mesmo os métodos e conceitos científicos perdem sua universalidade (Bachelard 1999).

todo o pensamento (quer seja a priori ou empírico, qualquer que seja a sua origem ou objeto, quer encontre no nosso espírito obstáculos naturais ou acidentais)” (CPR, B VIII e B IX).

Bachelard fala de um dinamismo dos métodos científicos, uma vez que o espírito das ciências, na medida em que evolui, caracteriza-se por meio dos métodos adotados. Um método científico não pode se tornar um hábito, sob a consequência se tornar um entrave ao conhecimento objetivo. É preciso, com efeito, estar em constante vigilância (Bachelard, 1986). Vicent Bontems esclarece que:

A vigilância racional organiza-se tanto no nível individual quanto no coletivo para ter o domínio da renovação permanente do método não cartesiano. Isso também significa que a elaboração do método *não cartesiano* que normatiza, ao menos implicitamente, a prática dos pesquisadores diz respeito à própria epistemologia, mas implementada no interior das ciências pelos próprios cientistas. (Bontems, 2017, p. 76).

O *não cartesianismo* pode ser considerado a própria essência das ciências contemporâneas que caracteriza uma ruptura com o conhecimento usual. Note-se que, o sentido do progresso das ciências na epistemologia bachelardiana leva sempre em consideração a ruptura com o saber usual e com a epistemologia tradicional. Nesse sentido, esta seção acerca da epistemologia não cartesiana pode ser considerada, nesta dissertação, como um corolário das questões expostas nas seções anteriores.

Embora Bachelard elabore críticas profundas à epistemologia cartesiana, tendo especialmente como parâmetro a revolução quântica do século XX, há uma interessante passagem em *Essai sur la connaissance approchée* (1928), na qual o autor parece atribuir, às inovações de Descartes, no período moderno, uma ruptura epistemológica. Bachelard diz que:

Sem dúvida, a filosofia procurou encontrar, sob as qualidades segundas, as qualidades primeiras; mas por essa razão, aceitou, sem debate, uma verdadeira *ruptura da epistemologia*. Como o conhecimento da qualidade segunda era marcado por uma subjetividade manifesta, procurava-se o caráter objetivo em outra qualidade: a extensão que, pela medida, poderia receber uma descrição cada vez mais precisa e fornecia, conseqüentemente, uma via mais fácil para a objetivação. Mas não ficou provado que o elemento subjetivo da qualidade segunda seria impossível de ser eliminado progressivamente, mantendo-se em contato com essa qualidade. (Bachelard, 1986, p. 298 – grifo nosso).

Um interessante autor, que segue a “tradição de pensamento” – para utilizarmos o vocabulário de Foucault em *L’archéologie du savoir* (1969) - inaugurada por Bachelard, é o filósofo e historiador das ciências Alexandre Koyré, que elabora uma leitura descontinuísta acerca do desenvolvimento do saber na transição da idade média para a modernidade. Embora Koyré utilize o termo *mutação*, no sentido de designar que o movimento do conhecimento se dá por vias mais lentas, e não por abalos, por *atos epistemológicos*, como bem expressa Bachelard em sua epistemologia, ele analisa as modificações instituídas pelo espírito cartesiano e mostra uma verdadeira descontinuidade no contexto científico da época moderna.

Em sua obra *Du monde clos à l'univers infini*, em relação à revolução científica entre os séculos XVI e XVII, Koyré afirma que: “[...] esses processos são concomitantes expressões de um processo mais profundo e mais fundamental, em resultado do qual o homem, como às vezes se diz, perdeu seu lugar no mundo, ou, dito talvez mais corretamente, perdeu seu próprio mundo em que vive e sobre o qual pensava, e teve de transformar e substituir não só seus conceitos e atributos fundamentais, mas até mesmo o quadro de referência de seu pensamento” (Koyré, 2006, p. 5-6). É possível conferir também, por exemplo, A. Koyré: *Études d'histoire de la pensée scientifique; Études d'histoire de la pensée philosophique; Études galiléennes e Entretiens sur Descartes*. Uma informação interessante entre Bachelard e Koyré é fornecida por Georges Canguilhem na introdução de sua obra *Études d'histoire et de philosophie des sciences* (cf. Introdução: *L'objet de l'histoire des sciences*). Canguilhem diz: “Sem a epistemologia, seria, impossível discernir duas espécies de histórias ditas das ciências, a dos conhecimentos caducos, a dos conhecimentos sancionados, isto é, ainda atuais porque atuantes. Foi Gaston Bachelard quem opôs a história caduca à história sancionada, à história dos fatos de experimentação ou de conceptualização científicas apreciados em sua relação com os valores científicos recentes. A tese de Gaston Bachelard encontrou sua aplicação e sua ilustração nos muitos capítulos de suas obras de epistemologia. A ideia que teve Alexandre Koyré da história das ciências que suas obras ilustraram não é fundamentalmente diferente. Ainda que a epistemologia de Koyré fosse mais próxima da de Meyerson que da de Bachelard, mais sensível à continuidade da função racional do que à dialética da atividade racionalista, é em razão dela que foram escritos como o foram os *Estudos galileanos* e *Revolução astronômica*. Aliás, não deixa de ser interessante, para retirar com uma diferença de apreciação das rupturas epistemológicas toda aparência de fato contingente ou subjetivo, observar que, sem entrar em detalhes, Koyré e Bachelard se interessaram em períodos da história das ciências exatas sucessivos e desigualmente armados para o tratamento matemático dos problemas de física. Koyré começa em Copérnico e termina em Newton, quando Bachelard começa. De forma que a orientação epistemológica da história segundo Koyré pode servir de verificação à opinião de Bachelard, de acordo com quem uma história das ciências continuístas é uma história das ciências jovens”. (Canguilhem, 2012, p. 6).

Conforme Bachelard, diferentemente da epistemologia tradicional, o pensamento contemporâneo estabelece as regras racionais que propiciam as descobertas de leis na experiência. É o pensamento puro, como *atividade numenal*, calcado na álgebra, que instrui a pesquisa. À vista disso, as ideias cartesianas se apresentam muito simplórias para explicar os fenômenos físicos e químicos hodiernos.

Aqui, se incide uma crítica bachelardiana acerca do método cartesiano, que, para o autor, perderam fecundidade primeira de aplicação permanecendo apenas seu “encanto histórico”. Seus princípios, a saber, da *evidência*, da *natureza simples* e da *análise* já não são profícuos no espírito científico contemporâneo. De acordo com Bachelard, o método cartesiano se tornou óbvio e comum no período contemporâneo e não atende às novas exigências das pesquisas teóricas e experimentais, uma vez que as ciências mostraram efetivamente que o objeto científico é mutável e não absoluto. As regras do método cartesiano já não possuem valor efetivo na cultura contemporânea (Bachelard, 1999).

Um ponto importante enfatizado por Bachelard é que o método cartesiano é *reduutivo* e não *indutivo* e, por ser reduutivo, ele ignora a complexidade. Mesmo com seu espírito de ordem e classificação bem estruturado, o método de Descartes não complica a experiência. Conforme Bachelard, a função primordial da pesquisa objetiva das ciências do *novo espírito científico* é olhar a experiência em sua complexidade. Na experiência é preciso buscar as condições para complicar o conceito em vista de sua aplicação (Bachelard, 1993).

O *não cartesianismo* das ciências contemporâneas trabalha com a aplicação do conceito na experiência. É assim que se torna claro que as ciências trabalham sobre uma atividade de *construção* do objeto que tem como ponto de partida o racional, o conceitual. Quando Bachelard fala em complicar o conceito é no sentido de tomar a ação científica em sua total complexidade, tanto conceitual como experimental.

O *não cartesianismo* vem fundamentar a tese de uma *ruptura epistemológica* entre o espírito científico contemporâneo e o espírito científico clássico que estava fundamentado na metodologia de ordem e classificação. Mas essa ruptura não descarta o valor pedagógico dos conselhos cartesianos. Bachelard reconhece que a lição cartesiana possui seu valor histórico ao instituir no espírito científico,

[...] a ordem nas notas, a clareza na exposição, a distinção nos conceitos, a segurança nos inventários. Nenhuma lição mais proveitosa que a lição cartesiana. É o suficiente para instruir este espírito de método exato e objetivo que dá a toda taxologia (histórica e literária) o direito ao tom dogmático, no próprio tempo onde as ciências matemáticas e físicas se exprimem com prudência redobrada. Além disso, não se concebe que um físico cometa uma falta contra as regras de Descartes. Na realidade, nenhuma das retificações que marcam as grandes revoluções científicas da Física contemporânea resulta da correção de um erro relativo às regras cartesianas. (Bachelard, 1999, p. 129).

Entretanto, segundo Bachelard (1999), as regras do método cartesiano que se aplicam bem ao espírito de ordem e classificação, apresentam-se infecundas nas novas abordagens dos problemas oferecidos pela Física e a Química contemporâneas, que estão permeadas de complexidades. Não há erro no método de Descartes, mas um processo de perda de aplicabilidade diante do desenvolvimento histórico das ciências, que o reduz a um método rudimentar. No campo microfísico não é possível separar *figura* e *movimento* acerca da explicação dos fenômenos. O espírito *não cartesiano* das ciências estabelece relações de incerteza sobre os fenômenos que impossibilita uma análise absoluta como propõe as regras cartesianas.

Bachelard (1999), explica que a *epistemologia não cartesiana* não vem julgar os princípios da física cartesiana, nem mesmo condenar o mecanicismo do espírito cartesiano. É sobre as noções de natureza simples e absoluta demarcadas pelo cartesianismo que visa sua condenação. Descartes acreditava no caráter absoluto dos objetos do mundo objetivo e pensava que estes elementos poderiam ser conhecidos em sua totalidade por meio de uma intuição direta e imediata. Acreditava também que os elementos simples eram evidentes pelo fato mesmo de serem indivisíveis. Mas as ciências contemporâneas se fundam na análise da experiência complexa. Por isso Bachelard nega totalmente o caráter cartesiano de simplicidade dos fenômenos, da natureza, das substâncias e das ideias diante de uma realidade científica impossível na época de Descartes.

Os fenômenos agora são tomados como tecidos de relações e as substâncias como tecidos de atributos (Bachelard, 1999). É sobre a base de novas ligações epistemológicas entre ideias simples e compostas que se caracteriza a *epistemologia não cartesiana*. Chega-se à simplicidade só depois da análise aprofundada dos fenômenos tomados em suas complexidades.

As ideias simples são hipóteses de trabalho, conceitos de trabalho que deverão ser revisadas para receber seu justo papel epistemológico. As ideias simples não são a base definitiva do conhecimento; aparecerão, por conseguinte, em um total outro aspecto quando as colocarem em uma perspectiva de simplificação a partir das ideias completas. Nada mais instrutivo para apreender a dialética do simples e do completo que considerar as pesquisas experimentais e teóricas sobre a estrutura dos espectros e a estrutura dos átomos. (Bachelard, 1999, p. 130).

Bachelard, em *Le nouvel esprit scientifique* (1934), dá o exemplo do estudo sobre o átomo de hidrogênio. Com o estudo desse átomo se chegou à conclusão de que este elemento possuía uma estrutura simples, tanto em sua figura quanto em sua fórmula matemática. Por meio da metodologia cartesiana, abriram-se novas pesquisas sobre outros átomos, aparentemente mais complexos, na medida em que se tinha como referência a suposta simplicidade do átomo de hidrogênio, isto é, partiu-se de uma noção simples para investigações atômicas mais complexas seguindo o referencial cartesiano.

Bachelard, ainda na obra supracitada, destaca que a fórmula de Balmer se tornou uma espécie de lei de aplicabilidade geral aos fenômenos espectrais, na medida em que fornecia uma matemática simples de investigação. Essa perspectiva se mostrou enganosa por meio do progresso dos estudos espectroscópicos que foram retificando a fórmula simples de Balmer. Depois de diversos estudos ficou mostrado que o mais “simples” de todos os átomos se apresentara, em si mesmo, como um sistema complexo. Com isso, posteriormente ficou provado que um átomo mais simples é aquele que possui uma quantidade maior de elétrons,

pelo menos em certos aspectos, enquanto que um átomo que possui somente um elétron possui uma estrutura mais organizada e mais complexa em sua totalidade (Bachelard, 1999). Em consequência, o espectro de hidrogênio não pode ser tomado na experiência como um princípio de *indução* para o alcance de espectros mais complexos. Pelo contrário, será preciso *deduzir* dos sistemas complexos os fenômenos mais simples.⁶⁰

Interessante destacar que, Duhem (2014)⁶¹ e Bachelard (1972a)⁶² mostram como a Química pode ser vista como um exemplo interessante segundo a qual a visão cartesiana do simples e do absoluto vai sendo desmantelada. Ambos os autores apontam para a noção de *corpos simples*, que na Química do século XVIII se reduzia aos quatro elementos. O desenvolvimento da Química mostrou como a ideia de simplicidade dos corpos se altera em seu próprio decurso. A simplicidade dos corpos deixa de ser um aspecto essencial como entendia Descartes e passa a ser o limite de todo esforço de decomposição do objeto por intermédio de técnicas peculiares, isto é, uma *substância simples* é aquela que resistiu ao limite de decomposição pela experiência, podendo em épocas futuras, com a adição e aperfeiçoamento de novas técnicas, apresentarem novos limites de simplicidade. Então, tanto Duhem como Bachelard enfatizam que a química do *espírito não cartesiano* rompe com a noção de *corpos simples* e *absolutos*, uma vez que em seu progresso será possível apresentar novos elementos com graus de simplicidade sempre maior.

A complexidade é a essência da atividade científica da *epistemologia não cartesiana* que contraria os princípios da ação científica clássica. “É do lado das verdades factícias e complexas e não do lado das verdades adventícias e claras que se desenvolve o empirismo ativo da ciência” (Bachelard, 1999, p. 130). Portanto, o *não cartesianismo* vem contrariar a ideia de uma natureza simples e absoluta do pensamento cartesiano.

Doravante, investiga-se pela análise discursiva acerca do fenômeno em sua complexidade para atingir a simplicidade. Investigar o elemento é partir de seu aspecto complexo. Rompe-se, desta maneira, com a experiência imediata que estabelecia de modo apressado a identidade sobre a complexidade dos fenômenos. Conhecimento intuitivo e

⁶⁰ Essa conclusão de Bachelard se refere à sua análise acerca da inversão do movimento simples-complexos para o movimento complexo-simples a respeito da imagem dos elementos. A experiência mostrou que não é o hidrogênio (elemento simples) que dava a imagem hidrogenóide aos metais alcalinos (elementos complexos), como se fazia na “época cartesiana”. A experiência mostrou que é o hidrogênio que recebe uma imagem alcalinóide. “[...] se é verdade que historicamente o espectro do hidrogênio foi o primeiro guia da espectroscopia, esse mesmo espectro de hoje em diante está longe de fornecer a melhor das bases de impulso para a indução. Na verdade, induz-se a teoria dos espectros alcalinos a partir do espectro do hidrogênio. Dever-se-ia, portanto deduzir em seguida os fenômenos do hidrogênio sobre os fenômenos alcalinos” (Bachelard, 1999, p. 135).

⁶¹ Cf. P. Duhem. *La théorie physique: son objet et sa structure*, parte II, cap. 1 e 2.

⁶² Cf. G. Bachelard. *Le matérialisme rationnel*, cap. II, seção VIII.

conhecimento discursivo irão se opor nas ciências de espírito *não cartesiano*. Com efeito, se desfaz o critério da evidência clara e distinta do método de Descartes (Bachelard, 1996).

Bachelard (1999) fala que a crença nos axiomas e nos princípios matemáticos ocupa o lugar da *dúvida metódica* cartesiana e passaram a reger o processo de elaboração do conhecimento científico. As noções de base já não possuem sentido absoluto nas explicações científicas e se encontram em estado aberto para novas possibilidades de correlação.

Essa condição de abertura põe as noções em um estado provisório e condicional. Com isso, o corpo de explicações se mantém aberto e receptivo a novas oportunidades de pensamento. Pode-se acrescentar, com efeito, novas ideias aos postulados que foram tomados como pontos de partida.

[...] o método *não cartesiano* significa que um espírito científico jamais poderá, por princípio, recusar-se a modificar um elemento do sistema racional. Há, assim, potências recorrentes da dúvida e da vigilância racional do espírito por si mesmo: pode-se duvidar do resultado de uma experiência em razão das hipóteses, é a vigilância; pode-se em seguida duvidar da validade da hipótese em nome do método, é a vigilância ao quadrado ou (supervisão); pode-se duvidar do próprio método (vigilância) mas, se essa dúvida não é efetuada em nome dos próprios valores da ciência, saímos do quadro da vigilância racionalista para cair, com Nietzsche, no irracionalismo. (Bontems, 2017, p. 75).

A dúvida, no *espírito não cartesiano*, é uma atitude tornada regular e aberta, isto é, ocorre a necessidade de se colocar em um estado permanentemente de vigilância em relação aos conhecimentos adquiridos e tomados como certos. Essa característica do *não cartesianismo* não suprime a dúvida metódica cartesiana, mas a renova em um sentido mais desafiador e mais amplo do critério cartesiano.

As considerações supracitadas parecem esclarecer o sentido de *síntese* do movimento do pensamento científico, no sentido mesmo de que o *não cartesianismo* é uma espécie de cartesianismo completado. Segundo Bachelard (1999), o *não cartesianismo* das ciências contemporâneas é caracterizado pela suspensão do juízo antes da prova científica objetiva e o pensamento axiomático, fundamentado pela matemática, renova a dúvida cartesiana em um sentido mais claro, mais particular, mais nítida e durável. A dúvida prévia constitui um traço essencial e não mais provisório da estrutura do espírito científico.

Para Bachelard⁶³, o exemplo da *cera* oferecida por Descartes nas *Meditações*⁶⁴, descarta toda a diversidade das propriedades materiais do objeto que é fugaz; descarta todas as relações coordenadas que exprimem as qualidades materiais. “Se o entendimento não encontrasse em si mesmo a ciência da extensão, toda a substância do pedaço de cera se dissiparia com os sonhos da imaginação” (Bachelard, 1999, p. 143).

Antes de Bachelard, Duhem em *La théorie physique: son objet et sa structure* (1906), já havia criticado a perda de fecundidade da epistemologia cartesiana em relação aos aspectos da qualidade e quantidade. Duhem (2014) destaca que a epistemologia cartesiana proibiu que a experiência pudesse classificar e ordenar a diversidade das qualidades dos corpos materiais, mas o progresso da Física experimental, por meio de novas descobertas de categorias de fenômenos, dotou a matéria com novas propriedades. A matéria passou a ser então complicada e tornada mais rica em atributos, ela se tornou mais complexa diante das novas pesquisas científicas. E Duhem afirma que:

Indubitavelmente, fomos para bem longe dos corpos admiravelmente simples com os quais sonhava Descartes, daqueles corpos que se reduziam à “extensão e sua mudança”. A Química acumula uma coleção de uma centena de matérias irreduzíveis umas às outras e, a cada uma dessas matérias, a Física associa uma forma capaz de uma multitude de qualidades diversas. (Duhem, 2014, p. 168).

Segundo Duhem (2014), o projeto cartesiano foi reduzir o universo físico das qualidades materiais, apresentadas aos nossos sentidos, em um sistema de quantidades. A ideia era expurgar todas as propriedades qualitativas das coisas (percebíveis aos sentidos) deixando somente o quantificável. Para o autor, a obra de Descartes era reduzir a Física à Matemática, tornando-a uma ciência somente da quantidade, em que o verdadeiro e o evidente deveriam ser uma demonstração matemática da qual não seria possível duvidar. Por isso, a matéria, no cartesianismo, descarta todas as qualidades, tais como, peso, calor, dureza etc. A matéria é pensada somente como extensão (comprimento, largura e profundidade). Em consequência disso, a matéria se torna, na epistemologia cartesiana, apenas quantidade, e todas as propriedades sensíveis (qualitativas) dos corpos são explicadas por uma teoria que só considera a extensão geométrica. Não obstante, Duhem destaca que essa descaracterização das propriedades materiais é insustentável na Física contemporânea que passou a trabalhar os aspectos qualitativos da matéria por meio de suas diversas relações de intensidades.

⁶³ Ainda em *Le nouvel scientifique*, cap. VI, seção V.

⁶⁴ Cf. R. Descartes. *Meditações metafísicas*: “Da natureza do espírito humano e de como ele é mais fácil de conhecer do que o corpo”, § 10-18.

Para fazer da Física, como queria Descartes, uma Aritmética universal, não é necessário imitar o grande filósofo e rejeitar toda qualidade, pois a linguagem da Álgebra permite raciocinar tanto sobre as diversas intensidades de uma qualidade quanto sobre as diversas grandezas de uma quantidade. (Duhem, 2014, p. 156).

Essas considerações de Duhem antecipam a crítica de Bachelard, e são, de certo modo, concordantes com as considerações bachelardianas. Contribuem na demonstração acerca da infecundidade da epistemologia cartesiana no período contemporâneo. De acordo com Bachelard (1999), as ciências contemporâneas trabalham o objeto no laboratório com técnicas peculiares de purificação. *A gota de cera* tomada nos laboratórios, já não é a mesma substância retirada da natureza, pois ela é um produto de um método de objetivação em uma experiência determinada. Essa experiência de laboratório, que exige instrumentos específicos, estabelece uma renovação no estudo das qualidades materiais do objeto.

Como diz M.Jean Trillat: “Agir mecanicamente sobre a atividade química, é, por certos aspectos, servir um ideal cartesiano; mas a ação construtiva e factícia é tão manifesta, a direção para o complexo tão clara, que devemos ver aí uma nova prova da extensão científica da experiência e uma nova ocasião de dialética não-cartesiana. Os fenômenos de orientação [...] condicionam um número imenso de propriedades superficiais, como a capilaridade, a untuosidade, a aderência, a adsorção, a catalise”. É nessa película que as relações com o exterior determinam uma físico-química nova. É aí que o metafísico poderia compreender melhor como a relação determina a estrutura. (Bachelard, 1999, p. 145).

Em resumo, são as relações de ordem que expressa as qualidades das coisas materiais que já não são descartadas na ação científica como exigia Descartes. O *não cartesianismo* olha o fenômeno como uma trama de relações. Compreende que a substância é um conjunto de atributos e põe a análise de uma ideia dentro do corpo complexo de pensamentos nos quais ela se interconecta. É por via da matemática e da experiência que ocorre no pensamento científico contemporâneo o estudo dos fenômenos complexos (Bachelard, 1999). É por meio do racionalismo aplicado, que une teoria e experiência, que se estuda os fenômenos científicos contemporâneos.

Bulcão (1999) esclarece que o conhecimento nas ciências contemporâneas é qualitativo e ordinal, no sentido de que se trabalha o fenômeno em suas relações de ordem. A qualidade, enquanto possível de ser ordenada, é que se apresenta como objeto das ciências. As ciências contemporâneas procuram conhecer as relações entre os objetos que não são apreendidos de maneira imediata, mas que são alcançados por técnicas e racionalizações muito peculiares. O *não cartesianismo* sugere uma nova reorganização mais geral do pensamento em seu movimento dialético, que incorpora um caráter de complementaridade nas reformas do saber ao assumir a complexidade como marca da atividade científica. Doravante, para se compreender

o real é preciso multiplicar os diversos tipos de funções, interações e relações entre os fenômenos, destaca Bachelard, em *Le nouvel esprit scientifique* (1934).

Conclusão

Como a noção de *ruptura epistemológica* é apresentada no pensamento de Gaston Bachelard? Como o conhecimento científico pode evoluir por meio de *rupturas epistemológicas*? Tomamos estes questionamentos como fio condutor para o empreendimento de nossa análise. Podemos dizer também que são as questões fundamentais a todo leitor que pretenda se debruçar sobre a epistemologia histórica bachelardiana.

Demonstramos que o desenvolvimento do conhecimento científico ocorre por superações e inovações, por meio de conhecimentos mais gerais e mais complexos, nos quais promovem o alargamento do saber. A partir disso, a noção de *ruptura epistemológica*, como eixo central para compreender o sentido do progresso do saber na epistemologia de Gaston Bachelard, apresenta-se, podemos dizer, em dois desdobramentos diferentes dentro de sua filosofia científica.

Primeiramente, a partir da análise sobre a questão da ruptura entre o senso comum e o saber científico, destacamos, com base nas ideias de Bachelard, que as ciências modernas se constituíram em estreita ligação com a experiência comum atribuindo ao conhecimento científico valores da vida cotidiana. É o caso da geometria de Euclides, da lógica de Aristóteles, da física de I. Newton, da química de A. Lavoisier e da epistemologia de R. Descartes, que se configuravam sobre uma base de pensamento na qual tinha como referência a realidade comum.

Os séculos XIX e XX mostraram um novo objeto do conhecimento de estrutura matemática. A essência dos objetos de investigações científicas de que se ocupam as novas ciências exigiram novas formas de abordagens, que contraria os princípios do pensamento científico clássico. Com isso, o *novo espírito científico* se constituiu por meio da instauração de novos sistemas de pensamento totalmente inéditos na história. São sistemas sem antecedentes históricos. Tal é o caso das novas mecânicas, das novas geometrias, das novas lógicas e dos novos métodos científicos.

No espírito científico contemporâneo se investiga a realidade por meio de uma intuição racionalmente elaborada e não por meio de uma análise acerca de um objeto apreendido pelos sentidos. A experiência sensível se revelou inapta para a compreensão e definição dos fenômenos de base. Por isso, Bachelard considera que a Física e a Química contemporâneas romperam com todo fundamento *sensualista*.

A Física e a Química perderam seu caráter descritivo sobre os fenômenos para produzi-los tecnicamente. Nos laboratórios, prepara-se por meio de modelos matemáticos uma natureza

que possui elementos mais especificados e que é menos obscura em relação aos objetos das observações imediatas do mundo empírico.

A partir da análise da noção de ruptura entre conhecimento comum e conhecimento científico, podemos dizer que o “segundo momento de ruptura” é uma espécie de consequência implícita, isto é, de um momento de ruptura já contido no fato mesmo de que as ciências contemporâneas se desvincularam com o senso comum. Portanto, não interpretamos os dois momentos correlativos ao conceito de *ruptura epistemológica* no pensamento bachelardiano no sentido temporal-cronológico.

Com efeito, é possível dizer que se trata de *dois momentos superpostos* referentes a um mesmo conceito. A mecânica relativista de A. Einstein, a mecânica ondulatória de L. de Broglie e a mecânica quântica de N. Bohr e W. Heisenberg abandonaram os valores sensualistas do mundo comum e, ao mesmo tempo, estabeleceram *sínteses históricas* de pensamentos. A partir da análise elaborada no terceiro capítulo, podemos dizer que nosso “argumento da superposição” dos dois momentos de ruptura se aplica também em relação às geometrias não euclidianas de N. Lobatchewski, B. Riemann e F. Klein e, igualmente, podemos dizer também que se aplica às lógicas não aristotélicas e à epistemologia não cartesiana.

Entretanto, em *Le nouvel esprit scientifique*, Bachelard destaca que diferentemente das noções de *simultaneidade* e *massa*, o conceito de *velocidade* permanece na Física contemporânea ainda como uma noção simples, mas que, diante do desenvolvimento das ciências, é possível prever a sua complicação. Não obstante, a noção de *velocidade* permanece obscura e interligada por uma visão realista do senso comum, que não foi posta em uma experiência precisa, isto é, não se trata de uma noção que foi complicada na experiência.

A partir dessas considerações, parece que podemos questionar os limites da ruptura entre senso comum e conhecimento científico tão caro ao pensamento de Bachelard. As ciências contemporâneas estariam de fato dissociadas do conhecimento comum? Certos conceitos que ainda persistem em noções simples, como destaca o próprio autor, no capítulo “La mécanique non-newtonienne” da obra supracitada, parecem-nos indicar que as separações entre conhecimento comum e conhecimento científico não são tão nítidas como apresentadas em sua epistemologia. Bachelard apresenta a perspectiva de que um conhecimento objetivo deve ser entendido como sempre provisório. Já não é possível que as ciências trabalhem com a noção de conhecimentos absolutos e exatos. A *filosofia do inexato* bachelardiana põe o conhecimento em uma ordem discursiva e dinâmica dentro da marcha progressiva do pensamento, que tende sempre a uma reorganização mais complexa e elaborada.

A epistemologia bachelardiana apresenta provas sobre como as ciências se desenvolvem. A realidade científica é construída pela atividade racional, que tem a sua base no modelo teórico-matemático e que se encontra mesclada à experimentação, de tal modo que estes dois elementos da atividade científica não podem ser dissociáveis, que caracteriza o racionalismo aplicado de Bachelard. No pensamento bachelardiano é a noção de *fenomenotécnica* que vem esclarecer a mescla entre razão e experimentação. Contudo, embora fundidos, é por meio do racional que a atividade científica começa na construção de objetos.

Dois fatos atuais parecem ilustrar a noção bachelardiana de *fenomenotécnica* que tem como fundamento a tese da inversão do *vetor epistemológico*. Primeiramente na Física, nos referimos à detecção das *ondas gravitacionais*. Podemos inferir que o *Laser Interferometer Gravitational-Wave-Observatory* (L.I.G.O), um interferômetro laser construído para a experimentação da teoria de Einstein, que descreve a existência das *ondas gravitacionais*, segue o gênero contemporâneo, isto é, o gênero *fenomenotécnico*. A teoria foi expressa por Einstein entre os anos de 1916-1918, mas somente experimentadas nas últimas décadas.⁶⁵

O segundo fato se refere à Química, que criou atualmente novos elementos químicos e que foram adicionados à tabela periódica. Ainda sem nomenclatura oficial, porém chamados de *Unútrio* (Uut), *Unumpêntio* (Uup), *Ununséptio* (Uus) e o *Ununóctio* (Uuo), estes elementos são exemplos de objetos químicos construídos pela atividade racional humana e demarcam uma realidade distanciada do mundo natural e comum por serem objetos sintéticos produzidos em laboratório.

Queremos apontar que os fatos supracitados parecem demonstrar a atualidade do pensamento de Bachelard. Fatos que parecem provar que as ciências se romperam com a experiência sensível e comum e se refinaram com técnicas muito peculiares tendo como ponto de partida a atividade racional-construtiva, ou mesmo, usando outra expressão de Bachelard, de uma atividade indutiva.

Nesta dissertação, optamos por não abordar a questão da *descontinuidade temporal* contidas nas obras *La intuición del instant* (1932) e *Dialectique de la durée* (1936). Um tema

⁶⁵ Cf. *Gravitational waves detected 100 years after Einstein's prediction*.

que é importante no pensamento de Bachelard. De fato, existe uma relação no pensamento bachelardiano entre a ideia de *descontinuidade temporal* e a noção de *ruptura epistemológica*. Entretanto, tendo em vista a exequibilidade de nossa proposta, optamos por não elaborar esta análise, mas acreditamos que a partir deste estudo podemos ter contribuído, por meio do tema da *ruptura epistemológica*, que pode ser ponto de partida em estudos que pretendam tomar a empreitada de relacionar os dois conceitos.

Em *La intuición del instant* (1932), após analisar as teses do filósofo Henri Bergson e do historiador Gaston Roupnel acerca da noção de tempo, Bachelard vai concordar com este último afirmando que a ideia de *tempo descontínuo* é o ponto de partida para uma libertação da opressão da continuidade subjetivada pela formação do espírito, e, a partir disso, se abriria as possibilidades para olhar as coisas de um modo diferente. Carvalho Filho (2012), em seu artigo intitulado de *O tempo em Bachelard: uma Ruptura com o continuísmo bergsoniano*, oferece um grande esclarecimento acerca da discussão estabelecida por Bachelard nas duas obras supracitadas sobre a descontinuidade do tempo.⁶⁶

A visão que Bachelard desenvolve sobre o tempo está ligada aos acontecimentos que estão ocorrendo no início do século XX na Europa. Um destes marcos é a recente Teoria da Relatividade de Albert Einstein que rompia com a visão clássica de um tempo único em todos os lugares e que influenciará de forma determinante o seu pensamento. Outro marco nesse processo é o estudo das obras do filósofo francês Henri Bergson que discute a existência de um tempo único através da ideia de duração, num sentido anti-einsteiniano. Neste ambiente rico em debates filosóficos surge a obra do historiador francês Gaston Roupnel, *Siloë*, em que são discutidas as concepções de tempo numa perspectiva descontinuista, através da noção de instante. Esta obra de Roupnel impressiona Bachelard por estar em consonância com as suas ideias de ruptura, descontinuidade histórica, instante criador e por se encaixar com a Teoria da Relatividade de Einstein. A compreensão do conceito de descontinuidade histórica na Epistemologia Bachelardiana exige a relação que o filósofo francês estabeleceu com o conceito de duração da Filosofia Bergsoniana. É a partir da crítica que Bachelard estabelece ao conceito de duração que elabora a sua perspectiva do tempo descontínuo. O tempo, visto como instante em sua epistemologia permite conciliar com o ponto de vista da Teoria da Relatividade onde não há um tempo universal e também com a ideia de instante criador. A compreensão do conceito de descontinuidade histórica na Epistemologia Bachelardiana exige entender a relação que o filósofo francês estabeleceu com o conceito de duração oriundo da Filosofia Bergsoniana. É a partir da crítica que Bachelard estabelece ao conceito de duração que elabora a sua perspectiva do tempo descontínuo. (Carvalho Filho, 2012, p. 57-58).

A crítica de Einstein demonstrou que não seria possível uma duração objetiva. “Bem depressa nos pareceu que essa crítica destruiu o absoluto daquilo que dura, ao mesmo tempo

⁶⁶ Sobre esta temática: Cf. J. Carvalho Filho (2012, p. 57-70); D. Parrochia (2008, p. 123-133); É. During, (2008, p. 135-149); G. Chazal, (2008, p. 151-163); F. Worms, (2008, p. 39-52) e M. Bulcão (2009, p. 183-192).

em que conservava, como veremos, o absoluto daquilo que é – vale dizer, o absoluto do instante” (Bachelard, 1988, p. 33). O tempo pensado é o pensamento da criação no instante. É no tempo pensado que surge toda modificação do conhecimento. “Esse tempo pensado é mais aéreo, mais livre, mais facilmente rompido e retomado. É nesse tempo matematizado que estão as invenções do Ser” (Bachelard, 1994, p. 24).

Ternes (2012), esclarece dizendo que o tempo contínuo, tão caro a Bergson, surge na contemporaneidade como um grande “vilão”. O que está em jogo é que o *ser* do período contemporâneo demonstra algo bem diferente dos relatos das teses bergsonianas. É possível dizer que as várias revoluções científicas ocorridas, como é o caso da teoria da relatividade e da mecânica quântica, são provas, não somente de *rupturas epistemológicas*, como demonstramos neste trabalho, mas também provas de uma duração descontínua.

Bachelard diz que a opressão de uma visão de mundo calcada na continuidade do tempo está situada no âmago da formação espiritual. Portanto, é o tempo que se torna mais difícil de ser pensado em descontinuidade. “É, pois, a meditação dessa descontinuidade temporal realizada pelo *instante isolado* que nos abrirá os caminhos mais diretos para uma pedagogia do descontínuo” (Bachelard, 2010, p. 55). É possível dizer que a perspectiva bachelardiana de *descontinuidade temporal* se refere ao fundamento ontológico do contexto contemporâneo, enquanto a noção de *ruptura epistemológica* serviria para demonstrar, factualmente, por meio da análise histórico-epistemológica das ciências, as provas de uma temporalidade descontínua.

Bachelard, mostrando que a história das ciências é recorrente e deve ser lida a partir de sua atualidade põe em relevo a ideia de instante criador (Barbosa; Bulcão, 2004). Em Bachelard, “[...] o tempo concebido como instantes descontínuos e a duração como uma construção da razão, permitem a visão de uma História das Ciências, recorrente e interpretada à luz do presente” (Carvalho Filho, 2012, p. 63).

Apontamos em todo o nosso trabalho que a epistemologia de Bachelard tem como eixo central a noção de *ruptura epistemológica* destacando como as ciências em seu desenvolvimento histórico rompem com o senso comum e assumem outra realidade científica. É desta forma que a base do pensamento epistemológico moderno, que possui fundamentos na geometria euclidiana, na lógica aristotélica, na física newtoniana, no racionalismo kantiano, no pensamento substancialista e na epistemologia cartesiana, perdem fecundidade primeira para abordar os fenômenos de que se ocupam as novas ciências.

Apesar de Bachelard incluir estes sistemas no movimento dialético do pensamento científico, mostrando que se tornam apenas casos particulares dentro de sistemas mais gerais, o autor não deixa de apontar as perturbações causadas pela adesão direta e sem crítica destes pensamentos em determinadas investigações científicas.

Em *Le nouvel esprit scientifique* (1934), Bachelard demonstra como certas noções da geometria euclidiana e da física newtoniana, tomadas como simples e evidentes e, por se referirem à realidade comum, não podem abordar a complexidade do pensamento científico contemporâneo de modo objetivo. Destaca também como as regras da metodologia cartesiana se revelaram confusas nos estudos dos novos objetos por se tratarem de regras demasiadas simples.

Em *La philosophie du non* (1940), Bachelard diz que a lógica aristotélica se mantém sedimentada no pensamento e pode estabelecer grande dificuldade para poder se pensar em outros domínios, como é o caso dos objetos quânticos, onde o corpuscular se encontra unido com o ondulatório. Ainda nesta obra, se destaca o pensamento substancialista e o racionalismo kantiano como ineficazes na abordagem destes mesmos fenômenos, enquanto em *La formation de l'esprit scientifique* (1938) Bachelard já havia tratado o *substancialismo* no sentido mesmo de um *obstáculo epistemológico*.

Demonstramos que os obstáculos ao conhecimento objetivo são padrões de pensamento que se tornam *hábitos racionais*. Os obstáculos devem ser procurados como *condições psicológicas* que aparecem no ato do conhecimento e que devem ser superados a fim de alcançar a objetividade científica e o progresso das ciências.

A partir das considerações deste trabalho, poderíamos questionar se aqueles sistemas que constitui o pensamento epistemológico moderno, por se referirem ao real comum, poderiam ser configurados como grandes obstáculos ao conhecimento objetivo para as ciências contemporâneas, no sentido mesmo da noção de obstáculo apresentada por Bachelard. A partir do pensamento de Bachelard, não poderíamos tratar a lógica aristotélica como um obstáculo ao conhecimento? Não poderíamos perguntar o mesmo acerca da epistemologia cartesiana? E do racionalismo kantiano?

A seguinte afirmação de Bachelard no primeiro parágrafo de *La philosophie du non* (1940) é provocadora, quando se afirma que:

A utilização dos sistemas filosóficos em domínios afastados da sua origem espiritual é sempre uma operação delicada, muitas vezes uma operação falaciosa. Assim transplantados, os sistemas filosóficos tornam-se estéreis ou enganadores; perdem a sua eficácia de coerência espiritual, eficácia tão sensível quando são revividos na sua originalidade real com a fidelidade escrupulosa do historiador, e perde-se também a

satisfação de pensar o que nunca será pensado duas vezes. Será, pois, necessário concluir que um sistema filosófico não deve ser utilizado para outros fins para além dos que ele se atribui. Dito isto, o maior erro contra o espírito filosófico seria precisamente o de não ter em conta esta finalidade íntima, esta finalidade espiritual que dá vida, força e clareza a um sistema filosófico. Em particular, se se pretende esclarecer os problemas da ciência através da reflexão metafísica, se se pretende misturar os teoremas e os filosofemas, surge imediatamente a necessidade de aplicar uma filosofia necessariamente finalista e fechada a um pensamento científico aberto. Corre-se o risco de não agradar a ninguém; nem aos cientistas, nem aos filósofos, nem aos historiadores. (Bachelard, 1996, p.1).

Apesar de sua forte crítica, Bachelard não analisa as metafísicas modernas que apontamos como *obstáculos epistemológicos*, no mesmo sentido aplicado na análise daquelas ideias apresentadas em *La formation de l'esprit scientifique* (1938), isto é, como *condições psicológicas* que entravavam o conhecimento científico nos séculos XVII e XVIII. Nas obras bachelardianas, muitas afirmações são feitas e muitas críticas são colocadas sobre o cartesianismo e o kantismo, por exemplo, mas não é posta nenhuma concepção direta que possa identificar, dentro da epistemologia de Bachelard, essas metafísicas como *obstáculos epistemológicos*. Não obstante, a partir de suas contundentes críticas, pode-se questionar se o método cartesiano e o racionalismo kantiano poderiam ser interpretados como *obstáculo* à objetividade científica, no sentido mesmo deste conceito bachelardiano.

Parece que, a partir das discussões colocadas por Bachelard acerca da *teoria dos obstáculos epistemológicos*, apresentada na obra *La formation de l'esprit scientifique* (1938), e da crítica ao método cartesiano, apresentada em *Le nouvel esprit scientifique* (1934), é possível apresentar um tipo de obstáculo, que pode ser chamado, no sentido bachelardiano, de “obstáculo cartesiano”. O próprio autor parece fornecer elementos para uma interpretação deste tipo quando diz que o método cartesiano por ser *reduutivo* “[...] falseia a análise e entrava o desenvolvimento extensivo do pensamento objetivo” (Bachelard, 1999, p. 106).

O método de Descartes, que permaneceu intacto durante três séculos, criou raízes na cultura científica e na tradição filosófica ocidental. Este método manteve-se como um padrão de orientação da pesquisa científica. Por ter se sedimentado no pensamento, seus fundamentos foram frequentemente tomados como claros e evidentes para a atividade científica. A aderência direta ao método cartesiano como algo fundamental para a pesquisa científica se deve ao fato mesmo de suas raízes na cultura e na tradição. O método cartesiano pode ter se tornado um *hábito racional*. É neste ponto que se pode pensar, seguindo as ideias de Bachelard, que o cartesianismo pode ter se configurado como um padrão de pensamento, que tem sido subjetivado pelo homem de ciência mediante de sua formação.

Bachelard aponta que há conhecimentos que *persistem* na cultura científica, mesmo que infecundos, justamente pelo seu valor histórico. Há conhecimentos cuja persistência “[...] é resultante da aceitação cega de uma tradição profundamente arraigada” (Bachelard, 1993, p. 49). Na cultura científica contemporânea, permanecem vestígios dos velhos conhecimentos. Isso significa que o cartesianismo coexiste junto ao *não-cartesianismo*, da mesma forma que a mecânica newtoniana coexiste simultaneamente com as mecânicas não-newtonianas. Os conhecimentos passados, ao prosseguirem em sua existência dentro do espírito científico, possuem a tendência de se valorizar subjetivamente (Bachelard, 1993). É nesse sentido que podem se configurar como um *obstáculo epistemológico* e levar o sujeito ao erro.

Os *obstáculos epistemológicos* causam no pensamento verdadeiras perturbações. É possível perceber esses obstáculos ao olhar a história do pensamento científico. Podemos dizer que os *obstáculos epistemológicos* são condições para *rupturas epistemológicas*, uma vez que eles levam ao erro. Com efeito, o erro na filosofia bachelardiana tem um sentido peculiar, porque ele é apontado como “propulsor do conhecimento”. Um erro faz a exigência de retificações e tais retificações estabelecem mudanças no conhecimento.

Gostaríamos de finalizar esta dissertação pontuando uma noção importante no pensamento de Bachelard, que é a noção de *surracionalismo*. Esta noção bachelardiana tem o sentido de que o racionalismo das ciências contemporâneas é polêmico e não mais um racionalismo arquitetônico, não se trata mais de uma razão rígida que produz o conhecimento. Bachelard chama de *surracionalismo* o novo racionalismo das ciências contemporâneas no sentido de diferenciar da noção de racionalismo tradicional (Barbosa, 1996).

Bachelard inaugura a noção de *surracionalismo* para dar o sentido de que o racionalismo das ciências contemporâneas é polêmico e aberto, em oposição ao racionalismo tradicional, arquitetônico e fechado. Com efeito, a nova concepção de racionalismo bachelardiana não se trata mais de uma razão rígida que regula o conhecimento. É preciso então diferenciar o racionalismo tradicional do *surracionalismo*. Canguilhem esclarece que:

[...] o racionalismo de Gaston Bachelard é a refutação de um racionalismo eufórico, que ele inventa um termo para distingui-lo. O “surracionalismo” evoca a agressividade da razão, sistematicamente dividida contra si mesma. O racionalismo polêmico é radical de um modo distinto da polêmica racionalista, muitas vezes limitada por um compromisso inconsciente com o objeto de sua crítica. (Canguilhem, 1972, p. 11).

O *surracionalismo* tem o poder de determinar o objeto do conhecimento, que possui estrutura matemática. Os domínios do pensamento *surracional* é estritamente matemático. Nesse sentido, o objeto das novas ciências é uma espécie de um *surobjeto* como produto da atividade de uma construção racional. Apesar de Bachelard usar o termo *surobjeto* em *La philosophie du non* (1940), é ao objeto quântico que ele se refere.

O átomo seria um exemplo perfeito de *surobjeto*, pois resulta de uma objetivação crítica. O átomo se apresenta na mecânica quântica como uma não-imagem, *a fortiori*, ele não se oferece à investigação científica como imagem de uma coisa empírica. É “[...] quase legado a pensar que o papel fundamental do átomo é o de obrigar os homens a estudar matemática” (Bachelard, 1996, p. 39). A noção de *surracionalismo* bachelardiana deve esclarecer a revolução espiritual realizada pelas novas ciências e que permitiu a pluralidade de pensamentos, na qual a razão é criadora, aberta e dinâmica.

O *surracionalismo* representa “[...] o processo mental através do qual o homem de ciência cria novas realidades, a ciência contemporânea troca a *descoberta* pela invenção construtiva, e a investigação do real cede lugar a uma criação” (Barbosa, 1996, p. 133).⁶⁷ O objeto das ciências contemporâneas não é o *dado* empírico do mundo comum, mas segue a atividade da razão, que produz o objeto a partir do pensamento matemático.

Como destacamos no decorrer de nossa análise, a epistemologia bachelardiana informa que o novo caráter da Física é parte da revolução científica que ligou a matemática à experiência. Trata-se de um pensamento que une teoria e fato. Isso significa que, em vez de antagonizar, fundamenta um laço entre razão e experimentação. “Numa palavra: nada de racionalismo no vazio; nada de empirismo desconexo; eis a estreita e rigorosa síntese da teoria com a experiência na Física contemporânea” (Bachelard, 1966, p. 10).

Embora ocorra um diálogo intrínseco entre a razão e a experiência, é do lado da razão que começa o processo de elaboração do conhecimento. Portanto, pode-se dizer que o racionalismo supera, de certo modo, o empirismo (Castelão-Lawless, 2012). Desse modo, o objeto científico é construído e tem seu ponto de partida na *abstração* para em seguida alcançar a *realização*.

Se o novo racionalismo apontado por Bachelard é um *racionalismo construtor*, então a razão, em seu poder de criação, tem a possibilidade de romper com os conhecimentos já

⁶⁷ O livro intitulado *Gaston Bachelard: o arauto da pós-modernidade* (1996), da autora Elyana Barbosa, apresenta um capítulo esclarecedor acerca do *surracionalismo* de Bachelard. Cf. E. Barbosa (1996, cap. IV, p. 117-146).

estabelecidos. Essa razão construtiva traz uma inversão do *vetor epistemológico*. Doravante, a novas ciências partem do racional para o real, isto é, vai do *abstrato-matemático* ao *real-concreto*, e não como outrora, de onde o real comum era o ponto de partida para a construção de conhecimentos objetivos acerca do mundo (Bachelard, 1999). No espírito contemporâneo das ciências, a razão vai de encontro com sua aplicação no real.

A razão apresentada pela epistemologia bachelardiana possui uma história descontínua que se volta contra si mesma e se reforma eliminando os obstáculos relacionados com os conceitos sedimentados no pensamento e rompendo com formas de conhecimentos então instituídos.

Os processos de *rupturas epistemológicas*, possíveis de serem constatados no estudo da evolução do pensamento científico, são provas da descontinuidade da razão, que devem significar fatos consideráveis do progresso do pensamento. Se há descontinuidade não pode haver acúmulo de conhecimentos. Daí, o fato de Bachelard demonstrar que o progresso da razão possui um movimento dialético específico.

Conforme Bachelard, a tarefa da razão é causar revoluções, ela age vigiando, inventando e defendendo seus valores na medida em que contraria seu antepassado histórico. Então, a razão, segundo o pensamento de bachelardiano, trata-se de uma razão ativa que, ao exercer seu papel criador, rompe com as formas do imobilismo. É sempre no ato de renovação do saber que as ciências se desprendem daquilo que as imobiliza (Dagognet, 2003).

O *surracionalismo* de Bachelard destaca uma razão aberta que determina a essência do inacabamento das ciências. A razão em seu poder de turbulência e agressividade continuamente sugere outras determinações, que rompem com as noções estabelecidas formando novas imagens sobre o mundo. É nas surpresas e espantos causados pelas novas imagens acerca do mundo que se pode perceber a natureza espiritual do progresso do pensamento científico⁶⁸. “O espírito jamais é inerte: está em movimento, submetido sem cessar a campos de força. A razão é uma delas e sua dinâmica é o progresso do conhecimento” (Bontems, 2017, p. 28).

⁶⁸ “Resumindo, *precisa-se devolver à razão humana sua função de turbulência e de agressividade*. Contribuiremos assim para fundar um surracionalismo, que multiplicará as ocasiões do pensar. Quando este surracionalismo tiver encontrado sua doutrina, poderá se relacionar com o surrealismo, pois a sensibilidade e a razão serão restituídas, uma e outra, ambas, à sua fluidez. O mundo físico será experimentado por caminhos novos. Compreenderemos de outro modo e sentiremos de outra forma. Estabeleceremos uma *razão experimental* suscetível de organizar uma maneira surracionalisticamente o real como o *sonho experimental* de Tristan Tzara organiza de um modo surrealisticamente a liberdade poética” (Bachelard, 1972a, p. 13).

Bachelard utiliza vários adjetivos ao termo racionalismo para reforçar que a dinâmica do espírito científico não pode ser tomada por um pensamento fixista. Assim, enfatiza bem Vincent Bontems, quando destaca os sentidos destes adjetivos, explicando que:

O racionalismo de Bachelard só toma sentido por ser qualificado. Um racionalismo *engajado* significa que a ciência é um valor a ser defendido. O racionalismo *aberto* implica que ele não é um sistema fechado, que deve ser reformado e ampliado sem cessar para integrar novas experiências. O racionalismo *dialético* impõe-se pela dualidade das bases por ocasião das transformações das normas científicas. O racionalismo *complexo* remete à diversidade dos campos científicos. Essas variações arruinam a pressuposição de uma Razão uniforme e impassível. Os adjetivos [...] tornam precisa a referência à razão no âmago da dinâmica do espírito científico. O mesmo ocorre com o prefixo *sur* do *surracionalismo*. (Bontems, 2017, p. 89).

Pode-se dizer, portanto, que o *surracionalismo* de Bachelard pretende ser uma prova da mutabilidade da razão. Esse novo racionalismo deve esclarecer os fundamentos das ciências contemporâneas em seu caráter pluralístico dos sistemas filosóficos, no qual se justapõe elementos de várias filosofias. O pensamento científico contemporâneo deve ser abordado pela perspectiva *surracional*, desde que se leve em consideração que os sistemas de pensamentos de outrora, sozinhos, revelaram-se inaptos para interpretar a natureza das novas ciências.

REFERENCIAS :

- BACHELARD, Gaston. *La formation de l'esprit scientifique: contribution à une psychanalyse de la connaissance objective* Paris: J. Vrin, 1993.
- _____. *Essai sur la connaissance approchée*. Paris: J. Vrin, 1986.
- _____. *Le nouvel esprit scientifique*. Paris: PUF, 1999.
- _____. “Idéalisme discursif”. In: *Études*. Paris: J. Vrin, 1970a.
- _____. “Noumène et microphysique”. In: *Études*. Paris: J. Vrin, 1970b.
- _____. “Lumière et substance”. In: *Études*. Paris: J. Vrin, 1970c.
- _____. “Critique préliminaire du concept de frontière épistémologique”. In: *Études*. Paris: J. Vrin, 1970d.
- _____. *Études sur l'évolution d'un problème de physique: la propagation thermique dans les solides*. Paris: J. Vrin, 1973.
- _____. *Le rationalisme appliqué*. Paris: PUF, 1966.

- _____. *Le matérialisme rationnel*. Paris: PUF, 1972a.
- _____. *La philosophie du non: essai d'une philosophie du nouvel esprit scientifique*. Paris: PUF, 1996.
- _____. *O pluralismo coerente da química moderna*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2009a.
- _____. *La psychanalyse du feu*. Paris: Gallimard, 1992.
- _____. *L'activité rationaliste de la physique contemporaine*. Paris: PUF, 1965.
- _____. *A experiência do espaço na física contemporânea*. Rio de Janeiro. Contraponto, 2010.
- _____. *L'engagement rationaliste*. Paris: PUF, 1972b.
- _____. *La valeur inductive de la relativité*. Paris: J. Vrin, 2014.
- _____. *Les intuitions atomistiques*. Paris: J. Vrin, 2016.
- _____. *A poética do devaneio*. São Paulo: Martins Fontes, 2009b.
- _____. *A dialética da duração*. São Paulo: Ática, 1988.
- _____. *A intuição do instante*. Campinas: Verus, 2010.
- BACON, Francis. *Novum organum ou verdadeiras indicações acerca da interpretação da natureza*. São Paulo: Abril Cultural, 1999. (Coleção Os Pensadores)
- BARBOSA, Elyana. *Gaston Bachelard: o arauto da pós-modernidade*. Salvador: EDUFBA, 1996.
- _____. Gaston Bachelard: “O novo espírito científico”. *Ideação*, Feira de Santana, n.25 (2), p 57-70, jan/jun, 2012, p. 81-90.
- _____. L’histoire des sciences selon G. Bachelard, Koyré et Canguilhem: une lecture discontinuiste. *Cahiers Gaston Bachelard*, Dijon, n.4, p. 43-50, 2001.
- _____; BULCÃO, Marly. *Bachelard - pedagogia da razão e pedagogia da imaginação*. Rio de Janeiro: Vozes, 2004.
- BOHR, Niels. *Física atômica e conhecimento humano*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1995.
- BONTEMS, Vincent. *Bachelard*. São Paulo: Estação Liberdade, 2017.
- BOYER, Carl. *História da Matemática*. São Paulo: Edgar Blucher, 1974, Cap. 24, pp. 387-403.
- BULCÃO, Marly. *O racionalismo da ciência contemporânea: uma análise da epistemologia de Gaston Bachelard*. Londrina: UEL, 1999.
- _____. *O racionalismo da ciência contemporânea: introdução ao pensamento de Gaston Bachelard*. São Paulo: Ideias & Letras, 2009.
- CANGUILHEM, Georges. “Gaston Bachelard”. In: *Études d’histoire et de philosophie des sciences*. Paris: Vrin, 1979.
- _____. *Estudos de história e de filosofia das ciências: concernentes aos vivos e à vida*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2012.
- _____. “Preface”. In: BACHELARD, Gaston. *L’engagement rationaliste*. Paris: PUF, 1972b. p. 11.
- CARVALHO, Marcelo de. Gaston Bachelard e a renovação da episteme no século XX. *Ensaio Filosóficos*, Volume 1I. 2010, pp. 103-124.
- CARVALHO FILHO, José Ernane Carneiro. “O tempo em Bachelard: uma ruptura com o continuísmo bergsoniano.” *Revista Ideação*, Feira de Santana, n. 25(2), p. 57-70, jan./jun. 2012.
- _____. “Bachelard e o caráter indutivo da Teoria da Relatividade”. *Ensaio Filosóficos*, Volume XIII – Agosto/2016, pp. 87-97.
- CASTELÃO-LAWLESS, Teresa. “Os problemas filosóficos da ciência moderna e a nova educação científica: percursos pela epistemologia bachelardiana.” *Revista Ideação*, Feira de Santana, n. 25(2), p. 19-36, jan./jun. 2012.

- CASTELLANA, Mario. *A epistemologia debole*. Verona, 1985.
- CHAZAL, Gérard. “Bergson et Bachelard face à la nouvelle physique.” In: WORMS, Frédéric; WUNENBURGER, Jean-Jaques (org.). *Bachelard et Bergson, Continuité et discontinuité?* Paris: PUF, 2008. p. 151-163.
- COMTE, Auguste. *Curso de filosofia positiva* (duas primeiras lições). In: Comte. São Paulo: Abril Cultural, 1978. (Coleção Os Pensadores).
- _____. *Discurso sobre o espírito positivo* (primeira lição). In: Comte. São Paulo: Abril Cultural, 1978. (Coleção Os Pensadores).
- DAGOGNET, François. Sobre uma última imagem da ciência. *Ensaio Filosófico*. V. 11 - outubro/2010, p. 17-27.
- _____. “Sur une secunde rupture”. In: WUNENBURGER, J.J. (org.). *Bachelard et l’epistemologie française*. Paris: PUF, 2003, p. 13-27.
- DUHEM, Pierre. *A teoria física, seu objeto e sua estrutura*. Rio de Janeiro: Ed. UERJ, 2014.
- _____. *Física de crente*. Covilhã: Textos Clássicos de Filosofia, 2008.
- _____. *L’évolution de la mécanique*. Paris: Vrin, 1992.
- DURING, Élie. “L’espace-temps entre algèbre et géométrie : la théorie de la relativité chez Bergson et Bachelard.” In: WORMS, Frédéric; WUNENBURGER, Jean-Jaques (org.). *Bachelard et Bergson, continuité et discontinuité?* Paris: PUF, 2008. p. 135-149.
- EINSTEIN, A. *Teoria da relatividade especial e geral*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1999.
- _____. Geometría no euclídea y física. *Revista Scientiae Studia*, São Paulo, v. 3, n. 4, p. 667-81, 2005.
- FICHANT, Michel. “A epistemologia em França”. In: CHÂTELET, François (org.). *História da Filosofia - o Século XX*. Lisboa: Dom Quixote, v.4, 1995.
- FOUCAULT, Michel. *A arqueologia do saber*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2008.
- GIL, Didier. *Bachelard et la culture scientifique*. Paris. PUF, 1993.
- GODOI, Wilian dos Santos. O problema das ideias de natureza simples para a geometria não-euclidiana e para a física não-newtoniana a partir da análise de Gaston Bachelard. *Griot – Revista de Filosofia*, v.11, n.1, junho/2015, p.268-288.
- HACKING, Ian. *Representar e intervir*. Rio de Janeiro: Ed. UERJ, 2012.
- HEISENBERG, Werner. *Physics and philosophy: the revolution in modern science*. New York: 2007.
- _____. *A parte e o todo: encontros e conversas sobre física, filosofia, religião e política*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- KANT, I. *Crítica da razão pura*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001.
- KATZ, Victor J. *A history of mathematics*. MA: Addison-Wesley, 2009. pp. 830-851.
- KOYRÉ, Alexandre. *Études galiléennes*. Paris: Hermann, 1986.
- _____. *Do mundo fechado ao universo infinito*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2006.
- _____. *Considerações sobre Descartes*. Lisboa: Editora Presença, 1992.
- _____. *Estudos de história do pensamento científico*. Rio de Janeiro: Forense Universitária; Brasília, 1982.
- _____. *Estudos de história do pensamento filosófico*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1991.
- LECOURT, Dominique. *Para uma crítica da epistemologia*. Lisboa: Assírio e Alvim: 1980.
- _____. *L’Épistémologie Historique de Gaston Bachelard*. Paris: Vrin, 1978.

LIGO Caltech - *Gravitational waves detected 100 years after Einstein's prediction*. Disponível em < <http://www.ligo.org/news/detection-press-release.pdf>. > Acessado em: 20 de março de 2016.

MOL, Rogério Santos. *Introdução à história da matemática*. Belo Horizonte: CAED-UFMG, 2013.

OLIVEIRA, Amélia de Jesus. *Duhem e Kuhn: continuísmo e descontinuísmo na história da ciência*. 2012. 269 f. Tese (Doutorado em Filosofia) - Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, UNICAMP, São Paulo, 2012.

PARROCHIA, Daniel. “Temps bachelardien, temps einsteinien: la critique de la durée bergsonienne.” In : In : WORMS, Frédéric; WUNENBURGER, Jean-Jaques (org.). *Bachelard et Bergson, continuité et discontinuité?* Paris: PUF, 2008. pp. 123-133.

PELUSO, Luís Alberto. *A filosofia de Karl Popper: epistemologia e racionalismo Crítico*. Campinas: Papirus, 1995.

PESSOA JUNIOR, Osvaldo. *Conceitos de física quântica*. v 1 São Paulo: Editora Livraria da Física, 2003.

PLANCK, Max. *Autobiografia científica e outros escritos*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2012.

POPPER, Karl R. *Textos escolhidos*. Org. D. Miller. Trad. V. Ribeiro. Rio de Janeiro: Contraponto / Ed. PUC-Rio, 2010.

_____. *Conhecimento objetivo, uma abordagem evolucionista*. Belo Horizonte: Itatiaia, 1972.

_____. *The logic of scientific discovery*. New York: Harper Torch Books, 1968.

QUILLET, Pierre. *Introdução ao pensamento de Bachelard*. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

TERNES, José. “Bachelard, espaços”. *Revista Ideação*, Feira de Santana, n. 25(2), p. 109-122, jan./jun. 2012.

VADÉE, Michel. *Bachelard ou le nouvel idéalisme épistémologique*. Paris: Ed. Sociales, 1975.

VÁZQUEZ, Jesús. O sentido da dialética na epistemologia de G. Bachelard. *Síntese Nova Fase*, Belo Horizonte, v. 25, n. 81, 1998, pp.219-232.

VELANES, David. “Francis Bacon e Gaston Bachelard: um diálogo sobre os obstáculos epistemológicos”. *Cadernos do PET Filosofia UFPI*. Vol. 7, 2016, p. 54-74.

_____. “A crítica de Gaston Bachelard acerca do conceito de númeno”. *Revista Filosofando*. n. 1, 2015, p. 27-38.

WORMS, Frédéric. “La rupture de Bachelard avec Bergson comme point d’unité de la philosophie du XX en France.” In : WORMS, Frédéric; WUNENBURGER, Jean-Jaques (org.). *Bachelard et Bergson, continuité et discontinuité?* Paris: PUF, 2008. p. 39-52.

WUNENBURGER, J.J. “Presentation”. In: WUNENBURGER, J.J. (org.). *Bachelard et l’epistemologie française*. Paris: PUF, 2003, p. 9-11.